

УДК: 504.53

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАПСА ЯРОВОГО В КАЧЕСТВЕ ФИТОМЕЛИОРАНТА

Ю.И. Сискевич, ФГУ ЦАС «Липецкий»,

Г.Н. Никонова, Липецкий государственный педагогический университет

Устойчивость растений к тяжелым металлам (ТМ) определяется комплексом факторов, одним из которых является содержание ТМ в почвенном растворе. Существует целый ряд растений, способных накапливать отдельные ТМ без видимых признаков угнетения. Например, салат и шпинат могут содержать до 100 мг/кг кадмия без видимых проявлений отравления [1]. Однако механизмы устойчивости различных видов растений к повышенному содержанию ТМ изучены недостаточно. Устойчивость растений к одному металлу не распространяется на другой, т.е. сугубо специфична. По-видимому, эта устойчивость является генетически закрепленным признаком, который можно использовать в различных технологиях очистки окружающей среды при помощи растений (фитомелиорация).

За рубежом в последнее десятилетие достаточно активно стали использовать технологии фиторемедиации [2]. Для фиторемедиации загрязненных почв необходимо использовать растения-гипераккумуляторы ТМ, а также культурные растения, отличающиеся высокой аккумуляцией тяжелых металлов в наземных органах. Гипераккумуляторы характеризуются высоким коэффициентом ТМ и большой вегетативной массой: такие растения могут извлекать и накапливать в наземных органах в 10–1000 раз больше ТМ, чем обычные растения. Поиск видов растений, характерных для конкретных почвенно-климатических условий и типа загрязнения с высокой скоростью

роста и относительно большой биомассой, толерантных к высоким концентрациям загрязнителей, способных к их поглощению и аккумуляции в надземной биомассе и проявляющих прямую корреляционную зависимость между накоплением металла в надземной биомассе и его содержанием в среде, является одной из важнейших задач в области биоремедиации почв.

Для восстановления окружающей среды в различных странах применяют виды культурных растений: *Agropyron pectinatum* (Bieb.) Beauv., *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Brassica oleracea* L., *Brassica juncea* (L.) Czern., *Raphanus sativus* L., *Sinapis alba* L., *Helianthus annuus* L., *Lycopersicon esculentum* Miller., *Sorghum saccharatum* (L.) Moench, *Zea mays* L. [3, 4]. Для этих же целей используют сеgetальные виды и виды естественных экосистем: *Setaria viridis* (L.) Beauv., *Elytrigia elongate* (Host) Nevski, *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Elsholtzia splendens* Naki и др. [5, 6]. Несмотря на то что некоторые исследователи [7] виды семейства *Brassicaceae* считают перспективными для фиторемедиации, другие [8] отмечают, что вынос тяжелых металлов надземными органами растений видов *Brassica* недостаточен, чтобы считать эти культуры эффективными фитомелиорантами.

С целью обоснования применения *Brassica napus* L. в качестве фитомелиоранта, сотрудниками был заложен полевой опыт по выращиванию ярового рапса сорта Ратник на делянках с использованием осадка сточных вод, содер-

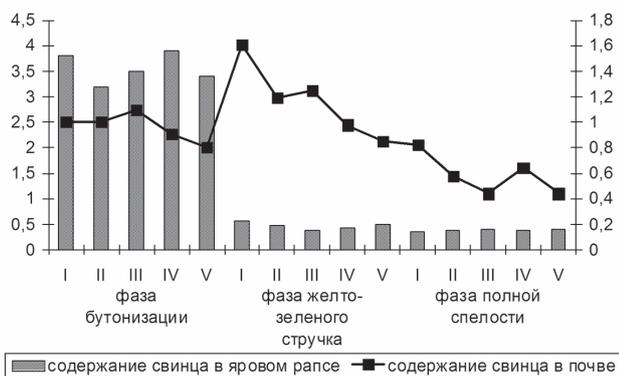


Рис. 1. Содержание свинца (мг/кг) в растительных и почвенных образцах в разные фазы развития рапса (I–V – варианты опыта)

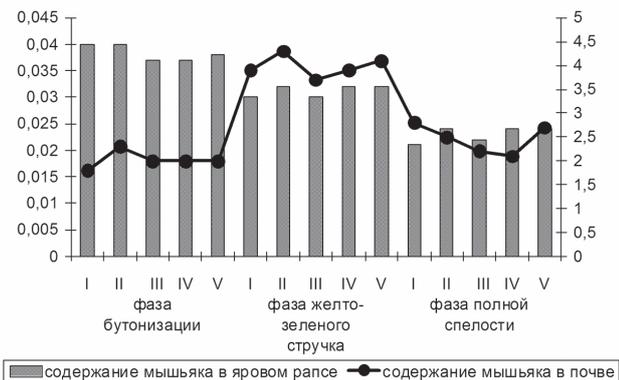


Рис. 2. Содержание мышьяка (мг/кг) в растительных и почвенных образцах в разные фазы развития рапса (I–V – варианты опыта)

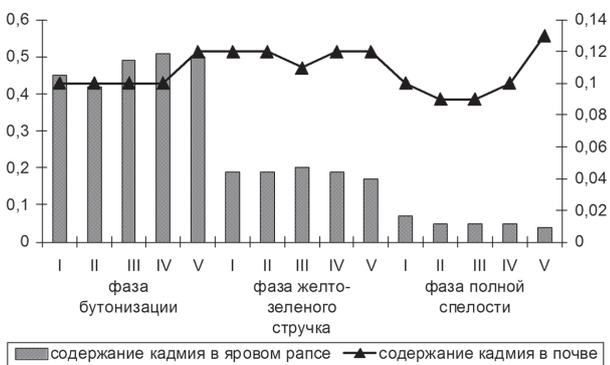


Рис. 3. Содержание кадмия (мг/кг) в растительных и почвенных образцах в разные фазы развития рапса (I–V – варианты опыта)

жащих ТМ. Особенность рапса, как модельного объекта при изучении проблемы накопления ТМ, состоит в том, что он совмещает особенности овощной и технической культуры. Кроме того, его можно использовать как индикаторный объект для определения степени загрязнения почвы тяжелыми металлами.

Схема опыта включала следующие варианты, г/м²: I — контроль; II — цинк (1,80), медь (0,62), свинец (0,18), кадмий (0,02), мышьяк (0,006); III — цинк (3,60), медь (1,24), свинец (0,36), кадмий (0,04), мышьяк (0,012); IV — цинк (5,40), медь (1,86), свинец (0,54), кадмий (0,06), мышьяк (0,018); V — цинк (7,20), медь (2,48), свинец (0,72), кадмий (0,08), мышьяк (0,024).

После внесения осадка сточных вод в почвенных образцах всех вариантов содержание подвижных форм ТМ не превышало допустимых пределов, хотя концентрация цинка, меди, свинца и мышьяка существенно возрастала к фазе желто-зеленого стручка (рис. 1–3). Анализ почвенных образцов, отобранных в фазе полной спелости, показал снижение содержания подвижных форм цинка, меди, свинца и мышьяка.

Наибольшее количество тяжелых металлов накапливалось в зеленой массе ярового рапса. Во всех вариантах наблюдалось превышение предельно допустимых концентраций по кадмию в зеленой массе (ГДК=0,30 мг/кг). Достаточно высокое содержание отмечалось и для свинца (3,4–3,9 мг/кг). Анализ растительного материала ярового рапса показал, что в стеблях и побегах в фазе желто-зеленого стручка превышение предельно допустимых концентраций ТМ не наблюдалось. Аналогичные результаты получены и при исследовании семян в фазе полной спелости. Содержание цинка и мышьяка в соломе и семенах снизилось по сравнению с зеленой массой в меньшей степени, чем содержание меди и свинца. Особенно резко уменьшилась концентрация кадмия.

Как правило, уровень накопления ТМ в репродуктивных органах растений ниже, чем в вегетативных. Он определяется биологическими особенностями культуры, физиологической ролью элемента и содержанием его в почве.

Незначительные различия в содержании ТМ между вариантами в определенной степени обусловлены тем, что использование растениями ярового рапса ТМ из почвы, удобренной осадками сточных вод, зависит от действия сопряженных процессов сорбции — десорбции элементов в подсистеме осадков — почва и их транслокационной активности (повышение уровня элемента в почве не всегда означает увеличение их содержания в растениях).

Таким образом, яровой рапс при уборке в фазе бутонизации накапливает значительные количества ТМ, что можно использовать при рекультивации загрязненных ими земель. В настоящее время растет интерес к выращиванию рапса для получения биотоплива, что расширяет возможности использования этой культуры в качестве фитомелиоранта. **✎**

Литература

1. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 142 с.
 2. Буравцев В.Н., Крылова Н.П. Современные технологические схемы фиторемедиации загрязненных почв. Обзор// Сельскохозяйственная биология. – 2005. – №5. – 67-74.
 3. Симеонова Б., Симеонов Л. Фиторемедиация на замърсени с тежки метали земеделски почви // Науч. труд./Висш Селскостоп. Инст. – Пловдив, 1997. – Т. 42, кн. 2. – С.247-258.
 4. Постников Д.А., Ромодина Л.В., Кузнецов С.В., Щербаков А.Ю. Аккумуляция тяжелых металлов растениями белой горчицы (*Sinapis alba* L.) при внесении осадка сточных вод в почву // Известия ТСХА. – 2005. – №3. – С. 39-47.
 5. Peng Hong-Yun, Yang Xiao-E, Jiang Li-Ying, He Zhen-Li Copper phytoavailability and uptake by *Elsholtzia splendens* from contaminated soil as affected by soil amendments // J. Environ. Sci. and Health. A. – 2005. – V. 40, №4. – С. 839-856.
 6. Лайдинен Г.Ф., Таланова В.В., Титов А.Ф., Казнина Н.М. Влияние свинца на рост и развитие *Setaria viridis* (L.) Beauv. //Растительные ресурсы. – 2004. – V. 40, №3. – С. 53-59.
 7. Brewer E. P., Saunders J. A., Angle J. S., Chaney R. L., McIntosh M. S. Somatic hybridization between the zinc accumulator *Thlaspi caerulescens* and *Brassica napus* // Theor. Appl. Genet. – 1999. – V. 99. – N 5. – P. 761-771.
- Marchiol Luca, Sacco Pasqualina, Assolari Silvia, Zerbi Giuseppe Reclamation of polluted soil: Phytoremediation potential of crop-related Brassica species // Water, Air, and Soil Pollut. – 2004. –V. 158, №1-4. – С. 345-356.