

ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПРОРОСТКОВ ЛУКА-БАТУНА К ТЯЖЕЛЫМ МЕТАЛЛАМ

Саблина О.А., Карлова Л.А.

Орский гуманитарно-технологический институт (филиал) ОГУ, г. Орск

Одними из опаснейших поллютантов, способных распространяться в водной и воздушной среде и имеющих тенденцию к аккумуляции в почве и грунтах, являются тяжелые металлы (ТМ). Проблема загрязнения окружающей среды ТМ является актуальной для весьма обширной территории по всему миру. Исключением не является и Оренбургская область, особенно Орско-Новотроицкий промышленный узел, характеризующийся высокой концентрацией предприятий черной и цветной металлургии, машиностроения, нефтехимической промышленности и других отраслей, способных потенциально стать источниками загрязнения урбосреды ТМ. По данным [1], содержание подвижных форм ТМ (Cu, Pb, Co, Cd) в почвах города Орска превышает ПДК в 1,74-2,70 раза. Высокое их содержание в почвенных растворах является причиной аккумуляции ТМ в органах и тканях высших растений [2], в том числе сельскохозяйственных, что в конечном счете угрожает здоровью человека и животных.

В связи с этим остро встает вопрос о способах повышения устойчивости растений к действию ТМ, поиска эффективных сорбентов ТМ, не являющихся опасными для человека и окружающей среды. Перспективными в этом отношении являются гуминовые вещества и изготавливаемые из них биопрепараты на основе гуматов. Гуминовые вещества чаще всего используются в растениеводстве как стимуляторы роста растений или, в сочетании с микроэлементами, как микроудобрения, хотя область их применения включает также медицину, ветеринарию, экобиозащитные технологии.

Гуминовые вещества способны связывать радионуклиды, ионы тяжелых металлов, разрушать пестициды по истечении срока их действия, облегчать и ускорять процесс детоксикации культурных растений. Гуминовые препараты также повышают способность растений противостоять болезням, засухе, переувлажнению, переносить повышенные дозы солей азота в почве [3]. Таким образом, гуминовые биопрепараты могут являться весьма эффективными для повышения устойчивости культур к тяжелым металлам за счет их сорбции и образования хелатов [4].

В данной работе рассмотрено влияние гуминовых препаратов «Энерген» и «Доброцвет» на устойчивость лука-батуна к различным концентрациям ионов свинца и меди: 0,1 мг/л, 1 мг/л, 10 мг/л. ПДК меди в водных объектах составляет 1 мг/л, ПДК свинца - 0,03 мг/л. Выбор этих ТМ неслучаен: медь является микроэлементом, и в малых дозах необходима для синтеза окислительно-восстановительных ферментов и белков дыхательной цепи; свинец является опасным токсикантом и не относится к элементам, которые

имеют биохимическое значение. Исследуемый растительный организм – лук-батун – не только является важной сельскохозяйственной культурой, но и показывает свою эффективность в качестве тест-объекта при биомониторинговых исследованиях [5].

Использованные биопрепараты разработаны на основе гуматов. В состав «Энергена» входят природные соли кремниевой, гуминовой кислот (гуматы калия и натрия), сера, макроэлементы. В составе «Доброцвета» имеются азот, фосфор, калий, гуминовые вещества, микроэлементы (магний, сера, бор, молибден, цинк, медь, марганец). Биопрепараты использовались по схеме и в дозировке, рекомендуемой производителем.

Для проведения опыта семена лука-батунa укладывались в количестве 50 шт в чашки Петри на фильтровальную бумагу, смоченную 5 мл раствора, соответствующего одному из 21 варианта (табл. 1). Семена инкубировались при температуре 27 °С. Всхожесть семян определялась на третьи сутки после начала опыта. Морфометрические показатели проростков (длина стеблевой и корневой части) определялись на восьмые сутки после начала эксперимента, измерялись с точностью до 1 мм. Статистическая обработка полученных результатов проводилась в приложении MS Excel.

Таблица 1 – Всхожесть семян лука-батунa при различных концентрациях гуминовых препаратов и ионов тяжелых металлов

№	Вариант опыта	Всхожесть семян, %
1	Контроль (дистиллированная вода)	90
2	Энерген	92
3	Доброцвет	84
4	Pb 0,1 мг/л	88
5	Pb 1 мг/л	84
6	Pb 10 мг/л	76*
7	Cu 0,1 мг/л	84
8	Cu 1 мг/л	64*
9	Cu 10 мг/л	58*
10	Энерген + Pb 0,1 мг/л	90
11	Энерген + Pb 1 мг/л	88
12	Энерген + Pb 10 мг/л	84
13	Энерген + Cu 0,1 мг/л	88
14	Энерген + Cu 1 мг/л	80
15	Энерген + Cu 10 мг/л	50*
16	Доброцвет + Pb 0,1 мг/л	88
17	Доброцвет + Pb 1 мг/л	84
18	Доброцвет + Pb 10 мг/л	76*
19	Доброцвет + Cu 0,1 мг/л	86
20	Доброцвет + Cu 1 мг/л	60*
21	Доброцвет + Cu 10 мг/л	54*

* - разница достоверна по сравнению с контролем при $\alpha=0,05$ по χ^2 -критерию.

Из таблицы 1 видно, что в контроле всхожесть семян лука-батунa составила 90%. Применение биопрепаратов не повлияло существенно на

всхожесть. Низкие концентрации ионов ТМ (0,1 мг/л) незначительно влияют на всхожесть семян, и достоверное различие по сравнению с контролем выявляется только начиная с концентрации 10 мг/л для свинца и 1 мг/л для меди. Следует отметить, что препарат «Энерген» показывает эффективность в отношении повышения устойчивости семян к действию ТМ при прорастании: при намачивании семян в его растворе достоверное снижение всхожести происходило только при высокой концентрации меди – 10 мг/л. Неэффективен оказался «Доброцвет»: его внесение совместно с ионами ТМ не повлияло на всхожесть по сравнению с теми вариантами опыта, где применяли только растворы солей свинца и меди.

Другие выводы об эффективности препаратов как детоксикантов можно сделать, проанализировав рис. 1, в котором показаны изменения морфометрических показателей проростков лука-батун в зависимости от варианта опыта.

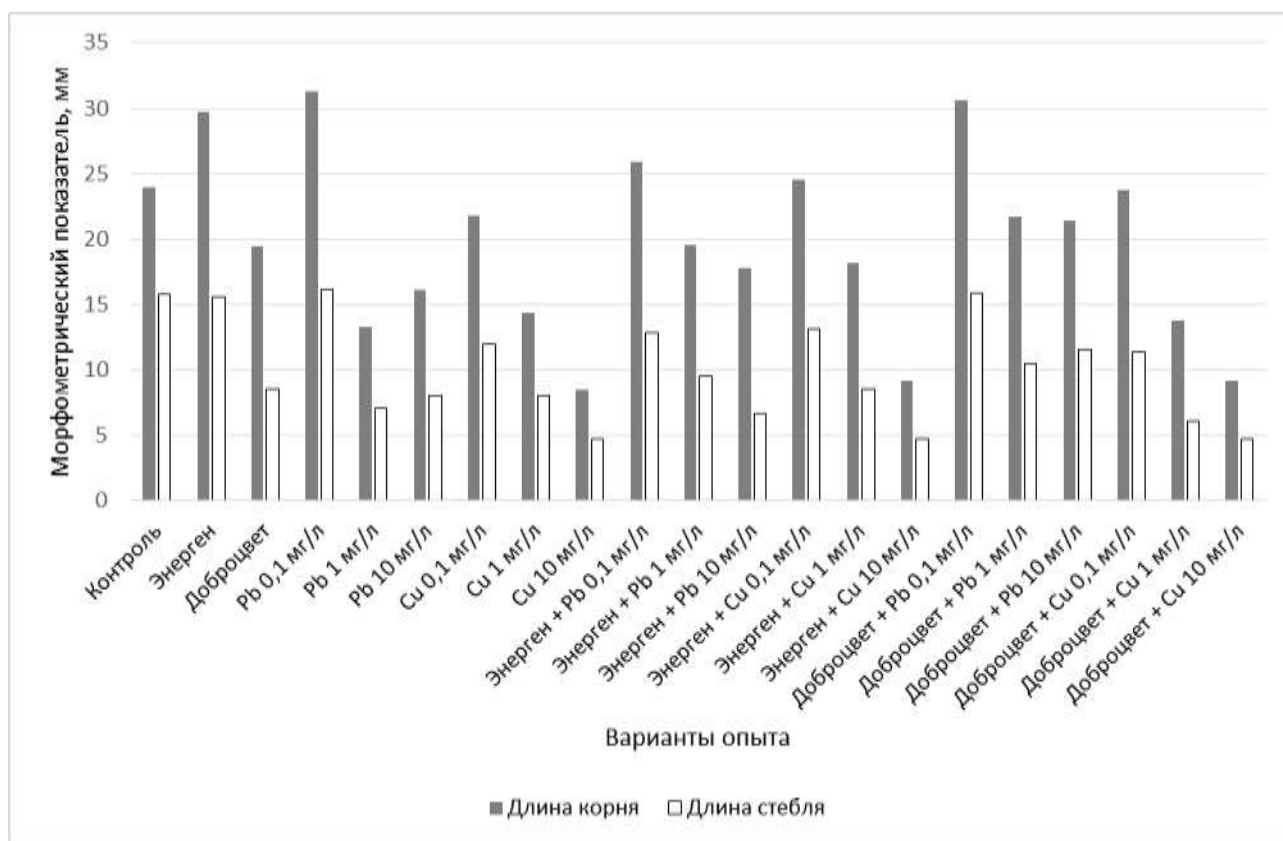


Рисунок 1 – Морфометрические показатели проростков лука-батун при различных концентрациях гуминовых препаратов и ионов тяжелых металлов

Стимулирующее влияние на развитие побега оказали препарат «Энерген», а также низкие концентрации ионов свинца (разница достоверна по сравнению с контролем при $\alpha=0,05$ по t-критерию), в том числе в сочетании с обоими биопрепаратами. При концентрации ионов меди 0,1 мг/л не происходит достоверного снижения длины побегов, а с применением биопрепаратов этот показатель выравнивается до уровня контрольных значений. Факт стимулирования роста проростков при низкой концентрации тяжелых металлов

известен уже давно, и показан, например, в работе [6]. Вероятно, это явление объясняется неспецифической реакцией организма на действие стресс-фактора, усилением ростовых процессов вследствие повышения активности оксидоредуктаз и поступления воды в клетки для детоксикации поллютантов.

«Доброцвет» действует угнетающе, при его применении в отсутствии ионов ТМ происходит существенное снижение длины проростков. Возможно, для этой культуры нужно подобрать более низкую концентрацию препарата, чем ту, которую рекомендует производитель. Значительное сокращение длины проростков наблюдается при концентрациях ТМ 1-10 мг/л, при этом внесение «Энергена» не сказывается на повышении устойчивости растений к действию ионов меди и свинца, а «Доброцвет» поддерживает длину проростков на уровне контрольных значений при одновременном присутствии ионов свинца. В то же время, устойчивость к действию меди «Доброцвет» не обеспечивает, вероятно по той причине, что в его состав также входит этот ТМ в качестве микроэлемента.

В отношении такого показателя как длина корня проростка, можно заключить, что присутствие ТМ в концентрациях 1 мг/л и выше действует угнетающе, и при этом дополнительное внесение биопрепаратов не может исправить ситуацию: данный морфометрический параметр остается на уровне значений, достоверно более низких по сравнению с контролем.

Таким образом, по результатам проделанной работы можно сделать следующие выводы:

1. Биопрепарат «Энерген» более эффективен в отношении стимуляции прорастания семян и развития проростков лука-батуна, чем «Доброцвет».
2. Низкие концентрации ТМ (до 0,1 мг/л), даже не являющихся необходимыми микроэлементами для роста растений (свинец), могут стимулировать рост проростков.
3. Высокие концентрации ТМ угнетающе действуют на всхожесть семян, вызывают укорочение стеблей и корней проростков.
4. «Энерген» повышает всхожесть семян лука-батуна при воздействии растворов ТМ.
5. «Доброцвет» способен обеспечить устойчивость лука-батуна к действию высоких концентраций свинца.

Список литературы

1. Саблина, О.А. Урбаноземы рекреационных зон города Орска / О. А. Саблина, Д. М. Турлибекова // Вестник Оренбургского государственного университета. — 2013. — № 6 (155). — С. 78-80.
2. Вельц, Н. Ю. Аккумуляция тяжелых металлов в надземной части высших растений, произрастающих в г. Орске и его окрестностях / Н. Ю. Вельц, Д. М. Турлибекова // Вестник Оренбургского государственного университета. — 2011. — №12. — С. 378-379.

3. *Перминова, И. В. Гуминовые вещества в контексте зеленой химии / И. В. Перминова, Д. М. Жилин, В. В. Лунин, П. Тундо, Е. С. Локтева // Зеленая химия в России. – М.: Изд-во Моск. Ун-та, 2004. – 146-162 с.*
4. *Мясоедова, Т.Н. О сорбционной способности гуматов по отношению к ионам меди / Т.Н. Мясоедова, Ю.С. Мирошниченко, Н.Ф.Копылова // Технологии техносферной безопасности. – 2015. – Вып. № 1 (59). – С. 209-215.*
5. *Зотов, А.В. К перспективам применения видов и сортов лука в процедуре Allium-теста / А.В. Зотов, М.В. Иванова // Вестник молодых ученых и специалистов Самарского государственного университета. – 2014. – № 2 (5). – С. 22-26.*
6. *Шунелько, Е.В. Экологическая оценка городских почв и выявление уровня токсичности тяжелых металлов методом биотестирования/ Е.В. Шунелько, А.И. Федорова // Вестник ВГУ. Серия География. Геоэкология. – 2002. – № 1. – С. 93-104.*