

Йод

Название элементу присвоил в **1813** году французский химик Гей-Люссак за фиолетовый цвет его паров (по-гречески иодос – фиолетовый)

Иодиды - химические соединения иода с другими элементами.

В организме человека содержится от **20** до **35** мг. иода. Примерно половина этого количества находится в щитовидной железе

Продукт	Содержание в мкг/ 100 г.	Количество продукта, покрывающее суточную потребность, г
Салат из морской капусты	300	66
Скумбрия	390	52
Горбуша, морской окунь, пикша	200	100
креветки	190	105
Треска, хек, сайда	150	133
Минтай, макрель	90	222
Килька, сельдь, камбала	50	400

Пищевые источники

Яйца 1 шт. 50 г.	18
Свинина	16,7
Цельное молоко	19
Масло сливочное	9
Говядина	11,5
Пшеничная мука	10
Хлеб обычный	9
Рожь	8,3
Овощи	10
Фрукты	2

- При кипячении улетучивается около **50%** йода из мяса и рыбы
- и **30%** из овощей и фруктов

- Йод является единственным микроэлементом, который способен усваиваться при поступлении с питьевой водой.

- Иод всасывается практически по всей длине желудочно-кишечного тракта, но наиболее интенсивно в тонком кишечнике

- Йод поступает в организм также через легкие, особенно в прибрежных морских районах
- В зоне Ла-Манша человек получает через легкие – **70** мкг
- В районе Черного моря около **100** мкг

- Потребность в иоде оценивается в **200** мкг/сут
- Иоддефицитные районы России:
- Северный Кавказ
- Урал
- Алтай
- Поволжье
- Восточная Сибирь

Взаимодействие с другими микроэлементами

- Три галогена (бром, фтор и хлор) замещают в организме иод.
- Кобальт, марганец, кальций, железо способствуют более полному усвоению йода тканями
- Селен будучи кофактором дейодиназы способствует образованию биологически более активной формы иодсодержащего гормона **T3** из **T4**

- В организм йод поступает в виде неорганического и органического иодида, который затем извлекается из плазмы щитовидной железой, слюнными железами и почками.
- Скорость экскреции йода с мочой зависит от активности щитовидной железы, а не почек, т.к. почечный клиренс является пассивным

- Клиренс характеризует скорость, с которой происходит извлечение какого-либо компонента из плазмы

- Участие йода в синтезе тиреоидных гормонов происходит в четыре стадии

Первый этап синтеза тиреоидных гормонов

- Первый этап заключается в активном транспорте йодида в клетки.
- Энергия для транспорта йода поступает за счет гидролиза АТФ
- Щитовидная железа способна транспортировать йод против градиента его концентрации (до **1:500**)

- Иодидный насос не отличается высокой специфичностью
- Такие ионы как тиоцианат (**SCN⁻**) и перхлорат (**ClO⁻⁴**) конкурентно ограничивают поступление йодида в железу.
- Имеет значение поступление цианогликозидов с продуктами питания

Второй этап синтеза

- Второй этап синтеза заключается в окислении иодида в реакционноактивную форму, способную иодировать остатки тирозина в молекуле тиреоглобулина.

- Окисление иодида осуществляется тиреопероксидазой, использующей перекись водорода, с образованием I^+ и HOI

Третий этап синтеза

- Третий этап заключается в присоединении йода к остаткам тирозина в составе молекулы тиреоглобулина, поступившего в просвет фолликула
- Образуются неактивные предшественники гормонов ■ монойодтирозин и дийодтирозин

Четвертый этап синтеза

- Четвертый этап синтеза заключается в осуществлении реакций окислительной конденсации.
- Реакции катализируются тиреопероксидазой
- Продуктивными можно считать реакции конденсации моно и дийодтирозинов, приводящие к образованию трийодтиронина (**T3**), а также двух остатков дийодтирозинов, приводящие к образованию тетраiodтиронина (**T4**)

- Тиреоглобулин некоторое время хранится в железе, играя роль запасной формы тиреоидных гормонов
- Конечный этап заключается в выделении свободных **T4** и **T3** в кровь

- Щитовидная железа секретирует в **10** раз больше Т**4**, чем Т**3**.

- Единственным источником **T4** служит щитовидная железа.
- В отличие от этого только **20%** **T3** образуется в щитовидной железе, остальное количество образуется во внетиреоидных тканях путем ферментативного отщепления иода от наружного кольца **T4**
- Для оценки функции щитовидной железы используется определение в в крови содержания **T4**, а не **T3**

- Щитовидная железа способна концентрировать другие анионы, например пертехнетат (^{99m}Tc)
Пертехнетат не связывается с органическими соединениями, поэтому находится в железе короткое время и используется для получения изображения щитовидной железы при радионуклидном сканировании

- Некоторые этапы синтеза могут ингибироваться зобогенными веществами

- Перхлорат и тиоцианат ингибируют механизм транспорта иодида и тем самым уменьшают доступность субстрата для синтеза гормонов
- Производные тиомочевины и меркаптоимидазола подавляют окисление иодида, уменьшается доля ДИТ, блокируется конденсация иодтирозинов

- Острое введение больших доз йода вызывает блокаду органического связывания и реакции конденсации.
- Этот эффект носит транзиторный характер

Большая часть
T4 (99,97%) и **T3 (99,7%)**
циркулирует в связанном
с белками плазмы состоянии.

Три основных плазменных белка, связывающих Т₄ и Т₃:

- тироксинсвязывающий глобулин (ТСГ), **70%**
- тироксинсвязывающий преальбумин (ТСПА) или транстиретин, **20%**
- альбумин, **10%**

- **0,3% Т3** и **0,03% Т4** находится в свободной форме
- именно они обуславливают биологическую активность.

Период полувыведения из плазмы составляет

- **T₄** около **7** дней
- **T₃** – **8-10** ч.

- Метаболизм тиреоидных гормонов сводится к последовательному удалению каждого атома йода (монодейодированию) с образованием лишённого йода тиронинового ядра

- Около **80%** **T4** превращается на периферии в **T3 (35%)** или реверсивный **(45%)**
- только **20 % T3** образуется в щитовидной железе

- Реверсивный **T3** представляет собой очень слабый агонист, который образуется в относительно больших количествах при хронических болезнях, при углеводном голодании и у плодов

- Второй путь метаболизма **T4** и **T3** заключается в их конъюгировании с глюкуроновой кислотой и сульфатом в печени и последующим выделении с желчью