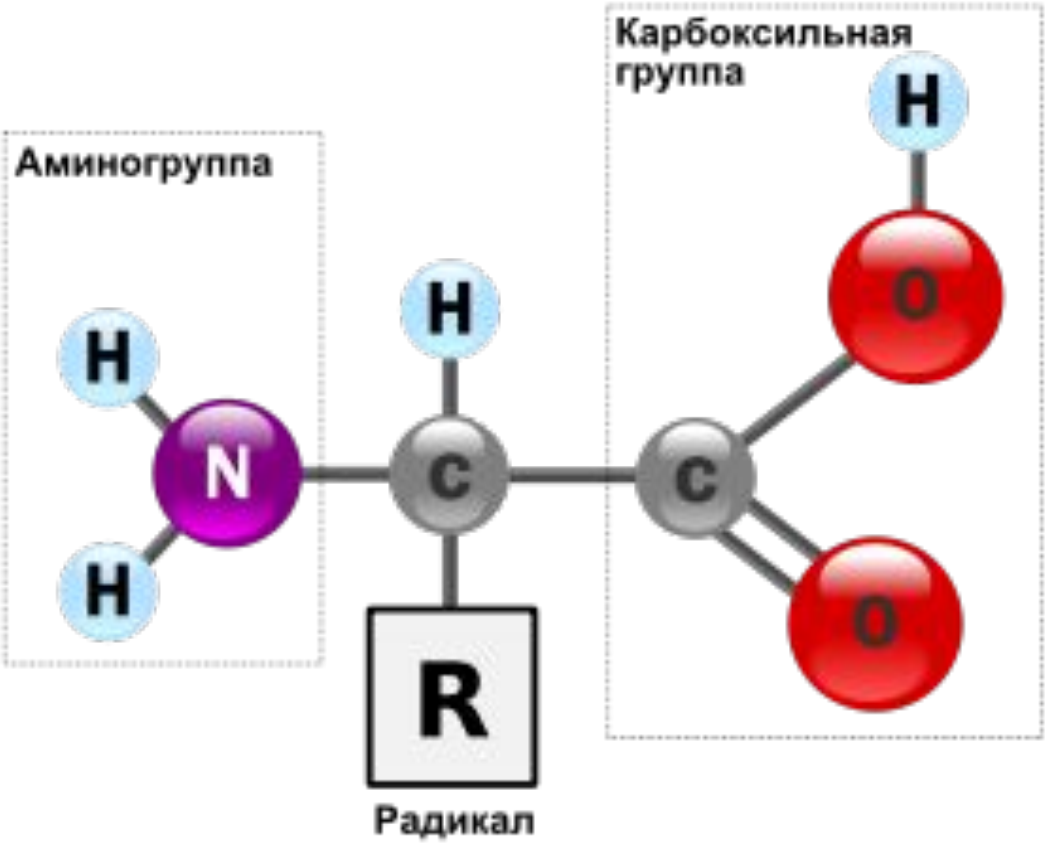
Аминокислоты
Пептиды
Белки

Аминокисло́ты (аминокарбо́новые кисло́ты) — органические соединения, в молекуле которых одновременно содержатся карбоксильные и аминные группы. Аминокислоты могут рассматриваться как производные карбоновых кислот, в которых один или несколько атомов водорода заменены на аминогруппы.



- НОМЕНКЛАТУРА

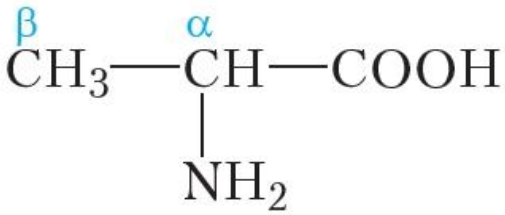
- УНИВЕРСАЛЬНАЯ: правила построения названий такие же как для карбоновых кислот только с указанием в префиксе наличия, количества и положения аминогрупп.
- РАЦИОНАЛЬНАЯ: положение аминогрупп указывается буквами греческого алфавита + слово «амино» + название карбоновой кислоты по рациональной номенклатуре.

КЛАССИФИКАЦИЯ АМИНОКИСЛОТ

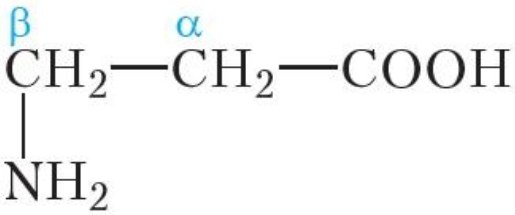
Из-за разнообразного строения и свойств классификация аминокислот может быть различной, в зависимости от выбранного качества аминокислот. Аминокислоты делятся:

1. В зависимости от положения аминогруппы.
2. По абсолютной конфигурации молекулы.
3. По оптической активности.
4. По участию аминокислот в синтезе белков.
5. По строению бокового радикала.
6. По кислотно-основным свойствам.
7. По необходимости для организма.

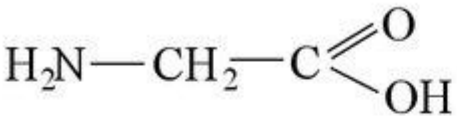
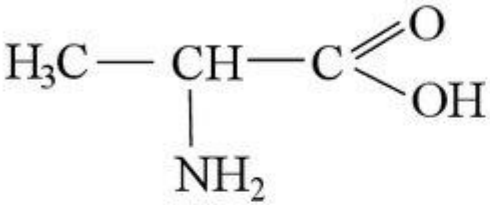
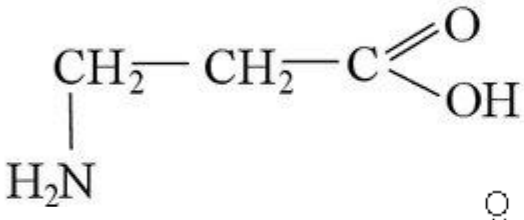
1. Положение аминогруппы

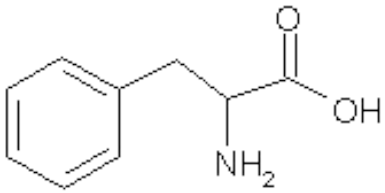


α-аминопропионовая кислота



β-аминопропионовая кислота

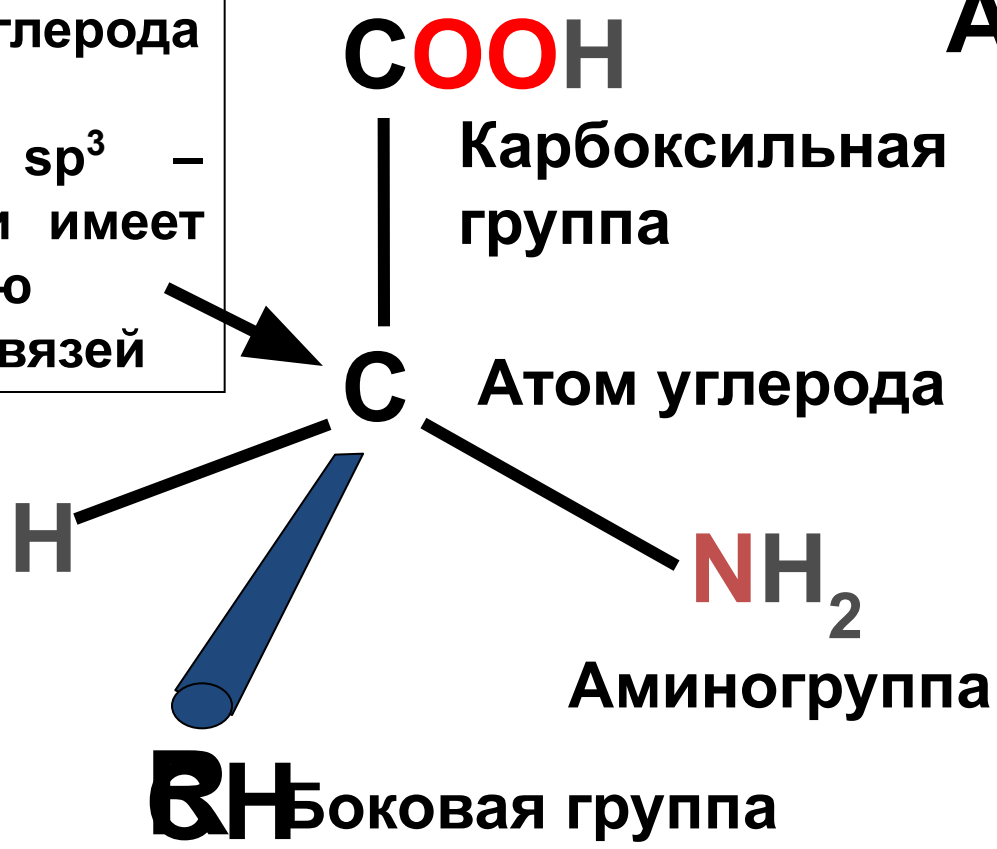
	2-амино-этановая	α-амино-уксусная	глицин
	2-амино-пропановая	α-амино-пропионовая	α-аланин
	3-амино-пропановая	β-амино-пропионовая	β-аланин



2-амино-3-фенил пропионовая кислота (фенилаланин)

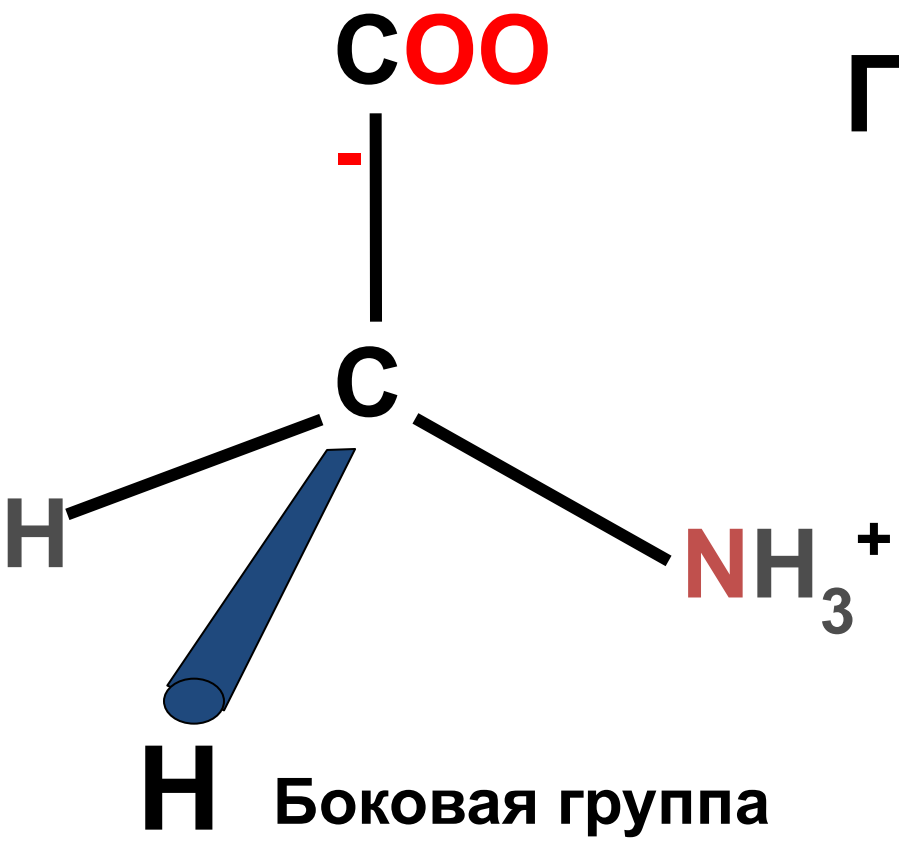
Аланин

Этот атом углерода находится в состоянии sp^3 – гибридизации и имеет тетраэдрическую конформацию связей



Боковые группы базовых аминокислотных остатков аланина – CH_3 и NH_2 отличаются друг от друга

Глицин



<u>У глицина боковой группой является атом водорода</u>

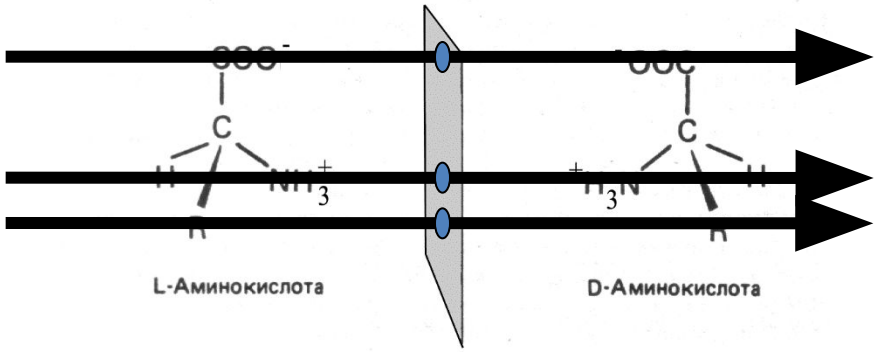
Первая аминокислота — аспарагин — была открыта в 1806, последняя из аминокислот, обнаруженных в белках, — треонин — была идентифицирована в 1938. Каждая аминокислота имеет тривиальное (традиционное) название, иногда оно связано с источником выделения. Например, аспарагин впервые обнаружили в аспарагусе (спарже), глутаминовую кислоту — в клейковине (от англ. gluten — глютен) пшеницы, глицин был назван так за его сладкий вкус (от греч. glykys — сладкий).

Аминокислота	Год открытия	Источник получения	Кто впервые выделил
Глицин	1820	Желатин	А. Браконно
Лейцин	1820	Мышечные волокна	А. Браконно
Тирозин	1848	Казеин	Ф. Бопп
Серин	1865	Шёлк	Э. Крамер
Глутаминовая кислота	1866	Растительные белки	Г. Риттхаузен
Глутамин		Растительные белки	Г. Риттхаузен
Аспарагиновая кислота	1868	Конглутин, легумин (ростки спаржи)	Г. Риттхаузен
Аспарагин	1806	Сок спаржи	Л.-Н. Воклен и П. Ж. Робике
Фенилаланин	1881	Ростки люпина	Э. Шульце, Й. Барбьери
Аланин	1888	Фиброин шелка	Т. Вейль
Лизин	1889	Казеин	Э. Дрексель
Аргинин	1895	Вещество рога	С. Гедин
Гистидин	1896	Стурин, гистоны	А. Кессель, С. Гедин
Цистеин	1899	Вещество рога	К. Мёрнер
Валин	1901	Казеин	Э.Фишер
Пролин	1901	Казеин	Э. Фишер
Гидроксипролин	1902	Желатин	Э. Фишер
Триптофан	1902	Казеин	Ф. Гопкинс, Д. Кол
Изолейцин	1904	Фибрин	Ф. Эрлих
Метионин	1922	Казеин	Д. Мёллер
Треонин	1925	Белки овса	С. Шрайвер и др.
Гидроксилизин	1925	Белки рыб	С. Шрайвер и др.

Аминокислота	Сокращение		
	русское	английское	однобуквенный код
Глицин	Гли	Gly	G
Аланин	Ала	Ala	A
Валин	Вал	Val	V
Лейцин	Лей	Leu	L
Изолейцин	Иле	Ile	I
Пролин	Про	Pro	P
Фенилаланин	Фен	Phe	F
Тирозин	Тир	Tyr	Y
Триптофан	Трп	Trp	W
Серин	Сер	Ser	S
Треонин	Тре	Thr	T
Аспарагиновая кислота	Асп	Asp	D
Глутаминовая кислота	Глу	Glu	E
Аспарагин	Асн	Asn	N
Глутамин	Глн	Gln	Q
Цистеин	Цис	Cys	C
Метионин	Мет	Met	M
Гистидин	Гис	His	H
Лизин	Лиз	Lys	K
Аргинин	Арг	Arg	R

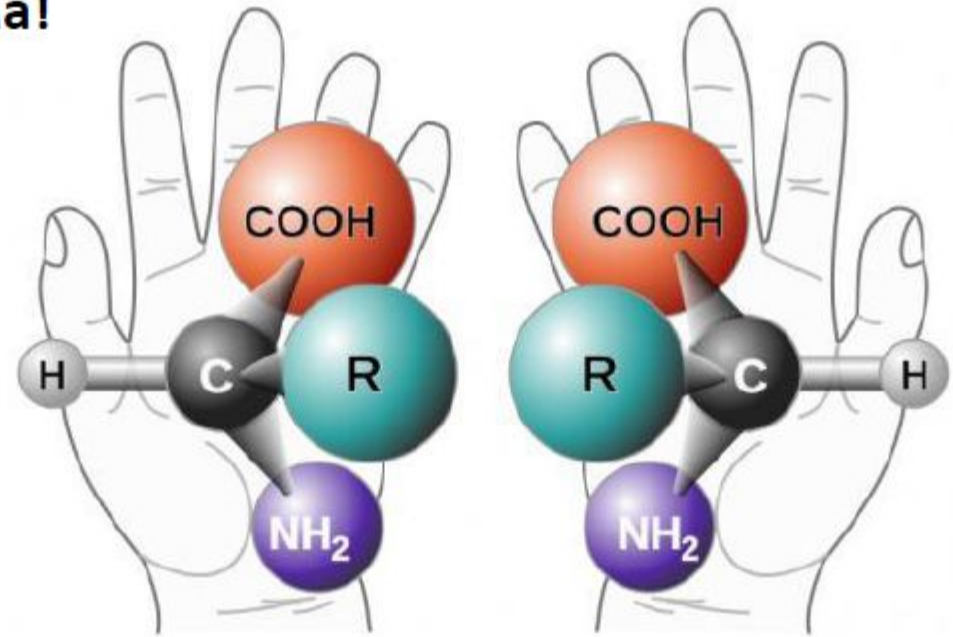
2. Абсолютная конфигурация молекулы

Все аминокислоты, кроме ГЛИЦИНА, имеют атом углерода с четырьмя разными заместителями, и поэтому являются оптически активными.

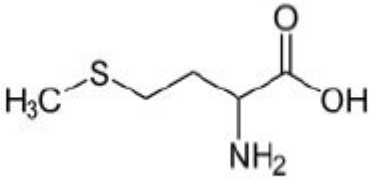


Поскольку у глицина центральный атом углерода имеет два одинаковых заместителя (два атома водорода), глицин не является оптически активным

Только L форма!



Исключение метионин



3. Оптическая активность

По оптической активности аминокислоты делятся на право- и левовращающие. Наличие ассиметричного атома углерода (хирального центра) делает возможным только два расположения химических групп вокруг него. Это приводит к особому отличию веществ друг от друга, а именно – изменению направления вращения плоскости поляризации поляризованного света, проходящего через раствор. Величину угла поворота определяют при помощи поляриметра. В соответствии с углом поворота выделяют правовращающие (+) и левовращающие (-) изомеры.

Деление на L- и D-формы ***не соответствует делению на право- и левовращающие.***

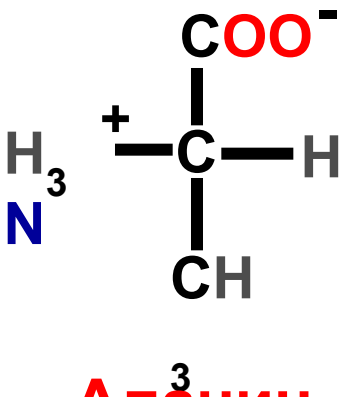
4. Участие в биосинтезе белка

Выделяют две группы:

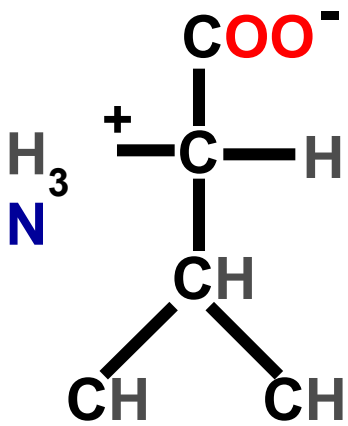
1. **Протеиногенные** (20-22) – *proteinos* – «белок» и *genos* – «рождаю». Входят в состав белков всех живых организмов. Все протеиногенные аминокислоты это α-аминокислоты.
2. **Непротеиногенные** (более 40) – не обнаружены в составе белков и выполняют иные функции

5. Строение бокового радикала

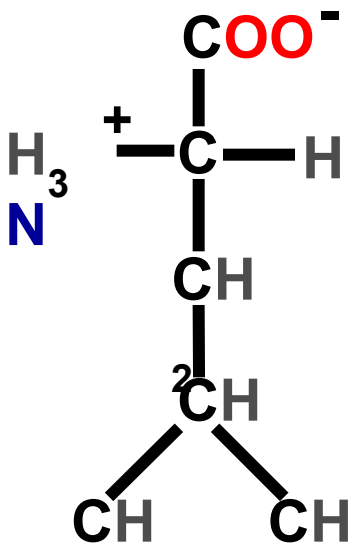
Алифатические аминокислоты



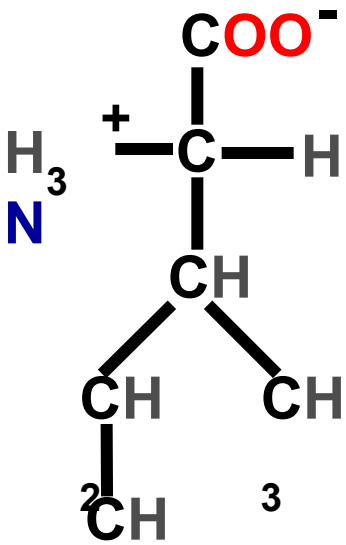
Аланин



Валин

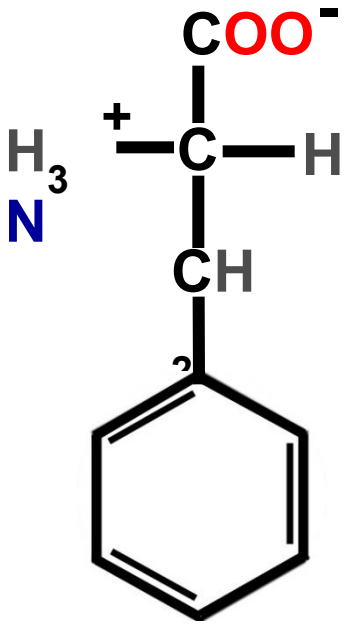


Лейцин

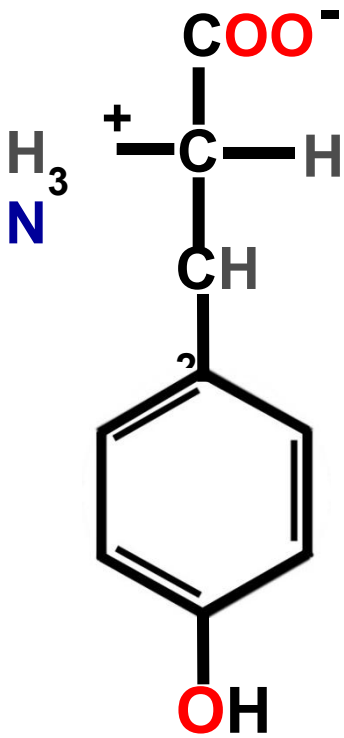


Изолейцин

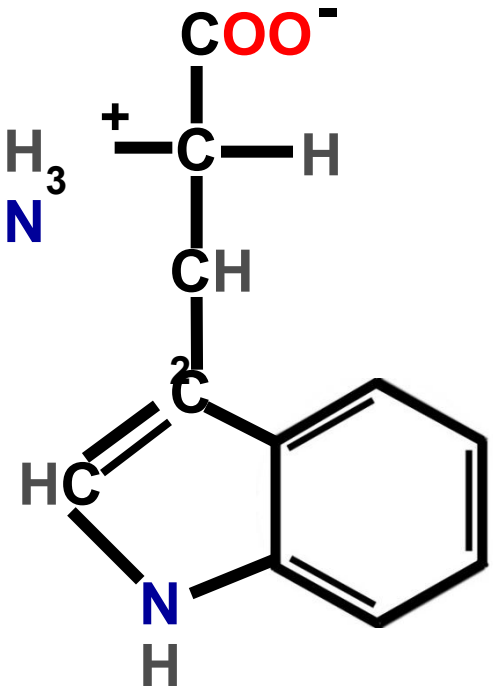
Ароматические аминокислоты



Фенилаланин

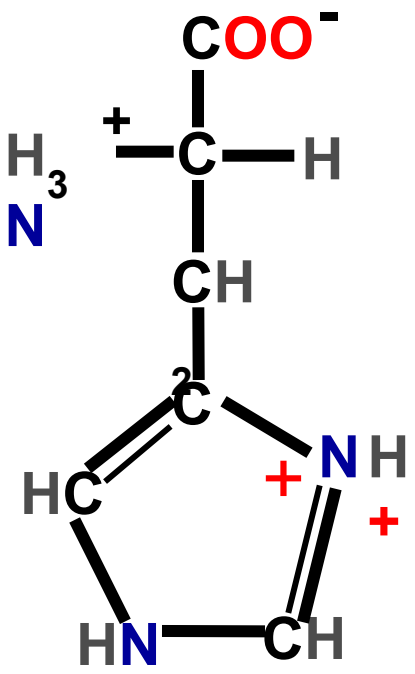


Тирозин



Триптофан

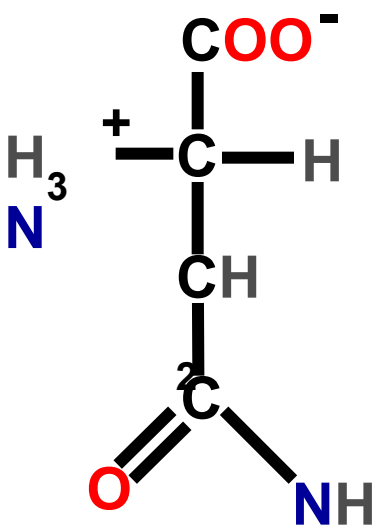
Ароматические аминокислоты



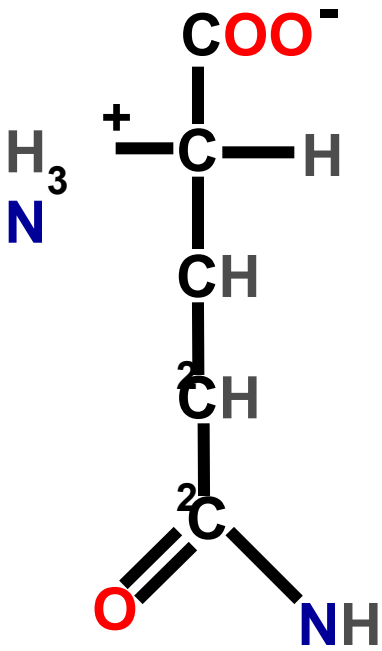
Гистидин

Гистидин может существовать в ионизированной форме

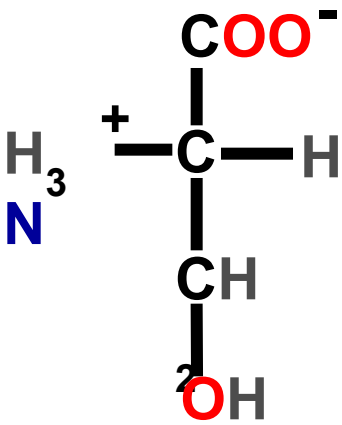
Полярные аминокислоты



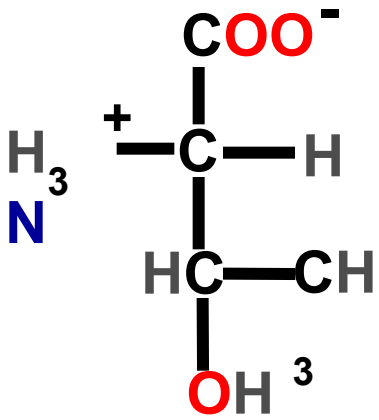
Аспарагин



Глутамин

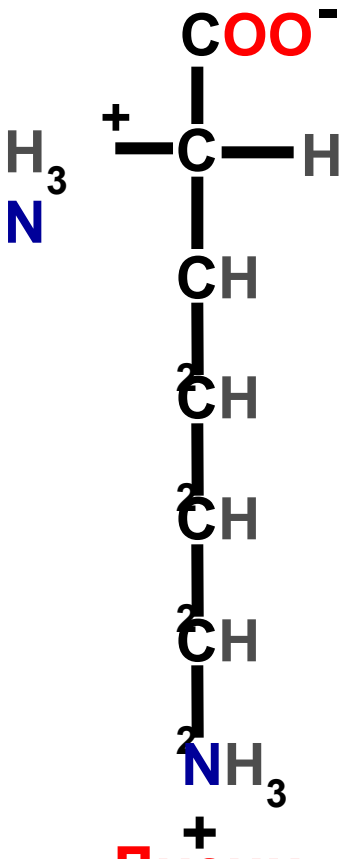


Серин

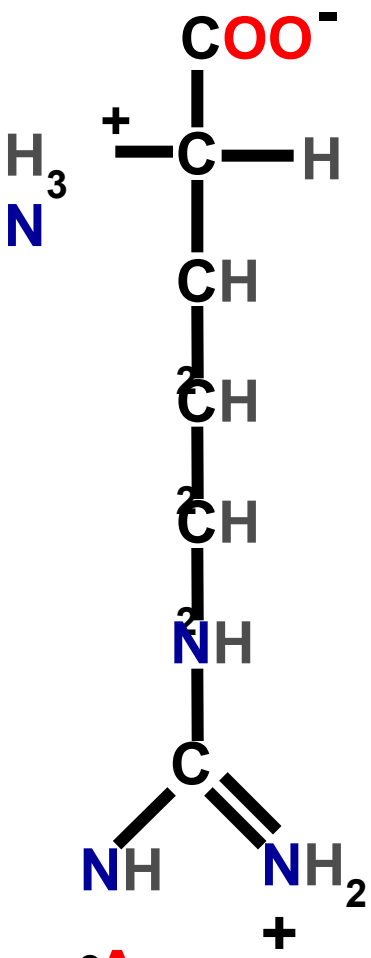


Треонин

Аминокислоты с оснÒвной боковой цепью

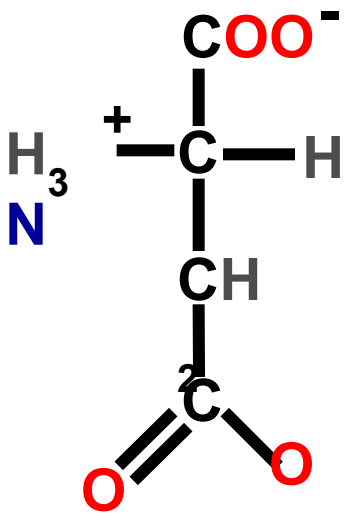


Лизин

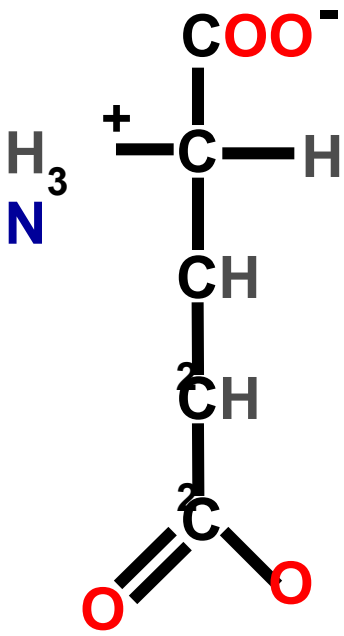


Аргинин

Аминокислоты с кислотной боковой цепью

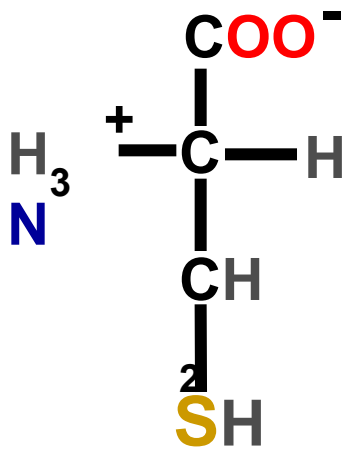


Аспартат (Аспарагиновая кислота)



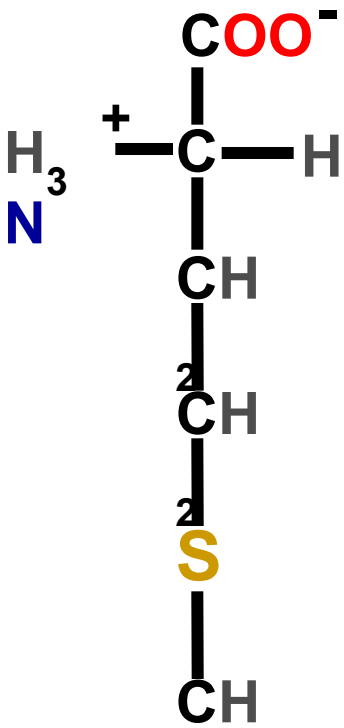
Глутамат (Глутаминовая кислота)

Серосодержащие аминокислоты



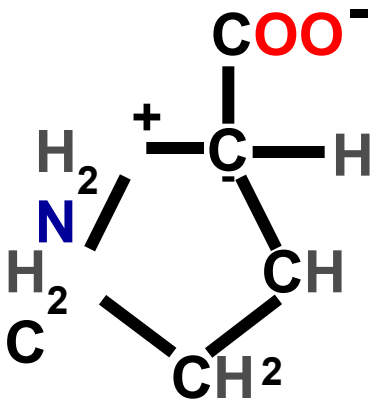
Цистеин

Химически активный атом водорода



Метионин

У пролина боковая цепь соединена не только с центральным атомом углерода, но и с атомом азота. (Этим он отличается от всех остальных аминокислот.)

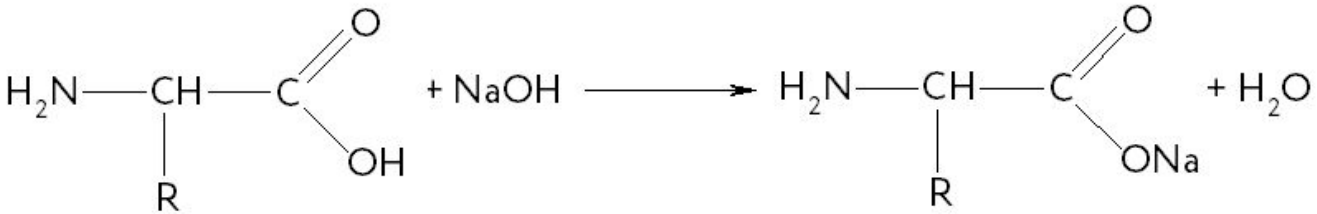


Пролин

6. Кислотно-основные свойства

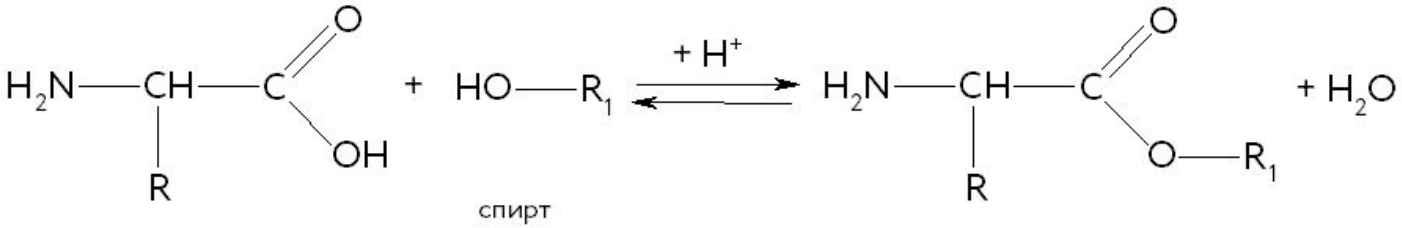
1. Кислотные свойства

Карбоксильная группа обусловливает кислотные свойства аминокислот, которые проявляются в их способности взаимодействовать, например, со *щелочами*:



аминокислота натриевая соль аминокислоты

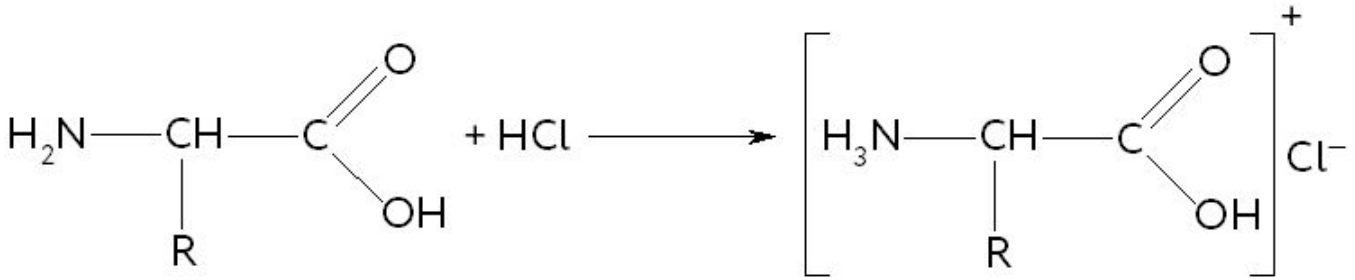
Кислотные свойства аминокислот проявляются также при их взаимодействии со *спиртами* (реакция этерификации) с образованием сложных эфиров:



аминокислота спирт сложный эфир аминокислоты

2. Основные свойства аминокислот

Аминогруппа обусловливает основные свойства аминокислот, которые проявляются в их способности взаимодействовать с *кислотами* с образованием комплексных ионов по донорно-акцепторному механизму:



аминокислота гидрохлорид аминокислоты

Аминогруппа обусловливает также способность аминокислот реагировать с азотистой кислотой, в результате чего происходит замещение аминогруппы на гидроксигруппу и образование гидроксикислоты, например:

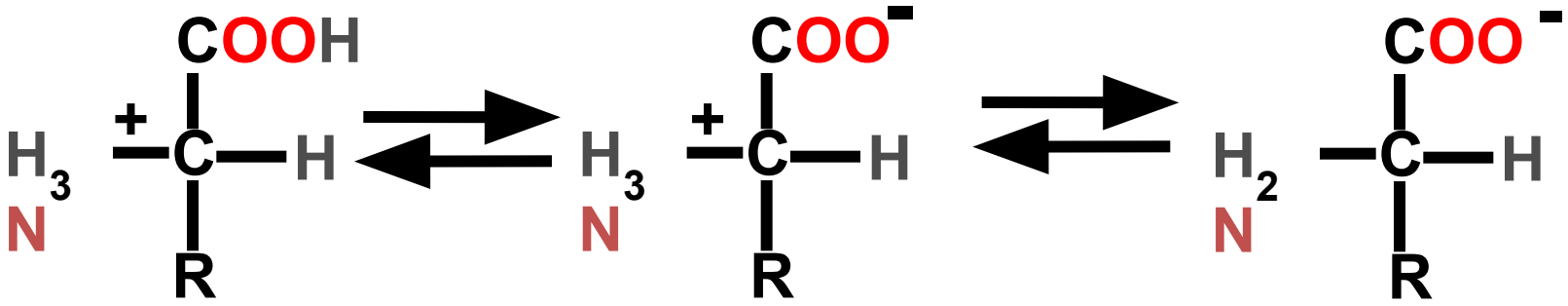
$$H_2N-CH(R)-COOH + HNO_2 \rightarrow \underline{HO-CH(R)-COOH} + N_2 + H_2O$$

В водном растворе аминокислоты присутствуют в ионизированной форме

Форма, преобладающая при pH=1

Форма, преобладающая при pH=7

Форма, преобладающая при pH=11



Изоэлектрическая точка (pI) — это такая кислотность среды (pH), при которой молекула или поверхность не несёт электрического заряда, то есть является нейтральной.

7. Необходимость для организма

Человеческий организм синтезирует:	Человеческий организм синтезирует, но недостаточно:	Человеческий организм НЕ синтезирует:
аланин, аспарагин, аспартат, глицин, глутамат, глутамин, пролин, серин, тирозин цистеин	аргинин гистидин (являются незаменимыми для детей грудного возраста)	валин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан, фенилаланин

Незаменимые аминокислоты

В рационах для птицы главными лимитирующими аминокислотами являются **метионин** и **цистеин**, в рационах для свиней – **лизин**.

Незаменимыми аминокислотами считаются 10 аминокислот для собак и 11 аминокислот для кошек (10 общих с собаками + таурин).

1. Аргинин
2. Гистидин
3. Изолейцин
4. Лейцин
5. Валин
6. Треонин
7. Лизин
8. Фенилаланин
9. Метеонин
10. Триптофан
11. Таурин (только для кошек)

Необходимое количество незаменимых аминокислот в сутки

Аминокислота	В граммах	В животных продуктах	В растительных продуктах
Триптофан	1	130 г сыра	2 кг моркови, 500 г фасоли
Лейцин	5	250 г говядины	1,2 кг гречки, 400 г гороха
Изолейцин	3,5	120 г курицы	1,4 кг ржаного хлеба, 450 г гороха
Валин	3,5	300 г говядины	800 г макаронных изделий, 400 г гороха
Треонин	2,5	350 г трески	3 кг картофеля, 400 г фасоли
Лизин	4	200 г говядины	1,5 кг овсяной крупы, 400 г гороха
Метионин	3	300 г курицы	1,3 кг риса, 1,8 кг гороха
Фенилаланин	3	300 г курицы	1 кг перловой крупы, 400 г гороха
Аргинин	4	250 г курицы	600 г риса, 250 г гороха
Гистидин	4	250 г тунца, лосося	300 г арахиса и чечевицы

Источник белка	***Степень усвоения белка (%)***
Яйца	97
Молоко и сыр	97
Смешанная диета (данные: по США)	96
Арахисовая паста	95
Мясо и рыба	94
Цельнозерновые	86
Соевые бобы	78
Рис	76

Определите необходимое Вам количество белка

Рост \ Вес	40-60 кг	60-80 кг	80-100 кг	100-130 кг
147-153см	55-65 г	66-75 г	75-85 г	85-95 г
	85-95 г	97-110 г	110-120 г	120-135 г
154-163см	65-75 г	75-85 г	85-100 г	100-115 г
	97-106 г	106-119 г	120-135 г	135-145 г
164-173см	80-85 г	85-95 г	95-110 г	110-130 г
	110-115 г	115-130 г	130-145 г	145-165 г
174-183см	85-95 г	95-105 г	105-120 г	120-150 г
	115-125 г	130-140 г	140-155 г	155-175 г

Рекомендуемое ежедневное количество белка для женщин

Рекомендуемое ежедневное количество белка для мужчин

Примеры заменимости аминокислот:

1. **Тирозин** легко образуется из **фенилаланина** и полностью может быть им заменен.
2. **Цистеин** в свою очередь может быть, замещен в рационе **метионином**. Однако обратной заменяемости нет.

Для запоминания десяти незаменимых аминокислот
существует мнемоническое правило:

Лиза **Мет**нула **Фен** в **Три**буну.

Трезвый **Лей**тенант **Вал**ялся в **Изол**яторе с **Арг**ентинским **Ги**таристом.

Заменимость аминокислот

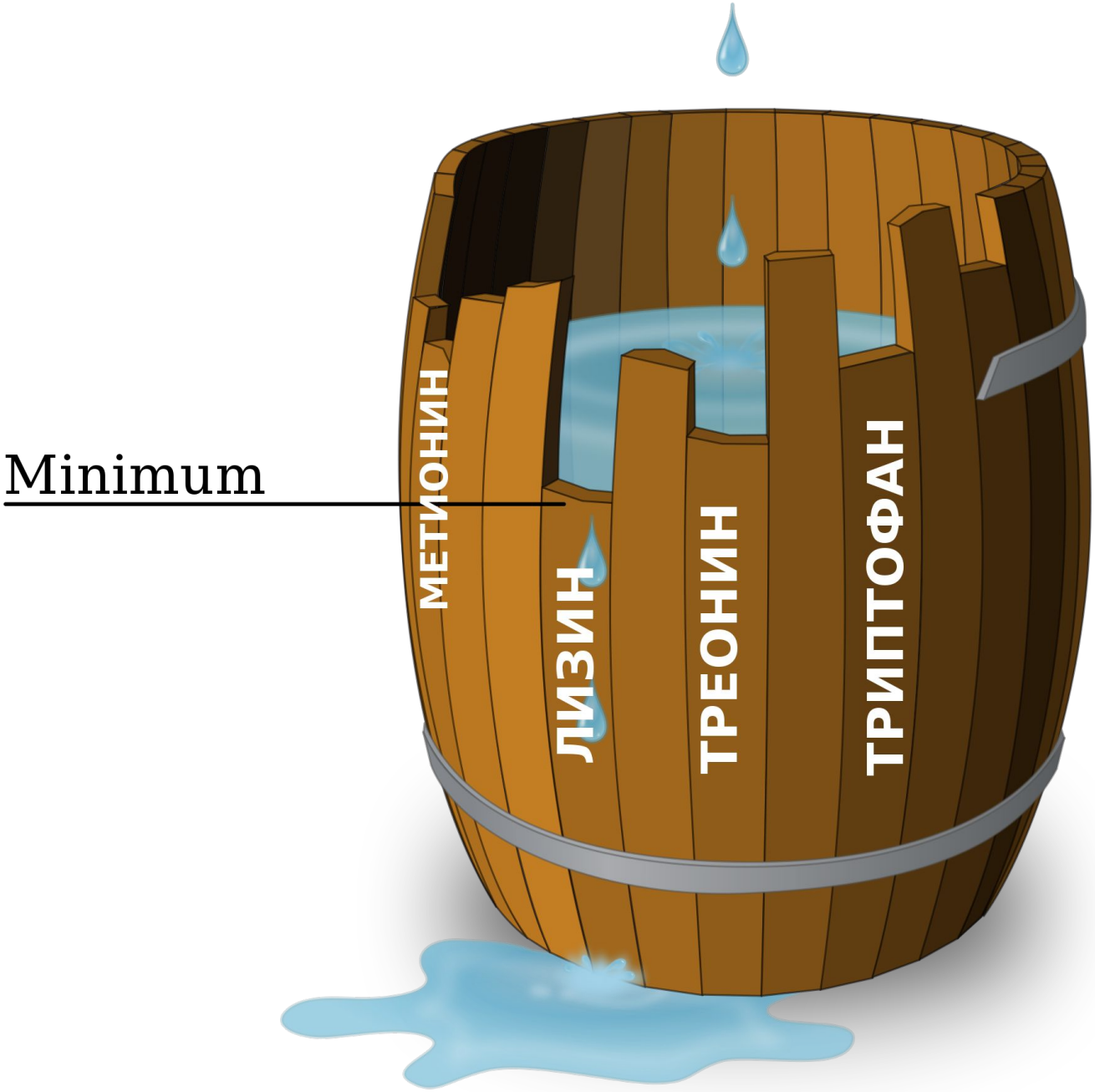
Заменимые	Условно заменимые	Незаменимые
Аланин	Аргинин	Валин
Аспарагин	Цистеин ⇦	Метионин
Аспартат	Тирозин ⇦	Фенилаланин
Глутамат	Гистидин? ⇨	Лизин
Серин		Изолейцин
Глутамин		Лейцин
Пролин		Треонин
Глицин		Триптофан

Соотношение незаменимых аминокислот, необходимое для ресинтеза тканевых белков

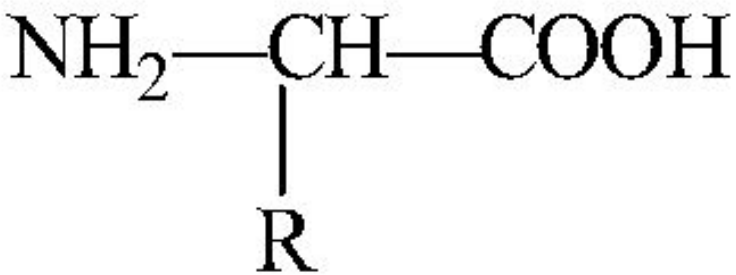
Триптофан – лизин – метионин = 1 : 3 : 3.

Синтез белков в организме происходит на уровне той аминокислоты, которой меньше всего.

Аминокислоты, оставшиеся неиспользованными, выводятся из организма.

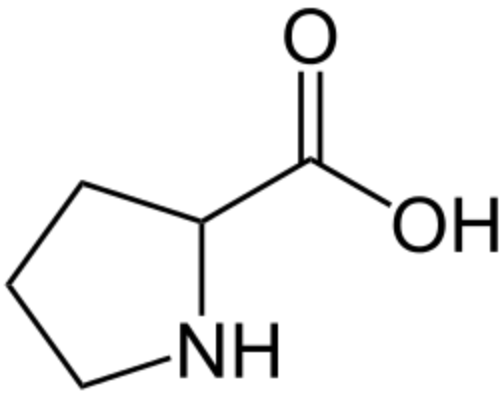

Minimum
МЕТИОНИН
ЛИЗИН
ТРЕОНИН
ТРИПТОФАН

Альтернативные функции протеиногенных аминокислот

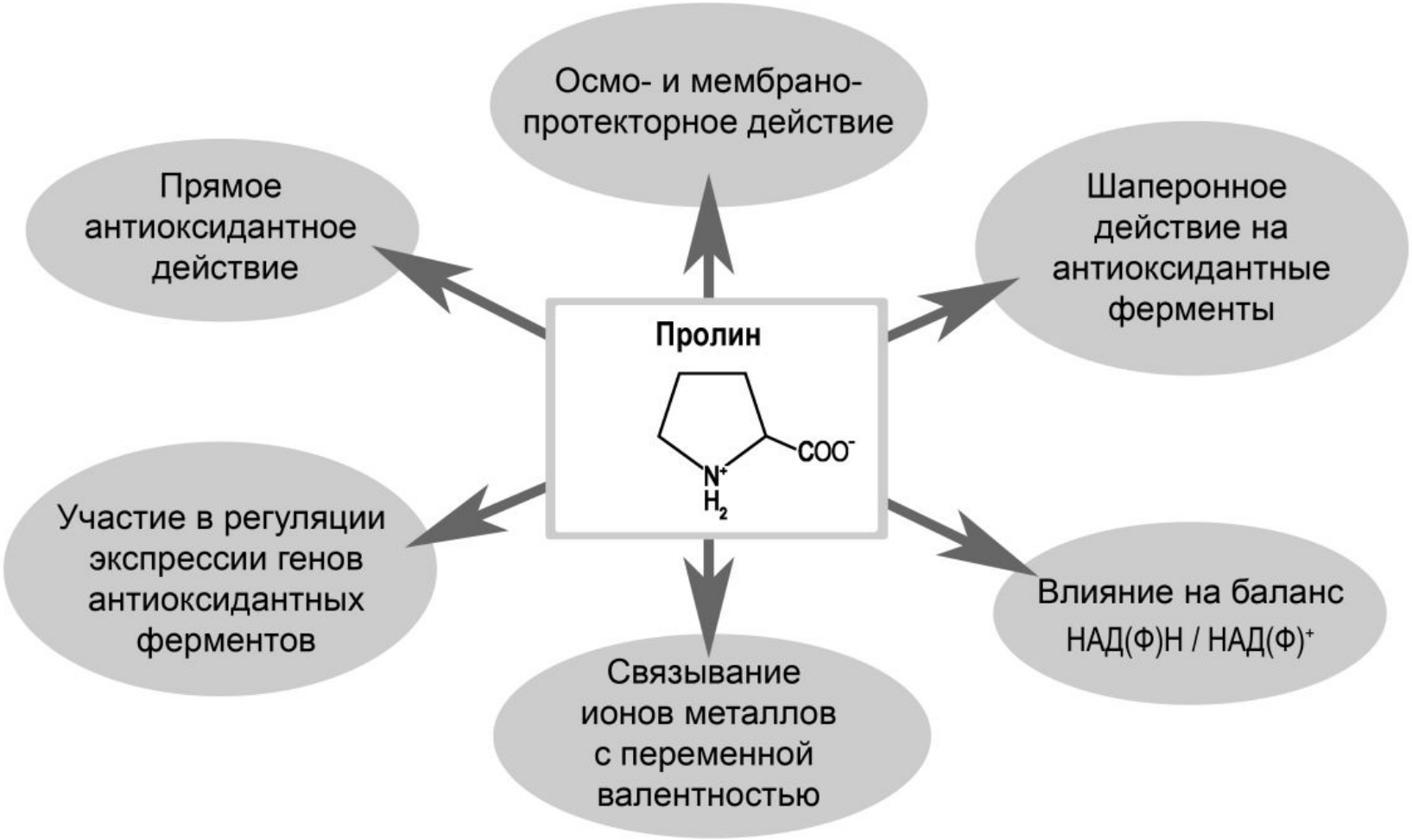


Глицин является регулятором обмена веществ, нормализует и активирует процессы защитного торможения в ЦНС, уменьшает психоэмоциональное напряжение, повышает умственную работоспособность. Обладает глицин- и ГАМК-ергическим, альфа$_1$-адреноблокирующим, антиоксидантным, антитоксическим действием; за счет чего препарат способен уменьшать психоэмоциональное напряжение, агрессивность, конфликтность, повышать социальную адаптацию; улучшать настроение; облегчать засыпание и нормализовать сон; повышать умственную работоспособность

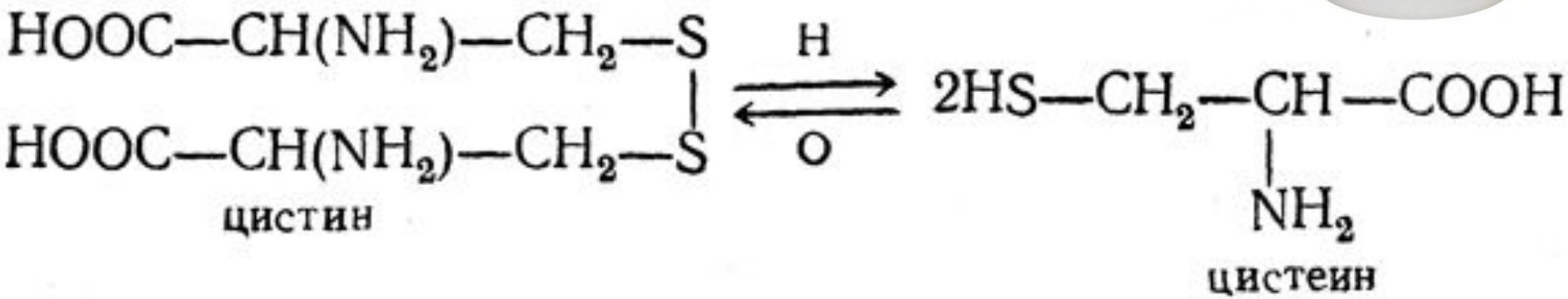
joyreactor.cc



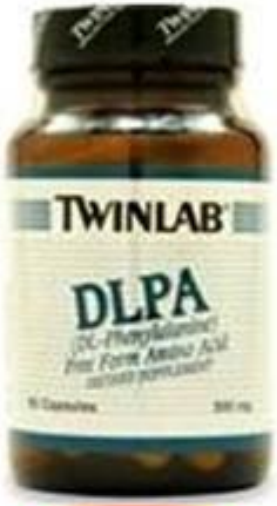
Пролин принимает участие в формировании вещества коллагена, который является основой для соединительных тканей: костей, дермы, хрящей, сухожилий. Он способен и усиливать восстановительные функции тканей, отвечает за состояние кожи, волос, ногтей. Прямая взаимосвязь L-пролин — коллаген оказывает благотворное влияние на сердечную мышцу, укрепляет артерии, тем самым препятствует многим сердечным заболеваниям и снижает повышенное кровяное давление. Аминокислота пролин играет важную роль для кожи, она помогает поддерживать нормальный уровень коллагена, который замедляет процесс старения кожи, делает её упругой и эластичной. Активизирует восстановительные процессы поврежденных тканей, способствует заживлению механических повреждений. Улучшает общее состояние печени, почек, склера глаз. Действие пролина усиливается на фоне приёма аскорбиновой кислоты. Аминокислота также способствует укреплению иммунитета, интоксикации организма, помогает в обменных процессах и косвенно участвует в выработке гормонов роста, щитовидной железы и надпочечников.


Осмо- и мембрано-протекторное действие
Прямое антиоксидантное действие
Шаперонное действие на антиоксидантные ферменты
Пролин
COO⁻
N⁺
H2
Участие в регуляции экспрессии генов антиоксидантных ферментов
Влияние на баланс НАД(Ф)Н / НАД(Ф)⁺
Связывание ионов металлов с переменной валентностью

В человеческом организме **цистеин** используется для производства **таурина** и **глутатиона**. Таурин важен как вещество, играющее ключевую роль для адекватной работы центральной нервной системы. Также помогает контролировать артериальное давление, поддерживает здоровье глаз, способствует *наращиванию мускулатуры* и *сжиганию лишнего жира*.



БАДы на основе аминокислот

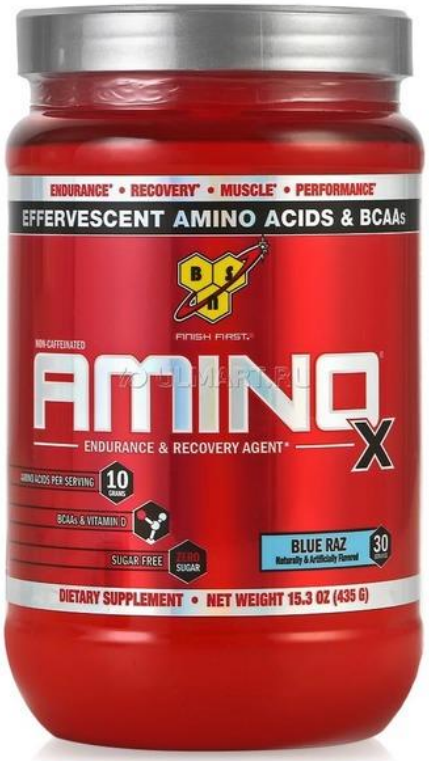


MyShared

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МЫШЦ

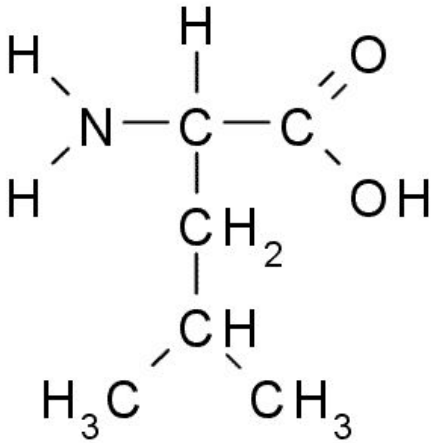
Вещество	Содержание в мышцах, %
Вода	72 – 80
Белки	16,3 – 20,9
Гликоген	0,3 – 2,0
Фосфатиды	0,4 – 1,0
Холестерин	0,03 – 0,23
Креатин и креатинфосфат	0,2 – 0,55
Азотсодержащие вещества (креатинин, карнозин и др.)	0,383 – 0,535
Свободные аминокислоты	0,1 – 0,7
Мочевина	0,002 – 0,2
Молочная кислота	0,01 – 0,2
Основные неорганические ионы:	
K^+ Na^+ Ca^{2+} Mg^{2+} Fe^{2+} Cl^-	0, 32; 0,08; 0,007; 0,02; 0,026;0,02

strimex
CARNISTRIM
L-CARNITIN DRINK
PINEAPPLE FLAVOR

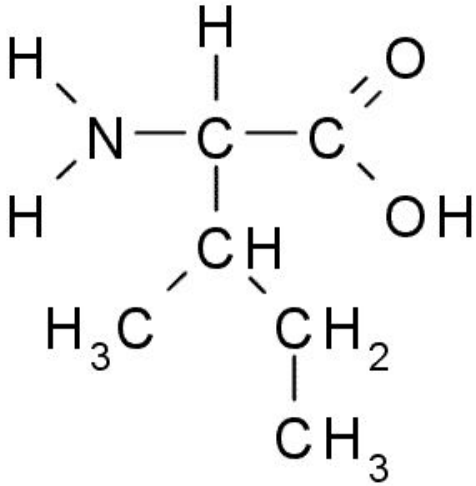

ENDURANCE* • RECOVERY* • MUSCLE* • PERFORMANCE*
EFFERVESCENT AMINO ACIDS & BCAAs
FINISH FIRST.
AMINO X
ENDURANCE & RECOVERY AGENT*
10
BCAAs & VITAMIN D
SUGAR FREE
BLUE RAZ
30
DIETARY SUPPLEMENT • NET WEIGHT 15.3 OZ (435 G)

ON
ESSENTIAL
AMIN
ENER
USE ANYTIME FOR:
+ ESSENTIAL AMINO ACID DELIV
+ NITRIC OXIDE PRODUCTION*
+ MUSCLE RECOVERY ACCELER
+ IMPROVED ENERGY AND FOCU
UNFLAVORED
INSTANTIZED
BCAA
5000 POWDER
2.5
1.25
1.25
60
5,000 MG
BRANCHED CHAIN AMINO ACID SUPPLEMENT
ON
NET WT. 336 G (11.8 OZ.)
SCENT BCAA FORMULA
BUY GENU
BE SAFE
FINISH FIRST.
MINO X
& RECOVERY AGENT*
WATERMELON
NET WEIGHT 15.3

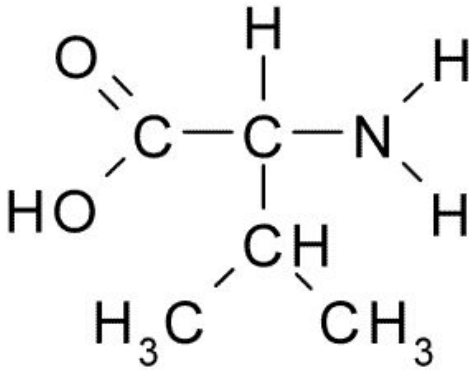
Аминокислоты с разветвлёнными боковыми цепями (англ. ***branched-chain amino acids***, ***BCAA***) — группа протеиногенных аминокислот, характеризующихся разветвлёнными строением алифатической боковой цепи. К таким аминокислотам относятся лейцин, изолейцин и валин. Пептидные связи, образованные этими аминокислотами, очень устойчивы к гидролизу. Аминокислоты с разветвлёнными боковыми цепями расщепляются в **мышцах**., а не в печени.



Лейцин



Изолейцин



Валин

Основным белком мышечной ткани является миозин. Он составляет почти половину всех белков мышечной ткани, причем он встречается в мышцах всех млекопитающих, птиц и рыб. По пищевой ценности он является полноценным белком.

Аминокислотный состав миозина быка

Таблица 7

Аминокислоты	в % к белку	Аминокислоты	в % к белку
Гликокол	2,0	Цистин	1,4
Аланин	4,0	Тирозин	2,2
Валин	2,6	Триптофан	0,8
Лейцин	15,6	Аргинин	7,0
Серин	3,9	Гистидин	1,7
Пролин	1,9	Лизин	10,3
Фенилаланин	3,2	Глутаминовая кислота	21,0
Треонин	3,8	Аспарагиновая кислота	8,5
Метионин	3,4		

Лейцин вызывает секрецию инсулина, а инсулин спасает мышечную ткань от разрушения под действием тренировочного стресса.
ВСАА позволяет стимулировать выделение серотонина – расслабляющего вещества, дающего ощущение спокойствия и умиротворённости.

Лейцин запускает белковый синтез, а вдобавок изолейцин и валин подавляют секрецию гормона кортизола. А это очень важно для роста мышц.

Из ВСАА-аминокислот в организме также производится глутамин - часто встречающаяся аминокислота в тканях мускулатуры, которая выполняет разнообразные универсальные функции.

ВСАА работают только в больших количествах. Эффективная разовая доза составляет до 12 г аминокислот, причем принимают ее минимум дважды: до тренировки и сразу после ее окончания.

Источники **лейцина**: бурый рис, бобы, мясо, орехи, соевая и пшеничная мука.
Много **валина** содержится: в сое и других бобовых, твердых сырах, икре, твороге, орехах и семечках, в мясе и птице, яйцах.

Непротеиногенные аминокислоты

Непротеиногенные аминокислоты (также **некодируемые**) — аминокислоты, которые не участвуют в биосинтезе белка (не входят в состав белков).

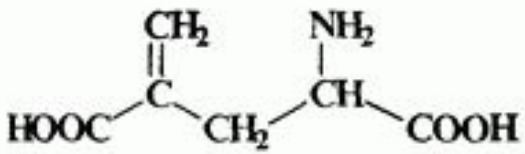
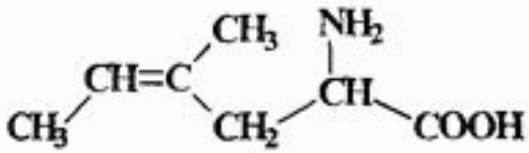
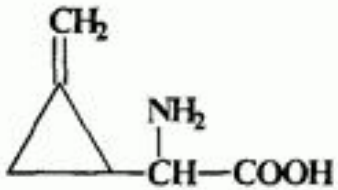
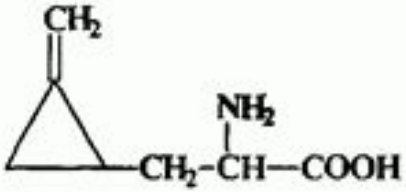
Многие из них являются токсинами и ингибиторами ферментов разнообразных метаболических реакций. Непротеиногенные аминокислоты могут быть даже токсичны для организма другого вида, они ведут себя как обычные чужеродные вещества (ксенобиотики).

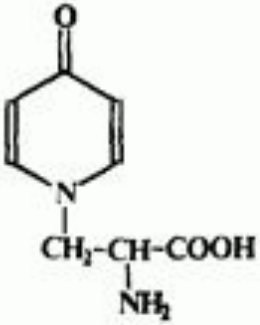
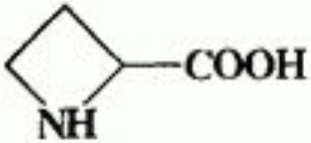
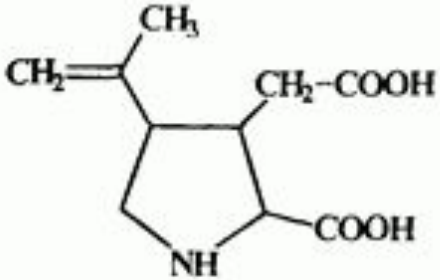
Например, гипоглицин, канаванин, дьенколевая кислота и β-цианоаланин, выделенные из растений, ядовиты для человека.

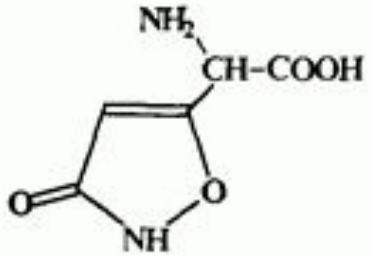
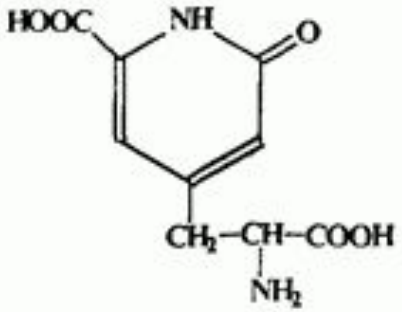
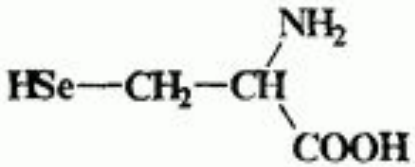
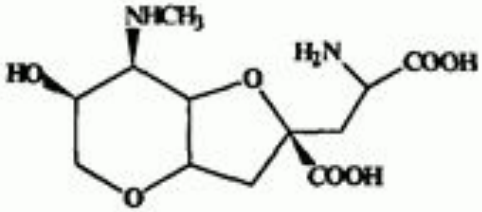
Некоторые непротеиногенные аминокислоты являются токсичными, из-за их способности к имитации структур протеиногенных аминокислот, такие, как тиализин.

Другие же подобны структурам аминокислотам - нейромедиаторам, они обладают нейротоксичностью, например, квискваловая кислота, канаванин и азетидин-2-карбоновая кислота.

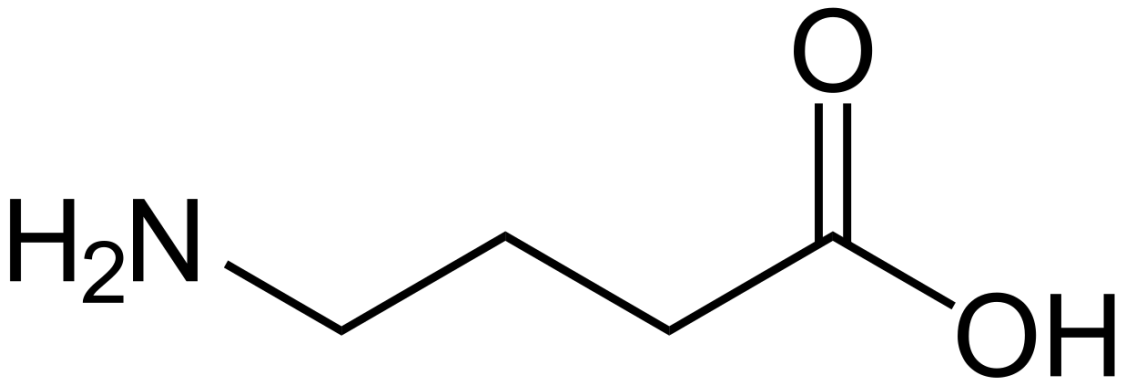
Некоторые непротеиногенные аминокислоты.

	γ-метилен-L-глутаминовая кислота (земляной орех, тюльпаны); мощный гипогликемический агент
	2-амино-4-метил-гекс-4-еновая кислота *(Hecsculus californica)*; мощный гипогликемический агент
	α-(метиленциклопропил)-глицин *(litohiseeds)*; мощный гипогликемический агент
	Гипоглицин А *(Blighia sapida)*
	1-аминоциклопропанкарбоновая кислота (биологический источник этилена в растениях)

	Мимозин *(Mimosa pudica)*; агонист глютаматного рецептора
	Азетидин-2-карбоновая кислота *(Liliaceae)*; агонист глютаматного рецептора
	Каинова кислота (из водоросли *Dignea simplex)*; агонист глютаматного рецептора

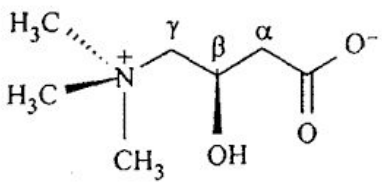
	Иботеновая кислота (из мухомора, инсектицид)
	Возбуждающая аминокислота из ядовитого гриба *Clitocyle acromelaga*
	Селеноцистеин (активный центр ферментов типа глутатион пероксидазы)
	Дисигербарин *(Dysiherbarine)*; нейротоксин из морской губки *Dysidea herbacea*

γ-Аминомасляная кислота (сокр. **ГАМК**, **GABA**) — органическое соединение, непротеиногенная аминокислота, важнейший тормозной нейромедиатор центральной нервной системы (ЦНС) человека и других млекопитающих. Аминомасляная кислота является биогенным веществом. Содержится в ЦНС и принимает участие в нейромедиаторных и метаболических процессах в мозге.

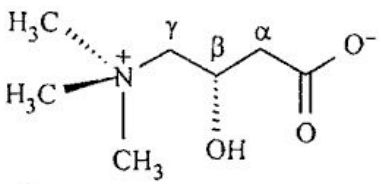


L-карнитин создаётся в организме человека из аминокислот лизина и метионина. Его синтез в основном происходит в печени и почках, после чего транспортируется для использования в других тканях. Он может быть найден в больших количествах в тканях, использующих жирные кислоты в качестве основного источника питания. Например, в скелетных и сердечных мышцах.

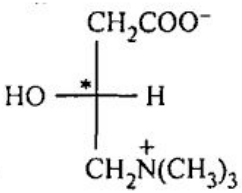
L-карнитин оправдал утверждения о своих полезных свойствах в борьбе со старением и восстановлении питательных веществ. Эффекты от использования его в качестве добавки был подробно исследован во многих сферах, включая производительность во время упражнений, потеря веса, лечения болезней Альцгеймера, Паркинсона, диабетической депрессии и других неврологических расстройств. Даже в превышающих норму дозировках, L-карнитин не имеет никаких побочных эффектов и является безопасной в употреблении добавкой.



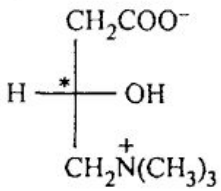
L-карнитин



D-карнитин



L-карнитин



D-карнитин

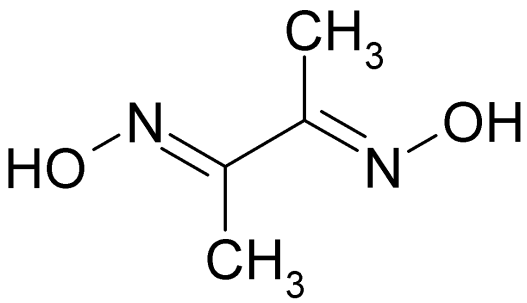
Цитруллин – аминокислота, которая не входит в состав строительных белков организма человека, но играет исключительную роль в цикле обмена мочевины, в частности обезвреживает аммиак, повреждающий клетки печени.

Цитруллин выполняет ряд физиологических функций:

- Улучшает периферическое кровообращение в тканях организма.
- Способствует нормализации обмена веществ.
- Способствует активации неспецифических защитных факторов организма.
- Обеспечивает естественную выработку организмом аминокислоты аргинин, которая помогает накачивать мышцы питательными веществами, кровью, кислородом и гормонами, делая их больше и крепче.
- Стимулирует иммунную систему.
- Выводит молочную кислоту и аммиак, восстанавливает запасы АТФ и фосфоркреатина после тренировок.
- Поддерживает азотистый баланс, а значит и мышечный рост.
- Цитруллин находится в печени, а также содержится в коже человека, нервных оболочках, волосах.
- Цитруллин может обладать анаболическим потенциалом: он увеличивает синтез мышечного белка и предотвращает уменьшение мышечной силы. Более того, по этим свойствам он похож на лейцин.

<u>Натуральные источники цитруллина:</u>

Кроме арбуза цитруллин содержится в рыбе, молоке, яйцах, мясе, соевых бобах, арахисе, луке и чесноке.



Диметилглицин или **ДМГ** – небелковая аминокислота которая производится в клетках как промежуточное звено в метаболизме от холина к глицину. Диметилглицин признан пищевой добавкой. Витамины отличаются от пищевых добавок тем, что доказана необходимость этих веществ для нормального функционирования человеческого организма. Исследования диметилглицина продолжаются, так он продолжаются эксперименты с применением его у детей для лечения аутизма. Документально подтвержденные случаи показывают, что лишь через несколько дней после начала лечения у многих детей с этой патологией отмечается значительное улучшение.

Ученые обнаружили, что диметилглицин увеличивает иммунную функцию на 300%. В 1981 году, когда СПИД был впервые назван иммунодефицитной болезнью, а вирус ВИЧ еще не был не обнаружен, важные исследования по иммуномодулирующим эффектам диметилглицина была опубликована в медицинском журнале «J. Infect Dis». В нем утверждалось, что диметилглицин предположительно «повышает использование кислорода тканями и разрушает комплексы свободных радикалов».

В двойном слепом исследовании 20 человек, ученые обнаружили четырехкратное увеличение иммунного ответа на вакцины по сравнению с контрольной группой. При изучении клеточного иммунного ответа на фитогемагглютинин они обнаружили почти трехкратное увеличение.

Слишком рано говорить, будет ли ДМГ когда-нибудь считаться веществом, усиливающим иммунную систему или помогающим при аутизме.