

MIRZO ULUG'BEK NOMIDAGI  
O'ZBEKİSTON MILLİY UNIVERSİTETİ



A.A.ZİYAYEV, A.O.SODIQOV,  
S.A.MAULYANOV, B.N.BOBÖYEV

# BIOORGANİK KİMYO

OzB.2  
57  
B-70

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

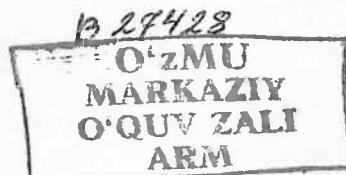
MIRZO ULUG'BEK NOMIDAGI  
O'ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI

A.A.Ziyayev, A.O.Sodiqov, S.A.Maulyanov, B.N.Boboyev

## BIOORGANIK KIMYO

70530101-ta'lism yo'nalishi talabalari uchun

O'quv qo'llanma



UO'K: 577.1(075.8)

KBK: 28.072ya73

B.66

**Bioorganik kimyo [Matn] : o'quv qo'llanma / A.A.Ziyayev,  
A.O.Sodiqov, S.A.Maulyanov, B.N.Boboyev - Surxondaryo:  
Fidokor Yosh Avlod, 2023.-256b.**

Ushbu o'quv qo'llanma universitetlar kimyo fakultetlarida "Bioorganik kimyo" fani bo'yicha tuzilgan o'quv dasturida ko'rsatilgan mavzularni o'z ichiga oladi.

Unda bioorganik kimyoning asosiy bo'limlaridan biopolimerlar - oqsillar va peptidlар kimyosi hamda ularning tarkibiy qismlari -  $\alpha$ -aminokislotalar va peptidlар; fermentlar; biopolimerlar qatoriga kiruvchi nuklein kislotalar (RNK, DNK) va ularning tarkibini tashkil etuvchi nuklein asoslari, nukleozidlar va mononukleotid; uglevodlar - monosaxaridlar, disaxaridlar, polisaxaridlar, uglevod tutuvchi biopolimerlar; lipidlar va biologik membranalar; kichik molekulali bioregulyatorlar-alkaloidlar; vitaminlar; steroid gormonlar; o'simliklarning o'sishini tartibga soluvchi moddalar; antibiotiklar; feromonlar; pestitsidlar; toksinlar kabi birikmalarning tuzilishi, olinishi, xossalari, shuningdek sintez yo'li bilan tayyorlangan biologik faoliyatlarni haqida asosiy ma'lumotlar berilgan.

Qo'llanma asosan universitet kimyogar bakalavr talabalari uchun mo'ljallangan bo'lib, undan bioorganik kimyo sohasida bilim clayotgan magistrantlar, tayanch doktorantlar va shu soha bo'yicha izlanish olib borayotgan ilmiy xodimlar ham foydalanishlari mumkin.

UO'K: 577.1(075.8)

KBK: 28.072ya73

B.66

**Taqribchilar:**

k.f. doktori, professor A.K.Abdushukurov (O'zMU),  
kimyo fanlari doktori, professor M.B.Gafurov (O'sR FA Bioorganik  
kimyo instituti)

ISBN: 978-9943-9115-3-6

© "Fidokor Yosh Avlod" nashriyoti, Toshkent, 2023-y.

## KIRISH

Bioorganik kimyo fani tirik mavjudotlar organizmida uchraydigan va hayot uchun muhim bo‘lgan biopolimerlar (oqsillar, peptidlar, fermentlar, nuklein kislotalar, uglevodlar, lipidlar, biologik membranalar) va kichik molekulalai bioregulyatorlar (alkaloидlar, vitaminlar, flavanoidlar, gormonlar, antibiotiklar, prostaglandinlar, o’simliklarning o’sishini tartibga soluvchi moddalar, feromonlar, pestitsidlar va boshqalar) ning kimyoviy tuzilishlari va biologik faolliliklari o’rtasidagi bog‘liqlikni o’rganadigan fandir.

Bioorganik kimyo fanining dunyoga kelishi XX asrning o’rtalariga to‘g‘ri keladi. Uning rivojlanishi dunyoda organik kimyoning rivojlanishi bilan chambarchas bog‘liqidir. Organik kimyo avvalo tirik tabiatda uchraydigan organik moddalarni o’rganadigan fan hisoblanib, so‘ngra ko‘plab organik birikmalarni sun’iy ravishda sintez qilish mumkinligi bilan rivojlangan va XIX asrning oxirlariga kelib bu fan umuman tarkibida uglerod tutuvchi birikmalar kimyosi ekanligi e’tirof etildi.

Tabiiy birikmalar qatoriga ko‘plab sintetik ravishda olingan birikmlar - polimerlar, bo‘yoqlar, dorivor moddalar kirib keldi. Jumladan, 1842-yili Zinin tomonidan anilin sintez qilindi, 1854-yilda Bertlo yog‘larni sintez qilish usulini topdi. 1861-yili Butlerov oqsilsimon moddalarini sintez qildi. XX asrning boshlariga kelib tabiiy birikmalar kimyosi mustaqil ravishda rivojlana boshladi. Bu vaqtga kelib biologik jihatdan muhim alkaloidlar, terpenoidlar, vitaminlar, steroidlar o’simlik va hayvonlar organlaridan ajratib olindi. Ularning tuzilishlari o’rganildi, ayrimlarining sintetik ravishda olish usullari ishlab chiqildi. Bularidan tashqari XX asrning o’rtalarida xinin, strexnin, rezerpin, penitsillin va prostoglandinlarni kimyoviy sintez qilishga erishildi.

Kimyoviy usullar orqali organizmda boruvchi har xil kimyoviy va biologik jarayonlarning borishi aniqlandi va bu izlanishlar XIX asrning oxirlariga kelib biokimyo fanini yuzaga keltirgan edi. Bu fanning eng katta yutuqlaridan biri - enzimatik kataliz va biologik katalizatorlar hisoblangan fermentlarni o’rganishdan iborat bo‘ldi va natijada nafas olish, fotosintez va muskul qisqarish jarayonlarining kimyoviy mexanizmlarini, ya’ni tirik organizmida modda almashinuvining asosiy qarashlariga ega bo‘ldi.

XX asrning 50-yillari boshlarida Uotson va Kriklar DΝK ning tuzilishini ochib berdilar va ular kishilik jamiyatiga buyuk qo'sh spirallar haqidagi tushunchani va bu bilan genetik ma'lumotlarni saqlovchi, hamda o'zlashtirish yo'llarini yuzaga keltirish haqidagi yangi fan - molekulyar biologiyaga asos soldilar.

Bu vaqtga kelib tabiiy birikmalar kimyosida sifat jihatidan o'zgarishlar yuzaga keldi va u tirik tabiatning murakkab moddalarini va shu jumladan biopolimerlarni kimyoviy jihatdan o'rganishga kirishildi. Ularning tuzilishi bilan biologik funksiyalari o'tasidagi bog'iqliklarning o'rganilisiga asos solindi.

L.Poling oqsil molekulalaridagi  $\alpha$ -spiral tuzilishini ochadi. F.Senger birinchi ochilgan oqsil - insulinning  $\alpha$ -aminokislotalari ketma-ketligini aniqlaydi. Vudvord xlorofill va Vitamin B<sub>12</sub> larni sintez qiladi.

Bu sohaning rivojiga akademiklar M.M.Shemyakin, Y.A.Ovchinnikov, A.N.Belozerskiy, V.A.Engelgard va boshqalar katta hissa qo'shishgan. Ularning ishlaridan steroidli gormonlar, antibiotiklardan tetratsekin hamda uglevodlarni, lipidlarni, peptidlarni va pestitsidlar sintezlarini keltirish mumkin.

Bizning o'lkamizda bu sohada ishlari dunyo ahamiyatiga ega bo'lgan olimlar akademiklar O.S.Sodiqov, S.Y.Yunusov, Y.X.To'raqulov, Sh.I.Salixov va ularning ko'plab izlanish olib borgan shogirdlaridir. Ularning kimyoda erishgan yutuqlari haqiqatdan ham tabiiy birikmalar kimyosining hozirgi zamон bioorganik kimyosiga aylanganligini ko'rsatdi va bu fan biofizika, molekulyar biologiya kabi fanlar bilan birgalikda tabiatshunoslikda muhim ahamiyatga ega bo'lgan hodisalar jarayonini o'rganishda muhim o'rinni egallaydi.

Hozirgi kunda respublikamizda bu fan sohasi bo'yicha ko'plab ishlar olib boriladi. O'zbekiston Respublikasi fanlar akademiyasiga qarashli akademik O.S.Sodiqov nomidagi Bioorganik kimyo instituti, akademik S.Y.Yunusov nomidagi O'simlik moddalar kimyosi instituti, Biokimyo instituti hamda Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti tabiiy birikmalar kimyosi kafedrasи va muammolar laboratoriyasida bioorganik kimyo fanining barcha sohalari bo'yicha, jumladan Respublikamizda va Markaziy Osiyoda o'sadigan yovvoyi o'simliklarning kimyoviy tarkibi-

ni o'rganish, ulardagi fiziologik aktiv moddalar - alkaloidlar, flavonoidlar, uglevodlar, terpenlar kabi moddalarni o'rganish, ular asosida turli kimyoviy modifikasiyalash ishlarini olib borish, respublika hududida uchraydigan ayrim yovvoyi hayvonlardan, hasharotlardan toksin moddalarini ajratib olish, ularning tuzilishini o'rganish hamda ular ichidan eng aktivlарини тиббиётга qishloq xo'jaligiga tatbiq etish ishlari olib boriladi.

Bulardan tashqari Respublikamizning asosiy texnik o'simliklaridan hisoblangan paxtani, bug'doy, suli, sholi kabi g'alla o'simliklarini va poliz ekinlarini, hamda bog'-mevali daraxtlarini turli xil kasallikkardan saqlash vositalarini (gerbitsidlar, insektitsidlar, fungitsidlar, desikantlar, defoliantlar va boshqa moddalar) yaratish ustida ham izlanishlar olib borilmoqda. Shu davrgacha olib borilgan ilmiy tadqiqot ishlari natijasida ko'plab yangi fiziologik aktiv moddalar xalq xo'jaligining turli sohalariga (meditsina, qishloq xo'jaligi va boshqalar) ishlatishta joriy qilingan.

Bioorganik kimyo nimalarni o'rganadi:

Bioorganik kimyo tirik mayjudodlarning, birinchi navbatda biopolimerlar va kichik molekulali bioregulyatorlarning, asosiy diqqat-e'tiborni ularni tuzilishi bilan biologik ta'siri orasidagi o'zaro bog'liqlik qonuniyatlarini aniqlashga qaratilgan holda, asosiy komponentlarining tuzilishi va biologik vazifasini o'rganadi. Bioorganik kimyo o'z mohiyati bo'yicha hozirgi zamon biologiyasining kimyoviy asosi bo'lib qoldi. Bundan tashqari, u tibbiyot, qishloq xo'jaligi va boshqa bir qator sanoat tarmoqlari uchun amaliy jihatdan muhim ahamiyatga ega bo'lgan preparatlarni olish masalalarini hal qilishga imkon beradi.

O'rganish obyektlari: Oqsillar va peptidlar, nuklein kislotalar, uglevodlar, lipidlar, aralash xildagi biopolimerlar - glikoproteinlar, nukleoproteinlar, lipoproteinlar, glikolipidlar, alkaloidlar, terpenoidlar, vitaminlar, antibiotiklar, gormonlar, prostaglandinlar, o'stiruvchi moddalar, feromonlar, toksinlar hamda sintetik dori moddalar, pestisidlar va boshqalar.

Tadqiq qilish usullari: asosiy ko'lanni organik kimyo usullari tashkil qiladi, lekin funksional-tuzilish masalalarini hal qilish uchun har xil fizikaviy, fizik-kimyoviy, matematik va biologik usullar jalb qilinadi.

**Asosiy vazifalar:**

1.O'rganiladigan birikmalarni kristallash, haydash, turli xildagi xromatogramma, elektrosorez, ultrafiltratsiyalash, ultratsentrefugalash, oqimga qarshi taqsimlash usullari yordamida individual holatda ajratib olish;

2.Birikmalarни mass-spektrometriya, har xil ko'rinishdagi optik spektroskopiya (UF, IK, PMR, EPR) hamda rentgen tuzilish analizi yordamida fazoviy tuzilishlarini aniqlash;

3.O'rganilayotgan birikmalarni to'liq sintez qilish, ularning analoglarini va hosilalarini sintez qilishni qo'shgan holda tuzilishlarini tasdiqlash va biologik vazifasini aniqlash maqsadida amaliy jihatdan ahamiyatli preparatlar olish, hamda kimyoviy sintez va kimyoviy modifikatsiyalash ishlarini olib borish;

4. Olingan birikmalarni "in vitro" va "in vivo" holda biologik testlash.

## I-QISM. BIOPOLIMERLAR

### I BOB. OQSILLAR, PEPTIDLAR VA $\alpha$ AMINOKISLOTALAR

#### Oqsillar haqida umumiy tushunchalar

Oqsillar biologiya va kimyo fanlarida alohida o'rinni egallaydi. Hayvonlar organizmining taxminan 70%-ni suv tashkil etadi va 30% quruq qoldiqlardan iborat. Bu quruq qoldiqlarning yarmini (15%) oqsillar tashkil qiladi. Oqsillar hayotiy jarayonlarning moddiy asosi hisoblanadi.

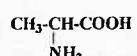
Jonti hujayralarda boradigan asosiy jarayonlar - modda almashunuvi, bo'linish va ko'payish hujayra oqsillariga bog'liq. Tirik organizmda boradigan barcha kimyoviy o'zgarishlar oqsil moddalarining bir turi hisoblangan biokatalizatorlar - fermentlar faoliyatiga bog'liq ravishda amalga oshadi. Shunday qilib, oqsillar tirik hujayralarning barcha kimyoviy faolligini asosi hisoblanadi. Ko'pgina gormonlar, organizmning yashash jarayonini tartibga soluvchi moddalar, biologik zahar moddalar - toksinlar va aksariyat yuqumli (infektsion) kasalliklarni boshlab beruvchi moddalar - viruslar ham har xil tuzilishdagi oqsil moddalardan iborat bo'ladi. Avvalo shuni ta'kidlash lozimki, oddiy oqsillar  $\alpha$ -aminokislotalarning bir-biri bilan peptid bog'lari orqali birikkan polimerlari hisoblanadi. Shuning uchun oqsillar kimyosini va uning vazifalarini ko'rishga o'tishdan avval  $\alpha$ -aminokislotalar va peptidlар ustida qisqacha to'xtalib o'tish kerak.

#### $\alpha$ -Aminokislotalar

$\alpha$ -Aminokislotalar quyidagi umumiy formulaga ega:

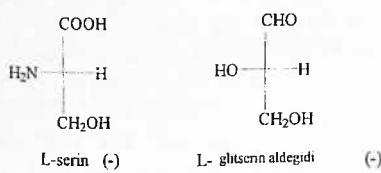


Ular  $\alpha$ -aminopropion kislotasining hosilari hisoblanadi. Masalan, alanin:



Hamma tabiiy  $\alpha$ -aminokislotalar (glitsindan tashqari) asimmetrik uglerod atomiga ega bo'lganligi uchun ular ikki xil optik aktiv formada bo'lishi mumkin.

$\alpha$ -Aminokislotalar konformatsiyasini aniqlash uchun solishtiruvchi etalon sifatida chapga buruvchi serin molekulasi qabul qilingan. *L*-Serining fazoviy konfiguratsiyasi *L*-glitserin aldegidiga aynan o'xshash:



Oqsillarda uchraydigan barcha  $\alpha$ -aminokislotalar L-konfiguratsiyaga ega bo'lsa ham, bu  $\alpha$ -aminokislotalarning burish yo'nalishi har xil bo'lishi mumkin. Tabiiy  $\alpha$ -aminokislotalardan serin, treonin, sistin, sistein, metionin, prolin, oksiprolin, gistidin, asparagin, oksilizin, fenilalanin, tirozin, triptofan va leysinlardan boshqalari o'ngga (+) buruvchidir. D-aminokislotalar tirik obyektlarda nisbatan kam uchraydi. Ular misol uchun ba'zi bir dengiz hayvonlari hujayralarida erkin yoki birikkan holda, peptidlar holatida topilgan. Qizig'i shundaki, D-aminokislotalar ba'zi bir organizmlar uchun zaharli bo'lgan yoki ba'zi bir himoyalovchi funksiyani bajaruvchi va enzimlarni gidrolitik ta'siriga qarshi da'vat qiluvchi birikmalarда saqlanadi.

$\alpha$ -Aminokislotalar oqsillar sintezi uchun boshlang'ich manba bo'lib xizmat qiladi.

#### **$\alpha$ -Aminokislotalar klassifikatsiyasi**

$\alpha$ -Aminokislotalarni quyidagicha klassifikatsiyalash mumkin:

- birinchidan, organik birikmalarning klasslari bo'yicha - alifatik, aromatik, geterotsiklik;
- ikkinchidan, fizikaviy xossalari bo'yicha, neytral, kislotali, asosli;
- uchinchidan, qo'shimcha funksional guruhlari bo'yicha, masalan, oltingugurt tutuvchi  $\alpha$ -aminokislotalar, oksiaminokislotalar, dia-minokislotalar.

Bulardan tashqari, biokimyoviy klassifikatsiyalash ham mavjud:

-endogen yoki almashishi mumkin bo'lgan  $\alpha$ -aminokislotalar - bular kishi va oliy hayvonlar organizmida har xil organik birikmalardan hosil bo'luvchi  $\alpha$ -aminokislotalar;

-ekzogen yoki almashinmaydigan, organizmga tashqaridan ovqat bilan kiritiladigan  $\alpha$ -aminokislotalar. Bular inson va hayvonlar organizmida hosil bo'lmaydi.

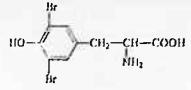
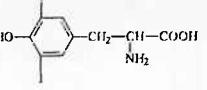
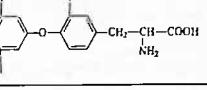
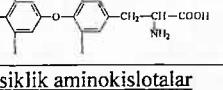
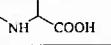
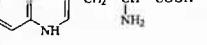
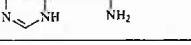
Gistidin, tirozin va argininlar organizmda boshqa birikmalardan sekinlik bilan sintez bo'lishi mumkin. Lekin o'sish davrida yoki ba'zi bir kasalliliklarda bu sintezlarning tezligi organizmni normal holatda tutish uchun yetishmay qoladi. Shuning uchun bu  $\alpha$ -aminokislotalar ham organizmga ovqat orqali yetkazib beriladi. Ularni ko'pincha yarim almashinuvchi  $\alpha$ -aminokislotalar deb ham ataladi. Hozirgi kunda 80 dan ortiq har xil birikmalar tarkibida yoki erkin holda uchraydigan  $\alpha$ -aminokislotalar ma'lum. Ulardan oqsillarning gidrolizatlarida 24 tasi borligi aniqlangan (1-va 2-jadvallar).

*I-jadval.*

**Oqsillarda uchraydigan  $\alpha$ -aminokislotalarning organik birkmalar klasslari bo'yicha klassifikatsiyasi**

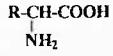
$\alpha$ -Aminokislota nomi	Formulasi	Qisqartirilgan belgisi
<b>Alifatik aminokislotalar</b>		
1. Monoaminomonokarbon kislotalar.		
Glitsin	$\text{H}-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$	Gly
Alanin	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$	Ala
Valin	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$	Val
Leytsin	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CH}_2-\text{COOH}$	Leu
Izoleytsin	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$	Ile

Serin	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Ser
Treonin	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Thr
<b>2. Diaminomonokarbon kislotalar</b>		
Lizin	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Lys
Oksilizin	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Hyl
Arginin	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\underset{\text{NH}}{\overset{\parallel}{\text{C}}}-\text{NH}-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}-\text{COOH} \\   \quad   \\ \text{NH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Arg
<b>3. Monoaminodikarbon kislotalar</b>		
Asparagin kislotasi	$\begin{array}{c} \text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Asp
Asparagin	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Asn, Asp- NH <sub>2</sub>
Glutamin kislotasi	$\begin{array}{c} \text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Glu
Glutamin	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Gln, Glu - NH <sub>2</sub>
<b>4. Oltingugurt tutuvchi aminokislotalar</b>		
Sistein	$\begin{array}{c} \text{HS}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Cys, Cy-SH
Sistin	$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\   \\ \text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Cys-Cys, Cy-S-S-Cy
Metionin	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Met
<b>Aromatik aminokislotalar</b>		
Fenilalanin	$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Phe
Tirozin	$\begin{array}{c} \text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Tyr

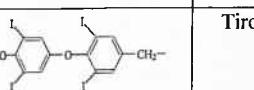
3,5-Dibromtirozin		
3,5-Diiodtirozin		
Triiodtironin		
Tiroksin		
<u>Geterotsiklik aminokislotalar</u>		
Prolin		Pro
Oksiprolin		Hyp
Triptofan		Try, Trp
Gistidin		His

2-jadval

*Oqsillar gidrolizida topilgan  $\alpha$ -aminokislotalarning fizikaviy xossalari bo'yicha klassifikatsiyasi*



№	Nomlanishi	R	Belgilanishi	
			o'zbekcha	Lotincha
I. Neytral $\alpha$ -aminokislotalar				

	Glitsin	H	Gli	Glu
2	Alanin	CH <sub>3</sub> -	Ala	Ala
3	Valin*	(SN <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> SN-	Val	Val
4	Leytsin*	(SN <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> SN-SN <sub>2</sub> -	Ley	Leu
5	Izo-leytsin	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH-   CH <sub>3</sub>	Ile	Ile
6	Fenilalanin	S <sub>6</sub> N <sub>5</sub> SN <sub>2</sub> -	Fen	Phe
7	Serin	NOSN <sub>2</sub> -	Ser	Ser
8	Treonin*	CH <sub>2</sub> -CH-   OH	Tre	Thr
9	Asparagin	N <sub>2</sub> N-SO-SN <sub>2</sub> -	Asp- (NH <sub>2</sub> )	Asp-(NH <sub>2</sub> )
10	Glutamin	N <sub>2</sub> NSO(SN <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> -	Gly- (NH <sub>2</sub> )	Glut- (NH <sub>2</sub> )
11	Sistin	S-CH <sub>2</sub> - S-CH <sub>2</sub> -CH-COOH   NH <sub>2</sub>	Цис-S Цис-S	Cys-S Cys-S
12	Sistein	NS-SN <sub>2</sub> -	Sis	Cys
13	Metionin*	SN <sub>3</sub> S(SN <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> -	Met	Met
14	Tirozin	NOS <sub>6</sub> N <sub>4</sub> SN <sub>2</sub> -	Tir	Tyr
15	Tiroksin		Tiro	Tyro
16	Prolin	CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -   CH <sub>2</sub> NH-COOH (to 'liq formulasi)	Pro	Pro
17	Oksiprolin	HO-CH-CH <sub>2</sub> -   CH <sub>2</sub> NH-COOH (to 'liq formulasi)	Opr	Hypro

18	Triptofan		Trp	Trp
II. Kislotalı $\alpha$ -aminokislotalar				
19	Asparagin kislota	NOOS-SN <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Asp	Asp
20	Glutamin kislota	NOOS-(SN <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Gly	Gly
III. Asoslu $\alpha$ -aminokislotalar				
21	Lizin*	N <sub>2</sub> N-(SN <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Liz	Lys
22	Oksilizin	H <sub>2</sub> N-CH <sub>2</sub> -CH(OH)-(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	Oliz	Hylys
23	Arginin	H <sub>2</sub> N-C≡NH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub>	Arg	Arg
24	Gistidin		Gis	His

#### *\*-Almaslinmaydigan $\alpha$ -aminokislotalar.*

## **α-Aminokislotalarning fizik-kimyoviy xossalari**

Oqsillar tarkibiga kiruvchi  $\alpha$ -aminokislotalar rangsiz kristall moddalaridir. Ular oddiy uy haroratida ( $\sim 25^{\circ}\text{C}$ ) turg'un bo'ladilar. Ularning suyuqlanish va parchalanish haroratlari o'zgarib turadi.  $\alpha$ -Aminokislotalar suvli eritmalarida bipolyar ionlar (svittir ionlar) holatida bo'ladilar va ionlashmagan  $\alpha$ -aminokislotalar bilan muvozanatda turadilar:

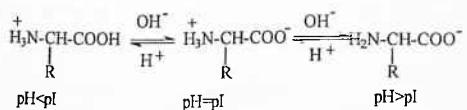


$\alpha$ -Aminokislotalarning suvda eruvchanliklari bir-birlaridan kuchli farq qiladi, chunki ulardagи eruvchanlik ularning molekula tuzilishlariga bog'liq bo'ladi. Bu holat  $\alpha$ -aminokislotalarni bir-birlaridan fraksiyalab

kristallarga tushirish orqali ajratib olishga katta imkon beradi. Ko‘pchilik  $\alpha$ -aminokislotalar organik erituvchilarda kam eriydi. Shu sababli ularning suvli eritmalarini ekstraksiya qilib olishning imkoniyati bo‘lmaydi.  $\alpha$ -Aminokislotalar neytral eritmalariga nisbatan kislota va ishqorlarning eritmalarida yaxshi eriydi, chunki bunda ular gidroxlorid va tuz holatlarida bo‘ladilar. Bu holat ularning amfoterlik xossalari bilan bog‘liqidir.

Fizikaviy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadi, ular kristall holatda, hamda ion holatda bo‘ladilar.  $\alpha$ -Aminokislotalarning infraqizil (IQ) spektrlari - COOH guruhni uchun ham,  $-\text{NH}_2$  guruhni uchun ham xarakterli bo‘lgan chiziqlarni aniqlamaydi, chunki ular ion holatda bo‘ladi. Shuning uchun  $\alpha$ -aminokislotalar polyar birikmalar-ning barcha xossalari namoyon qiladilar; suvda yaxshi eriydilar, ko‘pchilik organik erituvchilarda erimaydilar.  $\alpha$ -Aminokislotalarning yon zanjirlari ularning xossalariiga ma’lum ta’sir ko‘rsatadi. Uglerod zanjirining uzayishi  $\alpha$ -aminokislotalarning suvda erishini keskin kamaytiradi va spirtda erishini oshiradi.  $\alpha$ -Aminokislotalarni izoelektrik nuqtaлиri pH=6 ga yaqin, chunki karboksil guruhining dissotsiatsiyalanish darajasi aminoguruuning dissotsiatsiyalanish darajasidan birmuncha yuqoriqoq.  $\alpha$ -Aminokislotalarga kislotali, asosli yoki faqat polyarli qo’shimcha funksional guruhlar kiritilsa izoelektrik nuqtaлиr suriladi.

Kislotali sharoitda  $\alpha$ -aminokislotalarning karboksil guruhini dissotsiatsiyalanishi yo‘qoladi va birikma o‘zining amin holatiga keladi. Ishqoriy sharoitda  $\alpha$ -aminoguruuning dissotsiatsiyasi yo‘qoladi va modda-kislotali xossa yuzaga keladi:



$\alpha$ -Aminokislotalar izoelektrik nuqtalarining farqlari va ularning har xil pH dagi o‘ziga xosligi  $\alpha$ -aminokislotalarni ajratishda ishlataladi. Bu usulni ionoform usuli deyiladi.

### **$\alpha$ -Aminokislotalarning kimyoviy xossalari**

$\alpha$ -Aminokislotalarning kimyoviy xossalari avvalom bor bitta uglerod atomining o‘zida ikkita funksional guruhlarning - karboksil va amino-guruhlarning borligi bilan aniqlanadi. Bioorganik kimyo nuqtai nazaridan  $\alpha$ -aminokislotalarning ba’zi bir muhim kimyoviy xossalari ustida to‘xtalib o’tamiz.

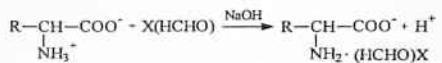
1. Karboksil guruhining reaksiyalari.

1) Tuzlar hosil qilish.  $\alpha$ -Aminokislotalar o‘zlarining pN laridan katta bo‘lgan pN larda asoslar bilan reaksiyaga kirishib suvda yaxshi eruvchi tuzlarni hosil qiladilar:



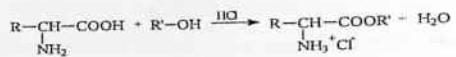
Bu reaksiya orqali meditsinada, biologiyada ishlataladigan ko‘plab bufer eritmalar tayyorlanadi.

2) Karboksil guruhi bo‘yicha titrlash (formollab titrlash).  $\alpha$ -Aminokislotalarni suvda formaldegid bilan titrlash yuqori darajada aniqlik bilan titrlash usuli hisoblanadi. Buning uchun  $\alpha$ -aminokislota oldindan formalin bilan ishlanadi. Bunda  $\alpha$ -aminokislotaning asosliligi juda kamaygan hosisasi vujudga keladi. Uning karboksil guruhini ishqor bilan potensiometrik usul orqali titrlash yoki indikatorlar (fenoltalein, timolftalein) ishtirokida pN=9 da rangining o‘zgarishi orqali aniqlash mumkin. Bu reaksiyada formaldegid  $\alpha$ -aminokislotalarning ion formasi bilan ta’sirlashadi:



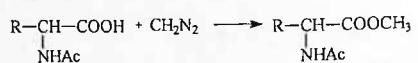
Bu reaksiyadan  $\alpha$ -aminokislotalarni aniqlashda keng foydalanish mumkin.

3) Efirlar hosil qilish.  $\alpha$ -Aminokislotalar kislotali sharotida spirtlar bilan reaksiyaga kirishib efirlar hosil qiladi. Masalan,  $\alpha$ -aminokislotalarning suvsizlantirilgan metil yoki etil spirtlari bilan bergen suspenziyalarini quritilgan HCl gazi bilan ishlansa ularning metil yoki etil efirlari hosil bo‘jadi:



$\text{R}' = -\text{CH}_3, -\text{C}_2\text{H}_5$

N-Atsillangan  $\alpha$ -aminokislarning metil efirlarini ularga diazometanni ta'sir ettirib ham olish mumkin:

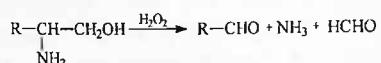


Bu usulni qog'oz ustida olib boriladigan elektroforez bilan birlgilikda qo'llab  $\alpha$ -aminokislalar tarkibidagi guruhlarni aniqlashda ishlatalish mumkin.

4) Karboksil guruhini qaytarish.  $\alpha$ -Aminokislalarni  $\text{LiAlH}_4$  yoki  $\text{LiBH}_4$  bilan qaytarilganda ularga mos keluvchi aminospirtlar hosil bo'ladi. Bu reaksiyada  $\alpha$ -aminokislalarning efirlari erkin holdagi  $\alpha$ -aminokislalarga nisbatan ancha yengilroq qaytariladi.

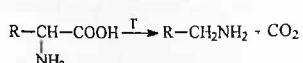


Hosil bo'lgan  $\alpha$ -aminospirtlar oksidlansa o'ziga mos kelgan aldegidlar, ammiak va formaldegid hosil bo'ladi.



Bu reaksiya  $\alpha$ -aminokislalarni miqdoriy aniqlash, hamda qo'shimcha identifikasiyalash uchun ishlataladi.

5) Dekarboksilash.  $\alpha$ -Aminokislalarni (qattiq holda) yuqori darajada qaynaydigan erituvchida yoki bariyli suvda isitilsa o'ziga mos kelgan aminlar va karbonat angidridi hosil bo'ladi:

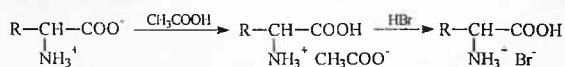


Bu reaksiyani fermentativ yo'l bilan ham amalga oshirish mumkin. Bunday jarayon oqsillarning oshqozon-ichakdan o'tish vaqtida u yerdagi fermentlar ta'sirida, ya'ni ovqat hazm qilishda ham sodir bo'ladi.

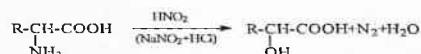
## 2. Aminoguruhning reaksiyalar.

1) Tuzlarning hosil bo'lishi.  $\alpha$ -Aminokislotalarning mineral kislotalar ( $HCl$ ,  $H_2SO_4$ ) bilan bergen tuzlari erkin holdagi  $\alpha$ -aminokislotalarga nisbatan suvda yaxshi eruvchanlikka ega. Ularni organik kislotalar (pikrin, pikrolon kislotalar) bilan bergen tuzlari esa qiyin eriydi. Shuning uchun bu reaksiyalar  $\alpha$ -aminokislotalarni identifikasiyalashda va bir-birlaridan ajratishda ishlataladi.

2) Aminoguruh bo'yicha titrlash. Aminoguruh bo'yicha titrlash sulfat va vodorod bromid kislotalari bilan muzli sirkalikta kislota ishtirokida titrlanadi. Bunda  $\alpha$ -aminokislotalar karboksil guruhlarining dissotsiatsiyalanish darajasi pasayishi hisobiga kuchli asosli xossaga ega bo'ladi:

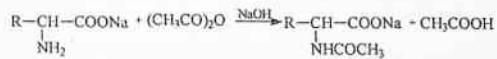
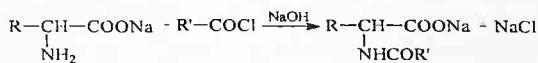


3) Nitrit kislotasi bilan ta'sirlashish. Birlamchi aminoguruh tutuvchi  $\alpha$ -aminokislotalar bilan nitrit kislotasining reaksiyasi  $\alpha$ -oksi kislotalar hosil bo'lishi va azot ajralib chiqishi bilan boradi:

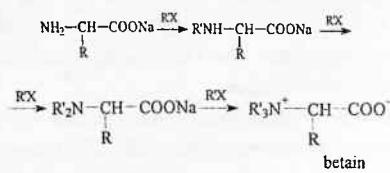


$\alpha$ -Aminokislotalar yoki ularning hosilalarini nitrit kislotasi bilan ishlanganda chiqadigan azot miqdorini o'lchash  $\alpha$ -aminokislotalarning ozod holdagi  $-\text{NH}_2$  guruhlarini analiz qilishda keng qo'llaniladigan usulning asosi hisoblanadi (bu amin azotini Van-Sley bo'yicha aniqlash deb ataladi).

4) N-Atsillash (Shotten-Bauman) reaksiyasi.  $\alpha$ -Aminokislotalarning aminoguruhini organik kislotalarning xlorangidridlari va angidridlari bilan ishqoriy sharoitda atsillashga uchratish mumkin:



5) N-Alkillash reaksiysi.  $\alpha$ -Aminokislolar galoidalkillar ta'sirida mono-, di- va trialkil hosilalarini beradi. Trialkilli hosilalar to'rtlamchi ammoniy asoslari hisoblanadi, ularni ichki tuzlar, betainlar deb ham yuritiladi:



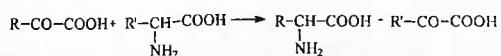
6) Schiff asosining hosil bo'lishi.  $\alpha$ -Aminokislolar birlamchi aminlarga o'xshab aldegidlar bilan Schiff asoslarini hosil qilib ta'sirlashadilar.



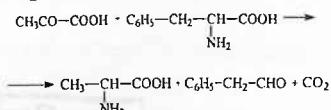
Bu reaksiya asosida ba'zi bir  $\alpha$ -aminokislolarini identifikatsiya qilish usuli ishlab chiqilgan. Reaksiya muzli sirka kislotasida olib boriladi va hosil bo'lgan moddaning UB-spektrda yutilish sohasi o'rganiladi. Masalan, furfurol aksariyat  $\alpha$ -aminokislolar bilan 360-380 mmk maksimum yutilish hosil qilib ta'sirlashadi.

7) Aminoguruhi ko'chirish (pereaminlash).

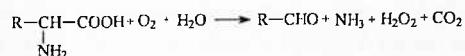
$\alpha$ -Aminokislolarining suvli eritmalarini  $\alpha$ -ketokislolar bilan qo'shib qaynatilganda  $\alpha$ -aminokislotasi  $\alpha$ -aminoguruhining  $\alpha$ -ketokislotaga o'tishi sodir bo'ladi.



Aminni ko'chirishda ko'pincha dekarboksilanish ham sodir bo'ladi. Masalan, pirovinograd kislotasini fenilalanin bilan ta'sirlashuvni natijasida alanin, fenilsirka aldegidi va karbonat angidridi olingan.



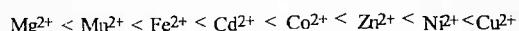
Bu reaksiya mis ioni ( $Cu^{2+}$ ) va uchlamchi yoki ikkilamchi asoslar ishtirokida borsa aminni ko'chirish  $37^{\circ}C$  dayoq ketishi mumkin. Azotli muhitda aminni ko'chirish kuchli dekarboksilanish bilan boradi, kislorod ishtirokida esa oksidlanuvchi dezaminlanish va dekarboksilanish sodir bo'ladi.



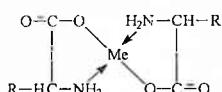
Organizmda boruvchi aminni ko'chirish aminotransferaza fermentlari ishtirokida katalizlanadi. Bu tabiatda yangi  $\alpha$ -aminokislötaning hosil bo'lish jarayoni hisoblanadi.

3.  $\alpha$ -Aminokislötalarning bir vaqtini o'zida karboksil va amino-guruqlar bilan boradigan reaksiyalari.

1) Metallar bilan komplekslar hosil qilishi. Deyarli hamma  $\alpha$ -aminokislötalar ikki valentli metall ionlari bilan komplekslar hosil qiladilar. Komplekslarning turg'unligi quyidagi ketma-ketlikda ortib boradi:

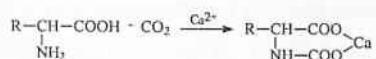


Bu komplekslar xelat birikmalardir.



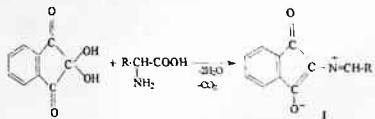
Bu kompleks birikmalarning suvli eritmalar elektr tokini ishqoriy metallar tuzlariga nisbatan kam o'tkazadilar, mis komplekslari  $\alpha$ -aminokislötalarni tozalab olishda qo'llaniladi.

2) Karbonat angidridi bilan reaksiyasi.  $\alpha$ -Aminokislötalar karbonat angidridi bilan ishqoriy sharoitda reaksiyaga kirishib N-karboksil- $\alpha$ -aminokislötalarni hosil qiladilar. Ularni kalsiyli tuzlar holida cho'ktirib olish mumkin:

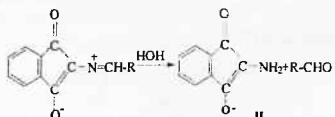


Hosil bo‘lgan bu tuzlarning suvli eritmalari qizdirilsa par-chalanadilar. Shu yo‘l bilan  $\alpha$ -aminokislotalarni toza holatda olish mum-kin.

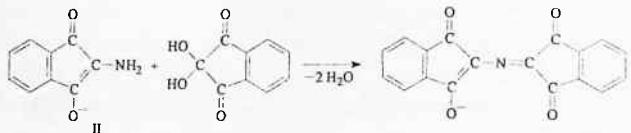
3) Ningidrin bilan reaksiyasi.  $\alpha$ -Aminokislotalar ningidrin bilan intensiv ko‘k-binafsha rang berib ta’sirlashadi va  $\alpha$ -aminokislotalarni sifat jihatidan ochishda va miqdor jihatidan aniqlashda keng qo‘llaniladi. Bu esa o‘z navbatida oqsillar kimyosini o‘rganishda va tadqiq qilishda juda katta ahamiyatga ega.



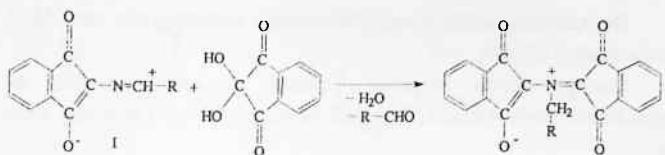
Bunda  $\alpha$ -aminokislotalarning daslab oksidlanib dezaminlanishi va dekarboksilanishi sodir bo‘ladi. Agarda reaksiya suvli sharoitda borsa ningidrinni  $\alpha$ -aminokislota bilan kondensatsiyalashgan mahsuloti (**I**) gidrolizga uchraydi:



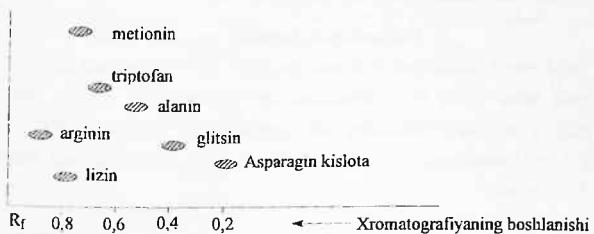
So‘ngra (**II**) mahsulot boshqa molekula ningidrin bilan ta’sirlashib rangli modda “Rueman binafsha rang bo‘yog‘ini” hosil qiladi. Bu reaksiya Rueman tomonidan 1911-yili taqdim qilingan:



I modda suvsiz sharoitda (spirtda) ningidrin bilan ta’sirlashsa, havo rang pigmentni hosil qiladi:

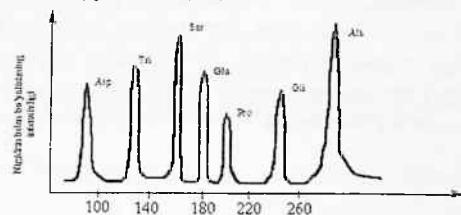


Yuqorida aytilganidek, ningidrin oqsillar kimyosini o'rganishda keng miqyosda ishlataladi. Oqsillarning birlamchi tuzilishini o'rganishda birinchi masalalardan biri shu oqsildagi  $\alpha$ -aminokislotalar tarkibini aniqlashdan iborat. Buning uchun oqsil 5,7 n HCl bilan 110 °S da 24 soat davomida gidrolizga uchratiladi va olingan  $\alpha$ -aminokislotalar aralashmasi xromatografiya qog'ozida xromatografiyalanadi (1, 2-rasm) va ningidrin bilan ochiladi:



1-rasm.  $\alpha$ -Aminokislotalar aralashmasini qog'ozda ikki marotabalik xromatografiyasi.

Bunda sistema: 1) fenol-suv (5:1); 2) 2,4-lutidin-kollidin-suv (1:1:1).



2-rasm. Namunali xromatogramma.

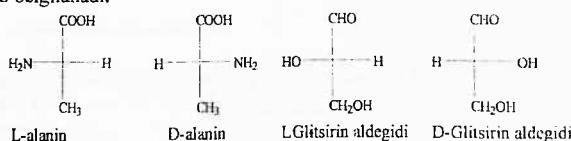
Bu xromatogramma  $\alpha$ -aminokislotalarni xromatografik usul bilan analiz qilishda olingan.

Hozirgi vaqtida bularning barchasi avtomatik ravishda  $\alpha$ -aminokislota analizatorlarida bajariladi va bunga bir necha soat vaqt ketadi.

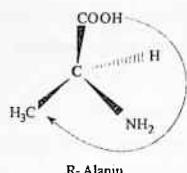
$\alpha$ -Aminokislolar miqdoriy analizini tekshirilayotgan eritmani ionalmashinuvchi smolalar bilan to‘ldirilgan kolonkalarda olib borish mumkin. Bunda  $\alpha$ -aminokislotalarning bir-biridan ajralishi ularning smolalar dan yuqori polyar qismlari bilan kompleks hosil qilish qobiliyatlarini har xilligiga bog‘liq holda boradi. Kolonkadan oqib tushayotgan eritma ningidrin eritmasi bilan aralashтирiladi va hosil bo‘lgan ko‘k rangning intensivligi fotokalorimetr yordamida o‘lchanadi. So‘ngra intensivlikni o‘g‘ri tezlikdag‘i vaqtga nisbatan grafigi tuziladi.

#### $\alpha$ -Aminokislotalarning stereokimyosi

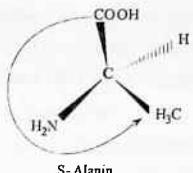
$\alpha$ -Aminokislotalarning stereokimyoviy nomenklaturasi uchun D, L-sistemasi bilan yana R, S-sistemasi ham qo‘llaniladi. Fisher formulasi bo‘yicha  $\alpha$ -aminokislotalarning NH<sub>2</sub> guruhni o‘ng tomonda bo‘lsa, uning nisbiy konfiguratsiyasi D, chapda bo‘lsa L (glitserin aldegidiga nisbatan) qilib belgilanadi.



R, S-sistemasi qo‘llashda (absolyut konfiguratsiya) molekulani shunday ko‘zda tutiladi, xiral atomidagi eng kichik o‘rnibosar chizma tekisligining orqasiga joylashsin. Qolgan uchta o‘rnibosarlarning soat strelkasi bo‘yicha kattaligi kamayib borishi bilan joylashganda “R” (rectus-o‘ng), agarda teskari bo‘lsa S (sinister-chap) deb belgilanadi.



R-Alanin

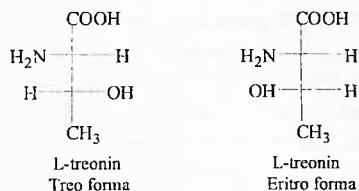


S-Alanin

O‘rinbosarlarning katta-kichikligini atom nomeri bo‘yicha aniqlanadi. Kattaligini aniqlashda qo‘sibog‘ tutuvchi atomlar (guruhlari) nomeri ikki barobar hisoblanadi.

Oqsillar tarkibiga kiruvchi  $\alpha$ -aminokislolar L-qatoriga taalluqlidir, bunda L-cys-dan tashqari, y R, S-sistemada R-cys hisoblanadi.

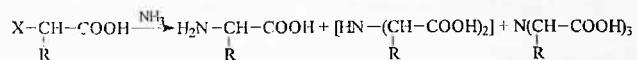
Ikkitadan xiral markazga ega bo‘lgan  $\alpha$ -aminokislolar eritro- va treostereomerlarni (eritro-ikkala xiral markaz ham bir xil konfiguratsiyaga ega bo‘lsa va treo-har xil konfiguratsiyaga ega bo‘lsa) hosil qildi.



*Tabiiy L-treonin treo-formaga ega.*

#### $\alpha$ -Aminokislolarning olinishi

$\alpha$ -Aminokislolar asosan oqsillarning hidrolizatlaridan olinadi, chunki tabiiy  $\alpha$ -aminokislolar optik aktiv bo‘ladilar va ular shunday holda oqsil molekulalarida joylashadilar.  $\alpha$ -Aminokislolarlarni sintez qilishning ko‘plab usullari mavjud. Ular organik kimyo darsliklarida keng bayon qilingan. Quyida ularning ayrimlari keltiriladi: Masalan,  $\alpha$ -aminokislolar  $\alpha$ -galogen almashgan karbon kislotalarni ammonoliz qilish bilan olinadi:



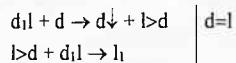
Bu reaksiyada qo'shimcha ikkilamchi va uchlamchi aminlar ham hosil bo'lishi muunkin. Shuning uchun reaksiyani kallyf taliimid ishtirokida yoki ammiakni ortiqcha solib olib boriladi.



$\alpha$ -Aminokislolar sintez qilinganda ratsemat hosil bo'lishi sababidan va tabiiy  $\alpha$ -aminokislotasi olish uchun ratsematlarni optik antipodlarga ajratish kerak. Antipodlarni ba'zi bir ajratish usullari quyidagicha:

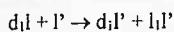
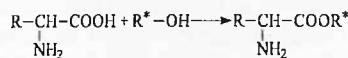
1. Antipodlarni mexanik ajratish.

Antipodlarni mexanik ajratish kristallizatsiyalashga (kristallarga tushirishga) asoslangan. Bu usul chegaralangan, faqat d,L-His, d,L-Glu, d,L-Asp. lar uchun qo'llaniladi. Ajratish uchun (d,l) aralashmani va toza izomer (d) ni suvda 80 °S gacha isitib eritiladi va 20° S gacha sovitiladi, bunda qo'shilgan toza (d) ga nisbatan ikki barobar miqdorda d-izomer cho'kadi. Qolgan eritmaga (l>d) d,l aralashmasi toza d-izomer cho'kkani miqdorda qo'shiladi va jarayon qaytariladi (isitish-sovitish), natijada, birinchi navbatda cho'kmaga tushgan d-izomer miqdoriga teng l-izomer kris-tallari tushadi.



2. Kimyoiy usullar

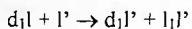
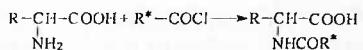
a) Murakkab esirlar olish.



eruvchanliklari bilan farqlanadilar.

R\* - chapga buruvchi xossaga ega bo'lgan radikallar.

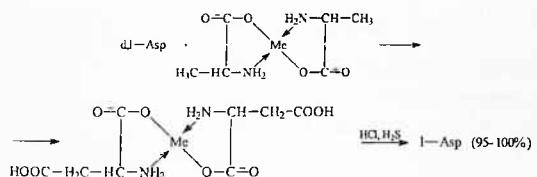
b) Atsillash



c) Ligandlarning stereoselektiv almashinuvi.

$\alpha$ -Aminokislota xelatlari (ko'pincha mis komplekslari) eritmada erkin holatda turgan  $\alpha$ -aminokislota bilan qayta almashinish qobiliyatiga ega. Ligandlar almashinuvi stereoselektiv holatda sodir bo'ladi. Kompleks tarkibidagi d-antipod l-antipodga almashadi va aksincha bo'ladi. Amalda jumflar shunday tanlab olinadiki, yangi hosil bo'lgan xelat kam eruvchanlikka ega bo'lsin.

Masalan, d,l-Asp eritmasiga to'yingan holatda d-Ala ning mislik xelati qo'shiladi. Cho'kmaga l-Asp ning  $\text{S}\text{u}^{+2}$ -lik kompleksi tushadi. So'ngra kompleksdan uni  $\text{HCl}$  va  $\text{H}_2\text{S}$  bilan ishlanganda toza holdagi l-Asp cho'kmaga tushadi.

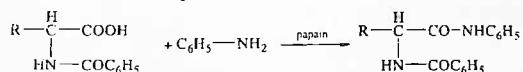


### 3. Fermentativ usullar.

Fermentativ usullar ma'lum fermentlar faqat bitta (d yoki l) antipodning o'zgarishini katalizlashishiga asoslanadi. Masalan:

1) D-aminokislota oksidazalari sut emizuvchilar buyraklaridan, L-aminokislota oksidazalari esa ilon zaharidan olinadi. Bunda to'g'ri kelgan fermentni qo'llanilganda izomerdan biri spetsifik holatda parchalanadi.

2) Papain-fermenti faqat L-aminokislotalarga mos kelgan anilidlarning hosil bo'lishini katalizlaydi:



3) a) Buyrakdag'i aminoatsilaza,

b) Oshqozon osti bezlaridagi karboksipeptidaza.