

УДК 631.4

**Влияние сельскохозяйственного использования на содержание и минералогический состав водопептизируемого ила чернозема типичного в Курской области**

*Чинилин А.В.<sup>1,2</sup>, Мамонтов В.Г.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Российский государственный аграрный университет имени К.А. Тимирязева*

<sup>2</sup>*Почвенный институт имени В.В. Докучаева*

**Аннотация**

*Длительное сельскохозяйственное использование чернозема типичного Курской области привело к увеличению содержания водопептизируемого ила. Если в целинном черноземе содержание водопептизируемого ила составило 0,81%, то при возделывании озимой пшеницы (бессменно и в севообороте) его количество возросло до 2,29-2,58 %, а в черноземе под бессменным паром достигло 3,47%. Из первичных минералов в составе водопептизируемого ила абсолютно преобладает кварц, а из вторичных глинистых минералов – гидрослюды и смешаннослойные образования. Под влиянием бессменного пара в составе водопептизируемого ила чернозема типичного по сравнению с целинным черноземом на 5,46% увеличилось содержание кварца, тогда как количество гидрослюды и хлорита уменьшилось на 6,72 и 1,06 %, соответственно. Аналогичные, но менее выраженные изменения произошли с минералогическим составом водопептизируемого ила в вариантах с озимой пшеницей*

**Ключевые слова:** ЧЕРНОЗЕМ ТИПИЧНЫЙ, ЦЕЛИНА, БЕССМЕННАЯ ОЗИМАЯ ПШЕНИЦА, СЕВООБОРОТ, БЕССМЕННЫЙ ПАР, ВОДОПЕПТИЗИРУЕМЫЙ ИЛ, ПЕРВИЧНЫЕ МИНЕРАЛЫ, ВТОРИЧНЫЕ ГЛИНИСТЫЕ МИНЕРАЛЫ

**Введение**

Характерной особенностью многих почв является наличие в твердой фазе тонкодисперсных частиц, находящихся в свободном состоянии и пептизирующихся водой. Интерес к изучению этой фракции гранулометрических элементов был заложен, по-видимому, еще работами К.К. Гедройца [1]. В последующем часть илистой фракции, пеп-

тизирующуюся в воде, стали выделять в особую категорию водопептизируемого ила. Особенно большое значение ей придавалось в работах, посвященных изучению солонцовых почв. Подчеркивалось, что водопептизируемый ил подвижен, тиксотропен, устойчив к коагуляции вследствие обогащенности его аморфными гидрофильными коллоидами и подвижными формами гумуса [2-5]. Некоторые исследователи высказывали мнение, что водопептизируемый ил играет решающую роль в проявлении солонцеватости почв, объясняя это его высоким содержанием в солонцовых и солонцеватых горизонтах [3, 6, 7]. Действительно, солонцы, как правило, характеризуются высоким содержанием водопептизируемого ила. Так, например, черноземные солонцы содержат в иллювиальных горизонтах от 5,2-8,2 % до 34,6-40,5 % водопептизируемого ила (от массы почвы), что составляет от 14,4-19,8 % до 34,6-40,5 % от общего содержания илистой фракции [8]. Считается, что высокое содержание водопептизируемого ила обуславливает неблагоприятные агрофизические свойства почвы: увеличиваются набухание, вязкость и липкость почвенной массы, снижается пористость, ухудшаются фильтрация и газообмен почвенного воздуха с атмосферным [3, 4, 6, 8, 9].

В связи с этим водопептизируемый ил стали изучать не только в солонцовых, но и в других почвах, в том числе и не содержащих обменной натрий. Согласно полученным данным, в пахотном слое выщелоченных черноземов Предволжья и Закамья содержание водопептизируемого ила изменялось от 10,1-12,3 % до 21,8-31,6 % [9]. На обширном экспериментальном материале показано, что в верхних горизонтах почвенного профиля содержание водопептизируемого ила варьирует от 4,7-5,8 % в светло-каштановой и дерново-подзолистой почвах до 42,1-61,5 % в луговой темноцветной слитой почве [10]. На низком уровне (1,0-1,8 %) находится содержание водопептизируемого ила в почвах Болгарии [11].

Установлено, что в пахотных почвах вследствие разрушения структуры содержание водопептизируемого ила возрастает [11, 12]. Поэтому изучение содержания и состава водопептизируемого ила имеет большое значение для оценки агрофизического состояния пахотных почв и характера процессов их трансформации под влиянием агрогенеза.

#### **Объекты и методы исследования**

Объектом исследования служил чернозем типичный тяжелосуглинистый. Почвенные образцы отбирались в Центрально-Черноземном государственном биосферном запо-

=====  
веднике имени А.А. Алехина на участке целинной некосимой степи из гумусово-аккумулятивного горизонта А чернозема (слой мощностью 5-25 см) и участке бессменного пара, заложенного в 1947 году. До распашки этот участок Стрелецкой степи использовался как сенокосное угодье. Борьба с сорняками ведется путем культивации почвы и периодической вспашки на глубину 22-24 см. Также образцы пахотного чернозема типичного были отобраны на стационарном полевом опыте Петринского опорного пункта Курского НИИ АПП, заложенном в 1964 г. на делянках с озимой пшеницей. Изучались следующие варианты опыта: бессменная озимая пшеница без удобрений и озимая пшеница в севообороте + НРК со следующим чередованием культур.

1. Клевер 1 г.
2. Озимая пшеница + N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>.
3. Сахарная свекла + N<sub>90</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>.
4. Кукуруза + N<sub>80</sub>P<sub>70</sub>K<sub>70</sub>.
5. Ячмень + клевер + навоз 20 т.

Свойства исследуемых почв приведены в ранее опубликованных работах [12, 13].

Для определения содержания и получения образцов водопептизируемого ила использовали метод Качинского [14]. Образцы водопептизируемого ила получали путем выпаривания почвенной суспензии на водяной бане. Минералогический состав водопептизируемого ила анализировали рентген-дифрактометрическим методом. Рентген-дифрактограммы получали для воздушно-сухих образцов, насыщенных этиленгликолем и прокаленных при t 550°C в течение 2 часов. Полуколичественное содержание минералов определяли согласно имеющимся рекомендациям [15].

### **Результаты и их обсуждение**

Согласно полученным ранее данным, длительное использование чернозема типичного в пашне оказало большое влияние на некоторые его свойства. Наиболее существенные изменения произошли с содержанием общего гумуса и водоустойчивых агрегатов. В результате длительного использования чернозема в пашне содержание общего гумуса уменьшилось на 24-48 % от его содержания в целинной почве, а количество водоустойчивых агрегатов уменьшилось на 36-41 % [12, 16]. Эти негативные изменения отразились на

содержании водопептизируемого ила, содержание которого в пахотных почвах заметно возросло (табл. 1).

Таблица 1. Влияние длительного сельскохозяйственного использования на содержание водопептизируемого ила в черноземе типичном Курской области

Статистический показатель	Варианты			
	Целина	Бесменная озимая пшеница	Озимая пшеница в севообороте	Бесменный пар
M	0,81	2,29	2,58	3,47
m	0,135	0,092	0,084	0,115
$M \pm m \cdot t_{05}$	0,58	0,40	0,36	0,50

Если в целинном черноземе содержание водопептизируемого ила находится на очень низком уровне и составляет всего 0,81%, то в пахотных почвах его количество существенно возрастает (рис. 1).



Рис. 1. Содержание водопептизируемого ила в черноземе типичном при различном использовании (%)

В черноземе (в варианте с бесменной озимой пшеницей) содержание водопептизируемого ила составило 2,29%, что в 2,8 раза выше, чем в целинном черноземе. В черно-

земле, где озимая пшеница возделывалась в севообороте, содержание водопептизируемого ила равно 2,58%, что в 3,2 раза выше по сравнению с целинным черноземом. Больше всего водопептизируемого ила отмечается в черноземе бесменного пара. Здесь его количество достигло 3,47%. Это в 1,4-1,5 раза больше по сравнению с вариантами, где возделывалась озимая пшеница, и в 4,3 раза превосходит его количество в целинном черноземе.

Минералогический состав оказывает большое и разностороннее влияние на свойства почв и во многом определяет их плодородие. Непосредственно от состава и содержания минералов зависят емкость поглощения, предел в содержании гумуса, водно-физические свойства почв, обеспеченность растений доступными формами макро- и микроэлементов [17]. Хотя минералогический состав относится к числу относительно устойчивых почвенных показателей, в работах ряда исследователей установлена его трансформация под влиянием интенсивного сельскохозяйственного использования почв [18, 19]. Ранее для этих объектов Н.П. Чижиковой и др. [20] было установлено, что применение минеральных удобрений и бесменное парование приводит к уменьшению прочности связи между минеральными компонентами микронной размерности, разрушению слюда-сметитовых образований с высоким содержанием сметитовых пакетов, активизации процессов механической дезинтеграции кластогенных минералов. Применение навоза предотвращает переход ила в более мобильное состояние. На фоне разрушения сметитовой фазы, дегградации слюда, гидрослюда, хлоритов происходит относительное накопление в тонких фракциях каолинитов, кварца, полевых шпатов. Наибольшее количество кварца отмечается под бесменным паром. Предполагается, что в таких условиях активизируется процесс механического дробления зерен кварца под влиянием более контрастных температурных перепадов.

В почвах суглинистого и глинистого гранулометрического состава твердая фаза обычно (в той или иной мере) агрегирована. Поэтому представляется, что в наибольшей мере экзогенному воздействию будут подвергаться те элементарные почвенные частицы, которые не локализованы внутри почвенных агрегатов, а находятся на их поверхности или в свободном состоянии. К таким частицам, несомненно, следует отнести водопептизируемый ил.

Судя по рентгенограммам (рис. 2), минералогический состав водопептизируемого ила чернозема типичного различного использования представлен первичными и вторичными глинистыми минералами и имеет сходные черты.

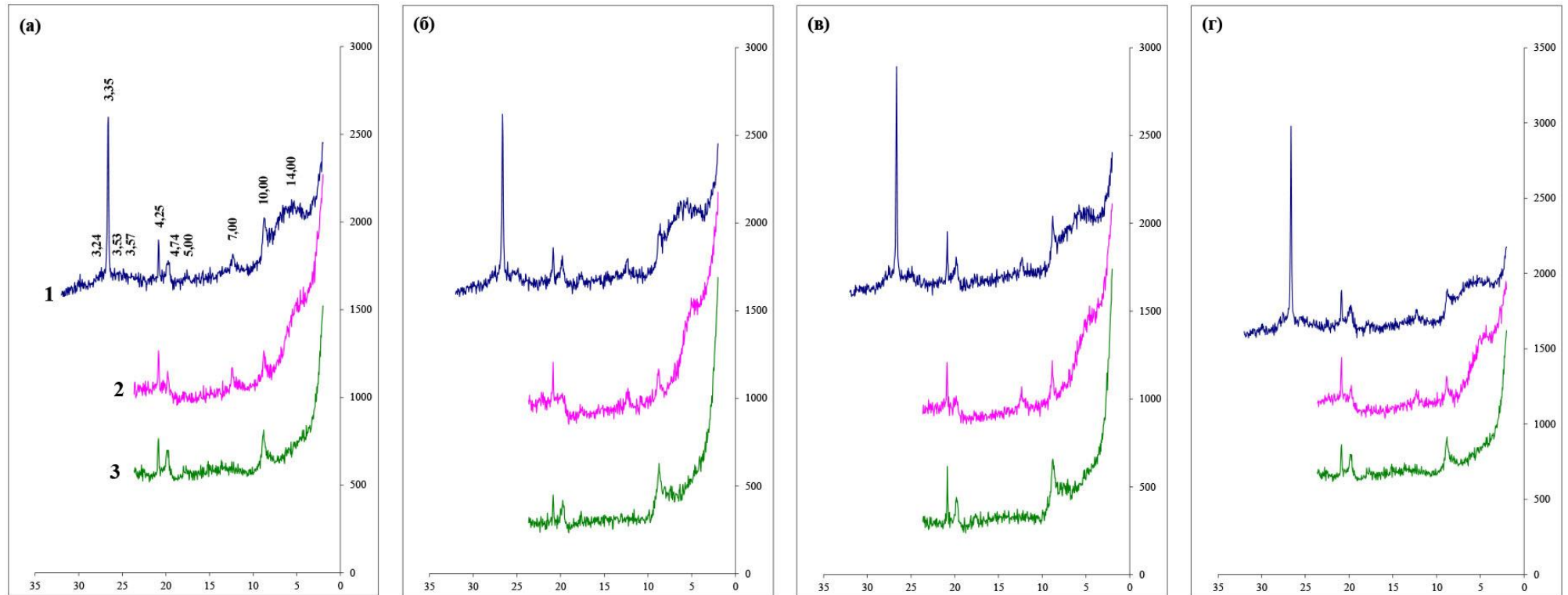


Рис. 2. Рентгенограммы минералогического состава водопептизируемого ила чернозема типичного различного использования

а – целина, б – бессменная озимая пшеница, в – озимая пшеница в севообороте, г – бессменный пар;

1 – воздушно-сухой образец, 2 – образец, насыщенный этиленгликолем, 3 – образец, прокаленный при  $t$  550°C

Из первичных минералов в нем присутствуют кварц и плагиоклазы, диагностируемые по отражениям 4,25 Å; 3,34 Å и 3,24 Å. Заметную роль в формировании минералогического состава водопептизируемого ила играют калиевые полевые шпаты, которые диагностируются по отражению 3,19 Å.

Из вторичных глинистых минералов в водопептизируемом иле присутствуют гидрослюда, хлорит и каолинит. Гидрослюда диагностируется по отражениям, соответствующим межплоскостным расстояниям 10,0, 4,9-5,03 и 3,33 Å, не изменяющимся в результате прокаливания образца при температуре 550°C в течение 2 часов и насыщения этиленгликолем. О присутствии хлорита свидетельствуют отражения от серии базальных плоскостей с межплоскостными расстояниями, равными 14,2; 7,0-7,10 и 4,74 Å. По отражениям 7,0-7,15 Å можно судить о присутствии каолинита, хотя его диагностика затруднена вследствие наложения отражения, соответствующего хлориту, на отражение каолинита [21].

Наряду с этими минералами в водопептизируемом иле обнаруживается глинистый смешаннослойный минерал слюда-сметитового типа с преобладанием сметитовых пакетов. Он диагностируется по наличию на рентгенограмме исходного воздушно-сухого образца базальных рефлексов, соответствующих межплоскостным расстояниям 14,3-14,7 Å и увеличивающихся после насыщения этиленгликолем до 17,0-17,8 Å с последующим сжатием кристаллической решетки в результате прокаливания при 550°C в течение 2 ч. до 10,0-13,0 Å. О преобладании сметитовых пакетов свидетельствует усиление почти в два раза интенсивности рефлекса 10,35 Å после прокаливания образца по сравнению с образцом, насыщенным этиленгликолем.

Среди первичных минералов в составе водопептизируемого ила целинного чернозема отчетливо преобладает кварц, содержание которого составило 12,04% (табл. 2).

В гораздо меньших количествах содержатся калиевые полевые шпаты – 6,25% и особенно плагиоклазы – 4,91%. Близкое содержание первичных минералов обнаруживается в водопептизируемом иле в вариантах с озимой пшеницей. Здесь количество кварца составило 13,24-14,04 %, калиевых полевых шпатов – 6,83-7,20 % и плагиоклазов – 5,35-5,58 %.

Под влиянием бессменного пара содержание первичных минералов в составе водопептизируемого ила чернозема типичного возросло и достигло: кварца – 7,12%, калиевых

полевых шпатов – 8,36% и плагиоклазов – 7,12%. Подобное явление уже отмечалось в литературе [20] и объясняется тем, что в условиях пара активизируется процесс механического дробления крупных зерен первичных минералов под влиянием более контрастных температурных перепадов.

Таблица 2. Влияние различного использования на минералогический состав водопептизируемого ила чернозема типичного Курской области

Вариант	Минералы						
	Кварц	Плагио- клазы	Калиевые полевые шпаты	Гид- рослю- да	Смешанно- слойные образования	Хлорит	Као- линит
Целина	12,04	4,91	6,25	41,62	22,97	7,00	5,21
Бесменная озимая пше- ница	13,24	5,58	7,20	38,37	26,04	3,62	5,95
Озимая пше- ница в сево- обороте	14,04	5,35	6,83	40,97	22,11	5,45	5,25
Бесменный пар	17,50	7,12	8,36	34,90	21,44	5,94	4,74

Из вторичных глинистых минералов в составе водопептизируемого ила целинного чернозема типичного отчетливо доминируют гидрослюды, содержание которых составило 41,62%. Следующим по значимости компонентом являются смешаннослойные образования, содержащиеся в количестве 22,97%. На долю хлорита и каолинита приходится 7,00 и 5,21 %, соответственно.

Содержание вторичных глинистых минералов в водопептизируемом иле чернозема, (вовлеченного в пашню), в основном, принципиально не изменилось. В вариантах с бесменной озимой пшеницей и озимой пшеницей в севообороте содержание гидрослюд составило 38,37-40,97 %, смешаннослойных образований – 22,11-26,04 %, каолинита – 5,25-5,95 %, однако содержание хлорита уменьшилось на 22-48 %. В варианте с бесменным паром содержание смешаннослойных образований и каолинита практически не изменилось, тогда как содержание гидрослюд уменьшилось на 16%, а хлорита – на 15%.

### Выводы

1. Для целинного чернозема типичного характерно очень низкое содержание водопептизируемого ила, не превышающее 1% от массы почвы. Под влиянием озимой пшени-



цы (бессменной и в севообороте) содержание водопептизируемого ила возросло в 2,8-3,2 раза. Под влиянием бессменного пара содержание водопептизируемого ила в черноземе типичном увеличилось в 4,3 раза (по сравнению с целинным аналогом).

2. Под влиянием сельскохозяйственного использования в составе водопептизируемого ила чернозема типичного увеличивается содержание кварца и уменьшается количество гидрослюд и хлорита.

### Список использованных источников

1. Гедройц К.К. Избранные труды. – М.: Наука. – 1975. – 640 с.
2. Базилевич Н.И., Манукян Р.Р., Градусов Б.П., Чижикова Н.П., Черняховский А.Г. Изменение илистой фракции при химической мелиорации содовых солонцов-солончаков Армении // Почвоведение. – 1977, № 5. – С. 105-117.
3. Минкин М.Б., Бабушкин В.М., Садименко П.А. Солонцы юго-востока Ростовской области. – Ростов: Изд-во Ростовского ун-та. – 1980. – 272 с.
4. Панов Н.П. Коллоидно-химическая сущность солонцеобразования // Успехи почвоведения: сб.статей. – М.: Наука. – 1986. – С. 217-222.
5. Гусейнов А.М., Гусейнов Н.В., Гусейнова А.К. Физико-химическая сущность солонцеобразования в условиях Азербайджанской Республики // Плодородие. – 2014, № 3. – С. 31-33.
6. Данилова Е.К. Процессы полимеризации и деполимеризации коллоидов почвы в связи с образованием корки // Труды Саратовского СХИ. – 1966, т. 2/13. – С. 28-37.
7. Пономарева Н.С., Парфенов А.И. Изучение водопептизируемого ила в солонцах Омской области // Научные труды Омского СХИ. – 1969, т. 73. – С. 23-30.
8. Кирюшин В.И., Бабич А.И. Физико-химические и физические свойства черноземных солонцов Казахстана с различным содержанием обменного натрия // Вопросы генезиса, мелиорации и охраны почв Северного Казахстана: сб.статей. – Целиноград: – 1972. – С. 70-96.
9. Колоскова А.В., Гилязов С.М. Содержание, состав и свойства водопептизируемого ила черноземов выщелоченных Татарии в условиях интенсивного земледелия // Плодородие черноземов в связи с интенсификацией их использования: сб.статей. – Москва. – 1991. – С. 123-133.
10. Золотарева Б.Н. Гидрофильные коллоиды и почвообразование. – М.: Наука. – 1982. – 60 с.
11. Дилкова Р., Керчев Г. Деградация физических свойств почв под влиянием их сельскохозяйственного использования // Roczniki Gleboznawcze. – 1985, т. 36 (1). – С. 79-83.

12. Мамонтов В.Г., Артемьева З.С., Лазарев В.И. и др. Сравнительная характеристика свойств целинного, пахотного и залежного чернозема типичного Курской области // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. – 2020, № 101. – С. 182-201.

13. Длительные полевые опыты на черноземах Курской области (путеводитель). – Курск: ГНУ Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии РАСХН. – 2010. – 35 с.

14. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. – Москва: Агропромиздат. – 1986. – 416 с.

15. P.D. Johnson, J.C. Matti, I. Zemmels. Methods of sample preparation an X-ray diffracton data analis. X-ray Minerology Laboratory Deep Sea Drilling Project // Init. Repts. – Washington. – 1975. – С. 999-1007.

16. Мамонтов В.Г., Когут Б.М., Родионова Л.П. и др. Влияние сельскохозяйственного использования чернозема типичного на его структурное состояние и содержание органического углерода в агрегатах разного размера // Известия ТСХА. – 2016, № 6. – С. 22-31.

17. Карпачевский Л.О. Экологическое почвоведение. – М.: ГЕОС. – 2005. – 336 с.

18. H.Tributh, E. Boguslavski, A. Lieres, D. Steffens, K. Mengel. Effect of potassium removal by crops on transformation of illitic clay minerals // Soil Science. – 1987, vol. 143, № 6. – С. 404-409.

19. Чижикова Н.П. Изменение минералогического состава илистых фракций и их подвижности в дерново-подзолистых почвах под влиянием внесения удобрений // Минералогический состав и микростроение почв в решении вопросов их генезиса и плодородия: сб. науч. тр. – Москва. – 1990. – С. 16-29.

20. Чижикова Н.П. Сапожников П.М., Иванов Д.Ю. Влияние удобрений и пара на тонкодисперсную часть черноземов // Почвоведение. – 1992, № 12. – С. 93-105.

21 Мамонтов В.Г., Чинилин А.В., Рогова О.Б. и др. Химический и минералогический состав фракций гранулометрических элементов чернозема Курской области // Известия ТСХА. – 2018, № 6. – С. 5-16.

#### Цитирование:

Чинилин А.В., Мамонтов В.Г. Влияние сельскохозяйственного использования на содержание и минералогический состав водопептизируемого ила чернозема типичного в Курской области // АгроЭкоИнфо. – 2020, №4. [http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2020/4/st\\_426.pdf](http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2020/4/st_426.pdf).