

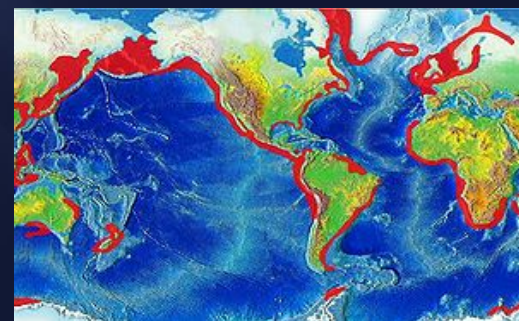


Лекция

Биогенные элементы

1. Классификация
2. Топография биогенных элементов в организме человека
3. Формы нахождения биогенных элементов в организме человека
4. Биогеохимические провинции
5. Эндемические заболевания

Лектор: Ганзина Ирина Викторовна
доцент кафедры химии
кандидат биологических наук





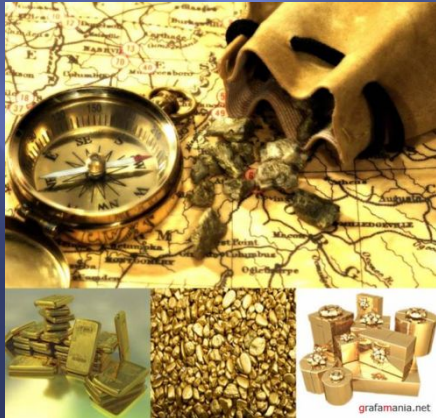
В начале 20 в. советским академиком В.И. Вернадским на основе геохимии, биологии и биохимии была создана новая наука – *биогеохимия*

- ▣ **Биогеохимия** – наука, изучающая взаимосвязь элементарного химического состава земной коры и живых организмов, а также миграцию химических элементов и их круговорот в системе «живая материя – земля».
- ▣ Часть земной оболочки, занятой растительными и животными организмами, переработанная ими и космическими излучениями и приспособленная к жизни, называют **биосферой** (по Вернадскому).

В процессе деятельности живых организмов в биосфере образуются минералы и различные природные вещества.

Известно ≈ 90 хим. элементов в составе земной коры.

В составе живых организмов обнаружено около 70 химических элементов периодической системы.



Реальные зоны, в которых в результате жизнедеятельности осуществляется круговорот элементов, называют **экосистемами** или, по определению академика В.Н. Сукачева, **биогеоценозами**.



Рис. 135. Круговорот веществ в экосистеме



По мнению А. П. Виноградова *химический состав организма определяется составом окружающей среды.*
А. П. Виноградов считал, что *концентрация элемента в живом веществе прямо пропорциональна его содержанию в среде обитания с учетом растворимости соединений элемента.*

Биосфера содержит 100 млрд тонн живого вещества.

Около 50% массы земной коры приходится на кислород, более 25% на кремний.

Восемнадцать элементов

O, Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mg, H, Ti, C, P, N, S, Cl, F, Mn, Ba
составляют 99,8% массы земной коры.

Живые организмы принимают активное участие в перераспределении химических элементов в земной коре.

Согласно биогеохимической теории Вернадского существует «биогеохимическая миграция атомов» по цепочке

ВОЗДУХ → ПОЧВА → ВОДА → ПИЩА → ЧЕЛОВЕК,

в результате которой практически все элементы, окружающие человека во внешней среде, в большей или меньшей степени проникают внутрь организма.



Содержание некоторых элементов в организме по сравнению с окружающей средой повышенное – это называют **биологическим концентрированием элемента.**

Например, углерода в земной коре 0,35%, а по содержанию в живых организмах он занимает второе место (21%).

Однако эта закономерность наблюдается не всегда. Так, кремния в земной коре 27,6%, а в живых организмах его мало, алюминия – 7,45%, а в живых организмах $-1 \cdot 10^{-5}\%$.

Минералы, природные химические вещества, образуются в биосфере в различных количествах, благодаря деятельности живых веществ (образование железных руд, горных пород, в основе которых соединения кальция).

Кроме этого, оказывают влияние техногенные загрязнения окружающей среды.

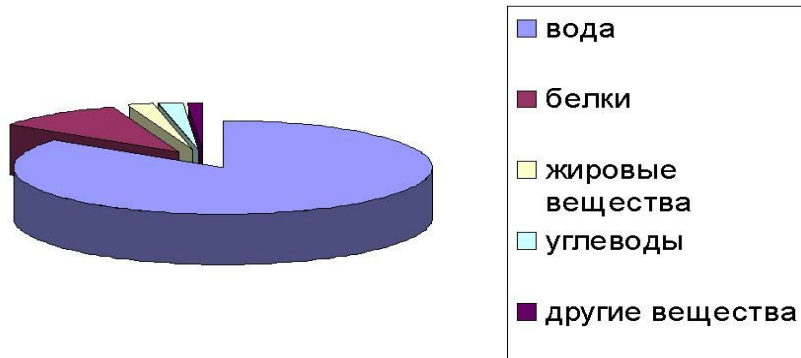
Изменения, происходящие в верхних слоях земной коры, влияют на химический состав живых организмов.



Согласно учению В.И. Вернадского, оболочку нашей планеты, измененную хозяйственной деятельностью человека, называют *ноосферой*. Главную роль в ноосфере играет техногенная миграция элементов – *техногенез*.

Химические элементы, находящиеся в живом организме и обладающие выраженной биологической ролью – называются биогенными элементами.

Процентное соотношение веществ в организме




Отбор биогенных элементов в процессе эволюции происходил под влиянием следующих факторов:

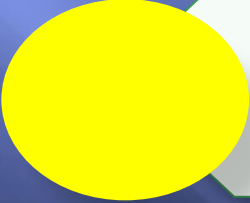
- **Распространенность элементов в земной коре.**
- **Заряд атомного ядра. Биогенные элементы в основном легкие элементы.**
- **Растворимость природных соединений данного элемента в воде.**
- **Энергия гидратации иона.**
- **Значения координационных чисел атомов.**

Классификация биогенных элементов

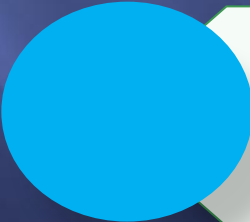
В зависимости от содержания, т.е. массовой доли элемента ($\omega\%$) в организме человека:



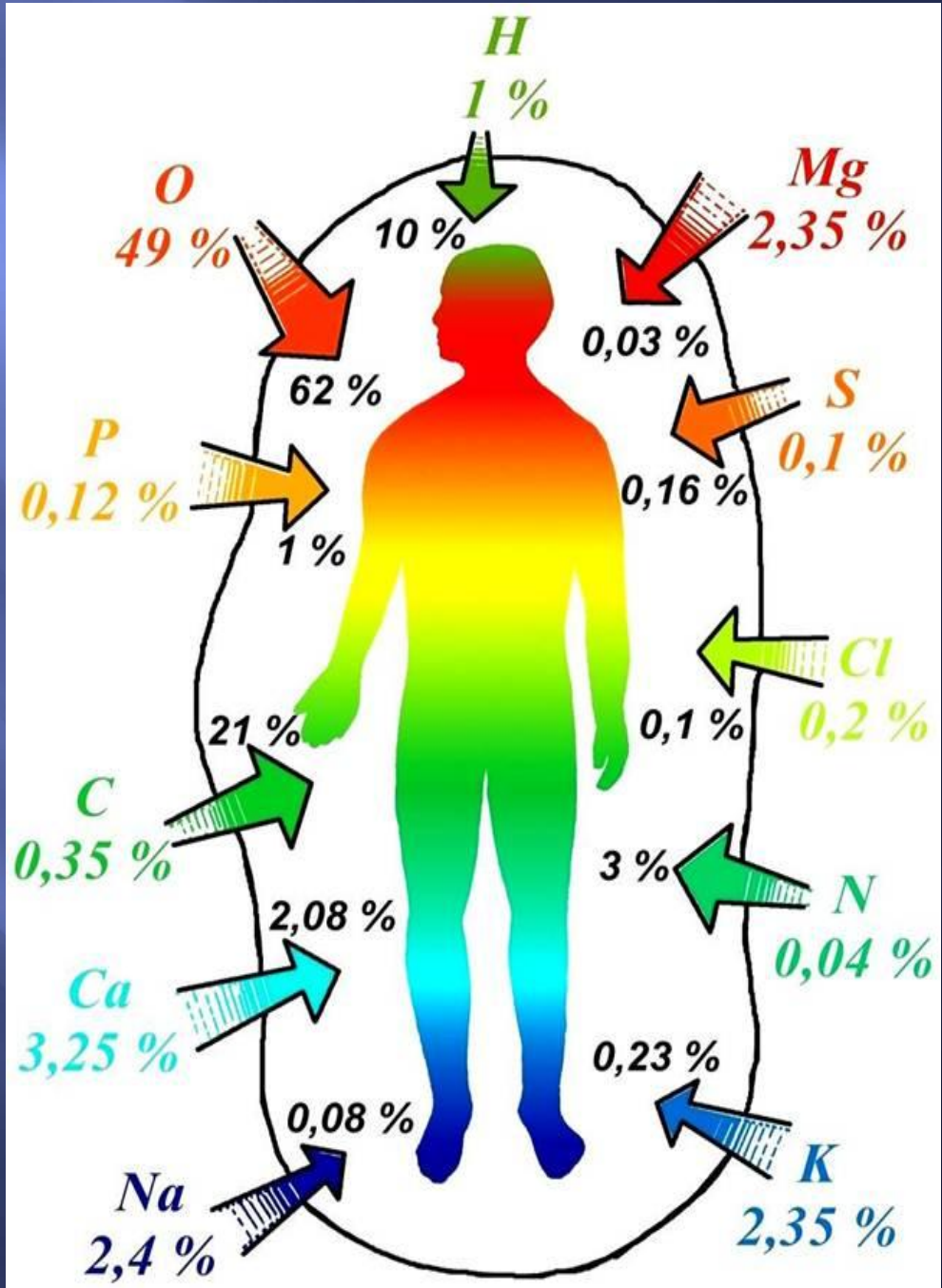
Макроэлементы содержащие $\omega > 0,01\%$ от массы организма-С, О, Н, N, P, S, Cl, Ca, Na, Mg, K, Fe.



Микроэлементы ω от 10^{-3} до $10^{-5}\%$ от массы организма – Cu, Mo, Co, Cr, F, Br, I и др



Ультрамикроэлементы- $\omega < 10^{-5}\%$ от массы организма – Hg, Au, Ra, Se, Co, V, As, Ni, Li, Ba, Ti и др.



Макроэлементы

C, O, H, N, P, S, Cl, Ca, Na, Mg, K, Fe

в организме

- ▣ **выполняют роль пластического материала;**
- ▣ **участвуют в построении тканей;**
- ▣ **в поддержании осмотического давления;**
- ▣ **в регулировании кислотно – основного равновесия (гомеостаза), pH среды.**

99% живых тканей содержат только шесть элементов: C, H, O, N, P, Ca.

Микроэлементы

Cu, Mo, Co, Cr, F, Br, I и др

- ▣ **входят в структуру и активные центры ферментов;**
- ▣ **находятся в составе витаминов, гормонов;**
- ▣ **влияют на обмен белков, жиров, углеводов;**
- ▣ **активно влияют на процессы кроветворения, окисления-восстановления, проницаемость сосудов и тканей.**

Биологическая роль *ультромикроэлементов* мало изучена.

Основу всех живых систем составляют

элементы-органогены

C, H, O, N, P, S

**Все элементы-органогены являются
неметаллами-макроэлементами.**

Их содержание в организме достигает 97%.

**Органогены – углерод, водород, кислород, азот,
фосфор, сера – входят в состав белков, жиров,
нуклеиновых кислот и других биологически
активных соединений организма.**

Классификация биогенных элементов

В зависимости от значимости химических элементов в процессе жизнедеятельности (по В.В. Ковальскому)

Жизненно необходимые (незаменимые, биогенные, эссенциальные) элементы

Физиологически активные (условно эссенциальные) элементы

Примесные элементы

Жизненно необходимые (незаменимые, биогенные, эссенциальные) элементы:

C, H, O, N, P, S, Na, K, Ca, Mg, Mn, Cu, Co, Fe, Zn, Mo, V, I, Cl и др.

- ▣ **Группа эссенциальных элементов включает в себя все макроэлементы, часть микро- и ультрамикроэлементов.**
- ▣ **Они постоянно содержатся в животном организме.**
- ▣ **Входят в состав ферментов, гормонов и витаминов.**

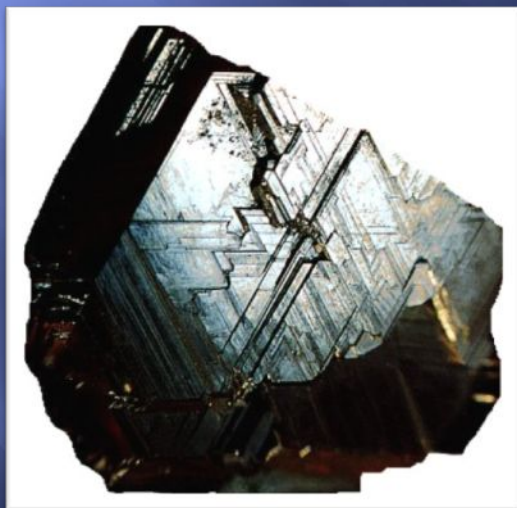
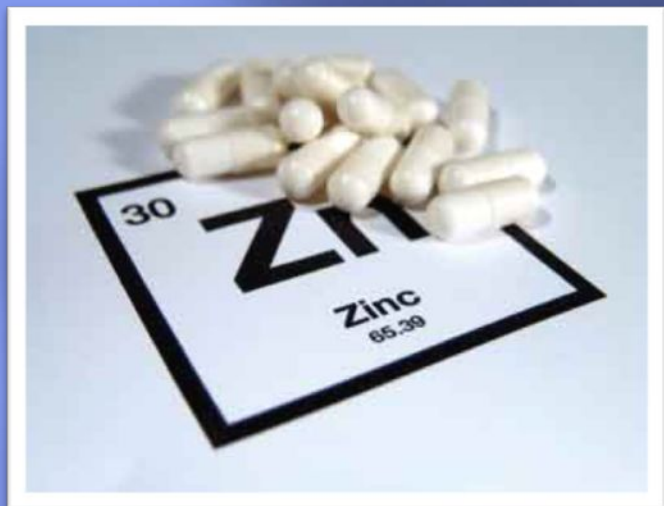
К числу биогенных элементов относится и ряд металлов, выполняющих особенно важные биологические функции.

Это «МЕТАЛЛЫ ЖИЗНИ»

Ca, K, Na, Mg

Fe, Zn, Cu, Mn, Mo, Co

Их дефицит приводит к нарушению нормальной жизнедеятельности организма.



- **Например, недостаток цинка в организме проявляется в следующих симптомах:**
 - замедление роста у детей
 - позднее половое созревание
 - плохое заживление ран
 - раздражительность и потеря памяти
 - появление угрей
 - очаговое выпадение волос
 - потеря аппетита, вкусовых ощущений и обоняния
 - ломкость ногтей
 - частые инфекции
 - нарушение усвоения витаминов А, С и Е
 - повышение уровня холестерина

Физиологически активные (условно эссенциальные)

ЭЛЕМЕНТЫ:

**Ga, Sb, Sr, Br, F, B, Be, Li, Si, Sn, Cs, Al, Ba, Ge, As,
Rb, Pb, Ra, Bi, Cd, Cr, Ni, Ti, Ag, Tc, Hg, Ur, Se, Te**

Они постоянно содержатся в животном организме.

Биологическая роль их выяснена не до конца.

Примесные элементы:

Sc, Ta, In, La, W, Re и др.

Они обнаружены в животном организме. Данные об их количестве и биологическая роль не выяснены.

Примесные элементы также делят на **аккумулирующиеся** (Hg, Pb, Cd) и **неаккумулирующиеся** (Al, Ag, Co, Ti, F).

Классификация биогенных элементов

По функциональной роли элементы делят на 3 группы:

Органогены- в организме их 97,4% -C, H, O, N, P, S.

Элементы электролитного фона -Na, K, Ca, Mg, Cl. Металлы этой группы составляют 99% от общего содержания ионов металлов в организме.

Микроэлементы -Co, Sr, Ba, Mn, Mo, Zn,Rb, Cu, As, I, F, Br и др. Биологически активные атомы центров ферментов, гормонов и т.д.

Организм состоит из:



Вода
60%



**Органические
вещества**
34%



**Неорганические
вещества**
6%

Основными компонентами органических веществ являются С, Н, О. В их состав входят также N, P, S.

В составе неорганических веществ присутствуют 22 биогенных химических элемента.

Например, если вес человека составляет 70 кг, то в нём содержится (в граммах):

Ca – 1700 г.

Mg – 42 г.

K – 250 г.

Fe – 5 г.

Na – 70 г.

Zn – 3 г.

В целом на долю металлов приходится 2,1 кг.

Топография биогенных элементов в организме человека

Органы и среды человека по-разному концентрируют в себе химические элементы.

Водород и кислород – макроэлементы входят в состав H_2O , которой в организме человека примерно 65%.

Углерод, водород, азот, фосфор, кислород – входят в состав белков, примерно 80% которых содержится в селезенке, легких, мышцах.

Углерод, водород, кислород – входят в состав углеводов, липидов, которые концентрируются в печени, сыворотке крови.

Кальций, магний и фосфор содержатся в костной ткани, твердых тканях зубов.

Mo – в почках,

Zn – в поджелудочной железе,

I – в щитовидной железе,

Sr – в костях,

Mn, Cr, Br – в гипофизе,

Ba – в сетчатке глаза.

Большинство микроэлементов

концентрируются в печени – функциональном депо микроэлементов.

Различны формы нахождения биогенных элементов в организме.

Биогенные элементы в организме находятся как в свободной ионизированной форме, так и в составе различных соединений.

Например, железо -

- ▣ в кислой среде желудка содержится в виде свободных ионов Fe^{2+} и Fe^{3+} ;
- ▣ в щелочной среде кишечника находится в виде $\text{Fe}(\text{OH})_3$;
- ▣ в крови – в составе гемоглобина как комплексообразователь Fe^{2+} с к.ч.=6.

Поступлению в организм химических элементов способствует питание и потребляемая вода.

В соответствии с рекомендацией диетологической комиссии Национальной академии США ежедневное поступление химических элементов с пищей должно находиться на определенном уровне.

Дефицит и избыток биогенного азота вред организму. Все живые организмы реагируют на недостаток и избыток или на неоптимальное соотношение элементов.



Суточное поступление химических элементов в организм человека

Химический элемент	Суточное потребление, в мг	
	Взрослые	Дети
Калий	2000-5500	530
Натрий	1100-3300	260
Кальций	800-1200	420
Магний	300-400	60
Цинк	15	5
Железо	10-15	7
Марганец	2-5	1,3
Медь	1,5-3,0	1,0
Титан	0,85	0,06
Молибден	0,075-0,250	-
Хром	0,05-0,20	0,04

Современная медицина широко исследует взаимосвязь между содержанием химических элементов в организме и развитием различных заболеваний.

Оказалось, что особенно чутко организм реагирует на *изменение концентраций микроэлементов*.

Содержание микроэлементов является характерным признаком вида и зависит от ряда условий:

возраста, пола, времени года и суток, условий труда, вида трудовой деятельности человека, а также различных физиологических (беременность, лактация) и патологических состояний.

Для нормального функционирования организма микроэлементный состав должен быть постоянным, т.е. должен поддерживаться **микроэлементный гомеостаз**, что осуществляется с помощью **гормонов**.



Дефицит и избыток микроэлементов отрицательно влияет на здоровье человека. Установлены биоритмы колебаний их содержания.

Отмечены значительные колебания для микро- и макроэлементов (Na, K, P, Ca, Mg, Zn, Fe, Cu, Mo, Al, Pb, Cr, Mn) при патологических состояниях организма.

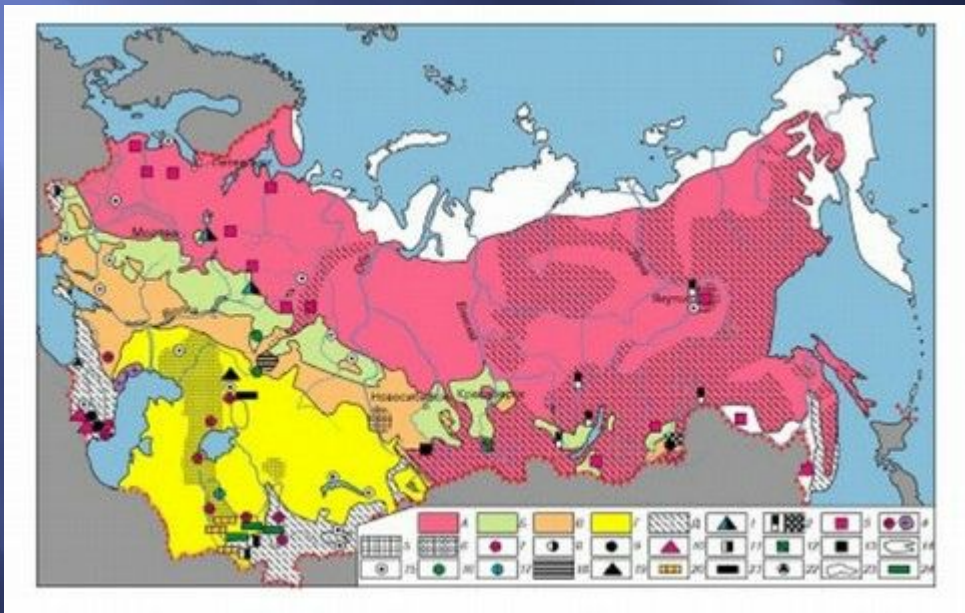
Так при развитии гипертонической болезни в крови и эритроцитах более, чем в 2 раза уменьшается содержание Li^+ .

При инфаркте миокарда в плазме крови снижается содержание Zn^{2+} .

Однако в нормально функционирующей системе нет хаоса в элементном составе. Есть закономерные и упорядоченные этапы поступления и утилизации микроэлементов.

В 1926 году академик Вернадский предложил выделить участки земной коры, отличающиеся накоплением одних элементов и обедненными другими элементами.

Эти участки были названы – биогеохимическими провинциями.



Таким образом, одни организмы попадают в условия избытка какого-либо элемента, а другие – недостатка.

*Это приводит к возникновению **эндемических заболеваний** характерных для какой-то определенной местности или региона.*

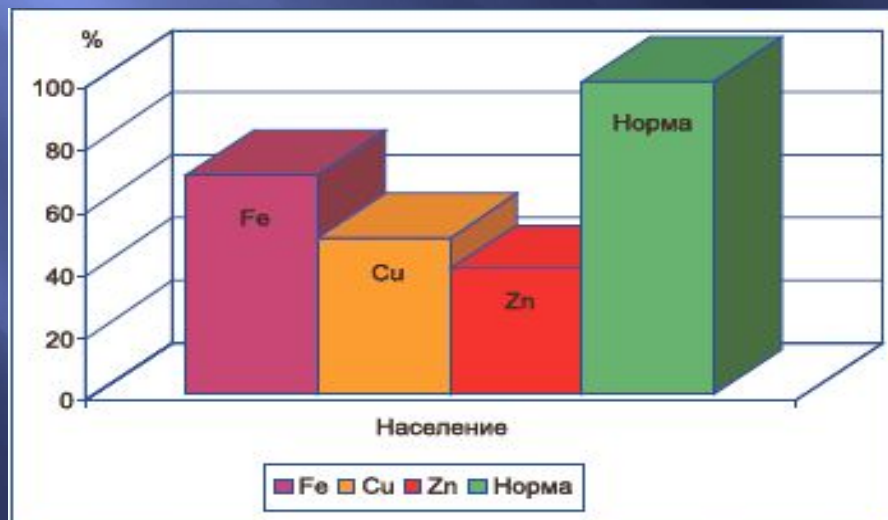
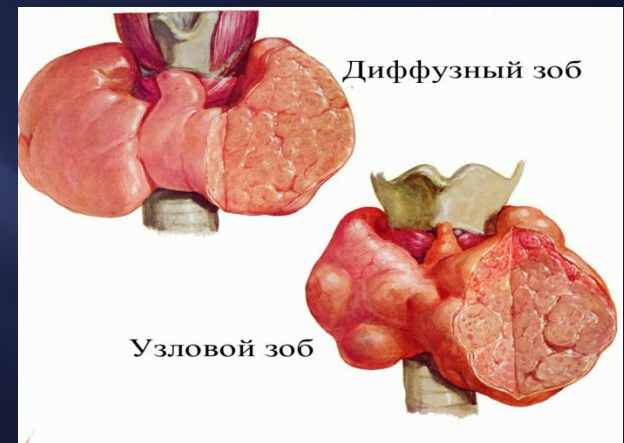
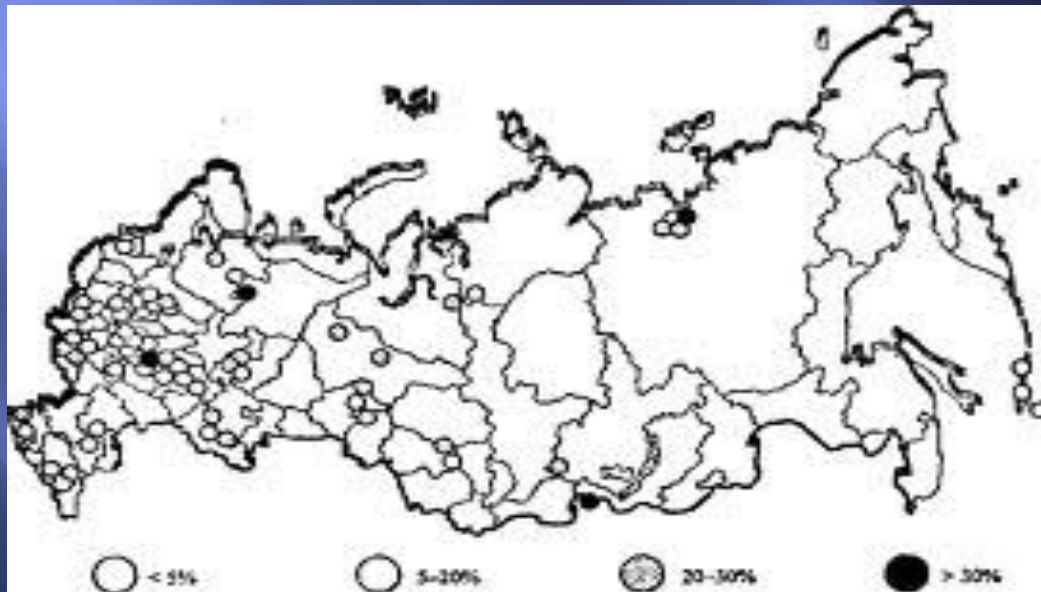


Рисунок 1. Содержание микроэлементов в пище населения Восточной и Центральной Европы

Например, у лиц, проживающих в областях удаленных от моря, где в воде и растениях наблюдается недостаток иода, развивается эндемическое заболевание щитовидной железы (эндемический зоб).



При избытке фтора в питьевой воде возникает флюороз – заболевание зубов.

Избыток свинца наблюдается на Алтае,
меди – на южном Урале.



Таким образом, количественное определение содержания элементов в природных источниках, органах, тканях в норме и патологии имеет большое значение для прогнозирования, диагностики и лечения различных заболеваний.



Благодарю за внимание!