

## ИЗУЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ К ТЕХНОГЕННЫМ УСЛОВИЯМ СРЕДЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ

В.А. Дегтяренко, О.А. Гридько, А.В. Бутюгин, Н.М. Лялюк

*Резюме.* В ходе исследований выявлена зависимость содержания фотосинтетических пигментов в листьях сеянцев на техногенно-нарушенных землях и с применением гумата аммония.

*Ключевые слова:* хлорофилл, гумат, *Ligustrum vulgare* L., *Robiniapseudoacacia* L.

Основными причинами угнетения роста и развития сеянцев в техногенных условиях является повышенная кислотность среды, чрезмерная концентрация тяжелых металлов, несбалансированность макро-, мезо- и микроэлементного питания, а также недостаточное и неравномерное увлажнение, перепады температур [1]. Для повышения устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды используют регуляторы роста и развития растений. Данные вещества, влияя на физиологию и морфологию растений, усиливают адаптивные возможности и приспособительные реакции растительного организма к неблагоприятным условиям среды, а это особенно важно в антропогенных условиях.

В литературе есть сведения [2], что для повышения устойчивости и продуктивности растений применяют гуминовые препараты с добавлением микроэлементов и минеральных удобрений, что позволяет получать максимальный эффект при незначительных затратах в рекультивации нарушенных земель. Гуминовые препараты снижают кислотность и улучшают структуру почв, стимулируют развитие всех почвенных микроорганизмов, что способствует интенсивному восстановлению (образованию) гумуса в почвах, перегноях, кислотах [1].

Гуматы способны связывать находящиеся в почве радионуклиды, пестициды, токсические вещества и тяжелые металлы в нерастворимые и неусваемые растениями соединения и поэтому обеспечивают экологическую чистоту продукции. Ранее нами показано благоприятное влияние гуминового препарата на рост и развитие сеянцев в техногенных условиях выращивания. Применение гумата повлекло увеличение всхожести исследуемых семян в два раза, по сравнению с водными вытяжками техногенно-загрязненных земель [1].

В связи с чем совместно с НИИ «Не топливное использование угля» были начаты исследования по изучению действия гумата аммония на содержание хлорофилла в листьях сеянцев *Ligustrum vulgare* L. и *Robiniapseudoacacia* L.

Высокий уровень хронического загрязнения воздуха промышленными выбросами оказывает негативное влияние на весь комплекс физиологических процессов. Связь между фотосинтезом и водным режимом обусловлена, в основном, влиянием, которое вода оказывает на весь комплекс процессов жизнедеятельности растительного организма. Отмечается, в частности, подавление синтеза зеленых пигментов и увеличение абсолютного и относительного содержания желтых пигментов. Сохранение жизнедеятельности растений при недостатке воды тесно связано с функционированием пигментных систем. Определяющим фактором, влияющим на пигментный комплекс листьев, является влагообеспеченность. Растения с высокой устойчивостью к засухе теряют меньше воды и у них более стабилен хлорофилл [3].

Опыты проводили на представителях древесных растений *Ligustrum vulgare* и *Robiniapseudoacacia*, а именно на их сеянцах пророщенных в чашках Петри в условиях контроля и водной вытяжки породного отвала Авдеевского КХЗ. Зеленые пигменты с листьев сеянцев экстрагировали 80%-м ацетоном. Содержание суммы хлорофиллов определяли на спектрофотометре S 108 UV. Количество суммы хлорофиллов рассчитывали в миллиграммах на грамм (мг/г) сырой массы. Результаты исследований обрабатывали с

помощью методов вариационной статистики. Количество суммы хлорофиллов относится к одним из основных показателей адаптационных возможностей растений. В связи с этим важно иметь представление о его содержании у растений произрастающих в антропогенных условиях [6, 7, 8].

Данные литературы свидетельствуют, что в листьях большей части растений содержание зеленых пигментов находится в пределах 1,5 – 3 мг/г сырого вещества или 1% от сухой массы [4]. М.Г. Буинова и Н.К. Бадмаева для галофитных растений приводит его в интервале от 0,22 до 3,55 мг/г сырой массы [4].

В антропогенных условиях (эксперимент с водной вытяжкой АКХЗ), этот показатель составил 0,1 – 12,8 мг/г сырого вещества.

Среднее содержание суммы хлорофиллов у испытуемых видов составило 10,78 ± 0,03 мг/г сырой массы. В таблицах 1 и 2 представлены полученные результаты.

Таблица 1

Фракционный состав фотосинтетических пигментов и их соотношение в листьях семян  
*Ligustrum vulgare*

Условия	A <sub>a</sub> , мг/г	A <sub>b</sub> , мг/г	A <sub>a</sub> /A <sub>b</sub>	A <sub>a+b</sub> , мг/г	A <sub>к+кс</sub> , мг/г	A <sub>a+b</sub> /A <sub>к+кс</sub>
	M±m					
Контроль	0,50±0,13	0,29±0,08	1,7	0,87±0,23	0,1±0,03	8,46
контроль + гумат	0,76±0,24	0,39±0,11	1,93	1,25±0,39	0,17±0,03	7,41
АКХЗ	0,67±0,11	0,37±0,06	1,83	1,12±0,19	0,14±0,02	7,93
АКХЗ + гумат	0,98±0,08	0,44±0,04	2,19	1,55±0,14	0,19±0,01	8,2

Примечания: M±m – среднее значение и ее ошибка, A<sub>a</sub> - содержание хлорофилла *a* в растительном материале, мг/г; A<sub>b</sub> - содержание хлорофилла *b* в растительном материале, мг/г; A<sub>a+b</sub> - сумма зеленых пигментов в растительном материале, мг/г; A<sub>к+кс</sub> - содержание каротиноидов в растительном материале, мг/г.

Таблица 2

Фракционный состав фотосинтетических пигментов и их соотношение в листьях семян  
*Robiniapseudoacacia*L.

Условия	A <sub>a</sub> , мг/г	A <sub>b</sub> , мг/г	A <sub>a</sub> /A <sub>b</sub>	A <sub>a+b</sub> , мг/г	A <sub>к+кс</sub> , мг/г	A <sub>a+b</sub> /A <sub>к+кс</sub>
	M±m					
Контроль	0,50±0,03	0,46±0,05	10,97	0,68±0,03	0,37±0,09	1,84
Контроль + гумат	0,99±0,04	0,11±0,03	8,78	1,31±0,009	0,1±0,03	12,87
АКХЗ	0,72±0,01	0,61±0,08	11,65	1,14±0,07	0,12±0,02	9,6
АКХЗ + гумат	0,95±0,1	0,62±0,04	15,22	1,4±0,11	0,27±0,08	5,29

Примечания: M±m – среднее значение и ее ошибка, A<sub>a</sub> - содержание хлорофилла *a* в растительном материале, мг/г; A<sub>b</sub> - содержание хлорофилла *b* в растительном материале, мг/г; A<sub>a+b</sub> - сумма зеленых пигментов в растительном материале, мг/г; A<sub>к+кс</sub> - содержание каротиноидов в растительном материале, мг/г.

Из данных таблиц видно, что гумат аммония способствовал увеличению содержания хлорофиллов в листьях испытуемых растений. Пигментный комплекс листьев апробируемых растений в техногенных условиях отличался высоким показателем отношения хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* более низким содержанием каротиноидов по сравнению с листьями в условиях контроля. Такое соотношение пигментов может быть показателем потенциально высокой фотохимической активности листьев в техногенных условиях, и во многом определяет устойчивость растений к действию аэрополлютантов. По сравнению с листьями в нормальных

условиях, листья техногенных условий отличались высоким содержанием зеленых пигментов, что характерно для среднеустойчивых видов растений [5].

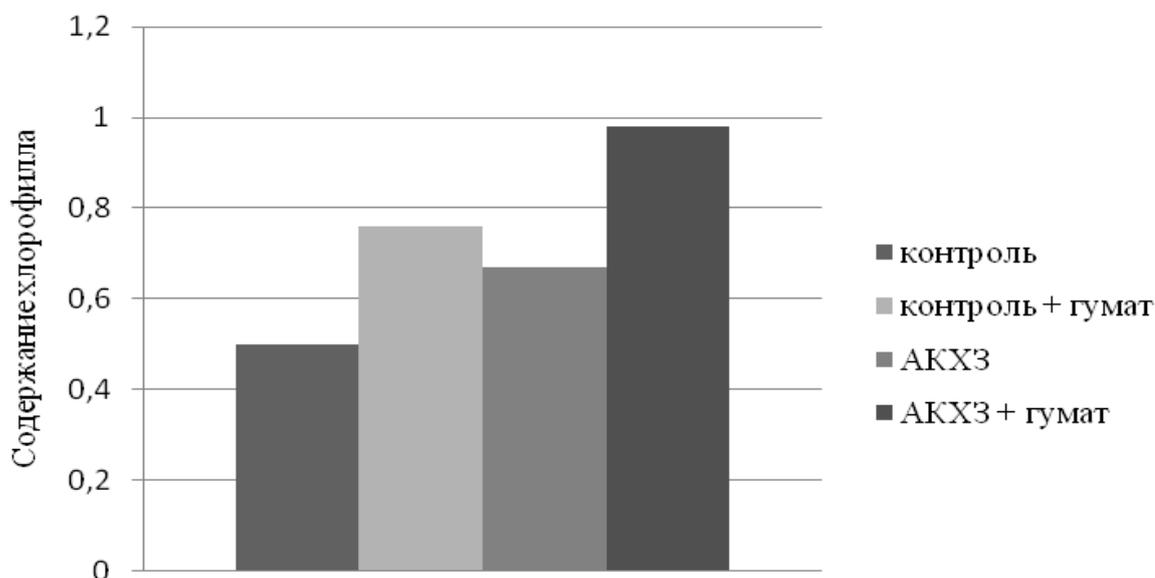


Рис.1. Влияние гумата аммония на содержание хлорофилла «а» в листьях *Ligustrum vulgare*

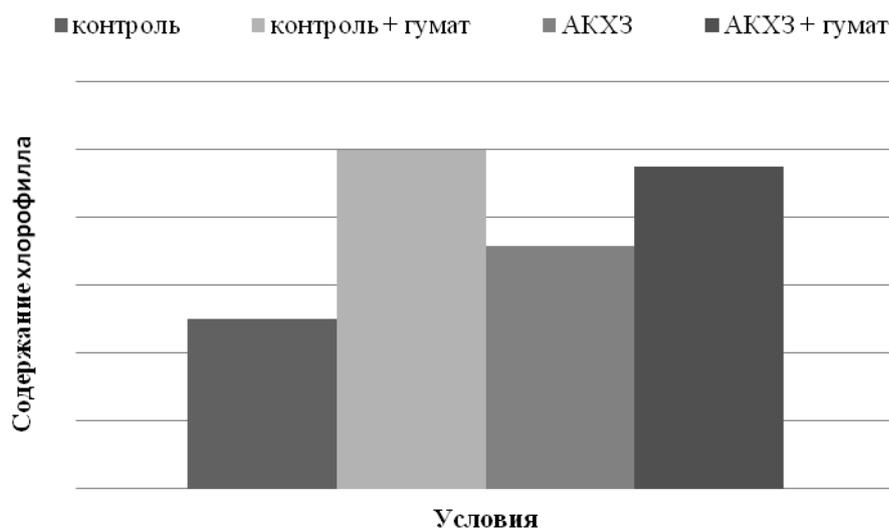


Рис.2. Влияние гумата аммония на содержание хлорофилла *a* в листьях *Robiniapseudoacacia*

Наибольшее снижение хлорофилла *a* отмечалось у исследуемых видов в условиях контроля ( $0,5 \pm 0,13$  мг/г), тогда как в опыте с добавлением гумата аммония наблюдалось увеличение его содержания в листьях сеянцев *Ligustrum vulgare* и *Robiniapseudoacacia*  $0,76 \pm 0,24$  и  $0,99 \pm 0,04$  мг/г соответственно (рис.1, рис.2). В условиях водной вытяжки АКХЗ этот показатель составлял  $0,67 \pm 0,11$  и  $0,72 \pm 0,01$  мг/г в листьях сеянцев *Ligustrum vulgare* и *Robiniapseudoacacia* соответственно. А в этих же условиях, но с добавлением гумата наблюдали увеличение концентрации хлорофилла *a* до  $0,98 \pm 0,08$  и  $0,95 \pm 0,1$  мг/г. У ряда устойчивых пород она выше, чем в контроле. Таким образом гумат аммония оказал в основном стимулирующее действие на содержание хлорофилла *a*.

За время исследований мы вычислили содержание зеленых и желтых пигментов в листьях, определили соотношение между хлорофиллами и каротиноидами, а также пронаблюдали зависимость содержания фотосинтетических пигментов в листьях сеянцев выращенных в водных вытяжках техногенно-нарушенных земель и с применением гумата аммония. Содержание суммы хлорофиллов у испытуемых объектов зависит от многих параметров. Его значение находилось в пределах 0,1 – 12,8 мг/г сырой массы. Среднее содержание суммы хлорофиллов у испытуемых видов составляет  $10,78 \pm 0,03$  мг/г сырой массы. Гумат аммония способствовал увеличению содержания хлорофилла в листьях испытуемых растений. Пигментный комплекс листьев апробируемых растений в техногенных условиях, отличался высоким показателем отношения хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* более низким содержанием каротиноидов по сравнению с листьями в условиях контроля. Таким образом гумат аммония оказал в основном стимулирующее действие на содержание хлорофилла в листьях сеянцев.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дегтяренко В.А., Бутюгин А.В., Гридько О.А. Влияние гуматов аммония на адаптационные способности растений // XXII Всеукраїнська наукова конференція аспірантів і студентів «Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів» Том 2, Донецьк – 2012.
2. Зубкова Ю.Н., Бутюгин А.В. Природные гуминовые вещества: взаимосвязь природы, способов выделения физико-химических и биоактивных веществ. – Донецьк: Центр інф. комп. Технологій ДонНУ, 2008. – 171с.
3. Буинова М.Г. Содержание хлорофиллов у представителей галофитной флоры окрестностей озера Соленого (Западного Забайкалья) /М. Г. Буинова, Н. К. Бадмаева // Ботан. журн. – 2004. – Т. 89, № 5. – С. 829 – 838.
4. Велит И.А. Влияние спектрального состава света на содержание пигментов в листьях томата / И.А. Велит, П.И. Бондарь, Т.В. Сахно, Г.М. Мякушко // Физиология и биохимия культ. растений. – 2004. – Т. 36, № 4. – С. 349 – 355.
5. Глухов А.З., Хархота А.И., Назаренко А.С., Лиханов А.Ф. Тератогенез растений на Юго-Востоке Украины. – Донецьк, 2005. – 96с.
6. Маслова Т.Г. Особенности пигментного аппарата пластид и фотосинтеза в листьях эфемероидов и летневегетирующих растений в связи с проблемой фотоингибирования / Т.Г. Маслова, Н.С. Мамушина, Е.К. Зубкова, О.В. Войцеховская // Физиология растений. – 2003. – Т. 50, № 1. – С. 59 – 64.
7. Полякова И.А. Особенности изменений пигментного комплекса у хлорофилльных мутантов льна масличного на ранних этапах онтогенеза / И.А. Полякова, Н.В. Онуфриева, В.А. Лях // Физиология и биохимия культ. растений. – 2007. – Т. 39, № 6. – С. 531 – 537.
8. Порублева Л.В. Содержание хлорофилла в листьях и хлоропластах инбредных линий кукурузы в зависимости от уровня освещенности и азотного питания / Л.В. Порублева, С.М. Кочубей // Физиология и биохимия культ. растений. – 1994. – Т. 26, № 5. – С. 434 – 438.
9. Орлова Л.Д. Анализ содержания хлорофиллов у луговых растений Левобережной Лесостепи Украины. // Промышленная ботан. – 2010. – с. 316

УДК 004.896:004.021

### МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В СОЗДАНИИ ВИРТУАЛЬНОЙ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ СТУДЕНТА

*Я.И. Длугоборский, А-В.В. Мельник*

*Резюме.* Рассмотрены особенности разработки виртуальной индивидуальной образовательной среды студента. Обоснован перечень задач, подлежащих автоматизации и выбор соответствующих математических моделей и методов.

*Ключевые слова:* информационные технологии, информатизация образования, планирование.

Быстрые темпы развития информационных технологий обуславливают внедрение компьютеризированных средств обучения в высшей школе. Однако наличие большого числа обучающихся и контролирующих систем не решает всех проблем современного образования, связанных с организацией индивидуальной траектории обучения и