

Вотолин К.С., Жеребцов С.И., Малышенко Н.В., Брюховецкая Л.В., Смотрина О.В., Исмагилов З.Р.

Институт углехимии и химического материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН, г. Кемерово, РФ;
e-mail: kostvot@mail.ru

ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ БУРОУГОЛЬНЫХ КОМПЛЕКСНЫХ ГРАНУЛИРОВАННЫХ ГУМАТНЫХ УДОБРЕНИЙ

Представлены результаты тестирования биологической активности комплексных гранулированных гуматных удобрений (КГУ) с различными минеральными добавками. Тестирование проводили на семенах яровой пшеницы «Ирень» по ГОСТ 12038-84. Использован интегральный индекс – фитоактивность (ИФ), учитывающий энергию прорастания, высоту проростков и длину корня. Определена биологическая активность КГУ и его основных компонентов – гуминовых кислот (ГК) и минеральных добавок. Все КГУ проявили высокую фитоактивность (ИФ = 1,19-1,45). Полученные результаты показали, что в КГУ проявляется синергизм влияния ГК и минеральных добавок. Установлена способность ГК снижать угнетающее воздействие больших концентраций растворов минеральных удобрений, в частности карбамида.

Results of testing of biological activity of the complex granulated humic fertilizers (CHF) with various mineral additives are presented. Tested on seeds of Iren spring-sown field in accordance with GOST 12038-84. The integrated index – phytoactivity (IP) considering energy of germination, height of sprouts and length of a root is used. The biological activity of CHF and its main components – the humic acids (HA) and mineral additives is defined. All CHF possess high phytoactivity (IP = 1,19-1,45). Synergism of influence of HA and mineral additives is found in CHF. HA are capable to reduce the oppressing influence of high concentrations of solutions of mineral fertilizers, in particular a carbamide.

Ключевые слова: гуминовые вещества; биологическая активность; комплексные гранулированные гуматные удобрения.

Keywords: humic substances; biological activity; complex granulated humic fertilizers.

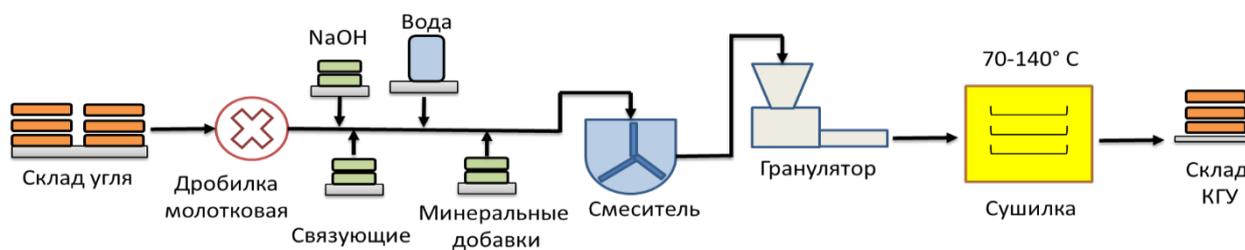
Введение

Благодаря особенностям своего строения и физико-химическим свойствам ГВ характеризуются высокой биологической активностью и применяются в качестве стимуляторов роста растений [1–3]. До недавнего времени ГВ применяли в виде солей – HumNa, HumK, HumNH₄ и др. Сейчас ГВ используют как один из компонентов сложных комплексных удобрений. Такие удобрения обладают повышенной биологической активностью благодаря более рациональным рецептурам, включающим в себя как стимуляторы – ГК, так и макро-, и микроэлементы питания растений.

Цель данной работы заключалась в разработке рецептур комплексных гранулированных бороугольных гуматных удобрений, обеспечивающих высокую фитоактивность, удобство внесения (гранулы), достаточную прочность гранул и пролонгацию выделения из гранул активных компонентов.

Материалы и методы

В ИУХМ ФИЦ УУХ СО РАН была разработана технологическая схема получения КГУ на основе бурых и окисленных каменных углей (рис.). Было подобрано оборудование, произведен закуп и монтаж опытно-экспериментального стенда.



Технологическая схема получения КГУ

При использовании станда согласно схеме на основе бурого угля Тисульского месторождения (участок Кайчакский) с целью взаимного сравнения наработаны образцы КГУ без минеральных добавок (КГУ-1), с добавкой карбамида (КГУ-2) и суперфосфата (КГУ-3) (табл. 1).

Таблица 1. Данные технического и элементного анализа бурого угля, ГК и КГУ, %

Образцы	W^a	A^d	V^{daf}	C^{daf}	H^{daf}	$(O+N+S)^{daf}$, по разности	$(HA)_t^{daf}$, $(HumNa)$	Внесено с минеральными удобрениями	
								N^d	P^d
Бурый уголь	8,30	10,32	48,26	61,44	5,04	33,52	22,14	–	–
ГК из HumNa	3,76	1,92	н/о	59,79	3,47	36,74	–	–	–
КГУ-1	н.д.	–	–	50,59	4,15	45,26	5,57	–	–
КГУ-2	–	–	–	34,1	5,53	60,37	7,37	25,19	–
КГУ-3	–	–	–	36,28	3,27	60,45	5,09	5,65	5,37

Образцы КГУ протестированы на биологическую активность. Руководствуясь ГОСТ 54221-2010 [4], биологическую активность КГУ определяли по методикам ГОСТ 12038-84 [5], а также из работ [6; 7] – по величине фитоактивности (ИФ) с учетом энергии прорастания семян (ЭП), длины корня (ДК) и высоты проростка (ВП).

Семена пшеницы «Ирень» замачивали в 0,0005 % и 0,005 % растворе ГК в составе КГУ. Дополнительно определяли вклад в биологическую активность содержащихся в КГУ карбамида и суперфосфата. Для тестирования были приготовлены 0,00158 % и 0,0158 % растворы карбамида, а также 0,00034 % и 0,0034 % растворы суперфосфата. Данные концентрации растворов минеральных удобрений соответствуют их концентрациям в тестируемых растворах образцов КГУ-2 и КГУ-3.

Семена проращивали в специальных растильнях между слоями увлажнённой фильтровальной бумаги. Повторность эксперимента трехкратная: по 50 семян в лотке для каждой концентрации удобрения и столько же для контроля. ЭП, ВП и ДК замеряли на 5 сутки. Семена проращивали при постоянной температуре 20°C без доступа света.

Результаты и их обсуждение

Результаты определения биологической активности предложенных КГУ приведены в таблице 2. Образец КГУ-3 показал наилучший результат за счет синергизма влияния ГК и суперфосфата. Добавлением 5,65 % азота и 5,37 % фосфора (в виде суперфосфата) удалось повысить индекс фитоактивности до 1,42 и 1,44 при концентрации раствора 0,0005 % и 0,005 %. Анализ данных ^{13}C ЯМР (CPMAS) показал, что прослеживается связь увеличения фитоактивности совместно с увеличением показателей структурных параметров ГК: степени ароматичности f_a , гидрофильно-гидрофобного параметра fh/h , и параметра, отражающего

соотношение ароматических и алифатических фрагментов в органической массе КГУ (ароматичность/алифатичность) far/al [2; 8].

Таблица 2. Биологическая активность КГУ

Образец	ДК, см	ВП, см	ЭП, %	ИФ
Контроль (среднее по всем опытам)	8,2	7,9	100	1,0
Раствор 0,0005% КГУ-1	10,2(+24,9)	10,1(+27,4)	104,1	1,19
Раствор 0,005% КГУ-1	8,8(+7,9)	8,3(+5,32)	113,2	1,09
Раствор 0,0005% КГУ-2	11,2(+37,4)	12,2(+54,8)	104	1,32
Раствор 0,005% КГУ-2	10,3(+26,6)	9,9(+25,2)	106,7	1,19
Раствор 0,0005% КГУ-3	12,8(+56,8)	12,8(+62,5)	116,5	1,45
Раствор 0,005% КГУ-3	12,8(+57,5)	12,6(+60,1)	113,9	1,44

Примечание. В скобках указан прирост показателя в сравнении с контролем, %

Рецептура лучших по фитоактивности образцов была оптимизирована с использованием методики математического планирования эксперимента по прочности и пролонгации выделения активных компонентов [9]. Таким образом, были получены КГУ с прочностью гранул на раздавливание до 6,8 МПа и длительностью выделения активных компонентов в течении 152 дней и более.

Библиографические ссылки

1. Влияние гуминовых препаратов на процесс прорастания и активность амилолитических ферментов семян *Sinapis alba* L. / О.А. Неверова [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. № 6. С. 43–46.
2. Структурно-групповой состав гуминовых кислот бурых углей и их физиологическая активность / С.И. Жеребцов [и др.] // Химия в интересах устойчивого развития. 2015. № 23. С. 439–444.
3. *Вотолин К.С., Жеребцов С.И., Смотрина О.В.* Получение и оценка биологической активности комплексных гранулированных гуматных удобрений // Химия в интересах устойчивого развития. 2017. Т. 25. С. 351–356.
4. ГОСТ Р 54221-2010: Гуминовые препараты из бурых и окисленных каменных углей. Методы испытания.
5. ГОСТ 12038-84: Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести.
6. *Якименко О.С., Терехова В.А.* Гуминовые препараты и оценка их биологической активности для целей сертификации // Почвоведение. 2011. № 11. С. 1334–1343.
7. *Воронина Л. П., Якименко О.С., Терехова В.А.* Оценка биологической активности промышленных гуминовых препаратов // Агрехимия. 2012. № 6. С. 50–57.
8. *Калабин Г.А., Каницкая Л.В., Кушнарев Д.Ф.* Количественная спектроскопия ЯМР природного органического сырья и продуктов его переработки. М.: Химия, 2000.
9. *Вотолин К.С., Жеребцов С.И., Исмаилов З.Р.* Влияние режимов работы оборудования и состава комплексных гранулированных гуматных удобрений на их прочностные характеристики // Международный Российско-Казахстанский симп. «Углекислотная экология Кузбасса». 16-18 окт. 2017, Кемерово: сб. тез. докладов. 2017.