

## ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ АНТРОПОГЕННО ИЗМЕНЕННЫХ ПОЧВ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

Р.В. Любимов, Ю.В. Робертус

Алтайский региональный институт экологии и рационального природопользования, с. Майма

Процессы антропогенеза приводят к заметным изменениям экологического состояния объектов окружающей среды не только крупных городов и промышленных центров, но и относительно небольших населенных пунктов. Нередко антропогенные изменения приводят к возникновению техногенных ландшафтов, полностью утративших свое природное состояние. Экологические последствия многолетних антропогенных нагрузок наиболее информативно проявляются в составе и свойствах почв.

Установлено, что гранулометрический состав почв и тенденции его изменения являются индикаторами интенсивности и специфики антропогенного воздействия [1]. Кроме того, при изучении урбанизированных территорий Москвы, Новосибирска, Воронежа и других мегаполисов было установлено, что антропогенные изменения гранулометрического состава и других физико-химических свойств почв носят комплексный характер и сопровождаются загрязнением тяжелыми металлами [2-5].

Основными факторами вышеотмеченных изменений свойств почв являются газопылевые выбросы в атмосферу выхлопных газов автомобилей, промышленных газов, ТЭЦ, котельных и пр., а также промышленное и жилищное строительство, агрообработка почв, внесение удобрений и пр.

Авторами на основе 100 почвенных проб из 12 населенных пунктов Республики Алтай проведен анализ антропогенных изменений их гранулометрического состава. При этом установлено, что его изменения по профилю как целинных, так и пахотных почв сел РА и г. Горно-Алтайска носят односторонний направленный характер и заключаются в уменьшении содержания с глубиной крупных фракций физического песка (1-0.25 и 0.25-0.05 мм) и, соответственно, в увеличении присутствия глинистых фракций. Наиболее контрастные различия в гранулометрическом составе проявлены между поверхностным слоем почв и нижележащим интервалом 10-20 см. Между последним и интервалом 20-30 см больших различий не отмечается. Характерно, что амплитуда вышеотмеченных различий в профиле пахотных почв по причине их перемешивания заметно меньше, чем для целинных почв (табл. 1).

### 1. Изменение гранулометрического состава по профилю почв населенных пунктов РА

| Интервалы глубин | Содержание фракций, % |      |              |      |              |      |              |     |               |      |            |     |
|------------------|-----------------------|------|--------------|------|--------------|------|--------------|-----|---------------|------|------------|-----|
|                  | 1-0.25 мм             |      | 0.25-0.05 мм |      | 0.05-0.01 мм |      | 0.01-0.005мм |     | 0.005-0.001мм |      | < 0.001 мм |     |
|                  | Ц                     | П    | Ц            | П    | Ц            | П    | Ц            | П   | Ц             | П    | Ц          | П   |
| 0-10 см          | 21.6                  | 21.4 | 28.6         | 35.2 | 21.1         | 23.2 | 9.2          | 6.1 | 10.0          | 7.6  | 9.4        | 6.6 |
| 10-20 см         | 18.1                  | 18.0 | 21.9         | 32.7 | 22.6         | 24.1 | 10.5         | 6.9 | 13.2          | 10.8 | 13.7       | 7.6 |
| 20-30 см         | 16.8                  | 17.7 | 21.9         | 32.5 | 22.6         | 24.2 | 11.5         | 7.0 | 13.2          | 10.8 | 14.0       | 7.7 |

П р и м е ч а н и е. Ц – целинные, П – пахотные почвы. Выделены горизонты со стабильным гранулометрическим составом

Более наглядно описанный механизм трансформации механического состава антропогенно измененных целинных и пахотных почв населенных пунктов РА показан на рисунке 1.

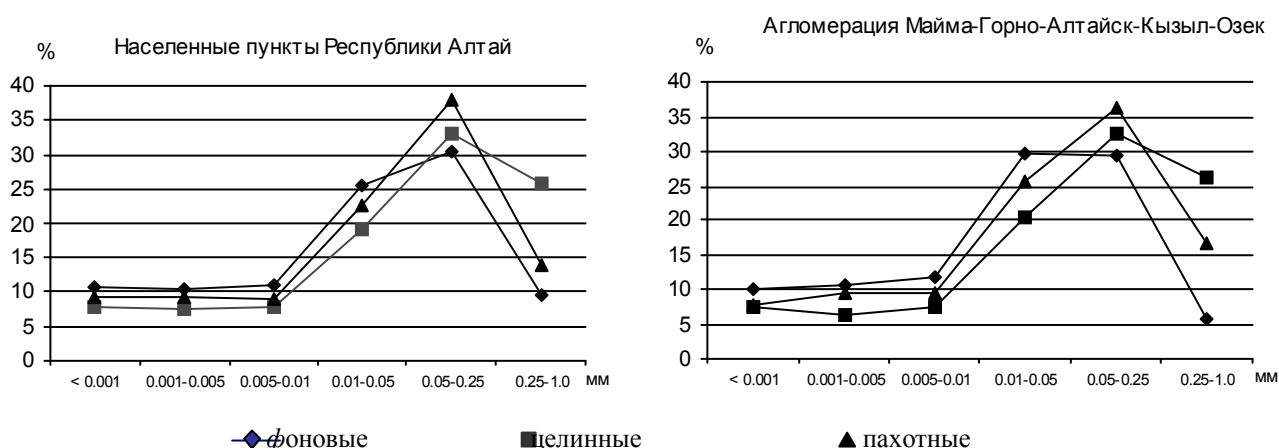


Рис. 1 Гранулометрический состав почв населенных пунктов РА

На рисунке 1 видно, что основные изменения грансостава почв населенных пунктов относительно фоновых почв заключаются в увеличении содержания в них фракций 1-0.25 и 0.25-0.05 мм. Исходя из того факта, что эти изменения не вызывают нарушений глинистого базиса почв, основным фактором их антропогенной деформации можно считать привнос частиц крупной пыли и мелкого песка [1, 2, 4].

При изучении латеральных и профилейных изменений механического состава целинных и обрабатываемых почв республиканского центра, находящихся в зоне влияния автомагистралей, было установлено, что основные его изменения также проявляются в поверхностном слое почв (интервал 0-10 см), а их нижележащие горизонты характеризуются относительно стабильным гранулометрическим составом. В свою очередь, основные его изменения в поверхностном почвенном слое отмечены вблизи полотна дорог на расстоянии до 5 м, а при удалении на 15-30 м и более они слабо заметны (табл. 2).

## 2. Гранулометрический состав почв вблизи основных автомагистралей г. Горно-Алтайска

| Интервалы глубин и расстояние | Среднее содержание фракций почв (горизонт А), % |      |              |      |              |      |               |      |                |      |            |      |
|-------------------------------|---|------|--------------|------|--------------|------|---------------|------|----------------|------|------------|------|
|                               | 1-0.25 мм                                       |      | 0.25-0.05 мм |      | 0.05-0.01 мм |      | 0.01-0.005 мм |      | 0.005-0.001 мм |      | < 0.001 мм |      |
|                               | Ц   | П    | Ц            | П    | Ц            | П    | Ц             | П    | Ц              | П    | Ц          | П    |
| 0-10 см                       | 26.4  | 26.5 | 32.4         | 37.1 | 19.3         | 19.6 | 8.2           | 2.0  | 7.9            | 7.3  | 5.9        | 7.5  |
| 10-20 см                      | 21.2  | 22.7 | 25.1         | 28.8 | 21.5         | 23.2 | 10.0          | 2.8  | 11.3           | 13.5 | 10.9       | 8.9  |
| 20-30 см                      | 17.2  | 22.4 | 24.8         | 28.0 | 23.5         | 23.9 | 11.0          | 3.0  | 12.1           | 13.7 | 11.4       | 9.0  |
| 5 м*                          | 22.6  | 15.3 | 32.6         | 37.9 | 19.5         | 27.1 | 9.1           | 10.2 | 8.4            | 4.3  | 7.8        | 5.2  |
| 15 м*                         | 13.4  | 13.8 | 30.1         | 36.8 | 18.0         | 19.6 | 10.8          | 8.5  | 13.0           | 10.2 | 14.7       | 11.1 |
| 30 м*                         | 12.5  | 13.4 | 29.2         | 36.1 | 17.4         | 19.2 | 12.2          | 8.0  | 13.5           | 11.4 | 15.2       | 11.9 |

Примечание. Состояние почв: Ц – целинные почвы (29 проб), П – пахотные почвы (14 проб). \* – интервал 0-10 см. Выделены интервалы глубин и расстояний с относительно стабильным гранулометрическим составом.

По данным таблицы 2 видно, что изменение фракционного состава поверхностного слоя почв вблизи автомагистралей обусловлено, главным образом, увеличением доли крупно- и среднеспесчаной фракций (1.0-0.05 мм), причем в целинных почвах эта тенденция проявлена более отчетливо. С учетом вышеизложенного, не вызывает сомнения определяющая роль привноса ксеногенных по происхождению частиц физического песка в процессе трансформации исходных почв в техноземы. В основе превращения исходных почв в техноземы лежит увеличение доли физического песка, особенно его крупных фракций [2]. Этот процесс усиливается с нарастанием интенсивности техногенного воздействия на почвы.

Механический состав почв, как это было установлено на урбанизированных территориях, в значительной степени влияет на накопление тяжелых металлов [1-4]. Для проверки этих данных авторами была проанализирована связь концентраций свинца – одного из основных «антропогенных» тяжелых металлов с гранулометрическими фракциями фоновых почв и почв, находящихся вблизи основных источников воздействия в населенных пунктах – автодорог и котельных (табл. 3).

Полученные результаты указывают на существенное изменение характера корреляционных связей свинца с гранулометрическим составом антропогенно измененных почв по сравнению с фоновыми почвами. Основные изменения заключаются в смене знака и величины коэффициентов корреляции между содержанием свинца в основных фракциях физического песка и глины. Так, положительная значимая связь свинца с глинистой фракцией 0.005-

0.001 мм фоновых почв сменяется на отрицательную в почвах вблизи автодорог и котельных, а его фоновая отрицательная связь с крупной фракцией физического песка (1-0.25 мм) меняется на значимую положительную связь (табл. 3).

### 3. Корреляционные связи свинца с гранулометрическим составом почв населенных пунктов РА

| Источник воздействия | Число проб | Фракции физического песка |           |           | Фракции физической глины, мм |             |         |
|----------------------|------------|---------------------------|-----------|-----------|------------------------------|-------------|---------|
|                      |            | 1-0.25                    | 0.25-0.05 | 0.05-0.01 | 0.01-0.005                   | 0.005-0.001 | < 0.001 |
| Котельные            | 13         | 0.55                      | 0.38      | -0.43     | -0.49                        | -0.68       | -0.32   |
| Автодороги           | 37         | 0.37                      | 0.17      | -0.26     | -0.15                        | -0.36       | -0.16   |
| Местный фон          | 21         | -0.16                     | -0.16     | -0.18     | -0.03                        | 0.43        | -0.08   |

Примечание. Выделены значимые коэффициенты корреляции при 95 % уровне вероятности.

Полученные данные свидетельствуют о том, что основные изменения физико-химических свойств почв и привнос свинца при антропогенном воздействии проявляются в их верхнем слое – 0-10 см (горизонт А). Вышеотмеченные устойчивые корреляционные связи особенностей гранулометрического состава антропогенно измененных почв и содержания в них свинца позволяет предполагать единство формирующих их источников и процессов, а также пространственную сопряженность очагов их распространения.

Подобные изменения корреляционных связей свинца с гранулометрическими фракциями полностью совпадают с охарактеризованными выше основными изменениями в механическом составе этих типов почв при антропогенезе. Очевидно, что заметное увеличение корреляционной связи свинца с наиболее «антропогенной» гранулометрической фракцией (1-0.25 мм) отражает их совместный привнос, способствующий уменьшению тесноты его природной связи с тонкодисперсными глинистыми фракциями почв.

Эта же тенденция проявляется при анализе поведения физического песка и содержания свинца в почвах населенных пунктов, испытывающих разноинтенсивное воздействие основных антропогенных источников (табл. 4).

### 4. Зависимость содержания свинца и физического песка почв населенных пунктов РА от степени воздействия основных антропогенных источников

| Степень воздействия | А/дороги (n=190) |           | Котельные (n=135) |           | Полигоны ТБО (n=26) |           |
|---------------------|------------------|-----------|-------------------|-----------|---------------------|-----------|
|                     | Физ. песок, %    | Pb, мг/кг | Физ. песок, %     | Pb, мг/кг | Физ. песок, %       | Pb, мг/кг |
|                     | РА               | РА        | РА                | РА        | РА                  | РА        |
| Слабая              | 65.9             | 19.7      | 61.2              | 22.0      | н.д.                | 18.3      |
| Средняя             | 71.3             | 28.1      | 74.5              | 42.6      | н.д.                | 46.8      |
| Сильная             | 86.3             | 40.2      | 77.2              | 72.8      | н.д.                | 68.0      |

Полученные результаты свидетельствуют об одновременном увеличении концентраций свинца и содержания физического песка в почвах при нарастании степени воздействия различных антропогенных источников. В то же время для разных источников эта связь имеет значительную специфику. Так, почвы вблизи автодорог имеют самую низкую степень техноземности и, соответственно, минимальные концентрации и градиент прироста свинца при усилении воздействия. Напротив, вблизи котельных техноземность почв, обусловленная значительным выбросом твердых частиц, заметно выше, как и содержание свинца, чем их значения для почв в зоне влияния автомагистралей.

Имеющиеся данные свидетельствуют о преобладающем субизометричном и линейном (вдоль автострад) локальном характере распространения участков антропогенных изменений гранулометрического состава почв, проявленных только в зоне влияния источников воздействия.

#### Литература

1. Байдина Н.Л. О содержании тяжелых металлов в гранулометрических фракциях почвы в Новосибирске // Агрохимия. – 2001. № 3. – С. 69-74.
2. Девятова Т.А. и др. Техногенная трансформация почв Воронежа / Проблемы антропогенного почвообразования: Тез докл. междунар. конф. Т.2.– М.: 1997. – С.212-215.
3. Ильин В.Б. и др. Содержание тяжелых металлов в почвах и растениях Новосибирска // Агрохимия. – 2000. № 1.– С. 66-73.
4. Ларина Г.Е., Обухов А.И. Тяжелые металлов в растительности с газонов вдоль автомагистралей // Вестник Московского университета. Серия 17. – 1995. № 3. – С. 41-48.
5. Робертус Ю.В., Любимов Р.В. Антропогенные изменения физико-химических свойств и сопутствующее свинцовое загрязнение почв Горно-Алтайска // Актуальные проблемы биологии, медицины и экологии. Том 3. – Томск: 2004. – С. 467-469.