

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ИМПУЛЬВЕРИЗАЦИИ НА СОДЕРЖАНИЕ СОЛЕЙ В ПОЧВАХ ПРИБРЕЖНЫХ МОРСКИХ ЛАНДШАФТОВ

В статье рассматриваются процессы импультверизации в почвах прибрежно-морских ландшафтов и их влияние на солевой состав почвенного профиля.

Ключевые слова: импультверизация, солевой состав почв, химический состав водной вытяжки.

N.M. Kostenkov, S.V. Klyshevskaya

THE IMPULVERIZATION PROCESS INFLUENCE ON THE SALT CONTENT IN THE COASTAL MARINE LANDSCAPE SOILS

The impulverization processes in the soils of the coastal marine landscapes and their influence on the salt content of the soil profile are considered in the article.

Key words: impulverization, soil salt content, chemical composition of water extraction.

Введение. Перемещение частиц (примесей) воздушными потоками называется аэралью миграцией. Геохимическая нагрузка атмосферных потоков определяется аэрозолями разного размера, но преобладают частицы меньше 0,1 мкм (частицы Айтмена). Эти частицы являются ядрами конденсации водяного пара. Они включаются в атмосферный перенос, определяют химический состав атмосферных осадков и перенос морских солей с моря на сушу.

Аэральное вещество, несмотря на его относительно небольшую массу, может играть значительную роль в процессах, происходящих на поверхности почв прибрежных территорий. Основным источником аэрального вещества естественного происхождения является поверхность морей. Воздушными потоками аэральное вещество может переноситься на поверхность суши, включаться в состав почвенного субстрата и, вероятно, оказывать влияние на химический состав и генезис почв морских побережий. Очевидным фактором, определяющим степень влияния потока аэрального вещества на почву в прибрежной зоне, возможно, является удаленность от места ее генерации.

Основные исследования, затрагивающие проблемы переноса аэрального вещества на Дальнем Востоке, проводятся в антропогенных зонах или вблизи с ними, что оправдано повышенным интересом к техногенному воздействию на окружающую среду аэрозолей [1–4].

В береговой прибрежной зоне источником атмосферных аэрозолей являются морские соли. При распылении морской воды возникают аэрозольные частицы, которые могут быстро переноситься и оседать на поверхности почвы. Над открытой поверхностью моря перенос солей в атмосферу связан с распылением тонкой пленки солей (формирующейся на поверхности воды), которые включаются в атмосферный перенос морских солей с моря на сушу, т.е. происходит процесс импультверизации солевых потоков. При изучении почв, формирующихся на морских побережьях, основное внимание уделяется вопросам их классификации, гидрофизической и физико-химической характеристике [5] или представлены фоновые потоки аэрального вещества для оценки загрязнения атмосферы [6].

А.В. Новиковой впервые выполнена оценка растворов аэральных солей по их способности к осолонцеванию почв Причерноморья с использованием уравнения реакции катионного обмена [7]. Влияние импультверизации на солевой состав почвенного профиля прибрежных ландшафтов Дальневосточной зоны не рассматривалось.

Цель работы. Установить возможное влияние процессов импультверизации на солевой состав почвенного профиля прибрежно-морской зоны.

Объекты и методы. Объектом исследования являются почвы Дальневосточной прибрежно-морской зоны по трансекте длиной 1,5 км: морское побережье – континентальная часть суши полуострова Гамова в бухте Витязь Амурского залива Японского моря. Непосредственно прибрежная часть (до 10 м от уреза воды) представлена маршевыми примитивными почвами со слабодифференцированным профилем, верхний горизонт которых состоит из небольшого количества мелкозема (10–15 %) и галечника. Содержание органического вещества в почвах очень низкое (0,5 %), они имеют слабощелочную реакцию почвенной среды (рН равен 7,8). Далее, вверх по склону покатого увала, формируются типичные для юга Дальнего Востока бурые лесные почвы со слабодифференцированным профилем, которые имеют следующее строение: гумусо-аккумулятивный горизонт (А) различной мощности от 2 до 10 см, темно-серый, непрочно-комковатозернистый, уплотнен, супесчано-суглинистый, пронизан корнями разнотравной растительности; далее сле-

дует иллювиальный горизонт (В) мощностью от 10 до 25 см, темно-бурый, непрочно-комковатый, суглинистый, который плавно переходит в почвообразующую породу – элюво-делювий плотных пород.

Бурые лесные почвы, расположенные по трансекте, поверхностно-каменистые, а содержание рыхлого материала в них, т.е. фракции <1мм, незначительно (до 15%).

По трансекте от уреза воды до отметки 1500 м континентальной части состав почвенного покрова следующий: примитивно-маршевые (занимают территорию примерно до 10 м береговой линии), далее формируются бурые лесные почвы с мощностью гумусовых слоев (от 2 до 5 см), которые занимают зону до 500 м от береговой линии, далее следуют бурые лесные почвы с мощностью гумусо-аккумулятивного горизонта от 5 до 10 см. По содержанию органического вещества в почвах просматривается определенная закономерность: в маршевых примитивных – до 0,5 %; бурых лесных по трансекте до 500 м – в пределах от 1 до 2,0 %, а в зоне от 500 до 1500 м резко возрастает его содержание – до 7,5 % (табл.1). Щелочно-кислотные условия: слабощелочные только в маршевых почвах, которые формируются непосредственно в прибрежно-морской зоне, далее величина рН резко уменьшается до слабокислых значений и равна 5,3.

Таблица 1

Химический состав водной вытяжки почв по трансекте (морское побережье – континент)

| Номер разреза | Расстояние от береговой линии, м | Отбор образцов почв, см | Гумус почвы, % | Содержание фракций, % | | рН | | Водная вытяжка, мг/100 г почвы | | | | | | | |
|---------------|----------------------------------|-------------------------|----------------|----------------------------|----------------|--------|---------|--------------------------------|---------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|------------------|------------------|-----------------|
| | | | | физической глины, <0,01 мм | ила, <0,001 мм | водный | солевой | Сухой остаток | Прокаленный остаток | HCO ₃ ⁻ | Cl ⁻ | SO ₄ ⁻² | Ca ⁺² | Mg ⁺² | Na ⁺ |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0-1 | 1 | 0-2 | 0,5 | 4,5 | Нет | 7,8 | 6,2 | 78,2 | 70,1 | 7,8 | 28 | 6,6 | 2,0 | 1,5 | 19,3 |
| | | 2-10 | 0,4 | 4,0 | Нет | 7,5 | 6,0 | 63,1 | 67,1 | 4,9 | 30 | 2,1 | 1,5 | 1,5 | 17,8 |
| 1-1 | 10 | 0-2 | 6,5 | 8,3 | Нет | 5,5 | 4,2 | 90,4 | 62,2 | 5,4 | 31 | 0,4 | 1,5 | 1,8 | 17,3 |
| | | 2-10 | 3,4 | 8,5 | Нет | 5,3 | 3,9 | 100,1 | 65,3 | 4,9 | 30 | 5,7 | 1,5 | 0,3 | 21,8 |
| 5-5 | 50 | 0-2 | 6,1 | 11,1 | 3,3 | 5,6 | 4,0 | 60,3 | 50,9 | 2,9 | 22 | 5,3 | 1,0 | 0,9 | 15,0 |
| | | 2-10 | 5,6 | 10,3 | 2,9 | 5,8 | 4,2 | 67,3 | 60,1 | 2,4 | 27 | 4,9 | 1,0 | 0,9 | 17,9 |
| 14-50 | 500 | 0-2 | 6,1 | 12,7 | 3,5 | 5,3 | 4,1 | 50,2 | 40,7 | 1,0 | 20 | 0,4 | 1,5 | 3,0 | 6,0 |
| | | 2-10 | 5,6 | 12,4 | 3,1 | 5,3 | 4,1 | 50,1 | 32,3 | 1,0 | 17 | 0,4 | 0,9 | 0,5 | 10,1 |
| 22-150 | 1500 | 0-2 | 7,6 | 15,2 | 4,0 | 5,7 | 4,2 | 44,8 | 45,1 | 1,0 | 18 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 12,5 |
| | | 2-10 | 4,8 | 14,0 | 4,2 | 5,5 | 4,1 | 44,1 | 40,2 | 2,4 | 16 | 1,2 | 0,5 | 0,5 | 12,1 |

Для изучения влияния процесса импультверизации на солевой состав почвенного профиля был проведен сбор водяного туманного конденсата на полиэтиленовую пленку размером 5 х 5 м, т.е. общей площадью 25 м². Пленка закреплялась на высоте 0,20 см от поверхности почвы на специальных креплениях на двух площадках, расположенных в 10 и 1500 м от береговой линии. Сбор импультверизационной массы водяного конденсата проводился в течение суток в период тумана, затем собранный на пленке конденсат поступал на аналитическую обработку, и определялся катионно-анионный состав, сухой, прокаленный остаток и величины рН [8, 9].

Физико-химический анализ почв и водной вытяжки из двух верхних горизонтов проведен общепринятыми методами [10], т.е. гумус – по Тюрину, кислотность – на рН-метре стеклянным электродом (ОР261/1), солевой состав водной вытяжки определен при соотношении почва-вода 1:5.

Все анализы выполнялись в двукратной повторности, и в таблицах представлены средние значения. Химический состав конденсата собран на двух площадках, первая из которых находилась непосредственно на берегу залива, а вторая в 1500 м от береговой линии.

Проведенный анализ свидетельствует, что по величине прокаленного остатка (суммарный состав минеральных компонентов) образцы практически не отличаются (270 и 265 мг/л соответственно). Водный конденсат в районе береговой линии (10 м от берега) имеет нейтральную реакцию среды (рН=7), а по гидрохимическому составу его можно отнести к гидрокарбонатно-хлоридно-магниевому, так как среди анионов преимущественно преобладают гидрокарбонаты (50 мг/л) и хлориды (75 мг/л), а связи катионов – магний (45 мг/л) и натрия (30 мг/л). Общее содержание солей, если судить по величине прокаленного остатка, составляет 270 мг/л и при удалении от моря в количественном отношении изменяется незначительно (265 мг/л). По химическому составу конденсат можно отнести к категории пресных вод, т.е. он незасолен и общее содержание солей составляет >0,3 мг/л.

В зависимости от удаления от побережья количественно солевой состав конденсата изменяется незначительно. Например, на берегу прокаленный остаток равен 265 мг/л, а на побережье – 270 мг/л. Следовательно, гидрохимический состав конденсата существенно повлиять на солевой состав прибрежных почв не может, так как по суммарному содержанию солей он относится к разряду пресных, но с повышенным содержанием хлора (75–80 мг/л), магния (43–48 мг/л) и натрия (28–30 мг/л). По сравнению с химическим составом поверхностных вод юга Приморья в конденсате среди анионов преобладает хлор, а среди катионов – магний, натрий.

Химический состав водного конденсата на расстоянии 1500 м от моря практически идентичен составу конденсата береговой зоны, но общее содержание минеральных компонентов несколько меньше.

Итак, по существующей градации химический состав туманно-водного конденсата не отличается существенно от химического состава поверхностных пресных вод (табл. 2), и их можно отнести по суммарному содержанию солей к разряду пресных. Следовательно, аэральный суммарный перенос солевых потоков в прибрежной морской зоне выражен слабо, так как общее содержание минеральных солей в конденсате составляет всего 0,27 г на литр. В то же время в морской воде б. Витязь Японского моря этот показатель в сотни раз больше и составляет 31,4 г на литр.

Таблица 2

Химический состав водного конденсата и речных, морских вод, мг/л

| Показатель | pH | НСО ₃ ⁻ | СО ₃ ⁻ | Cl ⁻ | SO ₄ ⁻² | Ca ⁺² | Mg ⁺² | Na ⁺ | Сухой остаток | Прокаленный остаток |
|--|-------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------|-------------------------------|------------------|------------------|-----------------|-------------------|---------------------|
| Водный конденсат | $\frac{7,0}{6,9}$ | $\frac{50}{60}$ | $\frac{10}{11}$ | $\frac{75}{80}$ | $\frac{15}{14}$ | $\frac{22}{20}$ | $\frac{45}{43}$ | $\frac{30}{28}$ | $\frac{275}{270}$ | $\frac{270}{265}$ |
| Вода р. Барабашевки (Хасанский район) [11] | 6,9 | 26,2 | 8,7 | 2,2 | 2,9 | 5,0 | 1,5 | 4,5 | 54 | 52 |
| Вода залива | 8,0 | 110 | 20 | $\frac{26}{600}$ | $\frac{2}{400}$ | 320 | 1 124 | 110 | 333 370 | 31 410 |

* Над чертой – химический состав конденсата на берегу залива; под чертой – состав конденсата в 1,5 км от береговой линии.

Формирование почв прибрежно-морской зоны несомненно происходит под влиянием импульверизационных явлений, но насколько это влияет на генезис почв и солевой состав генетических горизонтов, следует выяснить. Привнесенные солевые потоки на поверхность почв, при отсутствии или незначительном количестве физической глины и ила в прибрежных почвах легкого гранулометрического состава, адсорбируются слабо и могут выноситься за пределы почвенного профиля водными потоками атмосферных осадков.

Почвы по трансекте «море – континент» содержат небольшое количество физической глины и ила (до 15 и 4% соответственно). Следовательно, их адсорбционные возможности по отношению к анионно-катионному составу можно оценить как очень низкие, и общее количество солей в водной вытяжке по профилю почв и по трансекте колеблется от 40 до 70 мг/л. В то же время следует обратить внимание на качественный состав катионно-ионного состава водной вытяжки и конденсата. В водной вытяжке среди катионов в почвах по трансекте преобладает натрий до 18 мг/л, что составляет 92 % от суммы катионов. Среди анионов в вытяжке преимущественно ионы хлора (до 30 мг/л), что составляет более 73 % от суммы анионного состава.

Итак, по качественному составу водная вытяжка почв прибрежных ландшафтов хлоридно-натриевая, а поверхностные воды и вытяжка континентальных почв юга Дальнего Востока обычно гидрокарбонатно-кальциевые.

Величина прокаленного остатка (ПО) в зависимости от удаленности от береговой линии в значительной степени уменьшается. Так, в почвах, примыкающих к побережью, ПО составляет 70–80 мг, а на удалении на 1500 м резко снижается до 40 мг/л.

Итак, можно отметить следующее. Импульверизационные процессы на солевой состав почвы морских побережий оказывают слабое влияние. Поэтому по общему количеству содержания солей генетические горизонты прибрежной зоны не относятся к разряду засоленных.

В то же время следует особо отметить, что по качественному составу водная вытяжка всех рассматриваемых почв хлоридно-натриевая, что обусловлено, вероятно, процессами импульверизации. Это связано с тем, что почвы побережья (маршевые, бурые лесные) аккумулируют избирательно переносимые воз-

душными потоками аэрозоли солей. Но так как почвенный профиль прибрежных почв каменистый и имеет промывной тип водного режима [11, 12], то привнесенные на поверхность аэрозоли солей адсорбируются слабо и в основном выносятся за пределы почвенного профиля атмосферными осадками. Это обусловлено тем, что мелкозем рассматриваемых почв по гранулометрическому составу супесчаный и содержит небольшое количество физической глины (до 15%) и ила (до 4%).

Выводы. Таким образом, процессы импультверизации несомненно оказывают влияние на солевой состав водной вытяжки почв прибрежно-морской зоны, которая приобретает хлоридно-натриевый состав, хотя на континентальной части обычно почвенные растворы гидрокарбонатно-кальциевые.

Литература

1. *Кондратьев И.И., Свинухов В.Г., Пушкина Г.Г.* Идентификация источников эмиссии аэрозоля с помощью факторного анализа // Тр. Дальневост. гос. ун-та. – Владивосток, 1991. – С. 28–36.
2. *Кондратьев И.И.* Исследования потоков аэрозольного вещества на юге Дальневосточного региона России. – Деп. в ВИНТИ. – № 2265-В99, 1999а. – 18 с.
3. *Кондратьев И.И.* Макро- и микроэлементный состав аэрозольных выпадений на юге Дальневосточного региона России // Десятое научное совещание географов Сибири и Дальнего Востока: тез. докл. – Иркутск, 1999б. – С. 91–92.
4. *Kondratiev I.I.* Studies of flows of trace elements in the south of Russian Far East // Abstracts of the First International Seminar on Problem of Atmospheric in Pfn-Japan-Sea Area. – Vladivostok, 1999с. – P. 7.
5. *Шляхов С.А., Костенков Н.М.* Почвы Тихоокеанского побережья России, их классификация, оценка и использование. – Владивосток: Дальнаука, 2000. – 183 с.
6. *Кондратьев И.И.* Фоновые потоки аэрозольного вещества юга Дальнего Востока России как региональная основа оценки загрязнения атмосферы: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток, 2000. – 25 с.
7. *Новикова А.В.* Оценка импультверизации солей на осолонцевание почв Причерноморья // Почвоведение. – 2009. – № 12. – С. 1421–1431.
8. *Современные методы анализа природных вод.* – М., 1962. – 203 с.
9. *Химический анализ переувлажняемых почв, поливных и почвенно-грунтовых вод: метод. рекомендации / А.Ф. Костенкова, О.Д. Арефьева, Н.М. Костенков [и др.].* – Владивосток, 1990. – 68 с.
10. *Аринушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв / ред. А.И. Бусев. – М.: Изд-во МГУ. 1970. – 487 с.
11. *Ресурсы поверхностных вод. Основные гидрологические характеристики. Дальний Восток. Т. 18. Вып. 3. Приморье.* – Л., 1977. – 245 с.
12. *Иванов Г.Т.* Почвообразование на юге Дальнего Востока. – М.: Наука, 1976. – 200 с.

