

УДК 631.811.93+631.472

## ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МОНОКРЕМНИЕВЫХ, ПОЛИКРЕМНИЕВЫХ КИСЛОТ И КИСЛОТОРАСТВОРИМЫХ СОЕДИНЕНИЙ КРЕМНИЯ В ПРОФИЛЕ ОСНОВНЫХ ТИПОВ ПОЧВ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

*Козлов А.В., кандидат биологических наук, доцент  
ФГБОУ ВО Нижегородский ГПУ им. К. Минина,  
e-mail: a\_v\_kozlov@mail.ru*

**Ключевые слова:** кремниевые кислоты и соединения, почвенный профиль, элювиально-иллювиальное распределение вещества, подзолистый тип почвообразования.

Приведены результаты изучения содержания кремниевых кислот и кислоторастворимых соединений кремния, а также их внутрипрофильного распределения в профилях дерново-подзолистых легкосуглинистых почв Нижегородской области при сравнении с почвами дернового педогенеза. Доля кремниевых кислот четко определена элювиально-иллювиальными процессами в почвенных профилях. Равновесие кислотных веществ имеет сдвиг в сторону полимеризованного состояния, а монокремниевые кислоты имеют преимущественно иллювиальное накопление.

**Введение.** Почвенный покров Нижегородского региона представлен тремя зональными типами почвообразования – подзолами и дерново-подзолистыми почвами, типом серых лесных почв, а также типом черноземов.

Вопреки высоким концентрациям в почвенном теле кремниевых веществ в настоящее время их относят к одним из практически неисследованных компонентов. К таковым относят в том числе и различные кремниевые кислоты – их мономеры и полимеры. Также, явления полимеризации и деполимеризации данных кислот в почвах практически не рассматриваются на практике.

Высокая физико-химическая способность кремниевых кислот к полимеризации и, как следствие, к образованию различных макромолекул, полимеров, коллоидов и гелей может иметь весьма важное значение в отношении внутрипрофильных превращений мономеров и полимеров кремниевой кислоты и, как следствие, в отношении стабильности почвенного раствора, взаимодействия с минеральной матрицей,

органическим веществом и микробным пулом. Комплекс данных процессов может определять основу для протекания многих элементарных почвообразовательных процессов в почвах подзолистого ряда, что и определяет научную новизну таких исследований.

**Материалы и методы исследований.** Материалами для исследований явились почвенные профили дерново-подзолистых легкосуглинистых почв разной степени оподзоленности, встречающиеся на территории Нижегородской области, а также профиль типа серых лесных почв и чернозема оподзоленного. Исследования проведены в период 2017-2019 гг., в рамках которого было вскрыто, идентифицировано и изучено 6 почвенных профилей (табл. 1).

В образцах почвы изучаемых профилей всех генетических горизонтов определяли содержание монокремниевых кислот, поликремниевых кислот и кислоторастворимых соединений кремния методом Маллена и Райли с экстрагированием и модификацией по В.В. Матыченкову [1].

**Результаты исследований и их обсуждение.** В проведенном исследовании профилей почв Нижегородской области было выявлено содержание обеих форм кремниевых кислот (рис. 1).

Почвы подзолистого ряда (профили 1-4) в целом характеризуются существенно низкой концентрацией кислотных веществ во всех генетических горизонтах по сравнению с почвами дернового типа почвообразования (профили 5-6).

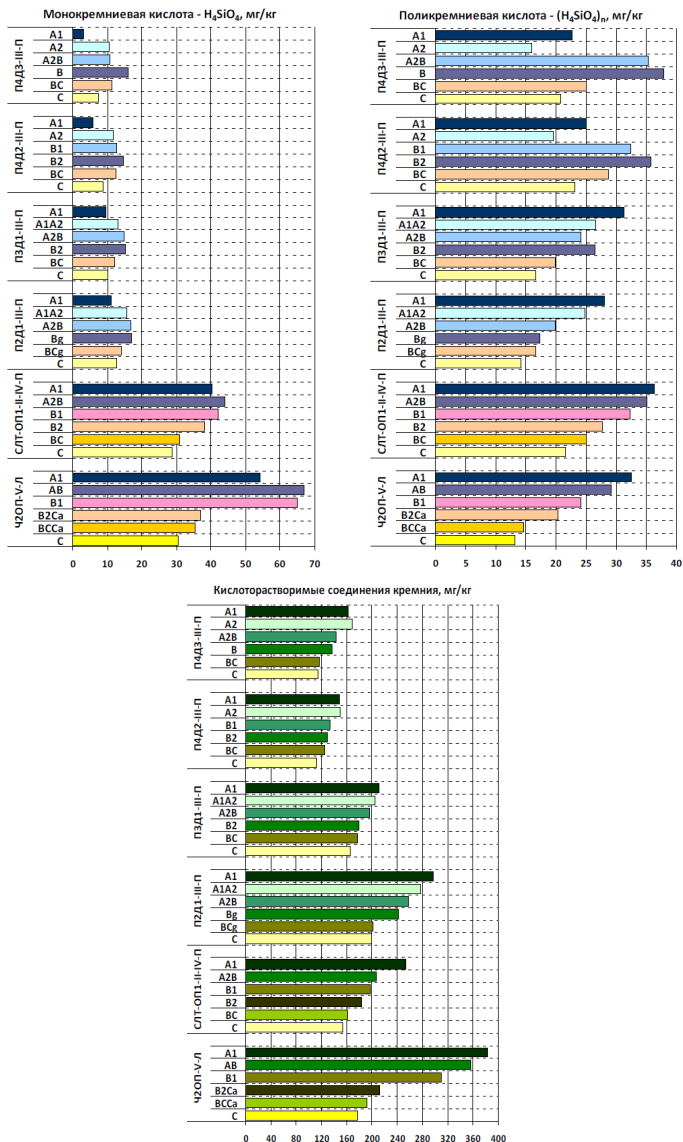
Подзолистый ряд почв не отличается особо сильным распределением монокремниевых кислот в профиле по элювиально-иллювиальному типу: в элювиальных слоях ( $A_2$  и  $A_1A_2$ ) уровень их концентрации примерно одинаков (10,4-15,5 мг/кг), он всегда выше, чем в гумусоаккумулятивных горизонтах и имеется лишь очень слабая тенденция увеличения содержания моноформ к иллювиальной части профиля. Чего нельзя сказать про поликремниевые кислоты, концентрация которых выше как по общему уровню, так и имеет явную профильную дифференциацию, возрастающую согласно интенсивности проявления подзолистых мезопроцессов. В частности, если при сверх глубоком и глубоком оподзоливании (профили 1-2) между горизонтами В и  $A_2$  содержание полиформ различается соответственно на 22,0 и 16,2 мг/кг, то при неглубоком оподзоливании (профиль 3) концентрация полимеров здесь почти одинаковая, а при мелком (профиль 4) наблюдается их большая аккумуляция в горизонте  $A_1A_2$ . Очевидно, что такое распределение имеет некоторую зависимость от силы проявления ЭПП подзолообразования. Эволюционные процессы кислотного гидролиза вещества

Таблица 1 — Изученные почвы Нижегородской области

№ п/п	Наименование почвы	Степень проявления подзолистых процессов	Расположение
1	Дерново-подзолистая глубоко-дерновая сверх глубоко-оподзоленная легкосуглинистая почва, сформированная на покровном суглинке (П4 <sup>Д3-III-П</sup> )	обособленный горизонт А <sub>2</sub> глубиной до 73 см (мощность 48 см)	Семеновский район, д. Зименки
2	Дерново-подзолистая средне-дерновая глубоко-оподзоленная легкосуглинистая почва, сформированная на покровном суглинке (П4 <sup>Д2-III-П</sup> )	обособленный горизонт А <sub>2</sub> глубиной до 36 см (мощность 21 см)	Городецкий район, с. Зиняки
3	Дерново-подзолистая слабо-дерновая неглубоко-оподзоленная легкосуглинистая почва, сформированная на покровном суглинке (ПЗ <sup>Д1-III-П</sup> )	переходный горизонт А <sub>1</sub> А <sub>2</sub> глубиной до 27 см (мощность 19 см)	Борский район, д. Филипповское
4	Дерново-подзолистая слабо-дерновая мелко-оподзоленная слабogleеватая легкосуглинистая почва, сформированная на покровном суглинке (П2 <sup>Д1-III-П</sup> )	переходный горизонт А <sub>1</sub> А <sub>2</sub> глубиной до 23 см (мощность 8 см)	Уренский район, п.г.т. Арья
5	Типичная серая лесная слабо-оподзоленная несмытая среднесуглинистая почва, сформированная на покровном суглинке (СЛ <sup>Т-ОП1-III-IV-П</sup> )	среднее наличие белесой присыпки, переходный горизонт А <sub>2</sub> В глубиной до 58 см	Перевозский район, с. Ичалки
6	Чернозем оподзоленный средне-мощный среднегумусный тяжело-суглинистый, сформированный на лессовидном суглинке (Ч2 <sup>ОП-V-Л</sup> )	наличие следов белесой присыпки	Починковский район, с. Ильинское

элювиальных горизонтов почв способствуют разрушению аморфных силикатов и глинистых минералов, которые, по сути, являются реакционно-активными центрами местной минеральной матрицы, необходимой для протекания реакций полимеризации кремнезема.

Таким образом, чем сильнее степень оподзоливания горизонта А<sub>2</sub>, тем меньше остается в нем указанных веществ, и тем слабее протекает полимеризация кремниевой кислоты.



**Рисунок 1 – Содержание монокремниевых, поликремниевых кислот и кислоторастворимых соединений кремния в профиле почв Нижегородской области (2017-2019 гг.)**

И наоборот, низкая степень проявления типичных ЭПП способствует относительному сохранению мелкодисперсного вещества в профиле, вследствие чего в нем идет поверхностно-аккумулятивное распределение поликремниевых кислот [2, 3].

В исследовании также было изучено профильное содержание кислотрастворимых кремниевых соединений, переходящих в 0,1 N раствор HCl. Данная вытяжка отражает содержание всех наиболее подвижных форм кремния, которые как изначально имеются в веществе почвенного горизонта в виде аморфного кремнезема, так и образуются при дегидратации монокремниевых и деполимеризации поликремниевых кислот [1, 4].

Выявлено, что в почвах подзолистого ряда количество кислотрастворимых форм кремния достаточно велико, всегда максимально в гумусо-аккумулятивном (от 148,9 до 296,8 мг/кг) и элювиальном (от 150,2 до 277,5 мг/кг) горизонтах, и от последнего оно имеет градиент понижения вниз по каждому профилю. При этом внутрпрофильная дифференциация показателя, определяемая элювиально-иллювиальными мезопроцессами, имеет слабое проявление, заметно усиливаясь только в мелко-оподзоленной почве: разность в значении между горизонтами  $A_2$  ( $A_1A_2$ ) и B по профилям 1-4 соответственно равна 32,5, 21,1, 24,8 и 35,1 мг/кг.

Наибольшее проявление подзолистых процессов не оказывает особо существенного воздействия на содержание кислотрастворимых соединений кремния в профиле – в горизонтах сверх глубоко- и глубоко-оподзоленных почв их содержание примерно одинаковое. Однако чем оподзоливание слабее (профили 3 и 4), тем уровень накопления данных соединений несколько повышается. Этот факт также согласуется с относительным сохранением мелкодисперсной фракции в элювиальном слое при слабой степени его оподзоливания, которая изначально состоит, в том числе, из аморфных частиц кремнезема и глинистых минералов, остающихся при неполном кислотном гидролизе вещества горизонта  $A_1A_2$  [3, 5].

**Заключение.** Проведенные исследования показали, что доля моно- и поликремниевых кислот в общем количестве подвижных соединений кремния четко определена элювиально-иллювиальными процессами профилей дерново-подзолистых почв. Равновесие кремниевых кислот в почвах подзолистого ряда имеет сдвиг в сторону полимеризованного состояния. При этом монокремниевые кислоты имеют преимущественно иллювиальное накопление.

*Библиографический список:*

1. Матыченков В.В. Градация почв по дефициту доступного растениям кремния // Агрохимия. 2007. № 7. С. 22–27.
2. Градусов Б.П., Фрид А.С., Градусова О.Б. Эволюция подзолистых горизонтов суглинистых подзолистых и дерново-подзолистых почв по показателям ила и основных оксидов // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2005. Вып. 57. С. 19–30.
3. Зайдельман Ф.Р. Теория образования светлых кислых элювиальных горизонтов почв и ее прикладные аспекты. М.: КРАСАНД, 2010. 248 с.
4. Матыченков В.В., Бочарникова Е.А. Биогеохимический цикл Si в системе почва – растение // Функции почв в биосферно-геосферных системах: материалы Международного симпозиума. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, МАКС-Пресс. 2001. С. 100–110.
5. Процессы почвообразования и эволюция почв / Под ред. В.О. Таргульяна, А.А. Величко. М.: Науча, 1985. 250 с.

## **FEATURES OF MONOSILICON, POLYSILICIC ACIDS AND ACID-SOLUBLE SILICON COMPOUNDS DISTRIBUTION IN MAIN PROFILE TYPES OF SOILS OF NIZHNY NOVGOROD REGION**

**Kozlov A.V.**

**Keywords:** *silicic acids and compounds, soil profile, eluvial-illuvial distribution of substance, podsollic type of soil formation.*

*The results of study of content of silicic acids and acid-soluble silicon compounds, as well as their intraprofilic distribution in profiles of sod-podsolic light-sintered soils of the Nizhny Novgorod region when comparing sod pedogenesis with soils are given. The proportion of silicic acids is clearly defined by eluvial-illuvial processes in soil profiles. The equilibrium of acidic substances has a shift towards the polymerized state, and monosilicic acids have mainly illuvial accumulation.*