

Научная статья

УДК 631.4

DOI 10.24888/2541-7835-2023-28-99-113

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ НА КРЕМНИСТЫХ ПОРОДАХ ЮГО-ЗАПАДА КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Степанцова Людмила Валентиновна^{1✉}, Красин Вячеслав Николаевич²,

Мацнев Игорь Николаевич³, Красина Татьяна Владимировна⁴

^{1,2,3,4}ФГБОУ ВО Мичуринский государственный аграрный университет, Мичуринск, Россия

¹Stepanzowa@mail.ru[✉]

²krasin84@yandex.ru

³min74@mail.ru

Аннотация. Пестрый состав почвообразующих пород юго-запада Калужской области определяет формирование комплекса уникальных дерново-подзолистых почв, различающихся по степени проявления подзолистого процесса, гранулометрическому составу, физическим и водно-физическим свойствам. Дерново-подзолистые почвы на коре выветривания трепелов и опок имеют профиль А1-А2-А2f количество щебнистого материала органических пород составляет 5-20%, содержание ила в их профиле изменяется от 2-3% в верхних горизонтах до 30% в нижних. Низкая 0,6-0,7 г/см³ плотность почвы сопровождается слабой эрозионной устойчивостью. Широкий 25-30% диапазон активной влаги определяет хорошую обеспеченность влагой. Дерново-грунтово-глеевые почвы на коре выветривания трепелов и опок формируются в условиях близкого 1м залегания грунтовых вод и имеют профиль А1g-Вg-G. Плотность почвы - 0,9-1,1 г/см³, пористость выше 60%. Диапазон активной влаги 15-20%. Дерново-подзолистые почвы на водно-ледниковых отложениях малой мощности, подстилаемые корой выветривания трепелов и опок характеризуются дифференциацией профиля на горизонты А1-А2-Вg, количество щебнистого материала менее 10%, содержание ила изменяется от 1-2% - в верхних горизонтах до 20-25% - в нижних. Плотность верхних горизонтов около 1 г/см³, нижних 0,7-0,8 г/см³, диапазон активной влаги с глубины 20-50 см составляет 20-25%. Дерново-подзолистые почвы на водно-ледниковых отложениях мощностью более 50 см, подстилаемые корой выветривания трепелов и опок, имеют строение А2-А2-Вg-Сg, содержание щебнистого материала различного состава менее 5%, содержание ила изменяется от 1-2% до 12-15%, плотность в средней части профиля выше 1,4 г/см³, диапазон активной влаги менее 10%. Дерново-слабоподзолистые почвы на каменных песках имеют строение А1-А1А2-Вf. Количество щебнистого материала менее 1%, содержание песка более 70%, ила - менее 5%, плотность 1,1-1,2 г/см³, диапазон активной влаги менее 5%. Дерново-слабоподзолистые почвы на моренных отложениях, подстилаемые трепелами и опоками, характеризуются профилем А1g-А2g,fs-Вf-С. Количество щебнистого материала различного состава менее 5%, содержание ила изменяется от 2-3 до 15%, плотность горизонта А2 достигает 1,4 г/см³, диапазон активной влаги - 8-10%.

Ключевые слова: дерново-подзолистые почвы, опок, трепела, морена, водно-ледниковые пески, садопригодность, физические и водно-физические свойства, гранулометрический состав, морфология.

Для цитирования: Морфологические особенности и водно-физические свойства дерново-подзолистых почв на кремнистых породах юго-запада Калужской области / Л.В. Степанцова, В.Н. Красин, И.Н. Мацнев, Т.В. Красина // Агропромышленные технологии Центральной России. 2023. №2(28). С.99-113. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2023-28-99-113>.

Original article

MORPHOLOGICAL FEATURES AND WATER-PHYSICAL PROPERTIES OF SOD-PODZOLIC SOILS ON SILICEOUS ROCKS OF THE SOUTH-WEST OF THE KALUGA REGION

Lyudmila V. Stepanzova^{1✉}, *Vyacheslav N. Krasin*², *Igor' N. Matsnev*³, *Tat'yana V. Krasina*⁴

^{1,2,3,4}Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Russia

¹Stepanzova@mail.ru✉

²krasin84@yandex.ru

³min74@mail.ru

Abstract. *The variegated composition of the soil-forming rocks of the south-west of the Kaluga region determines the formation of a complex of unique sod-podzolic soils, differing in the degree of manifestation of the podzolic process, granulometric composition, physical and water-physical properties. Sod-podzolic soils on the weathering crust of trepels and flakes have a profile A1-A2-A2f the amount of gravelly material of organic rocks is 5-20%, the silt content in their profile varies from 2-3% in the upper horizons to 30% in the lower ones. Low 0.6-0.7 g/cm³ soil density is accompanied by weak erosion resistance. A wide 25-30% range of active moisture determines good moisture security. Sod-ground-gley soils on the weathering crust of trepels and flakes are formed under conditions of close 1m groundwater occurrence and have A1g-Bg-G profile. Soil density is 0.9-1.1 g/cm³, porosity is above 60%. The range of active moisture is 15-20%. Sod-podzolic soils on water-glacial deposits of low thickness, underlain by the weathering crust of trepels and flakes are characterized by differentiation of the profile into A1-A2-Bg horizons, the amount of gravelly material is less than 10%, the silt content varies from 1-2% - in the upper horizons to 20-25% - in the lower ones. The density of the upper horizons is about 1 g / cm³, the lower 0.7-0.8 g / cm³, the range of active moisture from a depth of 20-50 cm is 20-25%. Sod-podzolic soils on water-glacial deposits with a thickness of more than 50 cm, underlain by the weathering crust of trepels and flakes, have the structure A2-A2-Vd-Cg, the content of gravelly material of various compositions is less than 5%, the silt content varies from 1-2% to 12-15%, the density in the middle part of the profile above 1.4 g/cm³, the range of active moisture is less than 10%. Sod-slobodzolic soils on kama sands have the structure A1-A1A2-Bf. The amount of gravelly material is less than 1%, the sand content is more than 70%, silt is less than 5%, density is 1-1.2 g/cm³, the range of active moisture is less than 5%. Sod-weakly podzolic soils on moraine sediments, underlain by trepels and flanks are characterized by the profile A1g-A2g, fs-Bf-C. The amount of gravelly material of various compositions is less than 5%, the silt content varies from 2-3 to 15%, the density of the A2 horizon reaches 1.4 g/cm³, the range of active moisture is 8-10%.*

Keywords: *Keywords: sod-podzolic soils, flanks and trepels, moraine, water-glacial sands, horticultural suitability, physical and water-physical properties, granulometric composition, morphology.*

For citation: *Morphological features and water-physical properties of sod-podzolic soils on siliceous rocks of the south-west of the Kaluga region. L.V. Stepancova, V.N. Krasiv, I.N. Macnev, T.V. Krasina. Agro-industrial technologies of Central Russia. 2023. No 2(28). Pp. 99-113. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2023-28-99-113>.*

Введение

Трепела, опоки, диатомит – белая, светло-серая, очень легкая кремнистая органическая порода, состоящая из сцементированных раковин диатомовых водорослей или спикул губок. Его химический состав: окись кремния – 79,92 %, окись алюминия – 6,58 %, окись железа – 3,56 %, окись рубидия – 1,37 %, окись магния – 0,98 %, окись кальция – 1,43 %, окись титана – 0,48 % и др. [2]. В сельском хозяйстве существует два возможных направления использования этих природных материалов: в качестве носителей и наполнителей для пестицидов и для получения пролонгированных удобрений [7, 9]. Минералы кремния так же рассматривают как источник растворимого кремнезема, который играет важную роль в формировании плодородия почв, повышении продуктивности растений и их устойчивости к болезням и вредителям [12]. Внесение кремнистых пород оказывает существенное влияние на физические и водно-физические свойства. По данным И.М. Сухановой и др. [16], внесение 600 кг/га диатомита привело к снижению плотности серой лесной почвы на 0,15 г/см³ и увеличило оструктуренность агрегатов на 20 %. Н.Н. Багатырева и др. [6] в лабораторном эксперименте ус-

тановили, что добавление опоки способствовало резкому снижению водопроницаемости грунтов и повышению испаряемости.

Несмотря на то, что кремнистые органические породы достаточно широко распространены на земной поверхности, сведения о их влиянии на скорость и направленность почвообразовательных процессов ограничены. Нами было найдено только 3 значимых цикла работ.

В.Е. Глотов и др. [4] изучали подбуры в бассейне р Анадырь Магаданской области на кремнистых породах палеогена. Эти почвы характеризуются ярким проявлением оподзоливания, слабо выраженной оглееностью профиля. Несмотря на среднесуглинистый гранулометрический состав, почвы отличаются высокой водопроницаемостью, меньшей кислотностью, и лучшей обеспеченностью элементами питания, чем такие же почвы на магматических породах. Авторы отмечают перспективность этих почв для использования в сельском хозяйстве.

О.А. Константинов и др. [6] обратили внимание на особенности почвообразования на диатомитах среднего Зауралья в пределах Свердловской области. Были изучены дерново-подзолистые почвы, формирующиеся под сосновыми лесами на коренных берегах реки. Почвы характеризуются наличием мощной отбеленной элювиальной толщи с характерной структурой и визуально диагностируемыми следами растворения исходной породы. В статье приведены обширные данные по микроморфологии, но, к сожалению, практически отсутствуют сведения о физических и химических свойствах этих почв.

В 2020 г на кафедре агрохимии, почвоведения и агроэкологии Мичуринского ГАУ проводилось почвенно-агрохимическое обследование дерново-подзолистых почв на коре выветривания опок Людиновского района Калужской области [13,14]. Выявлено, что почвы на данных породах имеют тяжелосуглинистый гранулометрический состав, при этом в них отсутствуют признаки оглеения. Почвы характеризуются низкой плотностью, хорошей водопроницаемостью, высокой кислотностью и содержанием алюминия существенно выше порога токсичности. На момент исследований эти почвы находились в состоянии залежи.

Летом 2022 года нами проводились почвенные изыскания в действующих промышленных садах на юго-западе Калужской области. Необходимость обследования была вызвана низкой продуктивностью садов, многочисленными выпадами деревьев. Краткие выводы о садопригодности некоторых из обследованных участков предоставлены нами ранее [15].

Цель настоящей работы – дать морфологическое описание и характеристику физических и водно-физических свойств дерново-подзолистых почв на различных по генезису отложениях. В связи с крайней ограниченностью сведений о почвах на кремнистых органических породах, данная работа имеет не только практический, но и научный интерес, так как в ней представлены данные об уникальных почвах Калужской области, сведения о которых отсутствуют в литературе.

Материалы и методы исследований

Кировский, Людиновский и Жиздринский районы Калужской области, где проводились исследования, находятся на юго-западе области на границе с Брянской областью. Здесь выделяют Жиздринско-Овсорокский природно-географический район, где под прерывистым покровом водно-ледниковых песков и морены вскрываются и выходят на дневную поверхность трепелы и опоки мелового возраста [5]. Исследования проводились на 5 участках: 1) молодой сад на дерново-глубокоподзолистых легкосуглинистых почвах на коре выветривания кремнистых пород (разрез 1 – выровненный участок, разрез 2 – склон, 3 – пониженный участок с близкими грунтовыми водами); 2) зрелый сад на дерново-среднеподзолистых супесчаных почвах на двучленных отложениях – водно-ледниковые супеси разной мощности, подстилаемые трепелами и опоками (разрез 4 – мощность супесей менее 20 см, разрез 5 – мощность супесей 30-40 см, разрез 6 – мощность супесей более 60 см); 3) маточник и участок доращивания – дерново-среднеподзолистые супесчаные почвы на водноледниковых отложениях с глубоким, более 70 см, залеганием трепелов и опок (разрез 7 и 8 – склон и вы-

ровненный участок); 4) поле рапса – дерново-слабоподзолистая почва на камовых песках (разрез 9); 5) поле ячменя – дерново-среднеподзолистая поверхностно-оглеенная на морене, подстилаемой трепелами и опоками (разрез 10).

Комплекс исследований включал закладку разрезов и морфологическое описание почв, цветовая индексация проводилась по шкале Манселла, определение плотности почвы по Качинскому, плотность твердой фазы – пикнометрически, гранулометрический состав – по Долгову и Личмановой, гидрологические константы – по Николаеву [1, 9, 10]. На рисунке 1 представлены профили почв на двучленных отложениях.



Рисунок 1. Дерново-среднеподзолистые почвы на водноледниковых песках, подстилаемых корой выветривания из трепелов и опок

Результаты исследований и обсуждение

Светлая окраска и низкая плотность кремнистых органических пород определяют морфологические особенности дерново-глубокоподзолистых почв, которые на них формируются. Главной их отличительной особенностью является глубокий отбеленный профиль (табл. 1). Мощность подзолистого горизонта составляет более 70-75 см. Иллювиальный горизонт морфологически плохо выражен – отдельные ржавые пятна в нижней части подзолистого горизонта. Гумусовый горизонт пылеватый светлый, рыхлый обладает низкой эрозионной устойчивостью. На участке сада с уклоном менее 3^0 он практически полностью смыт. Отсутствие признаков оглеения в профиле почв транзитных и автоморфных участках свидетельствует об отсутствии застоя влаги в их профиле.

Таблица 1. Морфологические особенности дерново-подзолистых почв на коре выветривания трепелов и опок

Положение в рельефе	Почва	Индекс, мощность, цвет и структура горизонта				Обломочный материал, количество, состав
		гумусовый	подзолистый	иллювиальный	глеевый	
выровненный участок	дерново-глубоко-подзолистая иллювиально-железистая	A1, 0-30, светло-палевый, пылеватый, 10YR 5/4,	A2, 30-50, белесо-палевый, бесструктурный, 10YR 7/6	A2f, 50-100, белесо-палевый, 10YR6/6, ржавые пятна 5-10 %	отсутствует	трепела, опоки, размером 1-5 см до 10 %
склон		A1, 0-15, светло-палевый - 2,5Y 5/4, пылеватый	A2, 15-50, белесо-палевый - 2,5Y7/6, бесструктурный	A2f, 50-100, белесо-палевый -2,5Y 8/6, ржавые пятна 5-10 %	отсутствует	трепела, опоки, размером 1-10 см до 20 %

При близких грунтовых водах (1 м от поверхности) формируются совершенно другие по морфологии дерново-грунтово-глеевые почвы. В их профиле отсутствует подзолистый горизонт. Трепела и опоки характеризуются высокой водоудерживающей способностью. В результате чего их профиль даже в середине лета, когда проводились исследования, был переувлажнен. Признаки оглеения характерны для всего профиля, формируется самостоятельный глеевый горизонт сизой окраски.

Другой отличительной особенностью почв на коре выветривания терепелов и опок является высокое содержание щебнистого материала угловатой формы. По составу – это преимущественно опоки. Они характеризуются низкой плотностью и твердостью, хорошо впитывают воду. Водно-ледниковые отложения более богаты железом, чем кремнистые органические породы, поэтому в почвах на двучленных отложениях – зандровые пески, подстилаемые трепелами и опоками, даже при незначительной мощности верхней толщи (табл. 2) формируются дерново-среднеподзолистые почвы с хорошо выраженным иллювиально-железистым горизонтом Vf. Он приобретает палево-бурый цвет с ржаво-рыжими вкраплениями.

Таблица 2. Морфологические особенности дерново-подзолистых почв на водно-ледниковых отложениях малой мощности, подстилаемых корой выветривания трепелов и опок

Мощность верхней толщи	Почва	Индекс, мощность, цвет и структура горизонта				Обломочный материал, количество, состав
		гумусовый	подзолистый	иллювиальный	глеевый	
до 20 см	дерново-среднеподзолистая иллювиально-железистая	A1, 0-25, буровато-светло-серый - 10YR4/4 пылеватый	A2, 25-50, белесо-палевый-10YR6/6, бесструктурный	Vf, 50-80, ржаво-палевый - 10YR 5/6, непрочнокомковатый	отсутствует	Щебень опок и трепелов 1-5 см до 10%
30-40 см		A1, 0-25, буровато-светло-серый - 10YR4/4, пылеватый	A2, 25-50, белесо-палевый - 7,5YR5/6, бесструктурный	Vf, 50-80, ржаво-палевый - 7,5YR 4/6, непрочнокомковатый	отсутствует	Щебень опок и трепелов 1-5 см до 5 %

60-80 см	дерново-глубокоподзолистая иллювиально-железистая	A1, 0-25 белесоватый светлосерый - 10YR 4/4, пылеватый	A2f, 25-60, белесо-палевый-10YR 8/4 с ржаво-бурыми вкраплениями, бесструктурный	Vf, 60-80, палево-рыжий - 7,5YR 5/10 с охристыми пятнами, непрочнокомковатый	мелкие ортштейны в слое 0-10 см	Щебень опок и трепелов 1-3 см менее 5 % с 20 см
----------	---	--	---	--	---------------------------------	---

Дифференциация профиля почв на двучленных отложениях (зандровые пески, подстилаемые опоками) на генетические горизонты становится более резкой, чем в почвах на однородных кремнистых органических отложениях. Мощность подзолистого горизонта сокращается до 30 см. Гумусовый горизонт приобретает более темную серовато-бурую окраску. Количество щебнистого материала в профиле по мере возрастания мощности песчаной толщи снижается, среди угловатых, но мягких обломков опоки появляются окатанные твердые включения халцедона и полевых шпатов, размером 1-3 см (табл.3).

Зандровые пески преимущественно тонкозернистые с большим количеством пыли, поэтому они имеют низкую водопроницаемость и часто оглеены. Однако при мощности их менее 50 см в профиле дерново-среднеподзолистых почв на двучленных отложениях отсутствуют видимые морфологические признаки оглеения, что свидетельствует об отсутствии застоя влаги. Ситуация меняется, когда мощность песков возрастает до 70-90 см. В почвах, приуроченных к микропонижениям рельефа, появляются мелкие ортштейны в гумусовом горизонте (разрез 6) или пятна оглеения глубже 100 см на склонах (разрез 7).

Камовые пески, в отличие от зандровых, преимущественно средне и крупнозернистые хорошо водопроницаемые, ожежененные. На этих отложениях формируются дерново-слабоподзолистые почвы со слабодифференцированным на генетические горизонты профилем. Гумусовый горизонт растянут до 60 см, делится на два подгоризонта - более темный буровато-серый горизонт A1 и белесоватый A1A2. Самостоятельный подзолистый горизонт отсутствует.

Таблица 3. Морфологические особенности дерново-подзолистых почв на водно-ледниковых отложениях мощностью более 50 см, подстилаемых трепелами и опоками

Мощность верхней толщи	Почва	Индекс, мощность, цвет и структура горизонта				Обломочный материал, количество, состав
		гумусовый	подзолистый	иллювиальный	глеевый	
80-90 см	дерново-среднеподзолистая иллювиально-железистая	A1, 0-22, буровато-светло-серый - 10YR 5/6, бесструктурный	A2, 22-50, белесый - 10YR 8/6, бесструктурный	Vf, 50-80, светло бурый - 10YR 8/4 с ржавыми пятнами, непрочнокомковатый	Cg, 80-120, палево-бурый - 7,5YR 7/10 с редкими сизыми пятнами	щебень халцедона, опок и трепелов до 5 % с 20 см
70-80 см	дерново-среднеподзолистая иллювиально-железистая	A1, 0-25, буровато-светло-серый - 10YR 4/6, бесструктурный	A2, 25-50, белесый - 2,5Y 7/6, бесструктурный	Vf, 50-80, ржаво-рыжий - 7,5YR 4/8, непрочнокомковатый	отсутствует	щебень халцедона, опок и трепелов до 5 % с 50 см

Таблица 4. Морфологические особенности дерново-подзолистых почв на водно-ледниковых отложениях и ледниковых отложениях

Генезис и состав отложений	Почва	Индекс, мощность, цвет и структура горизонта				Обломочный материал, количество, состав
		гумусовый	подзолистый	иллювиальный	глеевый	
камовые пески	дерново-слабо-подзолистая иллювиально-железистая	A1, 0-30, буровато-светло-серый - 10YR 3/2, бесструктурный	A1A2, 30-60, белесо-палевый - 10YR 5/8, бесструктурный	Bf, 60-100, ржаво-рыжий - 7,5YR 6/10, бесструктурный	отсутствует	щебень халцедона менее 5 % с 20 см
легко-суглинистая морена, подстилаемая опоками	дерново-слабо-подзолистая иллювиально-железистая	A1g, fs, 0-25, буровато-светло-серый - 10YR 5/6, непрочно-комковатый	A2 fs, 25-30, белесо-палевый - 10YR 6/6 с рыжими вкраплениями, чешуйчатый	Bf, 30-80, ржаво-рыжий - 7,5YR 4/8, комковатый	оршштейны в слое 0-30 см	щебень халцедона и опок менее 5 % по всему профилю

Из-за высокого содержания железа весь профиль имеет буроватую окраску. Иллювиально-железистый горизонт Vf выделяется по многочисленным пятнам ожелезнения. Морфологически выраженные признаки оглеения в почве отсутствуют. Морена – супесчано-суглинистые отложения ледника имеют повышенную плотность, низкую водопроницаемость, содержат включения каменистого материала, различного минералогического состава.

Дерново-слабоподзолистые поверхностно оглеенные почвы, сформировавшиеся на этих отложениях, наследуют черты почвообразующей породы. Профиль резко дифференцирован на генетические горизонты. Мощность подзолистого горизонта всего 5 см, но он ярко выделяется белесой окраской, чешуйчатой структурой и плотным сложением. Гумусовый горизонт отличается комковатой структурой, буровато-серой окраской. Пятна ожелезнения по всему профилю и многочисленные оршштейны в гумусовом и подзолистом горизонтах являются морфологическими признаками поверхностного застоя влаги.

На гранулометрический состав рассматриваемых почв оказывают влияние 2 фактора: 1) генезис почвообразующей породы, он определяет соотношение песка, пыли и илстых частиц, 2) подзолистый тип почвообразования, сопровождающийся разрушением и частичным выносом илстых частиц из верхних горизонтов и осадением их в нижних.

Участок 1. Почвы на коре выветривания трепелов и опок. Кремнистые органические породы состоят из очень мелких цементированных частичек. В процессе выветривания цементация разрушается и высвобождается значительное количество ила. Высокая пористость пород обеспечивает возможность перемещения по профилю наиболее мелкой фракции. Гранулометрический состав гумусовых горизонтов дерново-глубокоподзолистых почв оптимальный для плодовых культур – суглинок легкий-средний (табл. 5).

Таблица 5. Гранулометрический состав дерново-подзолистых почв на различных отложениях

Горизонт	Глубина, см	Содержание фракций, %						
		песок		пыль			ил	физи- ческая глина
		крупный и средний	мелкий	круп- ная	средняя	мелкая		
>0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01		
Участок 1. Молодой сад. Дерново-подзолистые почвы на трепелах и опоках								
Разрез 1. Выровненный участок. Дерново-глубокоподзолистая среднесиловатно-железистая почва								
Ап	0-30	22,5	31,7	28,4	5,8	10,6	1,0	17,4
А1А2	30-50	17,2	19,2	25,0	5,6	24,0	9,0	38,6
А2f	50-80	5,5	11,5	13,4	7,2	39,2	23,2	69,6
Разрез 2. Склон. Дерново-глубокоподзолистая малосиловатно-железистая почва								
А1	0-15	19,0	30,4	21,0	7,0	19,4	3,2	29,6
А1А2	15-60	7,6	22,8	18,2	7,8	33,0	10,6	51,4
А2f	60-80	0,3	16,3	18,2	12,6	40,4	12,2	65,2
Разрез 3 Понижение. Дерново-грунтово-глеевая почва								
Ап	0-20	19,7	21,9	28,4	6,8	16,4	6,8	30,0
А1	20-30	25,0	24,0	21,8	5,8	14,8	8,6	29,2
Вg	30-50	37,9	25,5	14,6	2,8	8,6	10,6	22,0
G	50-100	33,0	19,2	11,4	4,6	18,6	13,2	36,4
Участок 2. Зрелый сад. Дерново-подзолистые почвы на малосиловатных водно-ледниковых отложениях, подстилаемых трепелами и опоками								
Разрез 4. Мощность верхней толщи 20-30 см. Дерново-среднеподзолистая среднесиловатно-железистая почва								
Ап	0-25	20,8	32,4	31,6	7,0	7,8	0,4	15,2
А2	25-50	26,7	29,3	24,6	4,6	11,6	3,2	19,4
Вf	50-70	4,7	11,1	15,4	7,0	38,0	23,8	68,8
Разрез 5. Мощность верхней толщи 30-40 см. Дерново-среднеподзолистая среднесиловатно-железистая почва								
А1	0-25	14,6	30,0	38,8	6,4	9,0	1,2	16,6
А2	25-50	14,5	28,3	31,8	5,6	13,6	6,2	25,4
Вf	50-70	10,9	18,1	13,8	6,2	31,2	19,8	57,2
Разрез 6. Мощность верхней толщи 60 см. Дерново-среднеподзолистая глубокоогулевая среднесиловатно-железистая почва								
А1	0-25	21,9	34,1	31,0	4,0	8,4	0,6	13,0
А2	25-60	27,1	38,9	14,0	2,0	6,8	11,2	20,0
Вf	60-80	31,1	35,7	10,2	3,0	5,6	14,4	23,0
С	80-110	48,4	34,2	4,0	1,2	5,8	6,4	13,4
D	110-150	20,6	39,6	16,2	2,8	7,6	13,2	23,6
Участок 3. Маточник и участок доразвивания. Дерново-подзолистые почвы на мощных водно-ледниковых отложениях, подстилаемых трепелами и опоками								
Разрез 7. Мощность верхней толщи 80-90 см. Дерново-среднеподзолистая глубокоогулевая среднесиловатно-железистая почва								
А1	0-22	25,0	37,2	26,8	3,8	7,0	0,2	11,0
А2	22-50	18,8	29,8	40,4	3,2	7,4	0,4	11,0
Вg	50-70	27,8	29,4	25,4	2,6	7,0	7,8	17,4
Сg	70-100	17,2	25,2	29,0	2,8	8,0	17,8	28,6

Разрез 8. Мощность верхней толщи 70-80 см. Дерново-среднеподзолистая среднемощная иллювиально-железистая почва								
A1	0-25	38,9	36,9	15,4	3,2	5,4	0,2	8,8
A2	25-50	36,5	31,5	18,2	3,2	7,2	3,4	13,8
Bf	50-80	21,8	28,6	23,0	3,4	7,4	15,8	26,6
Участок 3. Поле рапса. Дерново-подзолистые почвы на зандровых песках								
Разрез 9. Дерново-слабоподзолистая мощная иллювиально-железистая почва								
A1	0-30	39,2	36,6	13,8	3,4	6,8	0,2	10,4
A2B	30-60	37,6	34,6	15,0	3,2	7,4	2,2	12,8
Bf	60-100	58,4	32,4	3,1	0,1	4,4	1,6	6,1
Участок 4. Поле ячменя. Дерново-подзолистые почвы на морене подстилаемой трепелами и опоками								
Разрез 10. Дерново-слабоподзолистая поверхностно-оглеенная среднемощная иллювиально-железистая почва								
A _{npfs}	0-25	25,1	39,5	18,8	5,2	9,0	2,4	16,6
A2	25-35	26,3	47,3	11,8	2,4	7,4	4,8	14,6
Bf	35-70	24,8	39,2	11,0	2,4	8,4	14,2	25,0

Нижние горизонты – глина. Почвы очень резко дифференцированы по физической глине и илу. В верхних горизонтах содержание ила 1-6 %, в нижних возрастает до 25-30 %. Содержание физической глины изменяется от 17-20% – в верхних горизонтах до 65-70% - в нижних. Содержание песка в верхних горизонтах 50% и более, в нижних – около 20%. В песке преобладает фракция более 0,25 мм и представлена обломками опок. Содержание пыли высокое – около 50%. В почве на склоне верхние обезиленные горизонты смыты. В дерново-грунтово-глеевой почве дифференциация почвы выражена значительно слабее. В верхних горизонтах содержание ила 8-10%, в нижних 10-12%. Содержание физической глины по всему профилю около 30%.

Участок 2. Дерново-среднеподзолистые почвы на двучленных отложениях. Зандровые пески отличаются тонкозернистым составом (преобладающие фракции мелкий песок и крупная пыль) с небольшой примесью ила, способного перемещаться вниз по профилю. Для этих почв, как и для почв на коре выветривания характерна резкая дифференциация по илу и физической глине (от супеси горизонтов A1 и A2 до глины в иллювиальных горизонтах). Содержание ила в гумусовом горизонте менее 1%, в горизонте A2- 5-8%, в иллювиальном 19-23%. Соответственно физической глины от 15-17% до 55-60%. Содержание песка и пыли и их распределение по профилю аналогичное предыдущему участку. При мощности верхней толщи более 60 см дифференциация выражена немного меньше (разрез 6).

Участок 3. Маточник и участок доразвивания. Дерново-подзолистые почвы на мощных водно-ледниковых отложениях, подстилаемых корой выветривания трепелов и опок. На дифференциацию почвы по гранулометрическому составу оказывает влияние мощная толща водно-ледниковых песков. Содержание ила в верхних 50 см не поднимается выше 3%, в нижних возрастает до 15-17%, физической глины соответственно – 11-12% и 25-26%. Содержание песка по всему профилю более 50%, содержание крупной пыли 20-30%.

Участок 4. Поле рапса. Дерново-слабоподзолистая почва на водно-ледниковых камовых песках. Камовые пески преимущественно крупно и среднезернистые, почти не содержат ила и пыли. Поэтому профиль почвы, сформировавшейся на них, недифференцирован по илу (0,5-1,5-5 по всему профилю) и физической глине (10-11% по всему профилю). Более 70% – песок, большая часть его – крупный и средний. Содержание пыли менее 25%, в нижних горизонтах – менее 10%.

Участок 5. Поле ячменя. Дерново-слабоподзолистая почва на моренных отложениях, подстилаемых кремнистыми породами. Моренные отложения как правило имеют суглини-

стый состав, в них как правило одновременно значительно содержание всех трех фракций, песка, пыли и ила. Низкая водопроницаемость затрудняет перемещение ила по профилю. Преобладает процесс кислотного гидролиза алюмосиликатов в верхних горизонтах. Для почв, сформировавшихся на этих отложениях, характерна дифференциация профиля по илу и физической глине. В верхних горизонтах содержание ила 4-14 %, в нижних - 25 %. Физической глины соответственно - 14-16 и 25%. Содержание песка 60-70%, пыли – 20-30%.

Рассмотрим, как изменяются физические свойства и водно-физические показатели дерново-подзолистых почв в зависимости от почвообразующей породы.

Участок 1. Молодой сад. Низкая плотность по всему профилю дерново-глубокоподзолистых почв на выровненном участке и склоне определяет опасность падения деревьев. Плотность твердой фазы пониженная - 2,1-2,3 г/см³. Пористость по всему профилю около 70%. Значения гидрологических констант высокие. Широкий (28-30%) диапазон активной влаги определяет хорошую обеспеченность деревьев влагой. Пористость аэрации при влажности равной НВ верхних горизонтов более 20%, нижних ожелезненных – около 10%. Проблемы с водой у растений отсутствуют. После снеготаяния или выпадения обильных осадков возможен недостаток воздуха в нижних горизонтах. Однако водопроницаемость кремнистых пород хорошая, что способствует быстрому отводу лишней влаги из корнеобитаемого слоя. Об этом свидетельствует тот факт, что признаки оглеения нами не были встречены в профиле дерново-глубокоподзолистых почв.

Несколько иные свойства характерны для дерново-грунтово-глеевой почвы в понижении. Плотность и пористость оптимальные, пористость аэрации по всему профилю выше 20%. Диапазон активной влаги уже – 12-15%. Без дренажа эти почвы под сады непригодны, но их можно использовать под плодово-ягодные культуры.

Участок 2. Зрелый сад. Дерново-среднеподзолистые почвы на двучленных отложениях – водно-ледниковые отложения мощностью до 50 см, подстилаемых трепелами и опоками. Плотность верхних 50 см – оптимальная (1,1-1,2 г/см³), нижней толщи – низкая (0,7-0,9 г/см³). Опасность падения деревьев существенно ниже. Нижние горизонты сохраняют характерные для кремнистых пород высокие значения гидрологических констант и широкий диапазон активной влаги. Для водно-ледниковой толщи характерен узкий диапазон активной влаги. Пористость аэрации по всему профилю 15-20% – опасность застоя влаги при незначительной мощности песков отсутствует.

Участок 3. Маточник и участок доразрачивания. Дерново-среднеподзолистые почвы на двучленных отложениях – водно-ледниковые отложения мощностью более 50 см, подстилаемых трепелами и опоками. Физические и водно-физические свойства неблагоприятные для плодовых культур – высокая плотность – 1,5-1,6 г/см³, низкая пористость – 35-40%. Низкие значения гидрологических констант определяют узкий диапазон активной влаги – 5-8 % – в верхних горизонтах, 10-11% – в нижних. При закладке садов на этих почвах требуется капельное орошение.

Таблица 6. Гидрологические константы и водно-физические свойства дерново-подзолистых почв на различных отложениях

Горизонт	Глубина, см	Гидрологические константы, % от массы						Физические свойства почвы		
		ГВ	МГ	ВЗ	ВРК	НВ	ДАВ	dv	D	n
Участок 1. Молодой сад. Дерново-подзолистые почвы на коре выветривания трепелов и опок										
Разрез 1. Выровненный участок. Дерново-глубокоподзолистая среднемогучная иллювиально-железистая почва										
Ап	0-30	0,91	6,15	9,23	17,46	24,90	15,71	0,918	2,368	61,24
А1А2	30-50	1,49	13,12	19,68	33,60	48,00	28,32	0,745	2,500	70,20
А2f	50-80	2,98	21,53	32,29	42,14	60,23	27,94	0,722	2,300	68,61

Разрез 2. Склон. Дерново-глубокоподзолистая маломощная иллювиально-железистая почва										
A1	0-15	1,43	12,27	18,41	30,48	43,54	25,13	0,769	2,400	67,96
A1A2	15-60	3,17	23,14	34,71	44,71	63,88	29,16	0,692	2,165	68,03
A2f	60-80	3,61	22,84	34,26	39,69	56,70	22,44	0,673	2,270	70,35
Разрез 3 Понижение. Дерново-грунтово-глеевая почва										
Ap	0-20	1,56	6,47	9,71	15,71	22,44	12,73	1,125	2,511	55,20
A1	20-30	1,36	6,07	9,10	10,43	14,85	5,79	1,229	2,505	50,94
Bg	30-50	1,16	4,81	7,22	10,40	14,85	7,63	1,262	2,566	50,82
G	50-100	2,06	11,73	17,59	23,17	33,10	15,51	0,993	2,436	59,24
Участок 2. Зрелый сад. Дерново-подзолистые почвы на маломощных водно-ледниковых отложениях, подстилаемых корой выветривания трепелов и опок										
Разрез 4. Мощность верхней толщи 20-30 см. Дерново-среднеподзолистая среднеспособная иллювиально-железистая почва										
Ap	0-25	0,62	3,25	4,87	8,32	11,88	7,02	1,001	2,526	60,37
A2	25-50	0,66	4,55	6,82	13,93	19,89	13,07	1,095	2,479	55,82
Bf	50-70	3,26	22,85	34,27	45,48	64,97	30,70	0,769	2,410	68,09
Разрез 5. Мощность верхней толщи 30-40 см. Дерново-среднеподзолистая среднеспособная иллювиально-железистая почва										
Ap	0-25	0,92	2,91	4,37	15,90	22,72	18,35	0,93	2,507	62,90
A2	25-50	2,41	8,09	12,14	13,49	19,28	7,14	1,014	2,440	58,44
Bf	50-70	3,45	15,71	23,56	35,73	51,04	27,48	0,743	2,380	68,79
Разрез 6. Мощность верхней толщи 60 см. Дерново-среднеподзолистая глубокооглеенная среднеспособная иллювиально-железистая почва										
A1	0-25	0,76	2,00	3,00	6,91	9,87	6,87	1,362	2,647	48,53
A2	25-60	0,83	3,95	5,92	7,91	11,30	5,37	1,593	2,562	37,96
Bf	60-80	2,60	6,37	9,55	10,28	14,68	5,13	1,657	2,625	36,85
C	80-110	0,89	2,09	3,14	8,50	12,14	9,01	1,649	2,663	38,07
D	110-150	3,38	4,29	6,43	7,30	10,51	4,08	1,345	2,584	47,94
Участок 3. Маточник и участок доразивания. Дерново-подзолистые почвы на мощных водно-ледниковых отложениях, подстилаемых корой выветривания трепелов и опок										
Разрез 7. Мощность верхней толщи 80-90 см. Дерново-среднеподзолистая глубокооглеенная среднеспособная иллювиально-железистая почва										
A1	0-22	0,38	1,17	1,75	4,05	5,79	4,04	1,292	2,592	50,11
A2	22-50	0,28	0,85	1,27	4,80	6,85	5,59	1,541	2,510	38,79
Bg	50-70	0,80	3,09	4,64	7,43	10,62	5,58	1,651	2,582	36,13
Cg	70-100	1,20	4,76	7,13	12,44	17,78	10,64	1,612	2,64	38,89
Разрез 8. Мощность верхней толщи 70-80 см. Дерново-среднеподзолистая среднеспособная иллювиально-железистая почва										
A1	0-25	0,33	1,08	1,62	4,63	6,61	5,00	1,123	2,656	57,72
A1A2	25-35	0,93	2,47	3,70	4,65	6,64	2,94	1,373	2,726	49,63
A2	35-50	0,95	2,76	4,13	11,12	15,89	11,75	1,482	2,613	43,28
Bf	50-80	1,23	5,19	7,79	15,20	21,72	13,93	1,412	2,645	46,62
Участок 4. Поле рапса. Дерново-подзолистые почвы на задровых песках										
Разрез 9. Дерново-слабоподзолистая мощная иллювиально-железистая почва										
A1	0-30	0,65	1,58	2,37	5,49	7,84	5,46	1,209	2,641	54,22
A2B	30-60	0,30	0,96	1,44	3,77	5,39	3,95	1,363	2,689	49,31
Bf	60-100	0,63	1,00	1,50	3,17	4,53	3,02	1,355	2,669	49,23
Участок 5. Поле ячменя. Дерново-подзолистые почвы на морене, подстилаемой кремнистыми породами										
Разрез 10. Дерново-слабоподзолистая поверхностно-оглеенная среднеспособная иллювиально-железистая почва										
Apfs	0-25	0,73	2,16	3,24	7,20	10,29	7,05	1,198	2,561	53,23
A2	25-35	1,18	1,97	2,95	5,39	7,70	4,75	1,388	2,551	45,59
Bf	35-70	2,08	5,14	7,72	11,22	16,03	8,31	1,203	2,604	53,80

Примечание: ГВ – гигроскопическая влажность, МГ- максимальная гигроскопичность, ВЗ -влажность завядания, ВРК -влажность разрыва капилляров, НВ- наименьшая влагоемкость, ДАВ – диапазон активной влаги, ρ_v – плотность почвы, D – плотность твердой фазы, n - пористость

Участок 4. Поле рапса Дерново-слабоподзолистая почва на водно-ледниковых зандровых песках. Плотность близка к оптимальной – $1,2-1,3 \text{ г/см}^3$, пористость около 50%, пористость аэрации более 30%. Водно-физические свойства для плодовых культур неудовлетворительны. Низкие значения гидрологических констант определяют очень узкий, менее 5% диапазон активной влаги. Без орошения сады погибнут. Из всех видов орошения возможен только капельный полив.

Участок 5. Поле ячменя. Дерново-слабоподзолистая почва на моренных отложениях, подстилаемых кремнистыми породами. Плотность и пористость гумусового горизонта оптимальные ($1,2-1,3 \text{ г/см}^3$ и 45-55% соответственно). А вот подзолистый горизонт имеет неблагоприятные физические свойства. Его плотность приближается к $1,4 \text{ г/см}^3$, чешуйчатая структура будет препятствовать водообмену между нижними и верхними горизонтами. При закладке многолетних насаждений хорошим выходом может стать его рыхление и перемешивание с материалом гумусового горизонта. Этому агротехнологическому приему способствует незначительная мощность горизонта А2. Водно-физические свойства удовлетворительные. Значения гидрологических констант невысокие, диапазон активной влаги средний - 8-10%.

Таким образом, пестрый состав почвообразующих пород юго-запада Калужской области определяет формирование здесь комплекса уникальных дерново-подзолистых почв, существенно различающихся по гранулометрическому составу, физическим и водно-физическим свойствам, степени проявления подзолистого процесса. В связи с этим существенно различающихся по своей садопригодности.

Наименее пригодными под многолетние насаждения являются дерново-слабоподзолистые почвы на камовых песках и дерново-среднеподзолистые почвы на водно-ледниковых супесях мощностью более 50 см, подстилаемые трепелами и опоками прежде всего из-за низкой водоудерживающей способности. Даже непродолжительная засуха будет сопровождаться дефицитом влаги и гибелью деревьев. Но при организации капельного полива закладка садов на дерново-слабоподзолистых почвах на камовых песках возможна. Почвы на мощных водно-ледниковых (зандровых) песках характеризуются повышенной плотностью. Практически на всех обследованных саженцах были повреждения корневой системы. В большей степени подходят под сады дерново-среднеподзолистые почвы на водно-ледниковых супесях мощностью менее 50 см, подстилаемые трепелами и опоками. Сочетание оптимальной плотности и высокой водоудерживающей способности предполагает закладку садов с минимальными затратами.

В дерново-среднеподзолистых почвах на коре выветривания трепелов и опок существует опасность смыва на склонах и падения деревьев из-за низкой плотности. При закладке сада необходимо задернение междурядий, желательна также создание опор для деревьев. Лучше закладка низкорослых садов (на карликовых и полукарликовых подвоях).

Дерново-грунтово-глеевые почвы под сады пригодны только после организации дренажа. Без дренажа они пригодны только для ягодников. При закладке садов на дерново-слабоподзолистых почвах на морене, подстилаемой трепелами и опоками, потребуется целый ряд мероприятий, направленных на улучшение их физических свойств. Необходимо глубокое рыхление с целью разрушения плотного подзолистого горизонта и правильная организация поверхностного стока, так как существует опасность поверхностного застоя влаги в микропонижениях.

Выводы

1. Пестрый состав почвообразующих пород юго-запада Калужской области определяет формирование здесь комплекса уникальных дерново-подзолистых почв, существенно разли-

чающихся по гранулометрическому составу, физическим и водно-физическим свойствам, степени проявления подзолистого процесса.

2. Дерново-подзолистые почвы на коре выветривания трепелов и опок отличаются осветленным профилем до глубины 80-90 см, высоким содержанием щебнистого материала трепелов и опок, резкой дифференциацией по илу и физической глине (от 2-5 % до 25-30% по илу и от 17-25% до 50-60% по физической глине), низкой ($0,6-0,7 \text{ г/см}^3$) плотностью, что сопровождается опасностью вывала деревьев, слабой эрозионной устойчивостью, хорошей водопроницаемостью, широким диапазоном влаги 25-30%. При закладке садов потребуются противоэрозионные мероприятия и создание опор для деревьев.

3. Дерново-грунтово-глеевые почвы на коре выветривания трепелов и опок формируются в условиях близкого к 1 м залегания грунтовых вод. Почвы характеризуются оглеением всего профиля, самостоятельным глеевым горизонтом, отсутствием признаков оподзоливания. Физические и водно-физические свойства оптимальные (плотность $0,9-1,1 \text{ г/см}^3$, пористость выше 60%, ДАВ-15-25%). Без систематического дренажа пригодны только под плодово-ягодные культуры.

4. Дерново-подзолистые почвы на водно-ледниковых отложениях малой мощности, подстилаемые корой выветривания трепелов и опок характеризуются дифференциацией профиля на элювиальную и иллювиальную часть, осветленной верхней частью профиля, умеренным содержанием щебнистого материала, резкой дифференциацией по илу и физической глине (от 1-2 % до 20-25% по илу и от 10-12% до 50-60% по физической глине), оптимальной плотностью $1-1,2 \text{ г/см}^3$ верхних горизонтов до $0,7-0,8 \text{ г/см}^3$ нижних, хорошей водопроницаемостью, широким диапазоном влаги с глубины 20-50 см. Под сады пригодны без орошения.

5. Дерново-подзолистые почвы на водно-ледниковых отложениях мощностью более 50 см, подстилаемые корой выветривания трепелов и опок характеризуются дифференциацией профиля на элювиальную и иллювиальную часть, осветленной верхней частью профиля, умеренным содержанием щебнистого материала различного состава, слабой дифференциацией по илу, повышенной плотностью, средней водопроницаемостью, узким диапазоном влаги. Требуется рыхления и организации капельного полива.

6. Дерново-слобоподзолистые почвы на камовых песках характеризуются слабой дифференциацией профиля на генетические горизонты, слабым проявлением оподзоливания, ожелезненностью всего профиля, небольшим количеством щебнистого материала (менее 1%), представленного окатанными обломками минеральных пород, высоким (более 70%) содержанием песка и очень низким ила (менее 5%) по всему профилю, оптимальной плотностью $1,1-1,2 \text{ г/см}^3$, высокой водопроницаемостью, очень низким диапазоном влаги (менее 5%). Под сады без организации капельного полива непригодны.

7. Дерново-слабоподзолистые почвы на моренных отложениях, подстилаемые выветрелыми трепелами и опоками, характеризуются дифференциацией профиля на элювиальную и иллювиальную часть, незначительной 5 см мощностью подзолистого горизонта, умеренным содержанием щебнистого материала различного состава, поверхностным оглеением, наличием орштейнов в гумусовом и подзолистом горизонтах. Почвы со среднедифференциацией по илу и физической глине имеют повышенную плотность горизонта А2 – $1,4 \text{ г/см}^3$, низкую водопроницаемость, средний диапазон активной влаги – 8-10%. При закладке садов потребуются глубокое рыхление и регулирование поверхностного стока.

Список источников

1. Александрова Л.И., Найденова О.А. Лабораторно-практические занятия по почвоведению. Л.: Колос, Ленинградское отделение, 1976. 280 с.
2. Белашев Б.З., Ильина В.П. Рожденный планктоном // Энергия: Экономика, Техника, Экология. 2017. № 9. С. 9-18.

3. Богатырева Н.Н., Сырчина Н.В., Фетисова Е.А. Влияние кремнистой опоки на водно-физические свойства почв // Экология родного края: проблемы и пути решения: сб. матер. Всеросс. науч.-практ. конф. Радуга-ПРЕСС. Том Книга 1. 2016. С. 115-118.
4. Глотов А.Е. Пугачев А.А. Кремниевые породы в кайнозойских осадочных бассейнах как почвообразующий субстрат (северо-восток России) // Вестник северо-восточного научного центра ДВО РАН. 2008, № 2. С. 90-95.
5. Ефремов А.Н. Кандауров П.М. Природно-ресурсный потенциал Калужской области. Калуга: ВИЭМС, 2000. 259 с.
6. Константинов А.О. и др. Некоторые аспекты почвообразования на биогенных кремниевых породах Зауралья / А.О. Константинов, П.В. Смирнов, Д.А. Гаврилов, С.В. Лойко, А.А. Новоселов // Бюллетень почвенного института им. В.В. Докучаева. 2019. № 96. С. 64-85.
7. Куликова А.Х. Кремний и высококремнистые породы в системе удобрения сельскохозяйственных культур. Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2013. 176 с.
8. Методическим указаниям по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. 240 с.
9. Петаева К.Р. Использование высококремнистых пород в сельскохозяйственном производстве // В мире научных открытий. 2019. Т. 3. С. 101-104.
10. Практикум по агрохимии (под ред. В.Г. Минеева). М.: Изд. МГУ, 2001. 688 с.
11. Ревут И.Б. Физика почв. Ленинград: Изд-во «Колос», 1964. 318 с.
12. Садакова Р.В. Применение диатомита в сельском хозяйстве // Молодежь и наука. Из-во Уральского университета, 2015. № 2. С. 49.
13. Степанцова Л.В. и др. Оценка садопригодности дерново-подзолистых почв на кремнистых породах юго-запада Калужской области / Л.В. Степанцова, В.Н. Красин, И.Н. Мацнев, М.Г. Золотарев // Агропромышленные технологии Центральной России. 2023. № 1 (27). С. 64-73.
14. Степанцова Л.В. и др. Физико-химические свойства и агрохимические особенности дерново-подзолистых почв на коре выветривания опок Людиновского района Калужской области / Л.В. Степанцова, И.Н. Мацнев, В.Н. Красин, М.В. Воробьев // Наука и образование. 2020. Т. 3. № 3. С. 332.
15. Степанцова Л.В. и др. Физико-химические и мелиоративные свойства дерново-подзолистых супесчаных глееватых иллювиально-железистых почв на аллювиально-флювиогляциальных отложениях Людиновского района Калужской области / Л.В. Степанцова, И.Н. Мацнев, Т.В. Красина, М.В. Воробьев // Наука и образование. 2020. Т. 3. № 3. С. 333.
16. Суханова И.М. и др. Изменение агрофизических свойств серой лесной почвы под влиянием диатомита / И.М. Суханова, Р.Р. Газизов, Л.М. Бикинина, М.М. Ильясов // Владимирский земледелец. 2020. № 3. С. 34-37.

References

1. Aleksandrova L.I., Najdenova O.A. Laboratory and practical classes in soil science. L.: Kolos, Leningradskoe otdelenie Publ., 1976. 280 p.
2. Belashev B.Z., Il'ina V.P. Born of Plankton. Energy: Economics, Technology, Ecology. 2017. No. 9. Pp. 9-18.
3. Bogatyreva N.N., Syrchina N.V., Fetisova E.A. The effect of siliceous flask on the water-physical properties of soils. Ecology of the native land: problems and solutions collection of materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference. Raduga-PRESS. Vol 1. 2016. Pp. 115-118.
4. Glotov A.E. Pugachev A.A. Silicon rocks in Cenozoic sedimentary basins as a soil-forming substrate (North-East of Russia). Bulletin of the North-Eastern Scientific Center of the FEB RAS. 2008, No. 2. Pp. 90-95.

5. Efremov A.N. Kandaurov P.M. Natural resource potential of the Kaluga region. Kaluga: VIEMS Publ., 2000. 259 p.
6. Konstantinov A.O. et al. Some aspects of soil formation on biogenic silicon rocks of the Trans-Urals / A.O. Konstantinov, P.V. Smirnov, D.A. Gavrilov, S.V. Lojko, A.A. Novoselov. Bulletin of the V.V. Dokuchaev Soil Institute. 2019. No. 96. Pp. 64-85.
7. Kulikova A.H. Silicon and highly siliceous rocks in the fertilizer system of agricultural crops. Ulyanovsk: Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin Publ., 2013. 176 p.
8. Methodological guidelines for conducting comprehensive monitoring of soil fertility of agricultural lands. M.: Rosinformagrotekh Publ., 2003. 240 p.
9. Petaeva K.R. The use of highly siliceous rocks in agricultural production. In the world of scientific discoveries. 2019. Vol. 3. Pp. 101-104.
10. Workshop on agrochemistry. Edited by V.G. Mineev. M.: Moscow State University Publ., 2001. 688 p.
11. Revut I.B. Soil physics. Leningrad: Kolos Publ., 1964. 318 p.
12. Sadakova R.V. The use of diatomite in agriculture. Youth and science. 2015. No. 2. Pp. 49.
13. Stepancova L.V. et al. Assessment of the horticultural suitability of sod-podzolic soils on siliceous rocks of the south-west of the Kaluga region. L.V. Stepancova, V.N. Krasin, I.N. Macnev, M.G. Zolotarev. Agro-industrial technologies of Central Russia. 2023. No 1 (27). Pp. 64-73.
14. Stepancova L.V. et al. Physico-chemical properties and agrochemical features of sod-podzolic soils on the weathering crust of the opok of the Ludinovsky district of the Kaluga region. L.V. Stepancova, I.N. Macnev, V.N. Krasin, M.V. Vorob'ev. Science and Education. 2020. Vol. 3. No. 3. Pp. 332.
15. Stepancova L.V. et al. Physico-chemical and reclamation properties of sod-podzolic sandy loam gleevate illuvial-ferruginous soils on alluvial-fluvioglacial deposits of the Ludinovsky district of the Kaluga region. L.V. Stepancova, I.N. Macnev, T.V. Krasina, M.V. Vorob'ev. Science and Education. 2020. Vol. 3. No. 3. Pp. 333.
16. Suhanova I.M. et al. Change of agrophysical properties of gray forest soil under the influence of diatomite. I.M. Suhanova, R.R. Gazizov, L.M. Bikinina, M.M. Il'yasov. Vladimir farmer. 2020. No. 3. Pp. 34-37.

Информация об авторах

Л.В. Степанцова – доктор биологических наук, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии;

В.Н. Красин – кандидат биологических наук, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии;

И.Н. Мацнев – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии;

Т.В. Красина – кандидат биологических наук, ассистент кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии.

Information about the authors

L.V. Stepantsova – doctor of biological sciences, professor of the department of agrochemistry, soil science and agroecology;

V.N. Krasin – candidate of biological sciences, associate professor of the department of agrochemistry, soil science and agroecology;

I.N. Matsnev – candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of agrochemistry, soil science and agroecology;

T.V. Krasina – candidate of b.n., assistant of the department of agrochemistry, soil science and agroecology.