

УДК 631.417.2: 631.95

С. Л. Быкова, Д. А. Соколов, Т. В. Нечаева, С. И. Жеребцов, З. Р. Исмагилов

## АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ГУМАТОВ ПРИ МЕЛИОРАЦИИ ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

С середины XX века препараты на основе гуминовых веществ занимают все большее место в разработке инновационных технологий. Гуминовые препараты (ГП), получаемые из природных ресурсов (угля, торфа, донных отложений и др.), в значительной степени наследуют свойства гуминовых веществ исходного сырья. Поэтому по функциональной активности они действуют как мелиоранты и препараты для детоксикации, ремедиации и рекультивации деградированных и загрязненных почв [15]. ГП находят широкое применение в сельском хозяйстве в качестве стимуляторов роста растений, так как усиливают ферментативный аппарат клетки растения, в результате чего активизируются ростовые процессы надземных органов и формирование корневой системы, а также участвуют в формировании почвенной структуры и влияют на миграцию питательных элементов [9, 11, 4].

Внесение в почву препаратов гуминовых кислот или гуминовых удобрений на их основе приводит к прибавке урожая сельскохозяйственных культур до 20-25 %, снижает нормы внесения минеральных удобрений и повышает их окупаемость, способствует улучшению агроэкологической обстановки [10, 14, 8]. Особенно хорошо заметна такая прибавка на почвах с малым содержанием гумуса [13].

В России ГП широко используются в виде гуматов натрия, калия и аммония. Так, в экспериментах с различными культурами высших растений показано, что применение промышленных гуматов натрия, калия и аммония, независимо от источника сырья для их производства, в оптимальных дозах заметно стимулирует прорастание семян, улучшает дыхание и питание растений, увеличивает длину и биомассу проростков, усиливает ферментативную активность и сокращает поступление в растения тяжелых металлов и радионуклидов [17, 16, 18].

Среди различной продукции выделяются ГП, получаемые из бурых углей, широкий спектр биологического действия которых позволяет использовать их в качестве удобрений и стимуляторов

роста при возделывании сельскохозяйственных культур.

Кроме того, способность гуминовых веществ сорбировать токсичные соединения, дает возможность применять эти препараты при мелиорации загрязненных территорий, что поможет решить природоохранную проблему рекультивации техногенно нарушенных ландшафтов.

Цель работы – изучить эффективность гуматов натрия и калия при выращивании сельскохозяйственных культур в условиях техногенно нарушенных ландшафтов.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи.

1. Выяснить влияние различных форм (рядовые, сажистые) гуматов натрия и калия на рост и развитие сельскохозяйственных культур (пшеница яровая, травосмесь) в условиях техногенно нарушенных ландшафтов;

2. Изучить влияние различных способов внесения (замачивание семян, полив) ГП на рост и развитие выращиваемых культур;

3. Оценить влияние разных видов субстрата (лессовидный суглинок, техногенный элювий), характеризующимися различными физическими свойствами, на эффективность ГП.

Исследования проводились на отвалах Листвянского угольного разреза и Атамановском стационаре Института почвоведения и агрохимии СО РАН, расположенных в лесостепной зоне Кузнецкой котловины.

В качестве субстратов для закладки экспериментальных площадок были выбраны инициальные эмбриоземы, представленные техногенным элювием углевымещущих пород и лессовидными суглинками вскрышных пород. Использование этих субстратов, благодаря незначительному содержанию в них гуминовых веществ педогенной природы (гумуса менее 1%), позволяет более достоверно оценить влияние ГП на рост и развитие растений [2].

Закладку и проведение микрополевых опытов, а также аналитическую работу выполняли общепринятыми методами [1, 5, 7].

Таблица 1. Основные физические и агрохимические свойства субстратов

Субстрат	Плотность г/см <sup>3</sup>	Порозность %	Содержание частиц, %		рН <sub>вод.</sub>	N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> легк.	K <sub>2</sub> O обм.
			<0,01 мм	<1 мм				
I	1,82	36,4	4,8	15,3	7,3	3,8	0,3	127
II	1,21	43,3	56,8	96,7	8,3	2,9	0,1	254

\*. I – техногенный элювий, II – лессовидный суглинок.

Анализ основных физических свойств субстратов показал, что меньшей плотностью сложения и большей порозностью обладает лессовидный суглинок (табл. 1). В нем же содержится значительно больше частиц размером менее 1 и 0,01 мм.

Следовательно, лессовидный суглинок имеет более благоприятные физические свойства для роста и развития растений по сравнению с техногенным элювием. По значению pH водной суспензии техногенный элювий имеет нейтральную реакцию среды, лессовидный суглинок – слабощелочную.

По основным агрохимическим свойствам исследуемых субстратов обеспеченность их азотом (по содержанию  $N-NO_3$ ) очень низкая; фосфором (по содержанию легкоподвижного  $P_2O_5$ ) – низкая;

калием (по содержанию обменного  $K_2O$ ) – средняя в техногенном элювии и высокая в лессовидном суглинке (см. табл. 1).

Среди сельскохозяйственных культур были выбраны пшеница яровая (Новосибирская 89) и травосмесь, включающая кострец безостый (*Bromus inermis Leyss.*) и клевер розовый (*Trifolium pratense L.*).

Применяемые в опыте гуматы калия и натрия, получены из бурого угля Кайчакского месторождения Канско-Ачинского бассейна и его естественно-окисленной формы – сажистого угля, являющегося отходом угледобычи.

В первом варианте опыта семена растений замачивали в растворах гуматов натрия и калия на сутки, а затем высевали. Во втором варианте опыта ГП вносили непосредственно в субстраты с по-

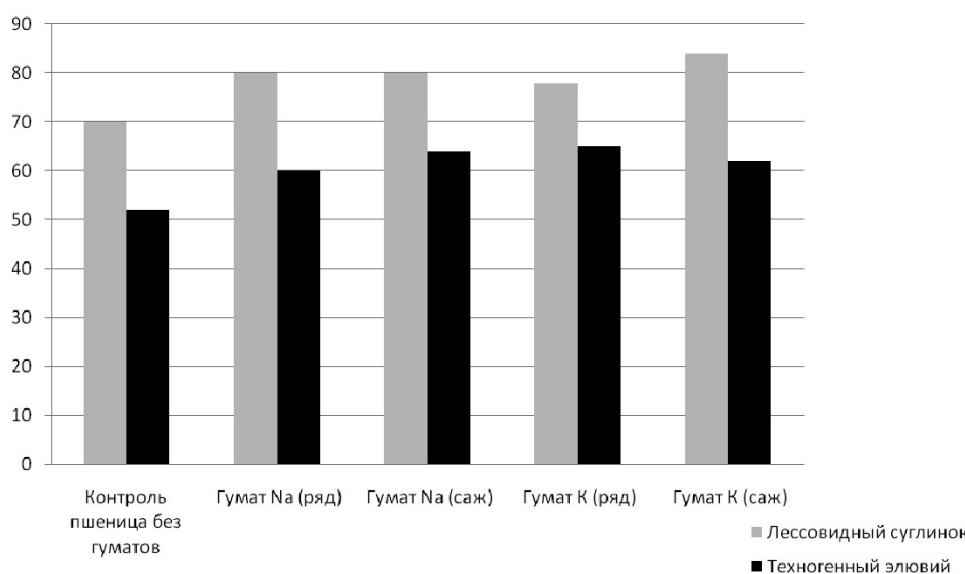


Рис.1. Всхожесть семян пшеницы на экспериментальных площадках при их замачивании в растворах гуматов, %

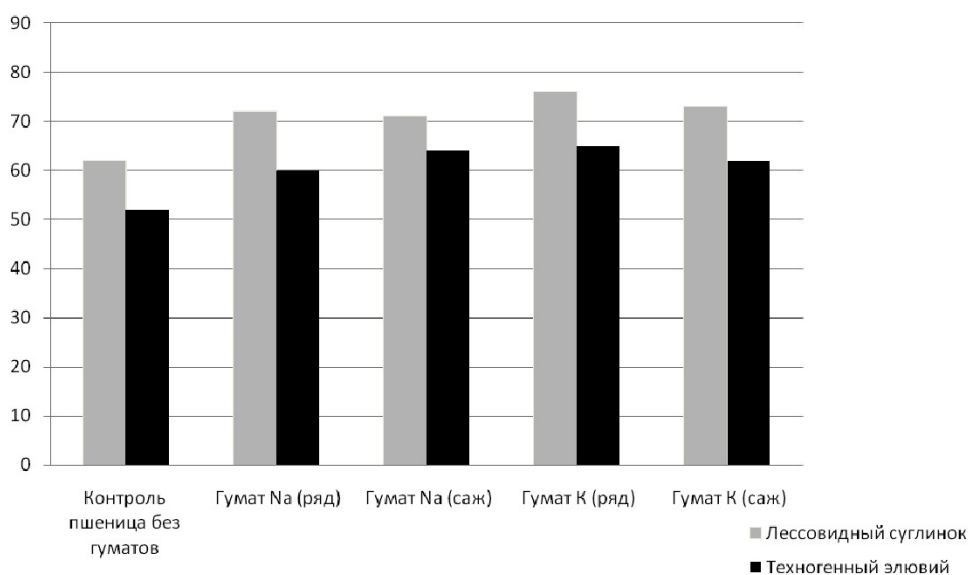


Рис.2. Всхожесть семян пшеницы на экспериментальных площадках при внесении гуматов с поливом, %

ливом после высева семян. Концентрация растворов ГП при поливе и замачивании семян сельскохозяйственных культур составила 0,02 %.

Результаты исследований показали, что всхожесть семян пшеницы после их замачивания в растворах гуматов на площадках с лессовидным суглинком по сравнению с вариантом без ГП (контроль) увеличилась в среднем на 13,0 %, на площадках с техногенным элювием – на 13,4 % (рис. 1).

При внесении ГП с поливом всхожесть семян пшеницы на лессовидном суглинке и техногенном элювии превысила контрольные варианты на 12,4 и 14,2 % соответственно (рис. 2).

Следовательно, предпосевная обработка семян пшеницы растворами гуматов натрия и калия способствует увеличению их всхожести в результате более интенсивного поглощения воды и набухания зерновок при проращивании [3].

Всхожесть семян многолетних трав после их обработки ГП на исследуемых субстратах увеличилась незначительно.

При внесении гуматов с поливом всхожесть семян трав на лессовидном суглинке и техногенном элювии превысила контрольные варианты на 4,8 и 3,7 % соответственно. Сравнительно низкий эффект использования ГП при возделывании мно-

Итак, ГП применяют как в целях стимуляции роста и развития растений, так и как вещества, обладающие биопротекторными свойствами. Они улучшают усвоение растениями питательных элементов, повышают устойчивость растений к климатическим и биотическим стрессорам [6].

Исследования по влиянию ГП на урожайность пшеницы показали, что наибольший эффект достигается при использовании сажистых гуматов натрия и калия как на лессовидном суглинке, так и на техногенном элювии. Сажистые формы ГП в среднем на 13-17 % эффективнее рядовых аналогов. Это, на наш взгляд, обусловлено повышенным содержанием кислорода, азота и серы в структурной формуле исходных бурых углей (табл. 3) [12].

Таким образом, использование гуматов натрия и калия активизируют рост и развитие сельскохозяйственных культур, повышают адаптогенную способность растений к условиям среды и улучшают экологическую обстановку техногенных ландшафтов, особенно при выращивании на них многолетних трав.

Большее влияние на всхожесть семян и урожайность пшеницы яровой оказывают предпосевная обработка по сравнению с поливом и сажистые формы ГП по сравнению с рядовыми. В то

Таблица 2. Превышение надземной фитомассы многолетних трав по сравнению с контролем (2-ой год), %

Субстрат	Полив				Замачивание семян			
	Na <sub>ряд.</sub>	K <sub>ряд.</sub>	Na <sub>саж.</sub>	K <sub>саж.</sub>	Na <sub>ряд.</sub>	K <sub>ряд.</sub>	Na <sub>саж.</sub>	K <sub>саж.</sub>
I	11,3	51,9	-14,9	61,8	20,0	52,0	-10,4	17,4
II	159,3	98,1	147,1	75,8	74,1	143,5	72,2	93,8

\*. I – лессовидный суглинок, II – техногенный элювий.

Таблица 3. Характеристика исходных углей и гуминовых кислот, daf \*, % масс

Образец	C	H	O+N+S по разности
I	64,3	4,7	31,0
II	55,1	2,7	42,2

\*. I – бурый уголь, II – окисленный бурый уголь (сажистый). \*daf – dry ash free – сухое беззолное состояние образца топлива.

голетних трав обусловлен тем, что их семена имеют меньший запас питательных веществ по сравнению с пшеницей [3].

Однократное применение ГП при посеве многолетних трав в первый год исследований способствовало повышению их всхожести; во второй год – увеличению их продуктивности. В целом прибавка надземной фитомассы трав в вариантах с ГП по сравнению с контролем составила 24 % на лессовидном суглинке и 108 % на техногенном элювии (табл. 2).

время как всхожесть семян и продуктивность многолетних трав была выше при поливе и использовании рядовых форм ГП.

Эффективность ГП на техногенном элювии выше, чем на лессовидном суглинке, несмотря на то, что лессовидный суглинок обладает более благоприятными физическими свойствами. Результаты исследований необходимо учитывать при разработке концепции по воспроизводству плодородия почв техногенных ландшафтов на агроэкологической основе

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 656 с.

2. Андроханов, В.А. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка / В.А. Андроханов, В.М. Курачев. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. – 224 с.
3. Безуглова, О.С. Удобрения и стимуляторы роста. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2000. – 320 с.
4. Безуглова, О.С. Применение гуминовых препаратов под картофель и озимую пшеницу / О.С. Безуглова, Е.А. Полиенко // Проблемы агрохимии и экологии. – 2011. – № 4. – С. 29-32.
5. Вадюнина, А.Ф. Методы исследования физических свойств почв и грунтов / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. – М.: Высш. шк., 1973. – 399 с.
6. Воронина, Л.П. Оценка биологической активности промышленных гуминовых препаратов / Л.П. Воронина, О.С. Якименко, В.А. Терехова // Агрохимия. – 2012. – № 6. – С. 45-52.
7. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
8. Корсаков, К.В. Повышение окупаемости минеральных удобрений при использовании препаратов на основе гуминовых кислот / К.В. Корсаков, В.В. Пронько // Плодородие. – 2013. – № 2. – С. 18-20.
9. Овчаренко, М.М. Гуматы – активаторы продуктивности сельскохозяйственных культур // Агрохимический вестник. – 2001. – № 2. – С. 13-14.
10. Орлов, Д.С. Свойства и функции гуминовых веществ // Гуминовые вещества в биосфере. – М.: Наука, 1993. – С. 16-27.
11. Смирнова, Ю.В. Механизм действия и функции гуминовых препаратов / Ю.В. Смирнова, В.С. Виноградова // Агрохимический вестник. – 2004. – № 1. – С. 22-23.
12. Соколов, Д.А. Оценка эффективности применения гуматов Na и K в качестве стимуляторов роста сельскохозяйственных культур в условиях техногенных ландшафтов / Д.А. Соколов, С.Л. Быкова, Т.В. Нечаева, С.И. Жеребцов, З.Р. Исмагилов // Вестник НГАУ. – 2012. – № 3 (24). – С. 25-30.
13. Применение гумата натрия в качестве стимулятора роста / Л.А. Христева [и др.] // Гуминовые удобрения: теория и практика их применения. Т.IV. – Днепропетровск, 1973. – С. 308-309.
14. Шеуджен, А.Х. Удобрения, почвенные грунты и регуляторы роста растений / А.Х. Шеуджен, Л.М. Онищенко, В.В. Прокопенко. – Майкоп: Адыгея, 2005. – 120 с.
15. Якименко, О.С. Гуминовые препараты и оценка их биологической активности для целей сертификации / О.С. Якименко, В.А. Терехова // Почвоведение. – 2011. – № 11. – С. 1334-1343.
16. Clapp, C.E. Plant growth promoting activity of humic substances / C.E. Clapp, Y. Chen, M.H.B. Hayes, H.H. Chen // Understanding and Managing Organic in Soils, Sediments and Waters / Eds.: R.S. Swift and K.M. Sparks. – Madison: International Humic Science Society, 2001. – P. 243-255.
17. Malcolm, R.L. Effects of humic acid fractions on invertase activities in plant tissues / R.L. Malcolm, D. Vaughan // Soil Biology & Biochemistry. – 1978. – V. 11. – P. 65-72.
18. Yakimenko, O. Chemical and plant growth stimulatory properties in a variety of commercial humates // Humic substances – linking structure to functions / Eds.: F.H. Frimmel, G. Abbt-Braun. Proc. Of 13<sup>th</sup> Meeting of the Int. Humic Substances Society. – Karlsruhe, 2006. – V. 45-II. – P. 1017-1021.

□ Авторы статьи

Быкова  
Светлана Леонидовна,  
младший научный сотрудник лаборатория рекультивации почв Института почвоведения и агрохимии СО РАН.  
E-mail: slb85@bk.ru

Жеребцов  
Сергей Игоревич,  
канд. хим. наук, зав. лабораторией химии бурых углей Института углехимии и химического материаловедения ИУХМ СО РАН. E-mail: sizh@yandex.ru

Соколов  
Денис Александрович,  
канд. биол. наук, председатель Совета научной молодежи почв Института почвоведения и агрохимии СО РАН, научный сотрудник лаб. рекультивации почв ИПА СО РАН. E-mail: sokolovdenis@mail.ru

Исмагилов  
Зинфер Ришатович,  
член-корреспондент РАН, докт.хим. наук, директор Института углехимии и химического материаловедения СО РАН. E-mail: IsmagilovZR@iccms.sbras.ru

Нечаева  
Таисия Владимировна,  
канд. биол. наук, зам. председателя Совета научной молодежи Института почвоведения и агрохимии СО РАН, научный сотрудник лаборатории агрохимии почв СО РАН. E-mail: taya\_@inbox.ru