

Отчёт Университета Латвии по биостимулятору

Лабораторная характеристика одного образца торфа и грибной биомассы и наблюдения за семидневыми проростками овса и гороха.

Полный текст и таблицы на выбранном языке. Автоматический перевод с проверкой терминов и чисел; перевод не заверен. Утверждения авторов, включая спорные, сохранены. Редакционные примечания приведены отдельно.

Редакционное замечание

Это не полевой опыт по урожайности; предоставленный протокол не подтверждает воспроизводимый результат по шпинату и нитратам. Значение ниже предела обнаружения или количественного определения не доказывает отсутствие вещества. Формулировки отчёта о тяжёлых металлах следует читать вместе с измеренными значениями, единицами и пределами в таблицах.

[NanoImport — Редакционное замечание ↗](#)

Страница оригинала 1

Заказчик: SIA JIKO Ent

Исполнитель: научный ассистент Lauris Arbidans

Латвийский университет, факультет точных наук и технологий, отделение наук об окружающей среде

Адрес: Jelgavas iela 1, LV-1004, Rīga

Отчёт

Химическая оценка биостимулятора на основе торфа и грибов в рамках ваучера LIAA № 9.2-29-V-2025/64 в рамках

Рига, 2026

Страница оригинала 2

Задачи:

Провести комплексную физико-химическую и агрономическую характеристику биостимулятора на основе торфа и грибов по заказу SIA JIKO Ent в рамках ваучера LIAA № 9.2-29-V-2025/64. Характеристика включает:

1. Пробуждение тестов на трех (3) культур (горох, твердая пшеница, овес), оценка эффективности биостимулятора в различных концентрациях;
2. Оценка воздействия биостимулятора на прорастание посевов путем предварительной обработки семян;
3. Содержание гуминовых и фульвокислот в продукте с использованием спектрофотометрических методов и методов определения общего количества органических соединений (TOC);
4. содержание белков, углеводов и хитина, характеризующих профили биоактивных компонентов биостимулятора;
5. Количественное содержание микро- и макроэлементов с использованием методов МСП-ОЭС и Кьелдаля;
6. Физико-химическая характеристика гуминовых кислот методами FTIR, UV-Vis и FLR 3D-EEM спектроскопии.

Материалы и методы:

Образец. В августе 2025 года поставлен биостимулятор в 5 л канистре, обозначенный как SK-04-S01-N.

Выделение хитина. 100 мл биостимулятора центрифугировали 30 минут при 4500 об/мин. После центрифугирования собрали твёрдый остаток, ресуспендировали его в 0.1 М NaOH и перемешивали 60 минут. Затем образец снова центрифугировали при 4500 об/мин 30 минут. Процесс повторяли 3 раза, пока присутствие гумусовых веществ в образце больше не обнаруживалось. Твёрдый остаток промывали деионизированной водой до pH < 9. Добавили 1 М NaOH и при перемешивании нагревали до 70 °C в течение 2 часов, затем центрифугировали. Твёрдый остаток промыли деионизированной водой до нейтрального pH, добавили 0.5 М HCl и снова центрифугировали. Образец промыли деионизированной водой до нейтрального pH, добавили 1% NaClO и перемешивали при комнатной температуре 60 минут. Затем промыли 70% этанолом и сушили 3 часа в сушильном шкафу при 40 °C.

Выделение гуминовых кислот. 200 мл биостимулятора отфильтровали через фильтрующую бумагу. После фильтрации раствор центрифугировался в лабораторной центрифуге со скоростью 4 500 об/мин. После центрифугирования раствор подкислили HCl до pH < 1. Образец наполняется и осаждается

Страница оригинала 3

Гуминовые кислоты промываются 0,1 М раствором CaCl_2 . Затем промывали деионизированной водой до нейтрального pH и сушили в сушильной камере в течение 2 часов при 105 °C.

Количественное определение фульвокислот и гуминовых кислот. Биостимулятор центрифугировался со скоростью 4 500 об/мин, и жидкая фракция была собрана. Образец разбавляют в 50 раз и измеряют спектрофотометрически при длине волны 410 нм. Концентрация рассчитывается на основе калибровочного графика, полученного из выделяемых гуминовых кислот. После выделения гуминовых кислот раствор фульвокислоты отдельно собирается из биостимулятора, разбавляется 10 раз и измеряется спектрофотометрически при 410 нм с использованием стандарта фульвокислоты в качестве эталона.

Количественное измерение 500 мкл раствора биостимулятора в 100 мл целевой колбы с помощью 1000 мкл автоматической пипетки и 500 мкл раствора отделенных фульвокислот в отдельной 100 мл целевой колбе и разбавление до отметки с помощью деионизированной воды. Разбавленные растворы анализировались с помощью анализатора общего углерода (Shimadzu TOCV CSN), и результаты были выражены в миллиграммах органического углерода (TOY) на литр биостимулятора.

Прием молекулярных спектров поглощения (UV-Vis). 20 мг выделенной и очищенной гуминовой кислоты взвешивают на аналитических весах, переносят в 1-литровую колбу и растворяют в 0,5 М растворе NaHCO_3 .

Растворы измерялись в 1-см кварцевой кювете с помощью УФ-ВИС спектрометра UV-1800 в диапазоне 220-700 нм с шагом 1 нм. Для определения гуминовых кислот использовались коэффициенты поглощения на длине волны 254 нм (E2); 365 нм (E3), 465 нм (E4) и 665 нм (E6), выраженных как E2/E3; E2/E4; E2/E6 и E4/E6.

Инфракрасная спектроскопия с преобразованием Фурье (FTIR). Перед анализом KBr сушили 2 часа при 105 °C, затем отвесили 200 мг, добавили 2 мг гуминовой кислоты и перемешали. Смесь спрессовали в таблетку и измерили на FTIR-спектрометре Shimadzu IR-Tracer 100. Измерения проведены в диапазоне 4000–400 cm^{-1} с разрешением 8 cm^{-1} ; выполнено 16 сканирований.

Флуоресцентные 3D-матрицы возбуждения/эмиссии (FLR 3D-EEM) были получены с помощью флуоресцентного спектрофотометра HORIBA Jobin Yvon Aqualog. Из синтетических гуминовых кислот были получены растворы в 0,5 М NaHCO_3 среде с концентрацией 20 мг/л. Образцы измерялись с помощью кварцевых кювет шириной 1 см без шлифованных сторон. Длины волн возбуждения: 240-600 нм; длина волны излучения: 260-620 нм. Длина шага измерения – 3 нм. После измерений выходные данные маскировали рассеивание реле первого порядка. Полученные данные флуоресцентного спектра были обработаны, визуализированы

Страница оригинала 4

и подготовлен для отображения с помощью среды RStudio (версия 2024.12.1.563) и библиотек языка R (версия 4.5.0) readxl, dplyr, akima и ggplot2. Данные были интерполированы с помощью линейного двухмерного метода (akima::interp) в зависимости от длины волны возбуждения и излучения.

Анализ общего содержания углеводов. Для анализа 1 мл образца перенесли в стеклянную пробирку, добавили 1 мл 5% раствора фенола и выдержали 10 минут. Затем добавили 4 мл концентрированной H_2SO_4 , выдержали 20 минут и измерили спектрофотометрически при 490 нм. Образцы измеряли в 3 повторностях, используя глюкозу как стандарт.

Анализ микроэлементов. Взвешиваем около 5 мл биостимулятора в капсулах из ПТФЭ, высушиваем до сухой и образца и добавляем 10 мл концентрированного HNO_3 . Капсулы были помещены в устойчивые к давлению рамки, запечатаны и подвергнуты мокрой минерализации с помощью микроволнового оборудования для минерализации (Milestone Ethos EASY). Образец нагревали до 200 °C в течение 15 минут при максимальной мощности 1800 Вт, еще 15 минут удерживали при этой температуре и после минерализации охлаждали до комнатной температуры. Количественный анализ пробы проводится в полипропиленовом баллоне емкостью 50 мл, который разбавляется до 50 мл с использованием деионизированной воды (0,055 мкС/см). Образцы подготавливаются в 2 повторениях.

Перед анализом образец разбавлялся еще 10 раз и анализировался с помощью индуктивного плазменного спектрометра, оснащенного детектором оптического излучения (Thermo-Scientific iCAP 7200 series). Параметры анализа ICP: радиочастотная мощность – 1150 Вт; расход плазменного газа (аргон 5.0) – 12 л/мин; расход газа в распылительном устройстве для проб: 0,5 л/мин; расход вспомогательного газа (азот 5.0) – 0,15 л/мин; расход пробы 1 мл/мин. Всего было определено 29 элементов: Al (396,152 nm, радиально); As (189,042 nm, aksiāli); B (249,773 nm, radiāli); Ba (455,403 nm, aksiāli); Be (313,042 nm, radiāli); Ca (422,673 nm, radiāli); Cd (228,802 nm, aksiāli); Co (228,616 nm, aksiāli); Cr (267,716 nm, aksiāli); Cu (324,754 nm, aksiāli); Fe (240,488 nm, radiāli); K (766,490 nm, radiāli); Li (670,784 nm, radiāli); Mg (285,213 nm, radiāli); Mn (257,610 nm, radiāli); Mo (202,030 nm, осевой); Na (589,592 nm, radiāli); Ni (231,604 nm, aksiāli); P (177,495 nm, aksiāli); Pb (220,353 nm, aksiāli); S (180,731 nm, aksiāli); Sb (206,833 nm, aksiāli); Se (196,090 nm, aksiāli); Si (251,611 nm, radiāli); Sr (407,771 nm, radiāli); Ti (334,941 nm, radiāli); Tl (190,856 nm, aksiāli); V (292,402 nm, aksiāli); Zn (213,856 nm, aksiāli). Для составления графиков калибровки используются стандартизированные эталонные материалы.

Определение общего азота. На аналитических весах взвешивают 0,5 г полностью высушенного нефилтрованного биостимулятора и переносят в колбочку Кьелдаля, добавляя 10 мл концентрата. H_2SO_4 и

Страница оригинала 5

В горячей минерализационной установке Кельдала (Buchi SpeedDigester K-436, оснащенной кислотным нейтрализационным модулем Buchi Scrubber K-415) нагревали в течение 2 часов до полной деминерализации матрицы. После минерализации образец дистиллировался с помощью установки Buchi KjellFlex K-360, а дистиллят титровался с помощью 0,05 М H_2SO_4 .

Семена, подлежащие испытанию. Твердая пшеница (*Triticum durum*) и овес (*Avena sativa*) были собраны в конце августа 2025 года в Акнистеском уезде. Горох (*Pisum sativum*) был приобретен в октябре 2025 года в розничном магазине Деро, Рига.

Испытания на прорастание. Для этих тестов выбраны 4 тестовых концентрации биостимулятора – 1:500; 1:350; 1:200 и 1:100, полученные путем разбавления биостимулятора в 500, 350, 200 и 100 раз соответственно. Для оценки влияния предварительной обработки семена обрабатывали 1% NaOH, обозначенным соответствующим разбавителем и словом " предварительная обработка ". Семена в течение 2 минут помещались в раствор NaOH и промывались деионизированной водой. Перед посевом семян на пластину для проращивания, они находились в течение ночи в соответствующих разбавлениях биостимулятора. На пластину для проращивания нанесли 10 мл разбавленного биостимулятора и поместили 10 семян, пластины запечатали и поместили в термостат при 22°C на 7 суток с циклом освещения 12 ч свет, 12 ч темнота для всех сортов семян. В качестве контрольной пробы использовалась деионизированная вода.

Результаты:

Для оценки состава биостимулятора были определены гуминовые кислоты, фульвокислоты, общий белок, общий углевод, общий азот, общий органический углерод в биостимуляторе и в выделенных растворах фульвокислот, и результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты общих показателей биостимулятора

Таблица 1		
Параметр	Результат	Единица измерения
Содержание сухого вещества	12,19 ± 0,17	%
Гуминовые кислоты	624 ± 12	mg/L
Фульвокислоты	712 ± 21	mg/L
Общий белок	1,30 ± 0,07	%
Общие углеводы	198 ± 6	mg/L
Общий азот	0,21 ± 0,04	%
ТОС — биостимулятор	1150 ± 40	mg/L

Страница оригинала 6

Таблица 2		
ТОС — раствор фульвокислот	790 ± 30	mg/L

Результаты в таблице 1 отражают общий состав биостимулятора. Было отмечено высокое содержание сухого вещества, составляющее 12,19 ± 0,17%, которое состоит главным образом из коллоидных частиц раствора. Следует отметить, что из гумусных веществ в

продукте преобладают фульвокислоты, содержание которых составляет 712 ± 21 мг/л, а определенное содержание гуминовых кислот – 624 ± 12 мг/л. Следует обратить внимание, что продукт содержит значительное количество различных растворимых побочных продуктов, поэтому содержание гуминовых кислот после анализа органического углерода не однозначно. Однако при анализе раствора, отделенного от гуминовых кислот, наблюдается тенденция, что удаление углерода, содержащего гуминовые кислоты, из продукта показывает потерю 360 мг/л С, что может быть приблизительно ~ 720 мг/л гуминовых кислот, учитывая, что среднее содержание углерода в гуминовых кислотах составляет 50%, однако истинность такого вывода должна быть оценена критически, Таким образом, спектрофотометрический анализ считается более точным.

Процесс последовательного удаления хитина из образца биостимулятора, как описано в работе, включал в себя сначала удаление гумусных веществ, затем удаление белков, затем процесс деминерализации, затем процесс отбеливания материала, где были удалены другие органические пигменты, и, наконец, после удаления липофильных соединений, удаление фосфатов и фосфатных соединений. После удаления и сушки, получил серо-белый хитин с общим содержанием ~ 235 мг/л. Очищенный хитин показан на рис. 1.

Страница оригинала 7



Исходные экспериментальные графики сохранены. Перевод подписей приведён в сопровождающем тексте.

1-й дес. Хитин, отделенный и очищенный от биостимулятора.

Микро- и макроэлементы биостимулятора анализировали методом ICP-OES. Всего определяли 29 элементов: Al; As; B; Ba; Be; Ca; Cd; Co; Cr; Cu; Fe; K; Li; Mg; Mn; Mo; Na; Ni; P; Pb; S; Sb; Se; Si; Sr; Ti; Tl; V; Zn. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2

Микро- и макроэлементный состав биостимулятора

Таблица 3							
Al, µg/L	As, µg/L	B, µg/L	Ba, µg/L	Be, µg/L	Ca, µg/L	Cd, µg/L	Co, µg/L
143 ± 5	<1,77	1,057 ± 0,114	0,28 ± 0,09	<0,014	348 ± 12	<0,15	<0,25

Таблица 4						
Cr, µg/L	Cu, µg/L	Fe, µg/L	K, µg/L	Li, µg/L	Mg, µg/L	Mn, µg/L
0,462 ± 0,007	1,82 ± 0,16	36,3 ± 0,4	34955 ± 1880	<0,65	45,83 ± 0,02	0,57 ± 0,05

Страница оригинала 8

Таблица 5						
Mo, µg/L	Na, µg/L	Ni, µg/L	P, µg/L	Pb, µg/L	S, µg/L	Sb, µg/L
<0,80	150 ± 3	0,381 ± 0,008	17370 ± 740	<1,12	104 ± 5	<2,44

Таблица 6						
Se, µg/L	Si, µg/L	Sr, µg/L	Ti, µg/L	Tl, µg/L	V, µg/L	Zn, µg/L
<2,00	23 ± 4	1,053 ± 0,013	0,57 ± 0,19	<2,89	<0,12	2,19 ± 0,13

По данным элементного анализа (таблица 2), в прототипе биостимулятора явно преобладают калий и фосфор (K 34955 ± 1880; P 17370 ± 740), концентрации которых на несколько порядков выше, чем у других элементов. Следовательно, состав ориентирован на физиологический эффект К/Р: энергетический обмен, развитие корней, осморегуляцию и устойчивость к стрессу. Следующий уровень концентраций включает Ca 348 ± 12; Na 150 ± 3; Al 143 ± 5; S 104 ± 5, тогда как Mg относительно мало (Mg 45.83 ± 0.02). Среди микроэлементов наиболее выражен Fe (Fe 36.3 ± 0.4); также присутствуют Si 23 ± 4; Zn 2.19 ± 0.13; Cu 1.82 ± 0.16; B 1.057 ± 0.114; Sr 1.053 ± 0.013; Mn 0.57 ± 0.05. Остальные элементы имеют низкие концентрации (Cr 0.462 ± 0.007; Ni 0.381 ± 0.008; Ba 0.28 ± 0.09; Ti 0.57 ± 0.19). Положительно, что ряд потенциально токсичных элементов находится ниже предела обнаружения (As < 1.77; Cd < 0.15; Pb < 1.12; V < 0.12; Co < 0.25; Mo < 0.80; Se < 2.00; Sb < 2.44; Tl < 2.89; Be < 0.014), что указывает на отсутствие тяжёлых металлов в продукте.

Для определения гуминовых кислот биостимулятора использованы несколько спектроскопических анализов – FTIR спектроскопия, UV-Vis молекулярная абсорбционная спектроскопия и флуоресцентная 3D-EEM спектроскопия, результаты анализов представлены на рисунках 2-4.

Страница оригинала 9



Исходные экспериментальные графики сохранены. Перевод подписей приведён в сопровождающем тексте.

Относительное пропускание. Волновое число (cm^{-1}). O-H; $\equiv\text{C-H}$; $=\text{C-H}$; C-H (алифатические); CO_2 ; C=O; C=C; N-H деформационные; C-H деформационные; C-O/C-N; C-Hal / C-H (ароматические).

2-й взгляд. Спектр FTIR гуминовых кислот, выделяемых из биостимулятора

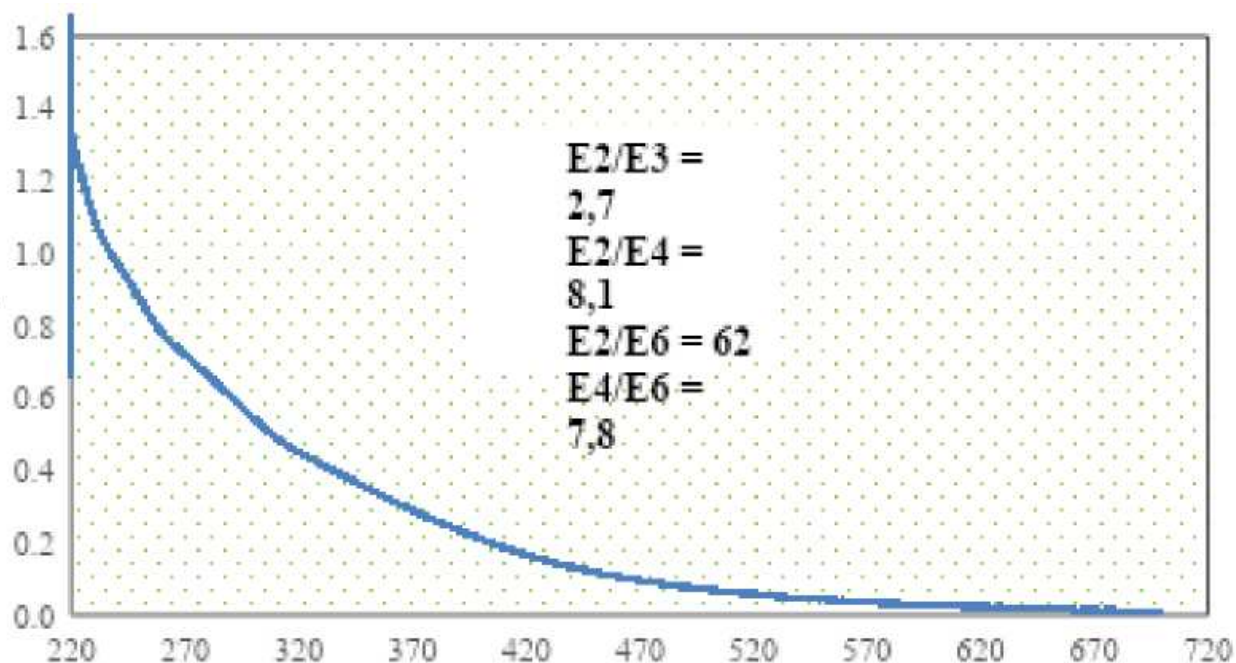
Этот спектр FTIR природных гуминовых кислот торфа, представленный на рис. 2, является типичным для гетерогенной матрицы гуминовых кислот с большим количеством полярных функциональных групп и ароматической алифатической структурой. Широкая, выраженная полоса около 3600-3200 cm^{-1} соответствует колебаниям растяжения O-H (фенолы, спирты, карбоксильные кислоты) и обычно также указывает на сильные водородные связи. Более слабые признаки около ~3100-3000 cm^{-1} указывают на ароматические или олефиновые структуры, в то время как полосы около ~2920-1 и ~2850 cm^{-1} характеризуют алифатическое растяжение C-H (CH_2/CH_3), т.е. боковые цепи и фрагменты лигнина. Ядро спектра для гуминовых кислот обычно имеет выраженную абсорбцию около ~1720-1700 cm^{-1} , что здесь видно как важный сигнал и соответствует растяжению C=O (в основном карбоксильных групп, но возможно также и эфиров/кетонов) - это важный показатель кислотности гуминовых кислот и способности к комплексованию металлов. В области ~1620-1580 cm^{-1} преобладает ароматическое C=C и/или конъюгированные карбонильные группы, что

указывает на ароматический скелет (лигнин/продукты увлажнения). При $\sim 1550-1500$ см $^{-1}$ могут появляться признаки N-H изгиба амид, а полосы $\sim 1450-1380$ см $^{-1}$ обычно связаны с C-H изгибом и возможными компонентами COO-симметричных колебаний. В области «отпечатков пальцев», около 1250–1000 см $^{-1}$, видны C-O и C-O-C (фенолы, спирты, эфиры, остатки полисахаридов), а частично также C-N

Относительное пропускание. Волновое число (см $^{-1}$). O-H; $\equiv$ C-H; =C-H; C-H (алифатические); CO $_2$; C=O; C=C; N-H деформационные; C-H деформационные; C-O/C-N; C-Hal / C-N (ароматические).

Страница оригинала 10

колебания, характерные для разнообразия гумусных веществ. При $\sim 900-700$ см $^{-1}$ наблюдается внеплоскостное изгибание ароматического C-H, в то время как полоса около ~ 2350 см $^{-1}$ является типичным сигналом CO $_2$ (адсорбированного из атмосферы) и обычно не является индикатором структуры самого образца. В целом, спектр подтверждает, что в составе гуминовых кислот, содержащихся в биостимуляторе, преобладают карбоксильные и фенольные группы на ароматической основе с добавлением алифатических цепей, что соответствует их высокой реактивности и комплексообразующим/биостимулирующим свойствам. Для более подробного описания структуры гуминовых кислот были проведены спектры молекулярного поглощения УФ-Вис, как показано на рисунке 3.



Исходные экспериментальные графики сохранены. Перевод подписей приведён в сопровождающем тексте.

Поглощение, а.е. E2/E3 = 2,7; E2/E4 = 8,1; E2/E6 = 62; E4/E6 = 7,8.

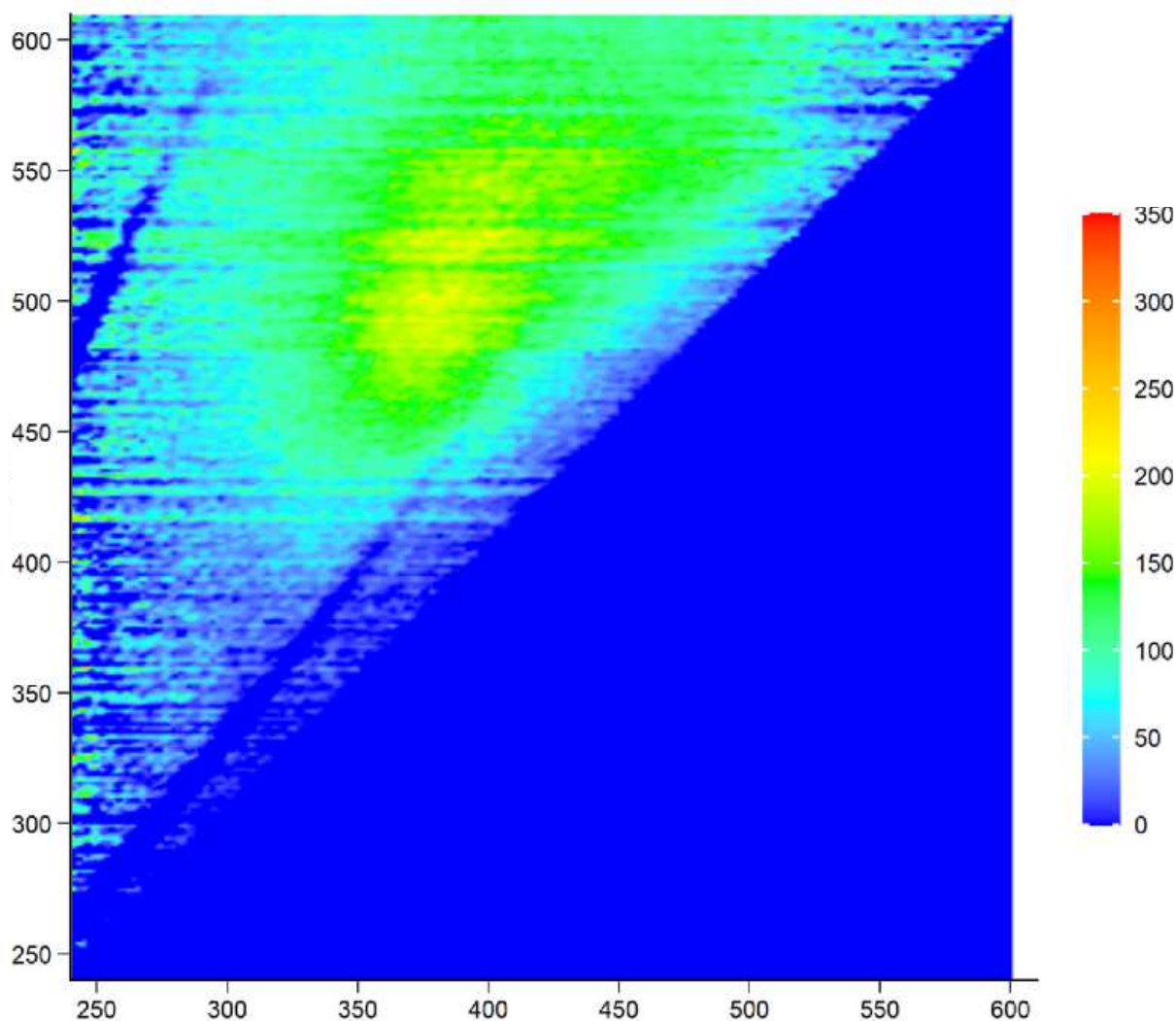
3-е изд. Спектр молекулярного поглощения гуминовых кислот, выделяемых из биостимулятора, по ультрафиолету-Вис

Спектр УФ-Вис на рисунке 3 показывает равномерное уменьшение поглощения, характерное для гуминовых кислот, без узких выраженных сигналов, что указывает на широкую смесь хромофоров (ароматических, фенольных, карбонильных групп и т.д.) и структур. Рассчитанный $E4/E6 = 7,8$ выше, чем типичные гуминовые кислоты (<5), поэтому он указывает на более высокую степень гуминации, более высокую среднюю молекулярную массу и более конденсированные ароматические структуры, в то время как $E2/E3 = 2,7$ (ниже часто упоминаемого диапазона 3-5) указывает на относительно более высокую поглощающую способность 365 нм, более - доля конъюгированных/более гумизированных компонентов и переход к более гумизированным органическим веществам. $E2/E4 = 8,1$ указывает на наличие выраженных функциональных групп лигнинового происхождения и ароматизма

Поглощение, а.е. $E2/E3 = 2,7$; $E2/E4 = 8,1$; $E2/E6 = 62$; $E4/E6 = 7,8$.

Страница оригинала 11

признаками, но $E2/E6 = 62$ отражает смещение равновесия в пользу менее гумифицированной и менее конденсированной фракции с меньшими агрегатами. Поэтому в целом можно заключить, что торфяные гуминовые кислоты, выделенные из биостимулятора, представляют собой гетерогенную смесь, содержащую как ароматические/лигниновые фрагменты, так и значительную долю более лёгкой, менее гумифицированной фракции, обычно связанной с лучшей растворимостью и доступностью функциональных групп. Для более полного понимания структуры гуминовых кислот получили спектры флуоресценции 3D-EEM, представленные на рисунке 4.



Исходные экспериментальные графики сохранены. Перевод подписей приведён в сопровождающем тексте.

Выбросы, нм Возбуждение, нм Интенсивность, аи

4-й взгляд. Спектр FLR 3D-EEM гуминовых кислот, выделяемых из биостимулятора

На этой 3D-EEM матрице (рис. 4) показана широкая зона флуоресценции, характерная для гуминовых кислот, с пиковыми значениями примерно $E_x \sim 390-430$ нм и $E_m \sim 520-560$ нм (желтое поле), что указывает на сильно конъюгированные, ароматические и относительно более конденсированные структуры (более гумифицированные фракции, характерные для торфа).

Выбросы, нм Возбуждение, нм Интенсивность, аи

Страница оригинала 12

Дополнительно видно «плечо» вокруг $E_x \sim 320-360$ нм; $E_m \sim 440-500$ нм, характерный для гуминовых кислот, и более слабый компонент вокруг $E_x \sim 250-280$ нм; $E_m \sim 420-460$ нм, что более характерно для компонентов лигнина. В целом спектр показывает, что образец

представляет собой гетерогенную смесь хромофоров с различной степенью гумификации. В то же время белковый флуоресцентный регион (сигналы типа тирозина/триптофана около $E_x \sim 275$ нм и $E_m \sim 300-350$ нм) практически не выраженный, что свидетельствует о низкой доле легко разлагаемых примесей и в целом более стабильном доминировании гумусных веществ. Для полного описания эффективности биостимулятора с точки зрения его воздействия на прорастание культур были проведены прорастательные испытания. Пример прорастания пластины на пшенице показан на рис. 5.

Страница оригинала 13

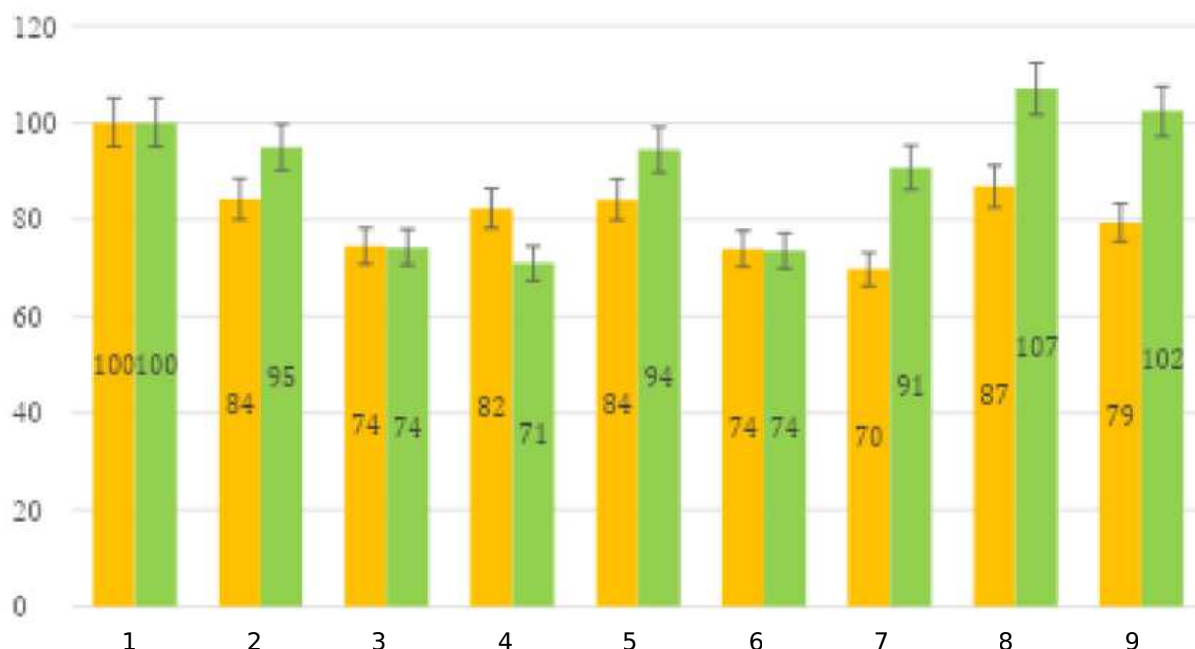


Исходные экспериментальные графики сохранены. Перевод подписей приведён в сопровождающем тексте.

5-й дес. Прорастающая пластина с проросшей пшеницей для контрольного образца

Страница оригинала 14

На пятом рисунке показана прорастающая пластина, в которой после 7-дневного прорастания проросла пшеница с использованием дейонизированной воды, а влияние биостимулятора на прорастание овса показано на рисунке 6 (размер) и рисунке 7 (вес).



Исходные экспериментальные графики сохранены. Перевод подписей приведён в сопровождающем тексте.

Жёлтым обозначены корни, зелёным — побеги. Группы 1-9 соответствуют перечисленным ниже вариантам по порядку.

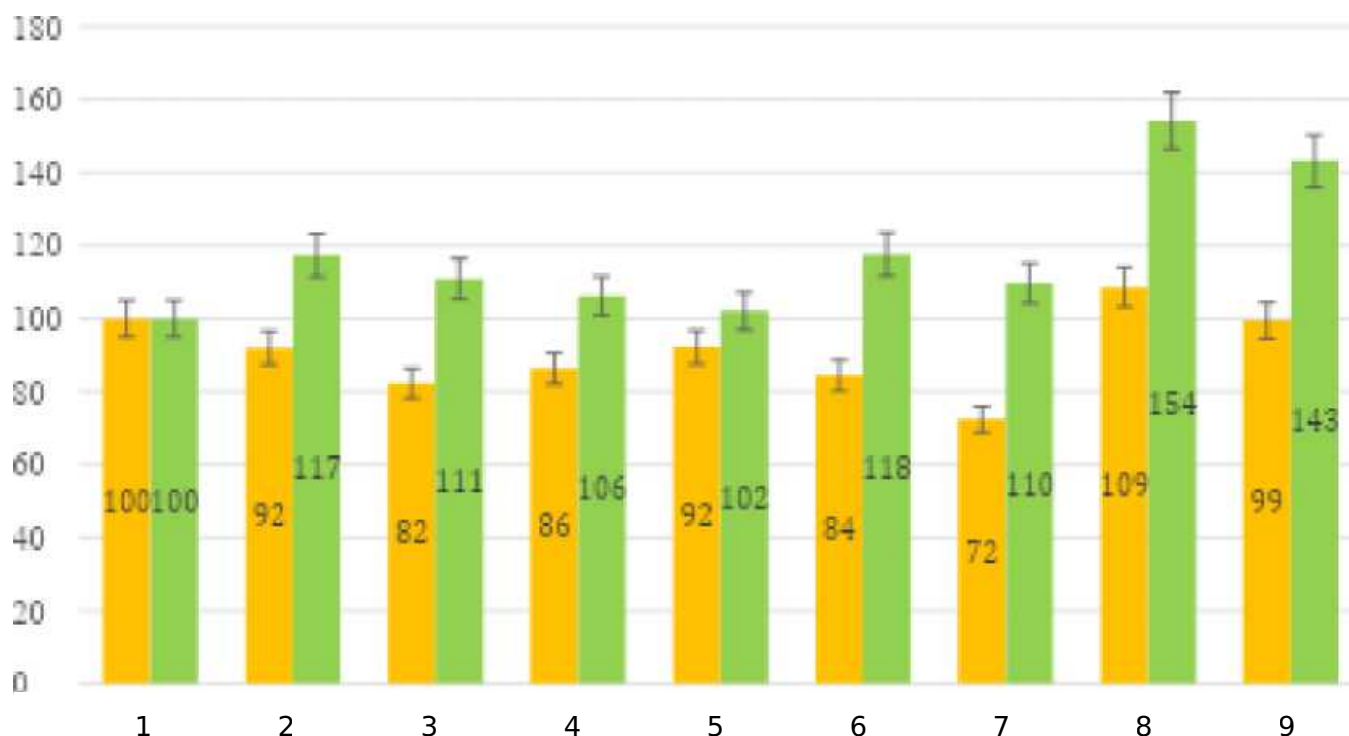
Длина частей растения относительно контроля, %. Длина корней. Длина побегов. Контроль; 1:500; 1:500 с предобработкой семян; 1:350; 1:350 с предобработкой семян; 1:200; 1:200 с предобработкой семян; 1:100; 1:100 с предобработкой семян.

6-й дес. Результаты испытаний на прорастание овса с точки зрения длины корней (желтые столбики) и ростков (зеленые столбики) после 7-дневной прорастания, нормализованные по отношению к контрольной группе

Длина частей растения относительно контроля, %. Длина корней. Длина побегов. Контроль; 1:500; 1:500 с предобработкой семян; 1:350; 1:350 с предобработкой семян; 1:200; 1:200 с предобработкой семян; 1:100; 1:100 с предобработкой семян.

Масса частей растения относительно контроля, %. Масса корней. Масса побегов. Контроль; 1:500; 1:500 с предобработкой семян; 1:350; 1:350 с предобработкой семян; 1:200; 1:200 с предобработкой семян; 1:100; 1:100 с предобработкой семян.

Страница оригинала 15



Исходные экспериментальные графики сохранены. Перевод подписей приведён в сопровождающем тексте.

Жёлтым обозначены корни, зелёным — побеги. Группы 1-9 соответствуют перечисленным ниже вариантам по порядку.

Масса частей растения относительно контроля, %. Масса корней. Масса побегов. Контроль; 1:500; 1:500 с предобработкой семян; 1:350; 1:350 с предобработкой семян; 1:200; 1:200 с предобработкой семян; 1:100; 1:100 с предобработкой семян.

7-й дес. Результаты испытаний на прорастание овса по массе корней (желтые столбики) и ростков (зеленые столбики) после 7-дневной проращивания, нормализованные по отношению к контрольной группе

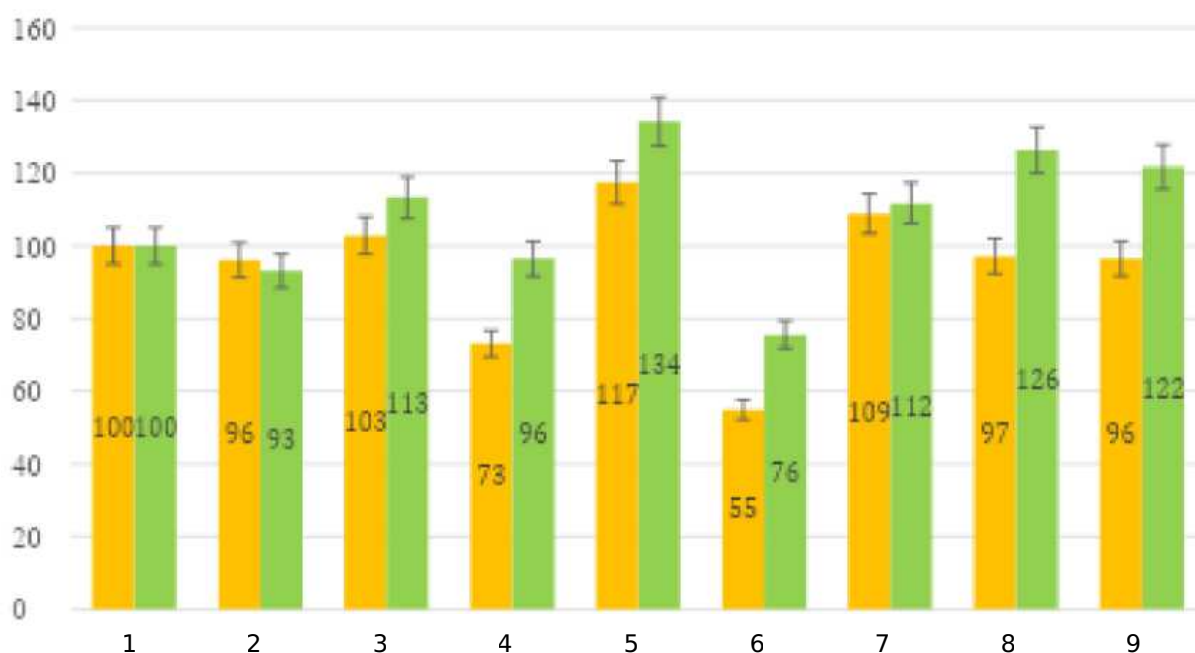
На рис. 6 показаны результаты опыта по проращиванию овса: длина частей растения нормализована относительно контроля, в котором использовали деионизированную воду. При разведениях биостимулятора 1:500, 1:350 и 1:200 длина корней и побегов была ниже контроля как у предварительно обработанных, так и у необработанных семян. При разведении 1:100 длина побегов была выше контроля у необработанных и обработанных семян (+7 и +2 % соответственно), однако длина корней оставалась ниже контроля.

На рис. 7 показан результат испытаний на проращивание овса по массе части растения, нормализованной по отношению к контрольной группе, в которой овёс прорастал с использованием деионизированной воды. Было замечено, что предварительная обработка семян во всех разбавлениях биостимулятора положительно влияет на фактическую массу ростков по отношению к контролю, особенно при разбавлении биостимулятора 1:100 как для

непредварительно обработанных, так и для предварительно обработанных семян (+54 и +43 % соответственно). Однако масса корней уменьшилась почти во всех испытаниях, за исключением 1:100 для необработанных семян, у которых было +9% увеличения массы. Следует отметить, что в отношении массы побегов предварительная обработка семян снижает массу побегов по сравнению с необработанными семенами (снижение на 4-11%).

Из результатов тестов прорастания овса сделан вывод, что для дальнейших исследований будет использоваться только масса корней и ростков растений, которая более точно представляет прорастаемость растения. Результаты испытания на твердую пшеницу показаны на рис. 8.

Страница оригинала 16



Исходные экспериментальные графики сохранены. Перевод подписей приведён в сопровождающем тексте.

Жёлтым обозначены корни, зелёным — побеги. Группы 1-9 соответствуют перечисленным ниже вариантам по порядку.

Масса частей растения относительно контроля, %. Масса корней. Масса побегов. Контроль; 1:500; 1:500 с предобработкой семян; 1:350; 1:350 с предобработкой семян; 1:200; 1:200 с предобработкой семян; 1:100; 1:100 с предобработкой семян.

8-й дес. Результаты испытаний на прорастание твердой пшеницы по массе корней (желтые столбики) и ростков (зеленые столбики) после 7-дневной прорастания, нормализованные по отношению к контрольным

В тесте прорастания твердой пшеницы (рис. 8) видно, что для необработанных семян биостимулятор наилучшим образом увеличивает массу побегов в разбавлении 1:100 (+26%), в то время как 1:500 дает небольшое снижение (-7%), а 1:350 и особенно 1:200 вызывают выраженный спад массы (соответственно -4% и -24%). В то же время, масса корней у необработанных семян в основном уменьшается, причем снижение очень значительно при 1:350 (-27%) и 1:200 (-45%), а при 1:500 и 1:100 близко к контролю (-4% и -3%).

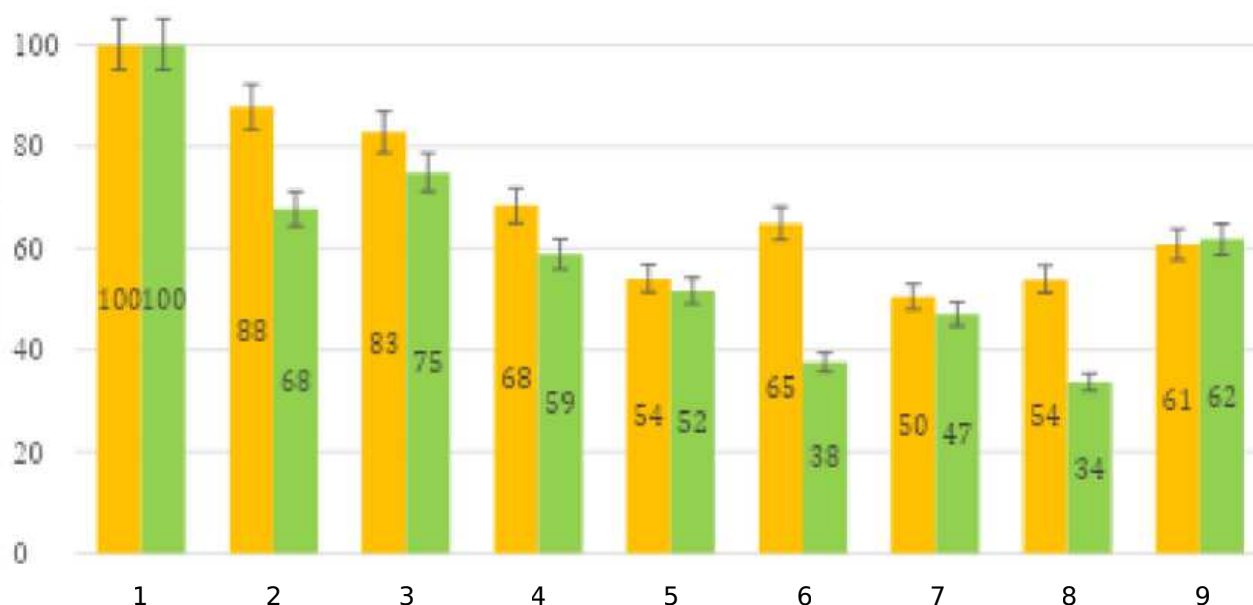
Предварительная обработка семян в целом улучшает результаты, поскольку при всех разбавлениях масса проростков выше, чем у контрольных (1:500 с предобработкой +13%; 1:350 с предобработкой +34%; 1:200 с предобработкой +12%; 1:100 +22%), а также масса корней становится больше контрольной при 1:500, 1:350 и 1:200 (соответственно +3%, +17% и +9%), однако при 1:100 предварительная обработка немного снижает массу корней. По сравнению с необработанным семенем, предварительная обработка даёт положительный эффект при разбавлении 1:500 - 1:200, в то время как наблюдалось небольшое снижение при разбавлении биостимулятора 1:100, что может указывать на то, что при большей концентрации предварительная обработка больше не дает дополнительной выгоды.

Наконец, произведено прорастания

Масса частей растения относительно контроля, %. Масса корней. Масса побегов. Контроль; 1:500; 1:500 с предобработкой семян; 1:350; 1:350 с предобработкой семян; 1:200; 1:200 с предобработкой семян; 1:100; 1:100 с предобработкой семян.

Страница оригинала 17

Результаты испытаний на горох и прорастание по массе частей растений гороха показаны на рис. 9.



Исходные экспериментальные графики сохранены. Перевод подписей приведён в сопровождающем тексте.

Жёлтым обозначены корни, зелёным — побеги. Группы 1-9 соответствуют перечисленным ниже вариантам по порядку.

Масса частей растения относительно контроля, %. Масса корней. Масса побегов. Контроль; 1:500; 1:500 с предобработкой семян; 1:350; 1:350 с предобработкой семян; 1:200; 1:200 с предобработкой семян; 1:100; 1:100 с предобработкой семян.

9-й дес. Результаты испытаний на прорастание гороха по массе корней (желтые столбики) и ростков (зеленые столбики) после 7-дневной проращивания, нормализованные по отношению к контрольным значениям

В тесте проращивания гороха общий результат однозначен – биостимулятор при всех разбавлениях уменьшает массу как корней, так и ростков по сравнению с контрольной группой, а наиболее заметное уменьшение массы ростков происходит при уменьшении разбавления. Для необработанных семян при самом разбавленном растворе 1:500 падение более умеренно, но при переходе на более концентрированные растворы эффект усиливается - при 1:200 и особенно 1:100 масса проростков падает наиболее резко (до примерно трети от контрольной). Предварительная обработка семян, как правило, не приносит устойчивого улучшения. При некоторых разбавлениях это даже ухудшает массу корней (например, 1:350), однако при 1:100 предварительная обработка существенно влияет на массу ростков, поскольку масса ростков увеличивается с 34% до 62% (около $\sim 1/3$) до примерно $\sim 2/3$ от контрольной. Таким образом, в этом тесте биостимулятор в основном действует ингибирующе на горох.

После тестов проращивания ясно видно, что прототип биостимулятора неблагоприятно действует на горох и, возможно, другие бобовые. Для зерновых наблюдалось значительное положительное влияние: у твердой пшеницы при разведении 1:350 с предварительно обработанными семенами, с увеличением массы корней

Масса частей растения относительно контроля, %. Масса корней. Масса побегов. Контроль; 1:500; 1:500 с предобработкой семян; 1:350; 1:350 с предобработкой семян; 1:200; 1:200 с предобработкой семян; 1:100; 1:100 с предобработкой семян.

Страница оригинала 18

увеличение корневой массы на 17% и увеличение массы ростков на 34%, тогда как для овса в разбавлении 1:100 с необработанными семенами увеличение корневой массы составило +9% и увеличение массы ростков на 54%.