The content of low molecular weight antioxidants in transgenic plants *Nicotiana tabacum* under heavy metal salts conditions

Pristupa K.V., Kukulyanskaya T.A. Khramtsova E.A.
Belarusian State University, Minsk, Belarus
E-mail: kristina.pristupa@mail.ru

Key message. We were studied several of antioxidants in transgenic *Nicotiana tabacum*, plants cultivated in heavy metal polluted soils. The content of phenolic compounds, vitamins C and E in plants increased under these conditions.

Keywords: antioxidant system, low molecular weight antioxidants, *acdS* gene, *Nicotiana tabacum*.

Increase plant resistance to adverse environmental factors is one of the key challenges facing scientists. The intensity of free radical oxidative processes in plants increases under abiotic stress, the non-enzymatic components of the antioxidant defense are activated, and prevent the development of free radical oxidative processes (Ahmad et al., 2008).

In addition, the development of abiotic stress leads to the formation of excess ethylene in plants. One way to reduce it is to create transgenic plants that carry the bacterial *acdS* gene encoding 1-aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase in their genome. This enzyme catalyzes the destruction of the ethylene precursor (Vurukonda et al., 2016).

The goal of research was study the effect of heavy metals in soil on the content of non-enzymatic antioxidants in non-transgenic and transgenic *Nicotiana tabacum* plants carrying the *acdS* gene of bacteria *Pseudomonas putida* B-37.

Plants were divided into 4 series: control series (the soil was not treated with heavy metals); 1 series (soil was treated with CuSO_4); 2 series (soil was treated with $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$); 3 series (soil was treated with $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$). Each series contained non-transgenic and transgenic plants. Soil was treated once; concentration salts in the soil exceeded the maximum permissible 5 times.

The maximum content of phenolic compounds (PC), flavonoids occurred during soil treatment with chromium (VI) ions: in non-transgenic plants the content of PC increased by 80%, the content of flavonoids increased by 153% compared to the control series. The total content of PC and flavonoids in transgenic plants increased by 2.3 and 2.8 times, respectively, compared with the control series.

The content of vitamins C and E in non-transgenic plants increased by 1.9 and 2.1 times, respectively, when Cr^{6+} ions were introduced into the soil, and in transgenic plants increased by 2.2 and 2.5 times, respectively, compared with the control series. It was shown that the lowest content of low molecular weight antioxidants in plants was observed in the soil without the introduction of metals. It was established that the least sensitivity of plants to soil contamination with metal salts was detected when lead (II) ions were introduced into the soil.

Содержание низкомолекулярных антиоксидантов трансгенных растений *Nicotiana tabacum*, выращенных в условиях загрязнения почвы солями тяжелых металлов

Приступа К.В., Кукулянская Т.А., Храмова Е.А.
Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Аннотация. Изучен ряд антиоксидантов трансгенных растений *Nicotiana tabacum*, выращенных в почве с повышенной концентрацией металлов. При выращивании растений в данных условиях возросло содержание фенольных соединений, витаминов С и Е.

Ключевые слова: антиоксидантная система, низкомолекулярные антиоксиданты, *acdS*-ген, *Nicotiana tabacum*.

Повышение устойчивости растений к неблагоприятным факторам окружающей среды является одной из ключевых задач, стоящих перед учеными. При абиотическом стрессе повышается интенсивность свободно радикальных окислительных процессов в растениях, для предотвращения развития которых происходит активация неферментативных компонентов антиоксидантной защиты (Ahmad et al., 2008).

Также развитие абиотического стресса приводит к образованию избыточного количества этилена в растениях. Одним из способов его снижения является создание трансгенных растений, которые несут в своем геноме бактериальный *acdS*-ген, кодирующий 1-аминоциклопропан-1-карбоксилатдеамиразу. Данный фермент катализирует разрушение предшественника этилена (Vurukonda et al., 2016).

Целью исследования являлось изучение влияния тяжелых металлов в почве на содержание неферментативных антиоксидантов в нетрансгенных и трансгенных растениях *Nicotiana tabacum*, несущих *acdS*-ген бактерий *Pseudomonas putida* B-37.

Растения были разделены на 4 серии: контрольная серия (почва не обрабатывалась тяжелыми металлами); 1 серия (почва была обработана CuSO_4); 2 серия (почва была обработана $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$); 3 серия (почва была обработана $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$). Каждая серия содержала нетрансгенные и трансгенные растения. Обработку почвы проводили однократно с учетом того, что концентрация солей в почве превышала предельно допустимую в 5 раз.

Максимальное содержание фенольных соединений (ФС), флавоноидов происходило при обработке почвы ионами хрома (VI): в нетрансгенных растениях содержание ФС увеличилось на 80%, содержание флавоноидов – на 153% по сравнению с контрольной серией. Для трансгенных растений общее содержание ФС и флавоноидов выросло в 2,3 и 2,8 раз соответственно по сравнению с контрольной серией. Для нетрансгенных растений наблюдалось увеличение содержания витаминов С и Е в 1,9 и 2,1 раз соответственно при внесении в почву ионов Cr^{6+} , а для трансгенных – в 2,2 и 2,5 раз соответственно по сравнению с контрольной серией.

Показано, что наименьшее содержание низкомолекулярных антиоксидантов в растениях наблюдалось в почве без внесения металлов. Установлено, что наименьшая чувствительность растений к загрязнению почвы солями металлов обнаружена при внесении в почву ионов свинца (II).