

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Новосибирский государственный аграрный университет

МАТЕРИАЛЫ XIX МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ  
СТУДЕНЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
**«ХИМИЯ И ЖИЗНЬ»**

Новосибирск 2020

---

---

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ. БИОТЕХНОЛОГИИ

---

---

УДК 574.4: 631.45: 632.8

### АНТИРАДИКАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО В УСЛОВИЯХ ПОЛИЭЛЕМЕНТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ

М.С. Василевский, канд. биол. наук, доцент Н.Ю. Колбас  
УО «Брестский государственный университет  
им. А.С.Пушкина»

*Изучено изменение антирадикальной активности (тест ABTS) растений клевера лугового при выращивании на почвах с полиэлементным загрязнением в условиях лабораторного опыта. Установлено, что экотоксикологический ответ растений клевера зависит от содержания Cu и Cd, Pb и Ni.*

В последнее время для оценки устойчивости растений к загрязнению почв и эффективности фиторемедиационных мероприятий используют функциональные параметры, которые характеризуются ранними фенотипическими ответами [1]. Побочным эффектом ингибирования поллютантами многих физиологических процессов является усиление образования свободных радикалов, что влечет увеличение скорости старения листьев вследствие окислительного стресса. Возможной причиной окислительного стресса может быть снижение эффективности антиоксидантной защиты [2].

*Цель:* оценка антирадикальной активности (АРА) растений клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) при выращи-

вании на почвах полиэлементного загрязнения в лабораторных условиях.

*Методика исследования.* Почвенные образцы для выполнения опыта были предоставлены Полесским аграрно-экологическим институтом НАН Беларуси (г. Брест, Республика Беларусь). Образцы группировали и кодировали: ПП-1–ПП-5 – субстраты техногенномодифицированные промышленные; ПТ-1 и ПТ-2 – почвы придорожных территорий. Согласно предоставленным данным образцом с самыми низкими коэффициентами аномальности Pb, Cd, Cu, Zn, Ni и Mn является ПП-2, который считали условным контролем.

Выбор клевера лугового в качестве тест-объекта обусловлено его высокой энергией роста и всхожестью. Семена клевера (по 50 шт) были высеяны в каждый тип почв (три повторности), после чего горшки (0,6 л) были помещены в климатизированную комнату (Центр экологии, БрГУ имени А. С. Пушкина) со следующими условиями: световой режим – 14 ч освещения с интенсивностью  $150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (фитолампы), температура –  $25 \text{ }^\circ\text{C}/22 \text{ }^\circ\text{C}$ , относительная влажность воздуха 65 % (ISO 2005).

Растения были собраны после месяца роста на стадии полного формирования первых настоящих листьев (не менее 80 % от выживших растений). Для извлечения антиоксидантов из растительного сырья и поддержания их стабильности использовали 75 мМ фосфатный буферный раствор с pH=7,4. Точность pH устанавливали под контролем pH-метра (СТ-6021 А). 0,05 г растительного сырья гомогенизировали в присутствии фосфатного буфера (3 мл) с использованием лабораторного измельчителя GM 200 mill, (Retsch Fisher, Германия), затем центрифугировали 2 минуты при 10 тысячах оборотов и полученный супернатант анализировали.

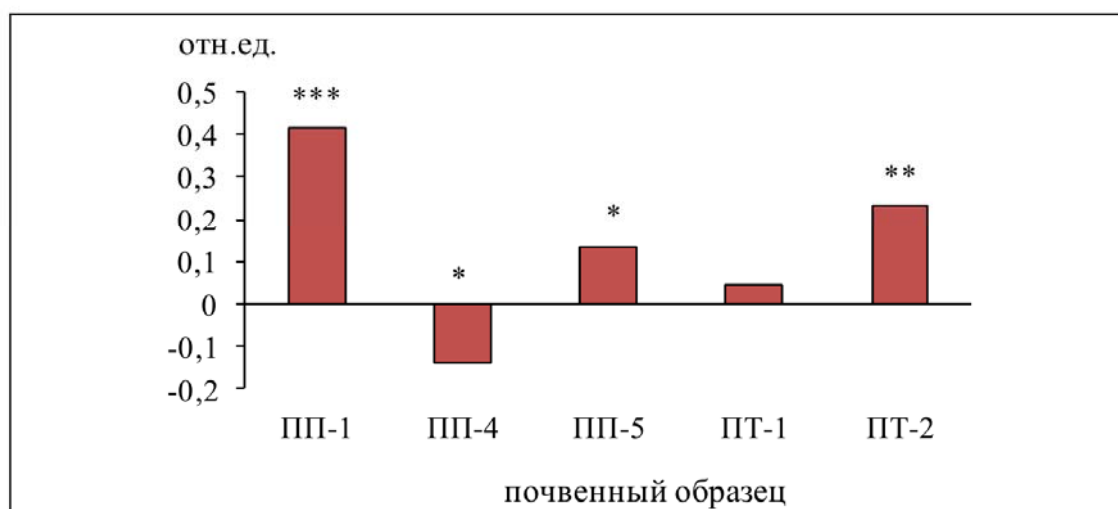
АРА оценивали методом ABTS, который основан на оценке способности тестируемых веществ перехватывать долгоживущий катион-радикал 2,2'-азино-бис(3-этилбензтиазолин)-6-сульфоновой кислоты [3]. При проведении

анализа к 3 мл рабочего раствора АВТS<sup>•+</sup> (абсорбция  $0,70 \pm 0,02$  при  $\lambda = 734$  нм) добавляли 100 мкл супернатанта и инкубировали 10 минут при температуре 22–25°C. Изменение оптической плотности ( $A_E$ ) смеси регистрировали с использованием спектрофотометра Proscan MC 122 при  $\lambda = 734$  нм и длине пути светового монохромного луча в 1 см. Контрольное измерение оптической плотности ( $A_B$ ) проводили при тех же условиях, но в качестве образца использовали буферный раствор. Ингибирование АВТS<sup>•+</sup> (в %) вычисляли по формуле:  $[(A_B - A_E) / A_B] \times 100$ .

Все опыты выполнены в трехкратной повторности. Статистическую обработку результатов проводили с использованием пакета программы Microsoft Office Excel.

**Результаты и их обсуждение.** АРА варьировала от 17,12 до 28,09 %. Почвы в порядке снижения параметра выращенных на них растений клевера можно расположить в последовательности: ПП-1 > ПТ-2 > ПП-5 > ПП-2  $\approx$  ПТ-1 > ПП-4. Отметим, что растения в почвенном образце ПП-3 погибли до стадии формирования настоящих листьев. Полученные результаты АРА клевера при фитотестировании почв относительно образца ПП-2 (условный контроль) представлены на рис.

Растения трех почвенных образцов (ПП-1, ПТ-2 и ПП-5) проявили более высокую АРА по сравнению с растениями условного контроля (на 41,6, 23,40 и 13,5 % соответственно), что совпадает с повышенным уровнем загрязнения почвенных образцов Cu и Cd. Достоверное снижение АРА (на 13,7 %) по сравнению с условным контролем выявлено только для образца ПП-4, который характеризуется повышенным содержанием Pb и Ni.



*Рис.* – Относительная антирадикальная активность растений клевера лугового:

\*\*\* – отличие достоверно от условного контроля при уровне значимости ( $p$ ) менее 0,001,

\*\* – при  $0,001 \leq p < 0,01$ ,

\* – при  $0,01 \leq p < 0,05$ .

*Выводы.* Таким образом, повышение АРА является экотоксикологическим ответом растений клевера лугового при выращивании на почвах загрязненных Cu и Cd, снижение АРА – при выращивании на почвах загрязненных Pb и Ni. В последующих экспериментах планируется внедрение новых тест-объектов для биотестирования, что, предположительно, позволит выявить тенденции и закономерности в изменении АРА при совместном действии тяжелых металлов.

### Библиографический список

1. *Phenotypic* seedling responses of a metal-tolerant mutant line of sunflower growing on a Cu-contaminated soil series: potential uses for biomonitoring of Cu exposure and phytoremediation / A. Kolbas [et al.] // *Plant and Soil*. – 2014. – Vol. 376. – P. 377–397.

2. Luna, C.M. Oxidative damage caused by an excess of copper in oat leaves / C.M. Luna, C.A. Gonzalez, V.S. Trippi // *Plant and Cell Physiology*. – 1994. – Vol. 35. – P. 11–15.

3. *Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay / R. Re [et al.] // Free Radical Biology and Medicine. – 1999. – Vol. 26, № 9/10. – P. 1231–1237.*

УДК 658.5

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПЕРЕРАБОТКИ  
ТВЁРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА КПУП  
«БРЕСТСКИЙ МУСОРОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИЙ  
ЗАВОД» (БЕЛАРУСЬ)**

И.А. Евдокимов, канд. техн. наук, доцент Н.С. Ступень  
*БрГУ имени А. С. Пушкина*

*В статье представлены результаты, по экологической оценке, утилизации и переработке твердых отходов за период 2015–2019 гг. на коммунальном производственном унитарном предприятии «Брестский мусороперерабатывающий завод».*

*Актуальность.* Отходы – это одна из основных современных экологических проблем, которая несет в себе опасность для окружающей природной среды. Во многих странах до сих пор существует недопонимание всей серьезности ситуации, связанной с твердыми бытовыми отходами (ТБО), в связи, с чем нет строгого регламента, а также необходимых нормативно-правовых актов, регулирующих вопросы, связанные с отходами и мусором [1].

Количество образующихся отходов на одного жителя Республики Беларусь составляет примерно 2,5 т в год. Это высокий уровень, и связан он, прежде всего, со структурой промышленного комплекса. В связи с этим, в Республике Беларусь был принят ряд государственных документов, регламентирующих работу в данном направлении, важнейшими из