

Использование подсолнечника в качестве ремедианта загрязнённых почв

© 2009. Е.Н. Писаренко, научный сотрудник,
Научно-исследовательский институт промышленной экологии,
e-mail: pisarenko.en@mail.ru

В работе рассматриваются вопросы восстановления качественного состава загрязнённой почвы с помощью высших растений, в частности подсолнечника. Показано, что подсолнечник может быть использован для фиторемедиации засоленных почв, загрязнённых тяжёлыми металлами.

The article deals with qualitative remediation of contaminated soil by means of higher plants, in particular, sunflower. It is shown that sunflower can be used for the purpose of phytoremediation of saline soil contaminated with heavy metals.

Ключевые слова: ремедиация, загрязнение почвы, тяжёлые металлы

В настоящее время антропогенное изменение окружающей среды стало соизмеримо по масштабам с действием природных факторов, а в районах с высокой промышленной, транспортной или сельскохозяйственной нагрузкой – превышает его. Распашка территорий, интенсивная химизация и мелиорация сельскохозяйственных земель, большие объёмы промышленных выбросов в атмосферу и гидросферу различных соединений, включая радионуклиды и тяжёлые металлы, – вот только часть негативных антропогенных воздействий, непосредственно касающихся почвы и нарушающих сложившееся экологическое равновесие, приводящих зачастую к необратимым последствиям.

В условиях антропогенеза охрана почв стала одной из крупнейших социальных и экономических проблем. Знание современного состояния почвенных ресурсов, их рациональное использование, бережное отношение к ним послужат приумножению их плодородия.

Регулирование процессов загрязнения является важной задачей человечества, так как любые вредные соединения, находящиеся в почве, рано или поздно попадают в организм человека. Во-первых, происходит постоянное вымывание загрязняющих веществ в открытые водоёмы и грунтовые воды, которые могут использоваться человеком для питья и других нужд, а затем по пищевым цепям попадают в организм человека. Во-вторых, многие вредные для человеческого организма соединения имеют способность кумулироваться в тканях и органах.

Среди различных элементов биосферы особое положение занимают растения, способ-

ные поглощать из почвы различные вещества и накапливать их в своих тканях и органах. Удаляя эти растения, человек уменьшает содержание поллютантов в почве. На этом и основывается принцип фиторемедиации.

Основным преимуществом данного метода является его большая экономическая эффективность. Повышенный интерес к этой новой технологии объясняется тем, что она не нуждается в экскавации почвы, и растения-ремедианты с высокой эффективностью могут быть использованы на больших площадях. Это, в свою очередь, требует, чтобы используемые для очистки загрязнённых почв растения, помимо способности к накоплению поллютантов, были приспособлены к конкретным условиям произрастания. Фиторемедиация способствует сохранению и улучшению окружающей среды, поскольку связана с выращиванием растений, улучшением почв и защитой их от эрозии. Это наиболее эстетичная технология очистки почвы, что тоже немаловажно.

Для почв засушливых климатических зон характерно их одновременное засоление и загрязнение тяжёлыми металлами (ТМ).

Главными причинами антропогенного засоления почв являются бездренажное орошение и неконтролируемая подача воды, что особенно характерно для засушливых степных земель. В результате этого повышается уровень грунтовых вод, и, когда он достигает критической глубины, начинается активное соленакопление. Этому особенно способствует орошение водой с повышенной минерализацией [1].

Среди загрязнителей почвенного покрова значительное место занимают ТМ, источниками которых служат промышленные и топливно-энергетические предприятия, автомобильный и железнодорожный транспорт. Наибольшее загрязнение почв отмечается вблизи промышленных предприятий. Нередко индустриальные комплексы выносятся за черту города и строятся в регионах с плодородными почвами и открытыми источниками воды для ирригации. В результате значительные площади сельскохозяйственных земель загрязнены ТМ, и их эксплуатация представляется небезопасной [2].

Цель нашей работы: изучить возможность восстановления засоленных и загрязнённых тяжёлыми металлами земель с помощью однолетних растительных культур.

Сложность заключается в том, что виды растений, устойчивые к высокой степени засоления (галофиты), плохо переносят большие количества ТМ, и, наоборот, растения, устойчивые к повышенным концентрациям ТМ, не устойчивы к засолению почв.

На основе скрининга 8 видов растений для фиторемедиации засоленных и загрязнённых медью и никелем почв выбран подсолнечник, который является одной из основных культур современного мирового земледелия и с успехом возделывается во многих регионах.

Известно, что эта культура толерантна к высоким концентрациям различных ТМ [3].

В ходе эксперимента были поставлены 3 серии опытов в трёх повторностях. Целью первого этапа явилась проверка способности подсолнечника к прорастанию и росту в условиях, моделирующих различную засоленность земель. Для этого семена подсолнечника выращивали на почвах с различной степенью засоления хлоридом натрия, в соответствии с описанной в работе [4] классификацией засоленных почв: 0,15; 0,6; 1,2 и 2,4% от сухой массы почвы.

Опыты показали, что выбранная культура устойчива к засолению почв. Слабое и среднее засоление не влияет на физиологические показатели растений. 30% семян прорастают даже при максимальных концентрациях, но при этом скорость прорастания и рост проростков несколько замедляются.

На втором этапе подсолнечник выращивался на почвах, моделирующих различную степень загрязнения медью и никелем. В почвах были созданы следующие концентрации ТМ: 3, 6, 12 и 25 ПДК. Предельно допустимая концентрация меди в почве по разным источникам варьирует от 3 до 50 мг/кг, а для никеля от 10 до 100 мг/кг.

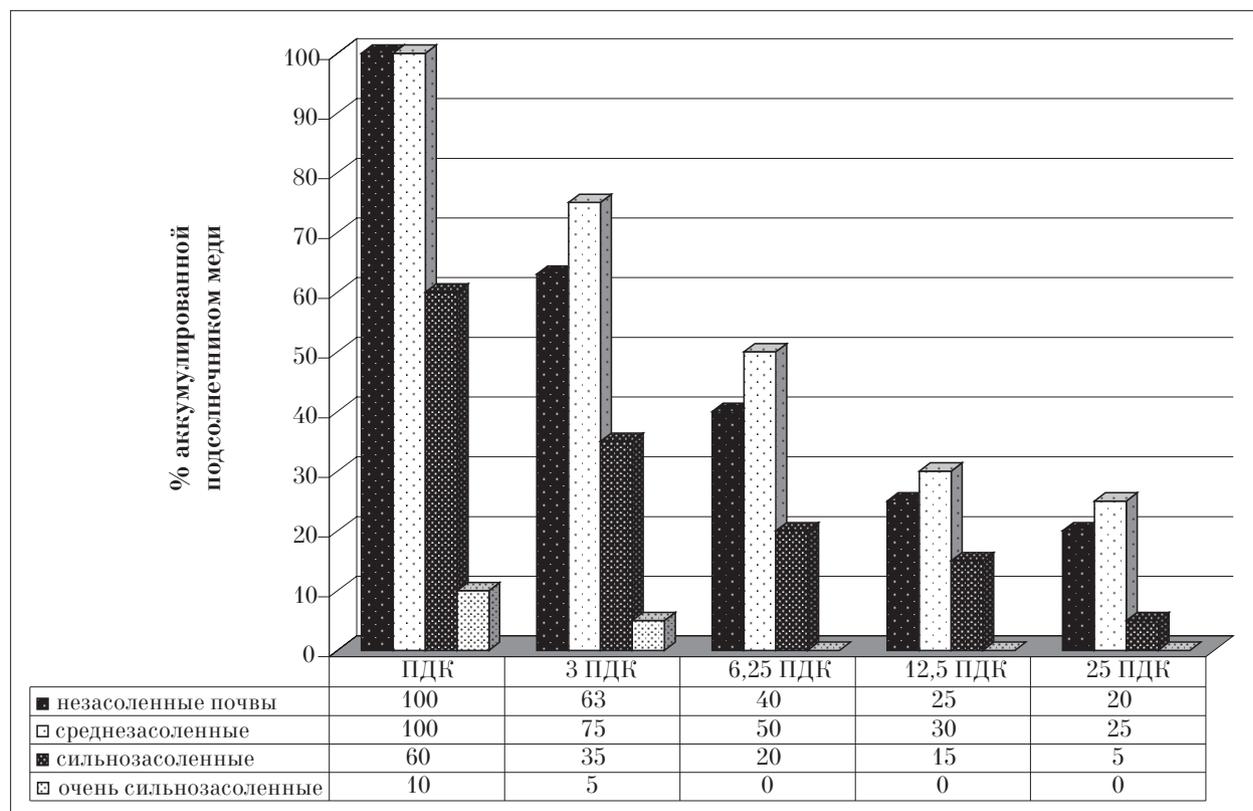


Рис. 1. Уменьшение содержания меди в почвах с различной степенью засоления при выращивании подсолнечника

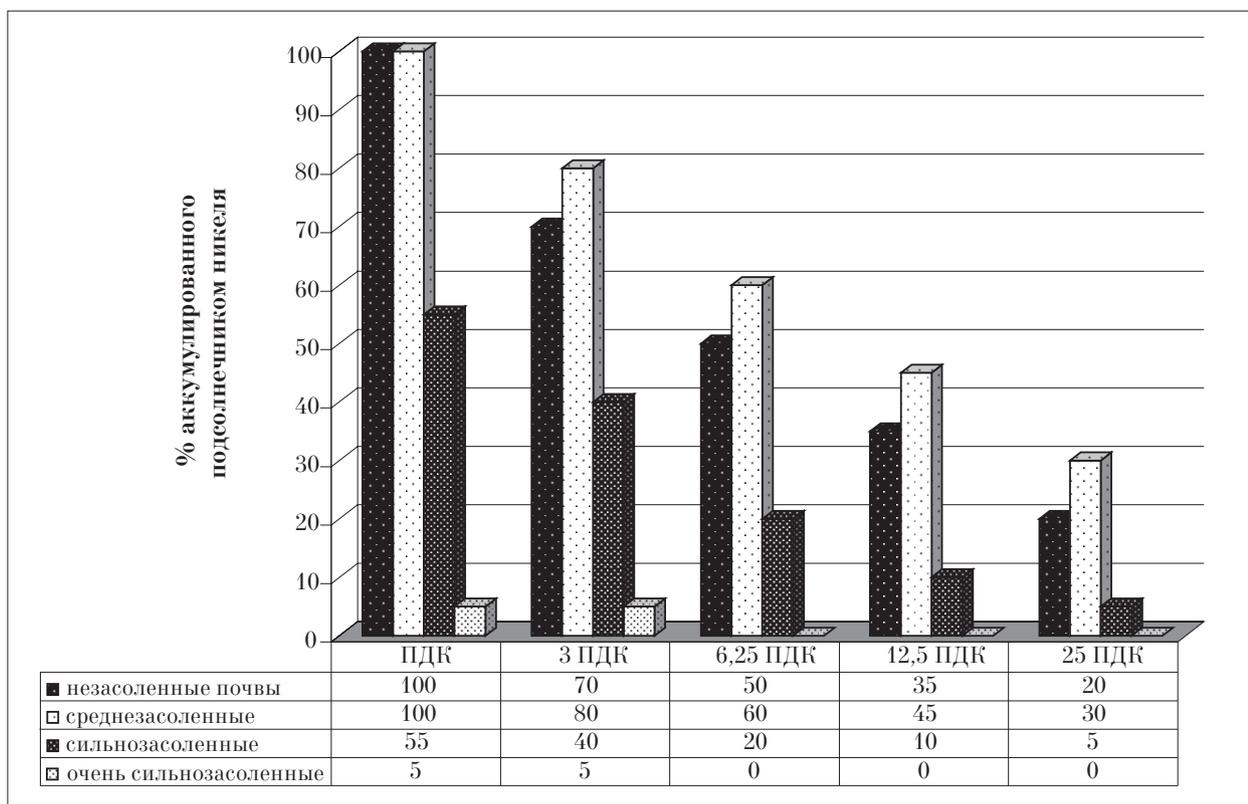


Рис. 2. Уменьшение содержания никеля в почвах с различной степенью засоления при выращивании подсолнечника

В третьей серии опытов в почвах с аналогичными концентрациями меди и никеля было создано засоление различной степени аналогично первому этапу.

Растения выращивались при температуре 20 – 22 °С в течение 14 дней. На 15-й день растения скашивали, почву высушивали до воздушно-сухого состояния, и пробы (контроль и опыт) подвергали анализу на медь и никель на приборе «СПЕКТРОСКАН № 2043 (LiF200)». Результаты исследований представлены на рисунках 1 и 2.

Из проведённых исследований следует, что при средней степени засоления (0,3–0,6%) увеличивается способность растений аккумулировать ТМ. При более высокой степени засоления активность растений уменьшается, но тенденция их к аккумуляции сохраняется. При максимальной степени засоления накопление металлов растениями намного ниже контрольных образцов.

Контролировалась всхожесть семян и установлено, что при среднем засолении почв семена всходят одновременно с контрольными образцами. При сильном засолении время их прорастания увеличивается (с 3-4 до 14-15 дней), а при максимальном засолении всходят лишь единичные экземпляры и в случае слабого загрязнения тяжёлыми

металлами (1 – 3 ПДК), намного снижается также устойчивость растений по сравнению с контролем.

Полученные результаты позволяют заключить, что подсолнечник устойчив к совместному действию ТМ засолению почв в средней и высокой степени. Так как данная культура является широко возделываемой по всему миру, её можно эффективно использовать для фиторемедиации засоленных почв, загрязнённых тяжёлыми металлами, без потери сельскохозяйственной ценности растений.

Литература

1. Сидько А.А., Мясичев С.И., Баякина В.П. Комплексная мелиорация солончаковых и солонцовых почв при орошении. М.: Агропромиздат, 1985. 206 с.
2. Большаков В.А., Краснова Н.М., Борисочкина Т.И. Аэротехногенное загрязнение почвенного покрова тяжёлыми металлами: источники, масштабы, рекультивация. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 1993. 92 с.
3. Битюцкий Н.П. Микроэлементы и растения. СПб: Изд-во Петербургского университета, 1999. 230 с.
4. Карнаухов Н.И. Мелиорация солонцов. Иркутск: Иркутский государственный университет им. А.А. Жданова, 1980. 238 с.