



**Лекция 2:**  
**Плодородие почвы и его  
воспроизводство в  
современном земледелии**

- 1. Понятие о плодородии почв**
- 2. Агрофизические показатели плодородия почвы**
- 3. Биологические показатели плодородия почвы**
- 4. Агрохимические показатели плодородия почвы**

Важнейшим качественным  
признаком почвы отличающим  
ее от горной породы, является  
*плодородие*

# Плодородие почвы -



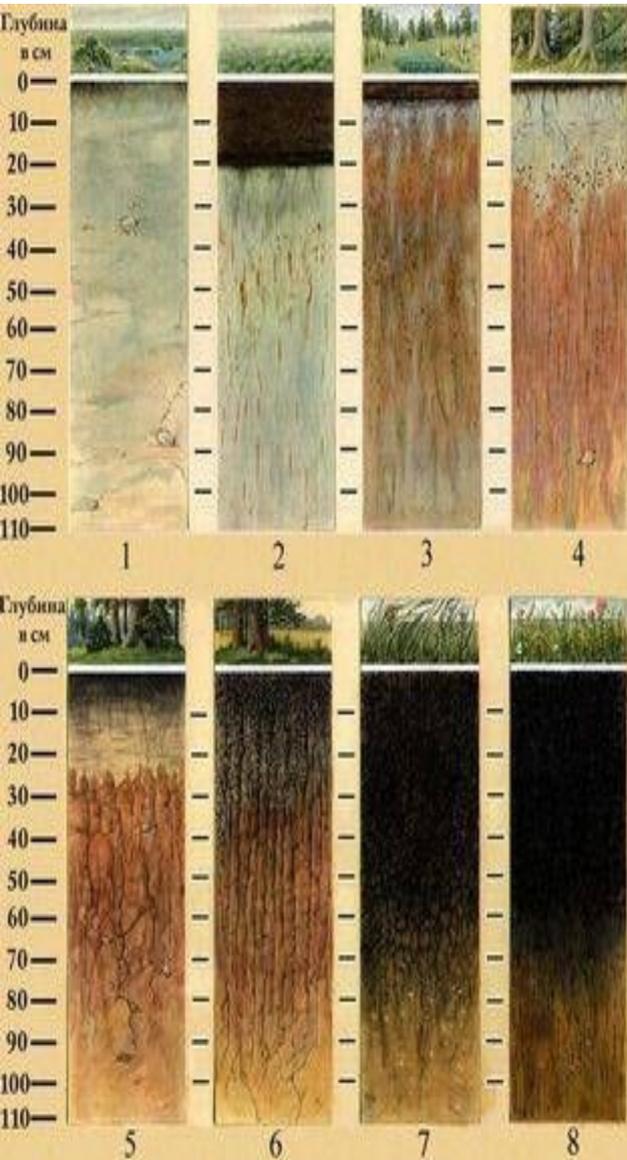
свойство почвы служить культурным растениям

-средой обитания,

-источником и посредником в обеспечении  
земными факторами жизни,

-выполнять экологическую функцию

# Естественное (природное)



- создается под действием ТОЛЬКО природных факторов почвообразования.
- ЗАВИСИТ ОТ гранулометрического и химического состава почв,
- ИХ СВОЙСТВ (биологических, физических и химических),
- климата,
- содержания в почве элементов питания.

# Потенциальное

- определяется общим (валовым) запасом питательных веществ и гумуса в почве.
- показывает степень богатства почвы элементами питания.
- Потенциальное плодородие предопределяет возможности приложения труда и материальных средств общественного производства.



# Искусственное



- создается в процессе сельскохозяйственного производства.
- с помощью удобрений, обработки, севооборота, различных мелиораций.
- На естественное плодородие накладывается искусственное, которое дополняет его.

**Естественное  
плодородие**



**Искусственное  
плодородие**

# Эффективное

- определяется наличием в почве доступных для растений питательных веществ, азота, воды, кислорода, необходимых для роста и развития растений.



Естественное плодородие + Искусственное плодородие = УРОЖАЙ

# Окультуривание

- улучшение агрономических свойств почвы под воздействием агротехнических мероприятий (удобрений, известкования или гипсования, обработки и др.)



**Простое воспроизводство плодородия почв –  
поддержание его на исходном уровне**

**( характерно для плодородных почв Черноземной зоны России)**

**Расширенное воспроизводство плодородия почв-  
создание почвенного плодородия выше исходного  
уровня**

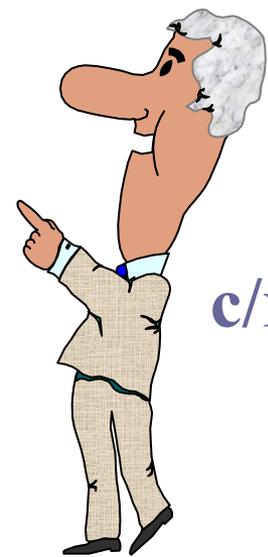
**(характерно для почв Нечерноземной зоны России)**

# Воспроизводство плодородия почвы

- **ВЕЩЕСТВЕННОЕ**
- интенсивное применение удобрений, мелиорантов, пестицидов, благоприятную в агрономическом отношении структуру посевных площадей (севооборот).
- наиболее сильное и многообразное воздействие на плодородие почвы
- **ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ**
- улучшение агрономических свойств почвы путем механической обработки и отчасти за счет мелиоративных приемов
- не в состоянии компенсировать вещественные факторы почвенного плодородия, его эффект основан на форсированном использовании (путем мобилизации) вещественных ресурсов почвы и обычно краткосрочен.

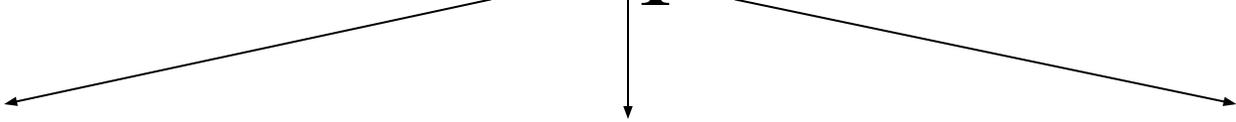
## **Плодородные почвы должны :**

- 1. Обеспечивать оптимальные условия водно-воздушного и теплового режимов**
- 2. Содержать достаточное количество подвижных форм питательных веществ**
- 3. Трансформировать питательные вещества почвенных запасов и вносимых извне и накапливать их**
- 4. Обладать сильновыраженным фитосанитарным эффектом**
- 5. Быть устойчивой к различным факторам разрушения и пригодной для применения современных технологий возделывания культур**



с/х

# Плодородие



## Агрофизические

строение пах. слоя

мощность пах. слоя

плотность

влажность

водопроницаемость

структура

гранулометрический с-в

физико-механические св-ва

## Агрохимические

П П К

р Н

питательные в-ва

гумус

## Биологические

органическое в-во

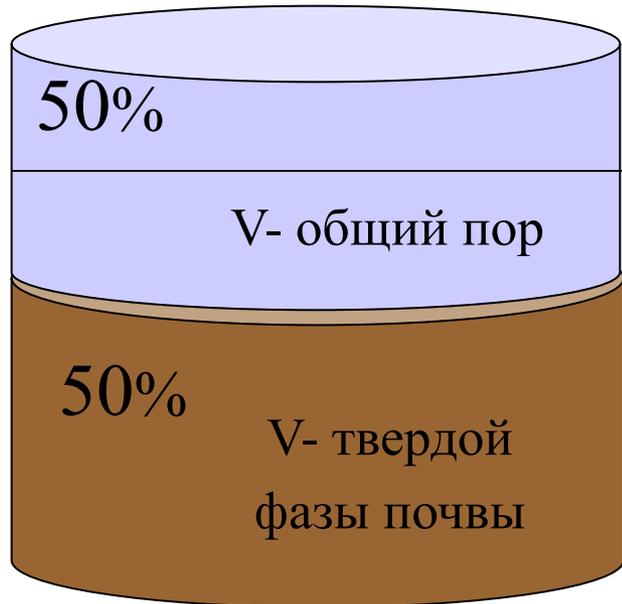
фитосанитарное сост

почвенная биота

фитотоксичность

# Строение (сложение) пахотного слоя

- соотношение объемов, занимаемых твердой фазой почвы и различными видами пор в естественном сложении



Некапиллярные поры 20 - 25 %

Капиллярные поры 25 – 30 %

*Мощность пахотного слоя* -  
глубина обрабатываемого слоя  
ПОЧВЫ

Оптимальная глубина - 25 – 30 см

Дерново-подзолистые почвы -  
пахотный горизонт 15 – 20 см



*Плотность почвы ( $d_0$ , г/см<sup>3</sup>)*  
характеризуется массой 1 см<sup>3</sup>  
абсолютно сухой почвы в ее  
естественном сложении.



Под *равновесной* понимают плотность почвы, которая формируется под действием естественных сил и условий окружающей среды.

Под *плотностью твердой фазы почвы* понимают отношение массы твердой фазы почвы определенного объема к массе воды того же объема при температуре 4 °С, или массу 1 см абсолютно сухой твердой фазы почвы.

*Оптимальная плотность* – наиболее благоприятная для возделывания какой либо с.-х. культуры.

*Влажность почвы (%)* —  
отношение массы испарившейся воды  
к массе абсолютно сухой почвы



# *Водопроницаемость почвы (мм/мин) –* способность впитывать и пропускать через себя воду

Шкала оценки водопроницаемости почвы(по Качинскому):

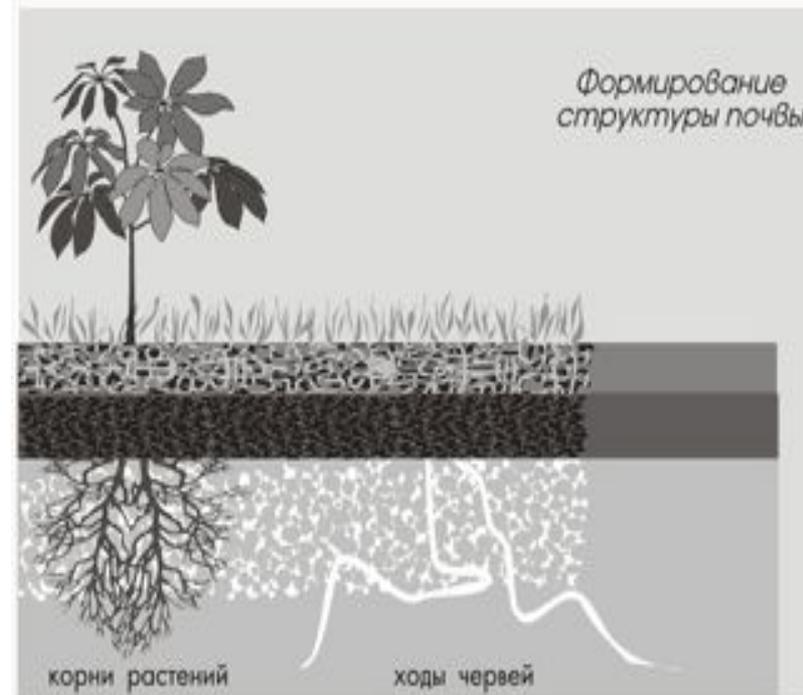
<b>Водопроницаемость мм/мин</b>	<b>Оценка:</b>
Свыше 10	провальная
8,3-10	излишне высокая
1.7-8,3	наилучшая
1.2-1,7	хорошая
0,5-1,2	удовлетворительная
Менее 0,5	неудовлетворительная



# *Структурой почвы*

называют различные по размеру и форме агрегаты, в которые склеены почвенные частицы.

- Почвенные агрегаты могут состоять из первичных почвенных частиц или из микроагрегатов, соединенных друг с другом в результате коагуляции коллоидов, склеивания, слипания.



## *Структура почвы*

*Размер почвенных агрегатов, мм*

Глыбистая            комочки более 10

Макроструктура    комочки от 10 до 0,25

Микроструктура:

грубая              частицы от 0,25 до 0,01

тонкая              частицы менее 0,01

# Факторы образования структуры

1. Механическое разделение почвенной массы на структурные отдельности

(корневая система растений, промораживание –оттаивание почвы, увлажнение и высушивание, обработка почвы)

2. Физико-химические факторы образования структуры

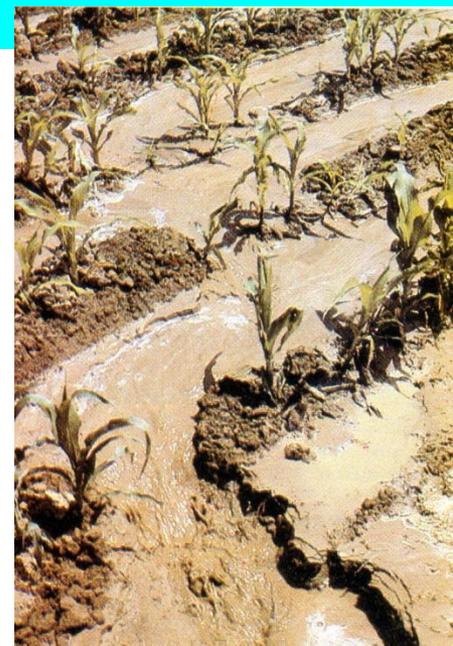
(Коагуляция почвенных коллоидов под действием  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ )

3. Биологические факторы образования структуры

(Образование органоминеральных комплексов, деятельность микроорганизмов и почвенной фауны)

# Факторы разрушения структуры почвы

1. Механическое разрушение (действие на почву движителей, ветра, дождя, выпас скота и др.)
2. Физико-химические факторы (ионы  $H^+$ ,  $NH_4^+$ , минеральные удобрения)
3. Биологические факторы ( деятельность микроорганизмов )



## **Основные мероприятия по воспроизводству структуры почвы:**

1. Внесение органических удобрений
2. Известкование
3. Ресурсосберегающие технология возделывания культур
4. Защита почв от водной и ветровой эрозии
5. Применение севооборотов
6. Применение минеральных удобрений

# Способность почвенных агрегатов противостоять размывающему действию воды называют *водопрочностью структуры.*



Оценка структурного состояния почвы:

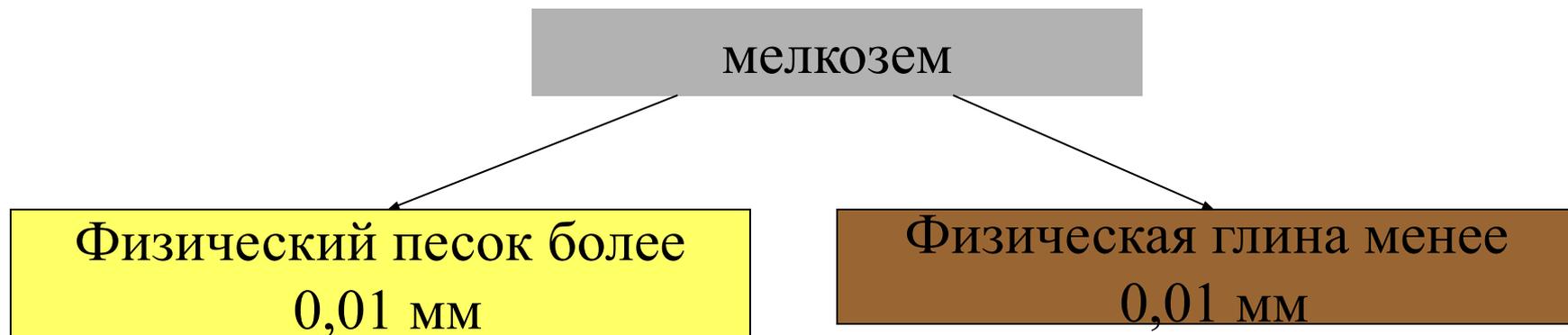
	водопрочных агрегатов
Отличная структура -	более 70%
Хорошая -	70 – 55 %
Удовлетворительная -	55 – 40 %
Неудовлетворительная –	40 – 20 %
Плохая менее –	20 %

# Гранулометрический состав почв – относительное содержание в почве механических элементов (фракций)

Частицы

более 1 мм – скелет почвы

менее 1 мм – мелкозем



**По гранулометрическому составу почвы условно  
делят:**

1. Легкие (песчаные и супесчаные)
2. Средние (легко и средне суглинистые)
3. Тяжелые (тяжело суглинистые и глинистые)

- ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ  
СВОЙСТВА

ПОЧВЫ

*Пластичность почвы* - способность влажной почвы необратимо менять форму без образования трещин непосредственно после приложения нагрузки определенной интенсивности.

зависит от гранулометрического и химического составов, влажности почвы, содержания органического вещества в ней.

**Сухие и переувлажненные почвы не обладают пластичностью.**

- *Верхним пределом пластичности (нижней границей текучести)* называют такое увлажнение, при котором почва из пластичного состояния переходит в текучее.
- *Нижним пределом пластичности* называют такое состояние увлажнения, при котором образец почвы можно раскатать в жгут диаметром 3 мм без образования в нем разрывов.

*Число пластичности* - разность между влажностью почвы при верхнем и нижнем пределах пластичности.

По числу пластичности Аттерберг классифицирует все почвы на четыре категории.

### **Классификация почв по числу пластичности**

Число пластичности	Пластичность почвы	Гранулометрический состав почвы
0	Непластичные	Песок
0-7	Слабопластичные	Супесь
7-17	Пластичные	Суглинок
Более 17	Высокопластичные	Глина

*Липкость* - способность почвы прилипать к соприкасающимся с ней предметам.

зависит от гранулометрического состава, структуры и влажности почвы и оказывает заметное влияние на качество выполнения полевых работ.

По Н. А. Качинскому, оптимальная влажность почвы для ее обработки на 2—3 % меньше влажности начала прилипания почвы к металлу.



- Влажность почвы, при которой образуется наибольшее количество агрономически ценных агрегатов размером 0,25—7 мм, соответствует *влажности структурообразования*.
- *Показатель структурообразования (ПС) - отношение массы фракций от 0,25 до 7 мм (Q) к суммарной массе агрегатов крупнее 7 и менее 0,25 мм (Б):*
- $ПС = Q / Б$



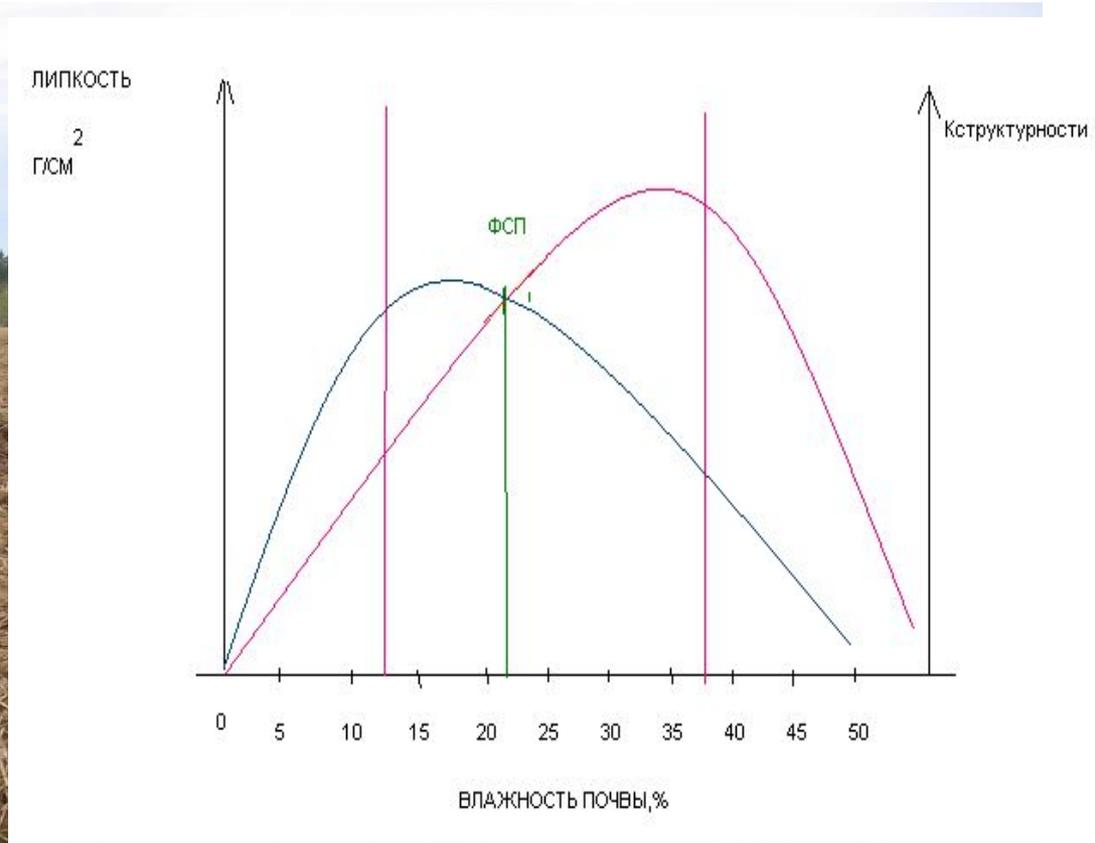
- Сжатие почвы при изменении влажности и действии других факторов - *усадка почвы*. характеризуется линейными и объемными деформациями.



- *Твердость* — свойство почвы в естественном сложении сопротивляться сжатию и расклиниванию.
- Твердость почвы выражают в кг/см<sup>2</sup>
- Твердость почвы оказывает механическое сопротивление развивающейся корневой системе растений, часто обуславливает снижение всхожести семян, влияет на водный, воздушный и тепловой режимы почвы, тяговые сопротивления почвообрабатывающих машин и орудий.



# *Физическая спелость почвы* — влажность почвы при которой возможна ее высококачественная обработка



A close-up photograph of brown, textured soil. The soil has a crumbly, granular appearance with some small dark spots. In the bottom right corner, a small, light-colored plant root or stem is visible, partially buried in the soil.

**Модель плодородия для  
дерново-подзолистых,  
среднесуглинистых почв  
Нечерноземной зоны  
России**

## АГРОФИЗИЧЕСКИЕ

Показатели плодородия	Параметры
Плотность	1,1 – 1,2 г/см <sup>3</sup>
Объем пор	50 – 55 %
Воздухоемкость	25 – 30 %
Структура	Мелкомковатая Водопрочность ,более 40%
Мощность пахотного слоя	25 –30 см

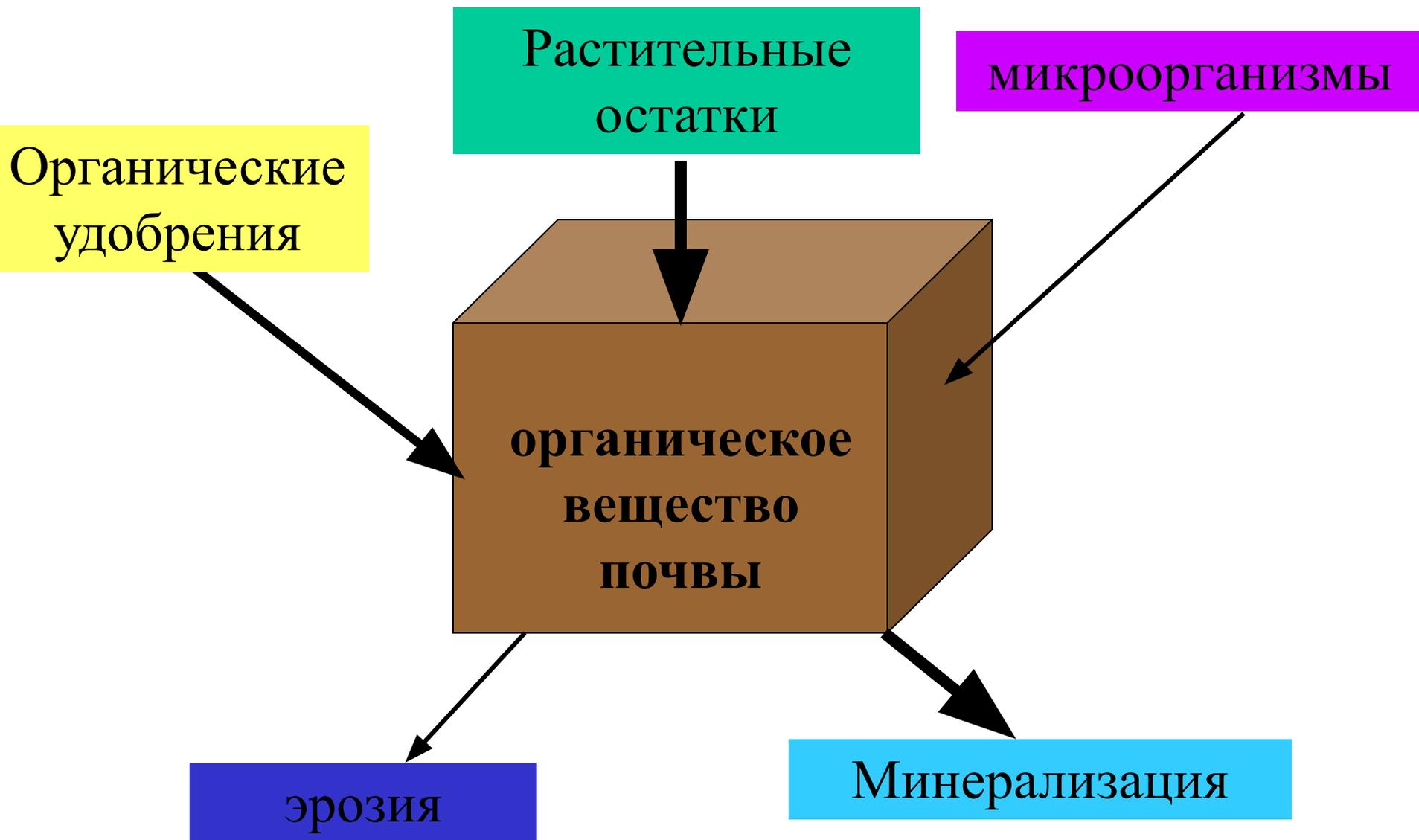
# БИОЛОГИЧЕСКИЕ

Показатели плодородия	Параметры
Содержание гумуса	2,5 – 3,0 %
Активность почвенной биоты	Высокая
Фитосанитарное состояние	Численность сорняков на уровне экономического порога вредоносности Возбудители болезней и вредители отсутствуют

# АГРОХИМИЧЕСКИЕ

Показатели плодородия	Параметры
Состояние ППК и кислотность	$pH_{\text{ксл}}$ - 6,0-6,5
Содержание НРК МГ\КГ	Минеральный азот- 30-50 Подвижные формы фосфора-150- 250 Подвижные формы калия – 200 - 250
Содержание микроэлементов в МГ\КГ ПОЧВЫ	Медь – 0,8 – 1,2 Молибден – 0,2 – 0,4 Бор – 0,5 – 0,6 Цинк – 5,0 – 6,0

# Воспроизводство органического вещества



# Органические удобрения

Навоз, Торф, Компосты, Сапропель



# сидераты



# Солома



# Растительные остатки - основной источник поступления органического вещества в почву

Культуры делятся на три группы по оставлению органического вещества после уборки

1. Многолетние бобовые и злаковые
2. Однолетние зерновые и зернобобовые культуры
3. Пропашные культуры

# Поступление в почву растительных остатков

Культура	Урожайность ц/га	Количество растительных остатков ц/га сухого вещества
Многолетние травы	45	40 - 50
Озимые	40	30 - 35
Яровые зерновые	30	25 - 28
Картофель	250	17 - 18

# **Микроорганизмы почвы - гумифицируют органическое вещество почвы**



**отмирая поставляют в почву до 6 т/га органического вещества в год**

# Клубеньковые и свободноживущие бактерии фиксируют азот атмосферы и обогащают им почву

При благоприятных условиях

клевер накапливает 150 -160 кг/га азота

люцерна — 250 – 300 кг/га

Соя – 100 кг/га

Вика, горох – 70 – 80 кг/га в год

# Фитосанитарное состояние почвы

Характеризуется наличием в ней:

- Семян и вегетативных органов размножения сорных растений
- Вредителей
- Фитопатогенов
- Токсичных веществ выделяемых растениями и ризосферной микрофлорой

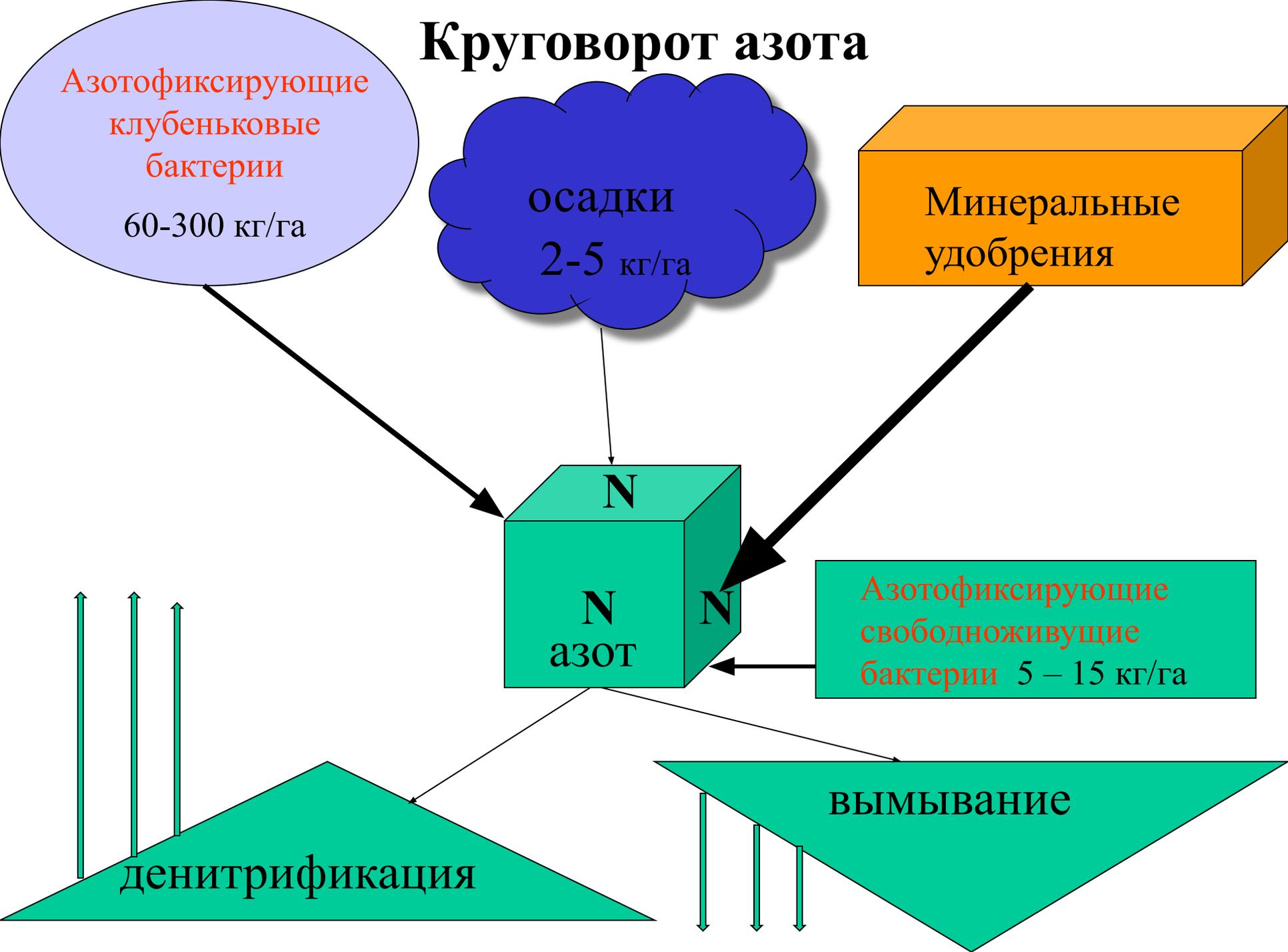
# Воспроизводство фитосанитарного состояния ПОЧВЫ

1. Возделывание культур в севообороте (чем больше различий между культурами, тем выше санитарный эффект)
2. Использование устойчивых к болезням, вредителям и сорным растениям сортов
3. Применение рациональной обработки почвы
4. Посев промежуточных культур
5. Применение санитарно-профилактических мероприятий
6. Использование биологических и химических средств защиты растений

# Агрохимические показатели плодородия почвы

1. Наличие элементов питания растений  
(макро и микро элементы)
2. Реакция почвенной среды

# Круговорот азота



Азотофиксирующие  
клубеньковые  
бактерии

60-300 кг/га

осадки

2-5 кг/га

Минеральные  
удобрения

N

N  
азот

N

Азотофиксирующие  
свободноживущие  
бактерии 5 – 15 кг/га

денитрификация

ВЫМЫВАНИЕ

## Фосфор

Пополнение запасов фосфора в почве может происходить только за счет внесения удобрений.

**Улучшение фосфорного питания** –

мобилизация фосфора самой почвой за счет известкования кислых почв и

возделывания растений, способных извлекать фосфор из труднодоступных соединений почвы.

## Калий

Общее содержание калия ( $K_2O$ )

в основных типах почв высокое – 1,4-2,5%,

на легких до 0,5-1,0%,

на торфяниках – до 0,02-0,05%.

Основным источником калия для растений является обменный, или поглощенный калий. Он составляет лишь 0,5-1,0% общего количества этого элемента в почве.

# Оптимальная и допустимая реакция почвенного раствора

Культура	Оптимальный рН	Допустимый рН
Люпин	4 - 5	4 - 6
Картофель	5	4 - 7
Овес	5 - 6	4 - 8
Рожь	5 - 6	4 - 7
Лен	5 - 6	5 - 7
Гречиха	5 - 6	5 - 7
Клевер	6 - 6,5	5 - 8
Горох	6 - 7	5 - 8
Кукуруза	6 - 7	5 - 8
Пшеница	6 - 7	5 - 8
Сахарная свекла	7	6 - 8
Люцерна	7 - 8	6 - 8,5

# Регулирование реакции почвенной среды

Известкование кислых почв -

Гипсование щелочных почв -