

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

# Пищевые источники

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

- 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<sup>-</sup>**) и перхлорат (**ClO<sup>-4</sup>**) 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 диiodтирозинов, приводящие к образованию трийодтиронина (**T3**), а также двух остатков диiodтирозинов, 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 внещитовидных 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 ( $^{99m}\text{Tc}$ )  
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

- **T<sub>4</sub>** около **7** дней
- **T<sub>3</sub>** – **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