


# Черноземы

Экология, процессы почвообразования,  
свойства, классификация, мероприятия по  
сохранению плодородия и охране





Основные массивы черноземов находятся в России (европейская часть России, Поволжье, Северный Кавказ, Западная Сибирь), Украине, Венгрии, Болгарии, Румынии, Молдове, Северном Казахстане. Встречаются в Азии, Африке, Северной и Южной Америке

Географически чернозёмы занимают значительные площади.

В Евразии зона чернозёмов охватывает Венгрию, Болгарию, Австрию, Чехию, Словакию, Балканский полуостров, Молдавию, Украину, Россию (Центрально-Чернозёмный район, Поволжье, Северный Кавказ, Южный Урал, Западную Сибирь), Монголию, Казахстан и КНР. В Северной Америке к зоне чернозёмов относятся западная часть США и юг Канады. В Южной Америке чернозёмы наблюдаются на юге Аргентины и в южных предгорных районах Чили.

Ведущее место в мире среди стран, на территории которых распространены чернозёмы, занимают Россия и Украина. Площади чернозёмов составляют здесь 52 % от мировой площади черноземов.

По составу почвенного покрова и другим природным и хозяйственным условиям чернозёмная зона России подразделена на несколько природно-хозяйственных областей: Волго-Донская степная, Заволжско-Сибирская, Сибирско-Алтайская, Средне-Сибирская.



**ПОЧВЫ РАВНИННЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

- |          |                                   |           |                        |  |           |
|----------|-----------------------------------|-----------|------------------------|--|-----------|
| <b>1</b> | Арктические и тундрово-глеевые    | <b>6</b>  | Серые лесные           |  | Болотные  |
| <b>2</b> | Мерзлотно-таежные                 | <b>7</b>  | Черноземы              |  | Солончаки |
| <b>3</b> | Вулканические лесные              | <b>8</b>  | Каштановые             |  | Солонцы   |
| <b>4</b> | Подзолистые и дерново-подзолистые | <b>9</b>  | Бурые полупустынные    |  | Пески     |
| <b>5</b> | Бурые лесные                      | <b>10</b> | Желтоземы и красноземы |  | Солоди    |

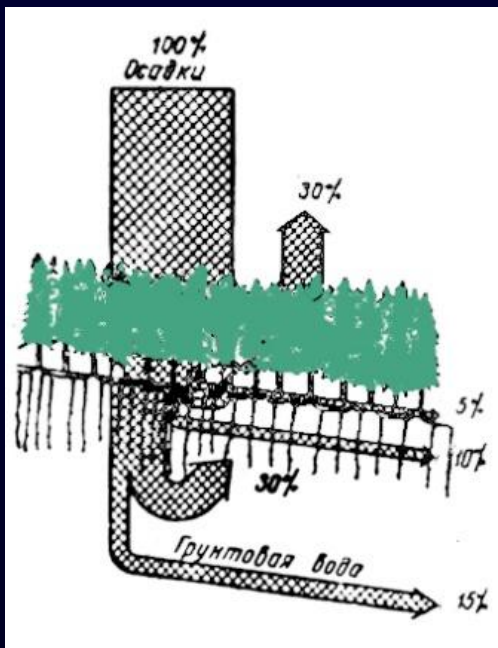
- ПОЧВЫ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ**
- 11** ПОЧВЫ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ
  - Ледники
  - Южная граница области распространения многолетней мерзлоты
- 0 600 км



## Центрально-Черноземный экономический район



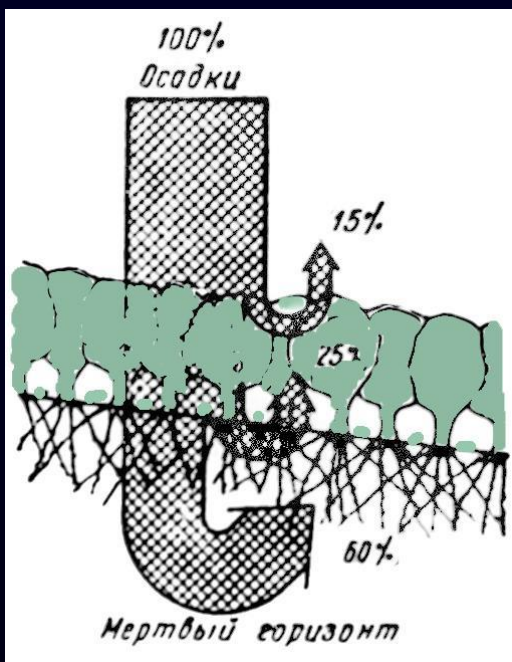
# Климатические условия



$KU =$

$\frac{Oc}{Исп}$

$= 0,7-0,9$  и  
 $0,5-0,6$



- В лесостепной зоне:  
Периодически промывной водный режим: промачивание почвенного профиля до грунтовых вод (один раз в 5-6 лет).
- В степной зоне:  
непромывной водный режим с глубиной промачивания 2,5-3 метра

# Почвообразующие породы



- Лёссы и лёссовидные суглинки (карбонатные) от легких до тяжелых суглинков
- Элювиально-делювиальные суглинки и глины, третичные глины (карбонатные)
- Покровные суглинки
- Большинство пород – карбонатные, реже встречаются бескарбонатные суглинки и глины . В отдельных провинциях породы могут содержать легкорастворимые соли и гипс.



# Рельеф

Рельеф зоны черноземных почв равнинный, слабоволнистый или увалистый



Наибольшей расчлененностью характеризуются территории Среднерусской и Приволжской возвышенности, Общего Сырта и Донецкого Кряжа



# Растительность лесостепи: чередование лесных и степных участков





# Луговая ковыльно-разнотравная степь



- Черноземы формируются на участках со степной растительностью. Травостой характеризуется мезофильными видами, степным разнотравьем, типичными степными растениями-высокостебельные ковыли, типчак, тимофеевка степная, ежа сборная, шалфей, таволга, горицвет, осока, клевера, лядвенец, эспарцет. Проективное покрытие достигает 90 %. На юге степная растительность представлена разнотравно-ковыльными и типчаково-ковыльными участками.



# Степная зона

- *Разнотравно-ковыльная степь:*

- Узколистные ковыли, типчак, тонконог, степной овес, колокольчики, молочай, клевер горный.

- *Типчаково-ковыльная степь:*

- Низкостебельные ковыли, типчак, житняк осоки.
- Дефицит влаги способствует развитию в этих степях эфемеров и эфемероидов: мортук, луковичный мятлик, тюльпаны, бурачек, полынь.
- Травы создают значительный объем биомассы, составляющий 25-30 т/га. Основная биомасса (60-80 %) сосредоточена в корневых системах растений. В биологический круговорот вовлекается от 600 до 1400 кг/га азота и зольных элементов







# Теории происхождения черноземов:

- 1. Теория П. Палласа (1799) о морском происхождении черноземов, согласно которой черноземы образовались из морского ила и разложения органических остатков при отступлении моря.

- 2. Теория Э. Эйхвальда (1850) и Н. Борисяка (1852)- болотное происхождение черноземов, т.е. черноземы возникли при высыхании болот.

- Теория В. В. Докучаева о растительно-наземном происхождении черноземов: т.е. черноземы образовались при изменении почвообразующих пород под воздействием растительности и климата. В. В. Докучаев развил идею М. В. Ломоносова (1763) о растительно-наземном происхождении черноземов.

- Черноземы сформировались в послеледниковый период в течении последних 10-12 тыс. лет.

# Процессы почвообразования

1. Дерновый (аккумулятивный) процесс почвообразования в результате которого формируется гумусово-аккумулятивный горизонт А, мощностью 40-100 см зернистой или зернисто-комковатой структурой.

2. Элювиальный процесс выщелачивания карбонатов, который сопровождается миграцией  $\text{CaCO}_3$  вниз по профилю во влажные годы и восходящей миграцией в сухие периоды. Процесс выщелачивания и миграции карбонатов приводит к формированию в профиле черноземов иллювиально-карбонатного горизонта, а в степных подтипах – в нижней части профиля накапливаются легкорастворимые соли и гипс.

# Процессы почвообразования

- Оглинивание – локальное образование вторичных глинистых минералов как при выветривании первичных минералов, так и в результате синтеза из продуктов разложения опада.
- На основной (дерновый) процесс почвообразования могут накладываться второстепенные процессы – оподзоливание, солонцовый процесс, оглеение.

# Строение профиля



- (A0) – степной войлок или дернина
- А – гумусово-аккумулятивный горизонт, темно-серый с бурым оттенком, однородный, зернистой или зернисто-комковатой структуры, содержание гумуса 4-16 %, мощностью 20-60 см, постепенно переходящий в следующий горизонт;
- АВ (В1) – нижняя часть гумусового горизонта, светлее предыдущего с общим побурением книзу, зернисто-комковатой или комковатой структуры, содержание гумуса 2,5-4%, мощностью 40-80 см.
- В2 (Вк) переходный (горизонт гумусовых затеков) или иллювиально-карбонатный, бурый, неоднородный, комковато-ореховатой или ореховато-призматической структуры, содержание гумуса 1,5-2,5 %, часто содержит карбонаты в форме псевдомицелия, белоглазки, журавчиков
- С<sub>к</sub> материнская порода, как правило карбонатная

# Классификация черноземов

Подтип и строение профиля Ч	Мощность А+АВ (В <sub>1</sub> ), см	Глубина вскипания	Характерные признаки	Состав обменных катионов и реакция среды
(Ч <sup>оп</sup> ) оподзоленный А С <sup>(1)</sup> +А <sub>2</sub> В+В <sub>1</sub> +В <sub>2</sub> +С	До 75-90	С	Присыпка SiO <sub>2</sub> на поверхности отдельностей в А <sub>1</sub> А <sub>2</sub> или А <sub>2</sub> В, обильные темные пленки и затеки гумуса в В <sub>2</sub>	Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , H <sup>+</sup> слабокислая или близкая к нейтральной
(Ч <sup>в</sup> ) выщелоченный А+АВ(В <sub>1</sub> )+В <sub>2</sub> +С	До 90-100	В <sub>2</sub> , или верхняя часть С	Присыпка SiO <sub>2</sub> отсутствует, В <sub>2</sub> ореховато-призматический, уплотнен	Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , H <sup>+</sup> слабокислая или близкая к нейтральной
(Ч <sup>т</sup> ) типичный А+АВ(В <sub>1</sub> )+В <sub>2</sub> +С	До 100-130	Нижняя часть В <sub>1</sub>	Карбонаты в виде пятен и белоглазки с глубины 60-70 см	Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> нейтральная
(Ч <sup>об</sup> ) обыкновенный А+АВ(В <sub>1</sub> )+В <sub>2</sub> +С	До 65-80	В <sub>1</sub>	Карбонаты в форме белоглазки, В <sub>2</sub> – горизонт гумусовых затеков	Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Na <sup>+</sup> нейтральная или слабощелочная
(Ч <sup>ю</sup> ) южный А+АВ(В <sub>1</sub> )+В <sub>2</sub> +С	До 45-65	А, или верхняя часть В <sub>1</sub>	Карбонаты в форме белоглазки, В <sub>1</sub> и В <sub>2</sub> уплотнены, в С (1,5-2 м) гипс	Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Na <sup>+</sup> нейтральная или слабощелочная

# Роды

Обычные - выделяются во всех подтипах; признаки и свойства соответствуют основным характеристикам подтипа. В полном наименовании чернозема термин этого рода опускается.

Слабодифференцированные - развиты на супесчаных породах, типичные признаки черноземов выражены слабо (окраска, структура и т. п.)

Глубоковскипающие - вскипают более глубоко, чем род «обычные черноземы», в связи с более выраженным промывным режимом за счет облегченного механического состава или условий рельефа. Выделяются среди типичных. Обыкновенных и южных черноземов.

Бескарбонатные - развиты на породах, бедных силикатным кальцием, вскипание и выделение карбонатов отсутствует; встречаются преимущественно среди типичных, выщелоченных и оподзоленных подтипов черноземов.

Солонцеватые - в пределах гумусового слоя имеют уплотненный солонцеватый горизонт с содержанием обменного Na более 5% от емкости; выделяются среди обыкновенных и южных черноземов.

# Роды

Осолоделые - характеризуются наличием белесой присыпки в гумусовом слое, потечностью гумусовой окраски, лакировкой и примазками по граням структуры в нижних горизонтах, иногда наличием обменного натрия; распространены среди типичных, обыкновенных и южных черноземов.

Глубинно-глеевые - развиты на двучленных и слоистых породах, а также в условиях длительной сохранности зимней мерзлоты.

Слитые - развиты на иловато-глинистых породах в теплых фациях, характеризуется высокой плотностью горизонта В. Выделяются среди черноземов лесостепи.

Неполноразвитые - имеют слаборазвитый профиль в связи с их молодостью или формированием на сильноскелетных или хрящевато-щебнистых породах.

Щельные – характеризуются образованием глубоких трещин (холодная фация)



# Классификация черноземов

## деление на виды

По мощности гумусовых горизонтов А+В <sub>1</sub> , см		По содержанию гумуса в гумусовом горизонте, %		Степень выщелоченности	
Маломощные	< 40	Слабогумусированные	< 4	Слабовыщелоченные	< 20
Среднемощные	40-80	Малогумусные	4-6	Средневыщелоченные	20-40
Мощные	80-120	Среднегумусные	6-9	Сильновыщелоченные	> 40
Сверхмощные	> 120	Тучные	> 9		

Степень выщелоченности – по мощности невоскипающей прослойки между гумусовым и карбонатным горизонтами

Черноземные почвы в лесостепной зоне представлены оподзоленными, выщелоченными, и типичными черноземами.

Черноземы оподзоленные. В гумусовом слое имеют остаточные признаки воздействия подзолистого процесса в виде белесой присыпки - главного отличительного морфологического признака этого подтипа. Гумусовый профиль оподзоленных черноземов серой, реже темно-серой окраски в горизонте А и заметно светлее в горизонте В. Белесая присыпка при обильном ее содержании придает профилю чернозема седовато-пепельный оттенок. Обычно она в виде белесоватого налета как бы припудривает структурные отдельности в горизонте В1, но при сильной оподзоленности белесый оттенок бывает и в горизонте А.

Карбонаты залегают значительно ниже границы гумусового слоя (обычно на глубине 1,3-1,5 м). Поэтому в оподзоленных черноземах под гумусовым слоем выделяется буроватый или красновато-бурый выщелоченный от карбонатов иллювиальный горизонт ореховатой или призматической структуры с отчетливой лакировкой, гумусовыми примазками и белесой присыпкой на гранях. Постепенно эти признаки ослабевают, и горизонт переходит в породу, содержащую на некоторой глубине карбонаты в виде известковых трубочек, журавчиков. Разделяются на роды - обычные, слабодифференцированные, слитые, бескарбонатные.

При классификации оподзоленных черноземов на виды, помимо деления по мощности и гумусированности, они подразделяются по степени оподзоленности на слабооподзоленные и среднеоподзоленные.

### Черноземы выщелоченные.

В отличие от оподзоленных черноземов не имеют кремнеземистой присыпки в гумусовом слое.

Горизонт А темно-серой или черной окраски, с отчетливо выраженной зернистой или зернисто-комковатой структурой, рыхлого сложения. Мощность его колеблется от 30-35 до 40-50 см. Нижняя граница горизонта В1 залегает в среднем на глубине 70-80 см, но иногда может проходить и ниже. Характерная морфологическая особенность выщелоченных черноземов - наличие под горизонтом В1 выщелоченного от карбонатов горизонты В2. Этот горизонт имеет ясно выраженную буроватую окраску, гумусовые затеки и примазки, ореховато-призматическую или призматическую структуру. Переход в следующий горизонт - ВС или С - обычно отчетливый, и граница выделяется по скоплению карбонатов в виде известковой плесни, прожилок.

Основные роды - обычные, слабодифференцированные, бескарбонатные, глубинно-глеевые, слитые.

### Черноземы типичные.

Обычно имеют глубокий гумусовый профиль (90-120 см и даже больше) и содержат карбонаты в гумусовом слое в виде мицелия или известковых трубочек. Карбонаты появляются чаще с глубины 60-70 см. Для более детальной морфологической характеристики гумусового слоя выделяется ниже горизонта А два переходных по гумусовой окраске горизонта - АВ1 и В1.

Горизонт АВ1 темно-серый со слабым, буроватым оттенком книзу, а В1 уже отличается отчетливым бурым оттенком. В нижней части горизонта АВ1 или чаще всего в горизонте В1 видны выцветы карбонатов.

Горизонт В2 (ВС) и порода содержат карбонаты в форме мицелия, известковых трубочек и журавчиков.

Разделяются на следующие роды: Обычные, бескарбонатные, глубоковскипающие, карбонатные осолоделые.

## Черноземы степной зоны

Черноземы в степной зоне представлены обыкновенными и южными черноземами.

### Черноземы обыкновенные.

Горизонт А темно-серый или черный, с отчетливой зернистой или комковато-зернистой структурой., мощностью 30-40 см. Постепенно переходит в горизонт В1 - темно-серый с ясным буроватым оттенком, с комковатой или комковато-призматической структурой. Чаще всего мощность гумусового слоя у обыкновенных черноземов составляет 65-80 см.

Ниже горизонта В1 залегает горизонт гумусовых затеков В2, который часто совпадает с карбонатным иллювиальным горизонтом или очень быстро переходит в него. Карбонаты содержатся в форме белоглазки. Этот признак отличает обыкновенные черноземы от подтипов лесостепной зоны.

Подтип обыкновенные черноземы делится на роды: обычные, карбонатные, солонцеватые, глубоковскипающие, слабодифференцированные и осолоделые.

## Черноземы южные

Занимают южную часть степной зоны и непосредственно граничат с темно-каштановыми почвами.

Горизонт А мощность 25-40 см имеет темно-серую или темно-бурую окраску часто с небольшим коричневым оттенком, комковатой структуры. Горизонт В1 характеризуется ясной коричнево-бурой окраской, комковато-призматической структурой. Общая мощность гумусового слоя (А+В1) 45-60 см.

В иллювиальном карбонатном горизонте обычно отчетливо выражена белоглазка. Линия вскипания расположена в нижней части горизонта В1 или на границе гумусового слоя.

Южные черноземы подразделяются на следующие роды: обычные, солонцеватые, карбонатные, глубоковскипающие, слабодифференцированные и осолоделые.

## Гранулометрический и минералогический состав черноземов

По гранулометрическому составу черноземы почвы разнообразны, но преобладают средне-, тяжелосуглинистые и глинистые их разновидности.

Общая особенность почв черноземного типа - отсутствие заметных изменений грансостава в процессе почвообразования. По профилю типичных, обыкновенных и южных черноземов фракция ила распределяется равномерно. Лишь в оподзоленных черноземах и частично в выщелоченных наблюдается небольшое увеличение илистой фракции вниз по профилю. Некоторое обеднение илом верхней части профиля отмечается также в солонцеватых и осолоделых черноземах.

В минералогическом составе илистой фракции преобладают минералы монтмориллонитовой и гидрослюдистой, реже каолиновой групп. Из других вторичных минералов распространены окристаллизованные полутораоксиды железа, аморфные вещества и небольшое количество высокодисперсного кварца, не проявляющего свойства коллоидов.

Высокодисперсные минералы распределены по профилю равномерно. Различия в минералогическом составе черноземов связаны с особенностями пород и условиями выветривания первичных минералов.

Валовый химический состав по профилю распределяется обычно равномерно, за исключением оподзоленных и выщелоченных (небольшие колебания)

## Химический состав черноземов

Важнейшие его особенности - богатство черноземов гумусом, биогенная аккумуляция в гумусовом профиле элементов питания растений, относительная однородность валового состава минеральной части по профилю, иллювиальный характер распределения карбонатов и выщелоченность почв от легкорастворимых солей.

Содержание гумуса в черноземах составляет от 3 до 12-15 % и зависит от факторов почвообразования, особенностей гранулометрического, минералогического и химического состава почвообразующих пород.

Гумус характеризуется преобладанием ГК над ФК ( $C_{гк}:C_{фк} = 1,5-2$ ) и их фракций, связанных с кальцием (2-я фракция). ГК высококонденсированные, а ФК имеют более сложный состав по сравнению с подзолистыми почвами и почти полным отсутствием их свободных (активных форм 1-й фракции).

Содержание гумуса постепенно уменьшается с глубиной, что связано с распределением корневых систем травянистой растительности.

Почвы имеют высокие и очень высокие запасы гумуса как в 20-сантиметровом, так и метровом слое почвы.

Максимальные запасы гумуса имеют глинистые и тяжелосуглинистые типичные, обыкновенные и выщелоченные черноземы центральной фации.

В соответствии с содержанием гумуса колеблется и количество азота (0,2-0,5%).



Иллювиальный характер распределения карбонатов кальция в черноземах обусловлен особенностями их водного и термического режимов, динамики  $\text{CO}_2$  в почвенном воздухе и почвенном растворе. Весной, в период наибольшего развития нисходящих токов, происходит вымывание карбонатов. Однако если оно не достигает глубины максимального промачивания, как это отмечается для легкорастворимых солей, а задерживается из-за очень слабой растворимости карбонатов кальция и низких концентраций углекислоты в почвенном воздухе и почвенном растворе, поскольку в это время в почве еще не протекают активные биологические процессы. Последующее повышение температуры активизирует дыхание корней и активизирует деятельность микроорганизмов, что приводит к увеличению концентрации  $\text{CO}_2$  в почвенном растворе и, как следствие, к большему образованию бикарбоната кальция, который с восходящими токами начинает подниматься вверх по профилю. Вследствие повышения температуры при движении растворов вверх по профилю и удалению углекислоты бикарбонат переходит в карбонат и выпадает из раствора. Выпадение карбонатов по мере их поднятия с восходящими токами также связано с расходом воды на испарение и потребление растениями.

Так складывается характерное для черноземов сезонное колебание верхней границы распространения карбонатов: она опускается весной и осенью и опускается летом. Масштабы этих колебаний зависят от зональных и фациальных условий почвообразования, а также от механического состава почв.

Богатство черноземов гумусом, интенсивная миграция биогенного кальция определяют их благоприятные физико-химические свойства: черноземы характеризуются высокой емкостью поглощения катионов (30-70 мг экв), насыщенностью основаниями (91-99%), близкой к нейтральной реакцией верхних горизонтов и высокой буферностью. В составе обменных катионов доминирует  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  (составляет 15-20% от суммы). Горизонты, содержащие свободные карбонаты, имеют слабощелочную и щелочную реакцию.

В оподзоленных и выщелоченных черноземах в поглощающем комплексе присутствует  $\text{H}^+$ , гидролитическая кислотность может достигать величины 7 мг экв, снижается S до 80-90 %. В обыкновенных и южных черноземах в составе поглощенных катионов находится небольшое количество  $\text{Na}^+$  (до 3 %) и несколько возрастает доля  $\text{Mg}^{2+}$  по сравнению с другими подтипами черноземов. В черноземах солонцеватых возрастает количество обменного натрия (3-20 %).

Физические свойства черноземных почв в значительной мере определяется высоким содержанием в них гумуса, мощностью гумусовых горизонтов и хорошей структурированностью. Поэтому черноземы характеризуются благоприятными физическими свойствами: рыхлым сложением в гумусовом слое, высокой влагоемкостью и хорошей влагопроницаемостью.

Лучше всего оструктурены выщелоченные, типичные и обыкновенные черноземы тяжелосуглинистые и глинистые. Оподзоленные и южные черноземы отличаются пониженным содержанием водопрочных агрегатов. При распашке черноземов и длительном их сельскохозяйственном использовании количество водопрочных агрегатов в пахотном горизонте снижается, однако в типичных и обыкновенных черноземах оно сохраняется еще на довольно высоком уровне.

Благодаря хорошей оструктуренности плотность черноземов в гумусовых горизонтах невысокая и колеблется в пределах 1-1,2 г/см<sup>3</sup> и лишь в подгумусовых возрастает до 1,3-1,5 г/см<sup>3</sup>. Плотность может заметно увеличиваться в выщелоченных иллювиальных горизонтах обыкновенных и южных черноземов. Солонцеватые черноземы отличаются повышенной плотностью в горизонте В1.

Плотность твердой фазы в черноземов в верхних горизонтах невысокая (2,4-2,5 г/см<sup>3</sup>), что обусловлено богатством верхних частей профиля гумусом. В подгумусовых горизонтах и в породе ее величина возрастает до 2,55-2,65.

Хорошая структурированность черноземов определяет их высокую пористость в гумусовых горизонтах (50-60%), которая постепенно уменьшается с глубиной. Для черноземных почв характерно благоприятное соотношение некапиллярной и капиллярной пористости (1:2), что обеспечивает хорошую воздухо- и водопроницаемость черноземов.

Наибольшая водопроницаемость у пахотных горизонтов А и верхней части горизонта В1, где хорошо выражена водопрочная комковатая и зернистая структура. Пахотная часть горизонта А впитывает влагу в 1,5-2,5 раза медленнее, чем подпахотная, что обусловлено распылением структуры и уплотнением горизонта. Глубокая обработка черноземных почв и поддержание их поверхности в рыхлом состоянии способствует наилучшему поглощению осадков. Мощный гумусовый слой определяет высокую влагоемкость черноземов.

# Эрозия почв





# Эрозия почв



# Эрозия почв





Спасибо за внимание

