

लातविया विश्वविद्यालय रिपोर्ट — अंग्रेज़ी संस्करण

समीक्षा आसान बनाने के लिए उपलब्ध रिपोर्ट का अंग्रेज़ी साथी संस्करण।

चयनित भाषा में पूरा पाठ और तालिकाएँ। शब्दावली और संख्याओं की जाँच सहित स्वचालित अनुवाद; यह प्रमाणित अनुवाद नहीं है। विवादित दावों सहित लेखकों के कथन सुरक्षित रखे गए हैं। संपादकीय टिप्पणियाँ अलग हैं।

संपादकीय टिप्पणी

मूल और साथी संस्करण को साथ पढ़ें; कोई भी सामान्य फसल-प्रदर्शन दावा सिद्ध नहीं करता। प्रयोगशाला की पहचान या परिमाणीकरण सीमा से कम मान किसी पदार्थ की अनुपस्थिति साबित नहीं करता। भारी धातुओं के बारे में रिपोर्ट के कथन को तालिकाओं में दिए माप, इकाइयों और सीमाओं के साथ पढ़ना चाहिए।

[NanoImport — संपादकीय टिप्पणी ↗](#)

ग्राहक: SIA JIKO Ent

अनुसंधान सहायक Lauris Arbidans

सटीक विज्ञान और प्रौद्योगिकी के संकाय, पर्यावरण विज्ञान विभाग, यूनिवर्सिटी ऑफ लेटिया

पता: Jelgavas iela 1, LV-1004, रिया

रिपोर्ट

LIAA Voucher No. 9.2-29-V-2025/64 के भीतर एक पीट और मशरूम बायोस्टिमुलेंस का रासायनिक मूल्यांकन

रैली, 2026

कार्यो

पीई और मशरूम बायोस्टिमुलेंट की व्यापक भौतिक-केमिकल और कृषि विशेषताओं को पूरा करने के लिए, सीआईए JIKO Ent द्वारा लायाए वुचर नंबर 9.2-29-V-2025/64. के ढांचे के तहत आदेश दिया गया है। विशेषताओं में शामिल हैं:

तीन (3) फसलों — मटर, ड्यूरम गेहूँ और जई — पर अंकुरण परीक्षण, विभिन्न सांद्रताओं में जैव-उत्तेजक की प्रभावशीलता का आकलन;

बीजों का पूर्व-उपचार करते समय अंकुरण पर जैव-उत्तेजक के प्रभाव का आकलन;

फ्यूमिक एसिड और फ्यूमिक एसिड की सामग्री का निर्धारण उत्पाद में स्पेक्ट्रोफोटोमेट्रिक और टीओसी विधियों का उपयोग करके;

प्रोटीन, कार्बोहाइड्रेट और चिटिन की सामग्री का निर्धारण, जैव सक्रिय घटकों के प्रोफ़ाइल को बायोस्टिमुलेंट में वर्गीकृत करने के लिए;

ICP-OES और Kjeldahl विधि का उपयोग करके माइक्रो और मैक्रो तत्वों का मात्रात्मक निर्धारण;

FTIR, UV-Vis, और FLR 3D-EEM स्पेक्ट्रोस्कोप का उपयोग करके ह्यूमिक एसिड की भौतिक-केमिक विशेषताएं।

सामग्री और तरीके

नमूना

अगस्त 2025 में, बायोस्टिमुलेंट को 5 एल कैनस्टर में वितरित किया गया था, जिसे SK-04-S01-N के रूप में चिह्नित किया गया था।

Chitin इन्सुलेशन

100 mL जैव-उत्तेजक को 4500 rpm पर 30 मिनट तक अपकेंद्रित किया गया। ठोस अवशेष इकट्ठा करके 0.1 M NaOH में फिर से निलंबित किया गया और 60 मिनट तक हिलाया गया। नमूने को फिर 4500 rpm पर 30 मिनट तक अपकेंद्रित किया गया। यह प्रक्रिया 3 बार दोहराई गई, जब तक नमूने में ह्यूमिक पदार्थों की उपस्थिति नहीं पाई गई। ठोस अवशेष को विआयनीकृत पानी से pH < 9 तक धोया गया। इसके बाद 1 M NaOH मिलाया गया और हिलाते हुए नमूने को 70 °C पर 2 घंटे गर्म किया गया, फिर अपकेंद्रित किया गया। ठोस अवशेष को विआयनीकृत पानी से उदासीन pH तक धोया गया। फिर 0.5 M HCl मिलाकर दोबारा अपकेंद्रित किया गया। नमूने को विआयनीकृत पानी से उदासीन pH तक धोया गया, 1% NaClO मिलाया गया और कमरे के तापमान पर 60 मिनट तक हिलाया गया। इसके बाद नमूने को 70% इथेनॉल से धोकर 40 °C पर सुखाने वाले ओवन में 3 घंटे सुखाया गया।

Humic Acid निष्कर्षण

200 मिलीलीटर जैव उत्तेजक फ़िल्टर पेपर के माध्यम से फ़िल्टर किया गया था। फ़िल्टर करने के बाद, समाधान को 4500 rpm पर एक प्रयोगशाला सेंट्रिफ्यूज में सेंट्रिफ्यूज किया गया था। सेंट्रिफ़ुगेशन के बाद, समाधान को एचसीएल से pH < 1 तक एसिड किया गया था, फ़िल्टर किया गया था, और उल्टी होमिक एसिड को 0.1 एम CaCl₂ समाधान के साथ धोया गया था। फिर उन्हें न्यूनतम पीएच तक डिओनिज़ेड पानी से धोया गया और 105 डिग्री सेल्सियस पर 2 घंटे के लिए एक सूखे ओवन में सूखा गया।

Fulvic और Humic Acids के मात्रात्मक निर्धारण

जैव उत्तेजक को 4500 rpm पर सेंट्रिफ्यूज किया गया था और तरल फ़ैक्शन को इकट्ठा किया गया था। नमूना 50 गुना घुलनशील किया गया था और 410 एनएम पर स्पेक्ट्रोफोटोमेट्रिक रूप से मापा गया था। एकाग्रता एक कैलिब्रेशन कोर से गणना की गई थी जो निकाले गए ह्यूमिक एसिड से प्राप्त हुई थी। ह्यूमिक एसिड निकालने के बाद, बायोस्टिमुलेंट से अलग फ्लोविक एसिड समाधान को अलग से इकट्ठा किया गया, 10 गुना घुलनशील किया गया, और संदर्भ के रूप में फ्लोविक एसिड मानक का उपयोग करके 410 एनएम पर स्पेक्ट्रोफोटोमेट्रिक रूप से मापा गया।

एक स्वचालित 1000 µL पाइपेट का उपयोग करके, 500 µL बायोस्टिमुलेंट समाधान को मात्रात्मक रूप से 100 mL वॉल्यूमेट्रिक बोतल में स्थानांतरित किया गया था। एक अलग 100 मिलीलीटर वॉल्यूमेट्रिक बोतल में, अलग फ्लोविक एसिड समाधान के 500 मिलीलीटर को स्थानांतरित किया गया और डिओनिज़ेड पानी के साथ मार्क में घुलनशील किया गया। मिश्रित समाधानों का विश्लेषण कुल कार्बन विश्लेषक (Shimadzu TOC-V CSN) के साथ किया गया था और परिणामों को जैविक कार्बन (TOC) के मिलीग्राम के रूप में व्यक्त किया गया था।

यूवी-वीस अणु अवशोषण स्पेक्ट्रम

20 मिलीग्राम निकाले गए और शुद्ध होमिक एसिड को विश्लेषणात्मक स्केल पर वजन किया गया, मात्रात्मक रूप से 1 लीटर वॉल्यूमेट्रिक बोतल में स्थानांतरित किया गया, और 0.5 एम NaHCO_3 समाधान में घुलनशील किया गया। समाधानों को 1 सेंटीमीटर क्वार्ट्ज क्यूवेट में मापा गया था, जिसमें एक यूवी-वीआईएस स्पेक्ट्रोफोटोमीटर यूवी-1800 का उपयोग किया गया था, 220-700 नमी के दायरे में, 1 नमी के कदम के साथ। ह्यूमिक एसिड विशेषताओं के लिए, 254 एनएम (ई2), 365 एनएम (ई3), 465 एनएम (ई4), और 665 एनएम (ई6) की लंबाई में अवशोषण अनुपात का उपयोग किया गया और E2/E3, E2/E4, E2/E6, और E4/E6 के रूप में व्यक्त किया गया।

स्पेक्ट्रोस्कोप

विश्लेषण से पहले, KBr 105 डिग्री सेल्सियस पर 2 घंटे के लिए सूख गया था। फिर 200 मिलीग्राम वजन किया गया था, 2 मिलीग्राम होमिक एसिड जोड़ा गया था और मिश्रित किया गया था। मिश्रण को एक पिलेट में दबाया गया और एक FTIR स्पेक्ट्रोमीटर (Shimadzu IR-Tracer 100) के साथ मापा गया। माप 4000-400 cm^{-1} के दायरे में किए गए थे, 8 cm^{-1} और 16 स्कैन के संकल्प के साथ।

फ्लोरसेंस 3 डी उत्तेजना / उत्सर्जन मैट्रिक्स (FLR 3D-EEM)

FLR 3D-EEM मैट्रिक्स को एक HORIBA Jobin Yvon Aqualog फ्लोरसेंस स्पेक्ट्रोफोटोमीटर का उपयोग करके प्राप्त किया गया था। समाधानों को 0.5 एम NaHCO_3 में 20 मिलीग्राम / एल की एकाग्रता में तैयार किया गया था। नमूनों को 1 सेंटीमीटर क्वार्ट्ज क्यूवेट्स में मापा गया था, जिसमें कोई जमीन पक्ष नहीं था। उत्तेजना तरंग लंबाई: 240-600 एनएम; उत्सर्जन तरंगों की लंबाई: 260-620 nm। चरण का आकार: 3 एनएम। मापों के बाद, प्रथम आदेश रेलीग स्कैटिंग को मास्क किया गया था। फ्लोरसेंस स्पेक्ट्रम डेटा को RStudio (संस्करण 2024.12.1.563) और R (संस्करण 4.5.0) लाइब्रेरी readxl, dplyr, akima, और ggplot2 का उपयोग करके संसाधित और दृश्यित किया गया था। डेटा को एक लाइनरी दो-आयामी विधि (akima::interp) का उपयोग करके इंटरपोल किया गया था, जो उत्तेजना और उत्सर्जन तरंग लंबाई का कार्य करता है।

कुल कार्बोहाइड्रेट विश्लेषण

विश्लेषण के लिए 1 mL नमूना काँच की परीक्षण नली में लिया गया, उसमें 1 mL का 5% फिनॉल घोल मिलाया गया और 10 मिनट तक रखा गया। फिर 4 mL सांद्र H_2SO_4 मिलाया गया, 20 मिनट तक रखा गया और 490 nm पर स्पेक्ट्रोफोटोमेट्री से मापन किया गया। ग्लूकोज को मानक मानते हुए नमूनों का मापन 3 पुनरावृत्तियों में किया गया।

माइक्रो-इलेक्ट्रिक विश्लेषण

लगभग 5 मिलीलीटर बायोस्टिमुलेंट पीटीएफई जहाजों में वजन किया गया था, सूखने के लिए सूखा, और 10 मिलीलीटर एकाग्र एचएनओ 3 जोड़ा गया था। जहाजों को दबाव प्रतिरोधी धारकों में रखा गया था, सील किया गया था, और एक माइक्रोवेव पाचन प्रणाली (Milestone Ethos EASY) का उपयोग करके गीला पाचन किया गया था। नमूना 15 मिनट के लिए 200 डिग्री सेल्सियस तक गर्म किया गया था, 1800 W की अधिकतम शक्ति पर, एक और 15 मिनट के लिए रखा गया था, और पाचन के बाद कमरे के तापमान पर ठंडा किया गया था। नमूना को मात्रात्मक रूप से 50 मिलीलीटर पॉलीप्रोपिलेन ट्यूब में स्थानांतरित किया गया था और 50 मिलीलीटर में डिओनिज़ेड पानी (0.055 $\mu\text{S}/\text{cm}$) का उपयोग करके भंग किया गया था। नमूना 2 प्रतिलिपि में तैयार किया गया था।

विश्लेषण से पहले नमूने को अतिरिक्त रूप से 10 गुना पतला किया गया और प्रेरणिक युग्मित प्लाज्मा प्रकाशीय उत्सर्जन स्पेक्ट्रोमीटर (Thermo Scientific iCAP 7200 series) से विश्लेषण किया गया। ICP मापदंड: RF शक्ति 1150 W; प्लाज्मा गैस प्रवाह (आर्गन 5.0) 12 L/min; नेब्युलाइज़र गैस प्रवाह 0.5 L/min; सहायक गैस प्रवाह (नाइट्रोजन 5.0) 0.15 L/min; नमूना प्रवाह दर 1 mL/min। कुल 29 तत्व निर्धारित किए गए: Al (396.152 nm, रेडियल); As (189.042 nm, अक्षीय); B (249.773 nm, रेडियल); Ba (455.403 nm, अक्षीय); Be

(313.042 nm, रेडियल); Ca (422.673 nm, रेडियल); Cd (228.802 nm, अक्षीय); Co (228.616 nm, अक्षीय); Cr (267.716 nm, अक्षीय); Cu (324.754 nm, अक्षीय); Fe (240.488 nm, रेडियल); K (766.490 nm, रेडियल); Li (670.784 nm, रेडियल); Mg (285.213 nm, रेडियल); Mn (257.610 nm, रेडियल); Mo (202.030 nm, अक्षीय); Na (589.592 nm, रेडियल); Ni (231.604 nm, अक्षीय); P (177.495 nm, अक्षीय); Pb (220.353 nm, अक्षीय); S (180.731 nm, अक्षीय); Sb (206.833 nm, अक्षीय); Se (196.090 nm, अक्षीय); Si (251.611 nm, रेडियल); Sr (407.771 nm, रेडियल); Ti (334.941 nm, रेडियल); Tl (190.856 nm, अक्षीय); V (292.402 nm, अक्षीय); Zn (213.856 nm, अक्षीय)। अंशांकन वक्र मानकीकृत संदर्भ सामग्रियों से तैयार किए गए।

कुल नाइट्रोजन निर्धारण (Kjeldahl)

विश्लेषणात्मक तराजू से पूरी तरह सूखे, बिना छने जैव-उत्तेजक नमूने का 0.5 g तौला गया और केल्डाल फ्लास्क में डाला गया। उसमें 10 mL सांद्र H₂SO₄ मिलाया गया। नमूने को Buchi SpeedDigester K-436 केल्डाल पाचन उपकरण में, जिसमें Buchi Scrubber K-415 अम्ल निष्प्रभावीकरण मॉड्यूल लगा था, 2 घंटे तक गर्म किया गया, जब तक पूरा नमूना खनिजीकृत नहीं हो गया। पाचन के बाद Buchi KjelFlex K-360 से आसवन किया गया और आसुत द्रव का 0.05 M H₂SO₄ से अनुमापन किया गया।

परीक्षण किए गए बीज

Durum बीज (*Triticum durum*) और ओट (*Avena sativa*) अगस्त 2025 के अंत में Akniste पेरिस में कटा हुआ था। Peas (*Pisum sativum*) को अक्टूबर 2025 में रिगा में डेपो की खुदरा दुकान से खरीदा गया था।

अंकुरण परीक्षण

जैव-उत्तेजक की 4 परीक्षण सांद्रताएँ चुनी गईं: 1:500; 1:350; 1:200 और 1:100। इन्हें जैव-उत्तेजक को क्रमशः 500, 350, 200 और 100 गुना पतला करके तैयार किया गया। बीजों के पूर्व-उपचार का प्रभाव जाँचने के लिए 1% NaOH का उपयोग किया गया और नमूनों पर संबंधित तनुकरण तथा “kod” का चिह्न लगाया गया। बीजों को NaOH घोल में 2 मिनट तक हिलाया गया, फिर विआयनीकृत पानी से धोया गया। अंकुरण प्लेटों पर रखने से पहले बीजों को संबंधित जैव-उत्तेजक के तनु घोलों में रात भर रखा गया। प्रत्येक अंकुरण प्लेट में 10 mL तनु जैव-उत्तेजक घोल और 10 बीज रखे गए। प्लेटों को बंद करके सभी बीज प्रकारों के लिए 22 °C पर 7 दिनों तक रखा गया, जिसमें 12 h प्रकाश और 12 h अंधकार का चक्र था। नियंत्रण के रूप में विआयनीकृत पानी का उपयोग किया गया।

परिणाम

जैव उत्तेजक की संरचना का मूल्यांकन करने के लिए, फ्लोविक एसिड, कुल प्रोटीन, कुल कार्बोहाइड्रेट, कुल नाइट्रोजन, कुल जैविक कार्बन में जैविक उत्तेजक, और कुल जैविक कार्बन में अलग फ्लोविक एसिड समाधान की सामग्री निर्धारित की गई थी। परिणाम तालिका 1 में दिखाया गया है।

टेबल 1 Biostimulant के कुल संकेतक परिणाम

तालिका 1		
पैरामीटर	परिणाम	इकाई
सूखी सामग्री सामग्री	12,19 ± 0,17	%
Humic एसिड	624 ± 12	mg/L
Fulvic एसिड	712 ± 21	mg/L

कुल प्रोटीन	1,30 ± 0,07	%
कुल कार्बोहाइड्रेट	198 ± 6	mg/L
कुल नाइट्रोजन	0,21 ± 0,04	%
TOC - जैव-उत्तेजक	1150 ± 40	mg/L
TOC - Fulvic Acid समाधान	790 ± 30	mg/L

तालिका 1 जीव उत्तेजक के समग्र संरचना संकेतकों को दर्शाता है। सूखी पदार्थ की उच्च सामग्री ($12.19 \pm 0.17\%$) का निरीक्षण किया गया था, जो मुख्य रूप से समाधान में कोलोइड कणों से बना था। ह्यूमिक पदार्थों में, फुल्विक एसिड उत्पाद (712 ± 21 मिलीग्राम / एल) में प्रभुत्व रखते हैं, जबकि मापा हुआ ह्यूमिक एसिड सामग्री 624 ± 12 मिलीग्राम / एल है। ध्यान दिया जाना चाहिए कि उत्पाद में विभिन्न घुलनशील उप-उत्पादों की एक महत्वपूर्ण मात्रा होती है; इसलिए, कार्बनिक कार्बन विश्लेषणों के आधार पर ह्यूमिक एसिड की सामग्री अस्पष्ट नहीं है। हालांकि, ह्यूमिक एसिड से अलग समाधान के विश्लेषण में एक प्रवृत्ति दिखाई देती है जो ह्यूमिक एसिड-संबंधित कार्बन को हटाने के बाद उत्पाद से 360 मिलीग्राम / लीटर सी की हानि का संकेत देती है। यह लगभग ~ 720 मिलीग्राम / लीटर होमिक एसिड के लिए अनुमान लगाया जा सकता है, औसत कार्बन सामग्री होमिक एसिड में 50% है, लेकिन इस निष्कर्ष की वैधता को महत्वपूर्ण रूप से मूल्यांकन किया जाना चाहिए; इसलिए, स्पेक्ट्रोफोटोमेट्रिक विश्लेषण को अधिक विश्वसनीय मूल्य माना जाता है।

कार्यप्रवाह में वर्णित जैविक उत्तेजक नमूना से चिटिन के लगातार इन्सुलेशन और शुद्धिकरण के दौरान—पहले ह्यूमिक पदार्थों को अलग करना, फिर प्रोटीनों को हटाना, इसके बाद एक डिमिनेराइजेशन प्रक्रिया, फिर एक सामग्री ब्लीडिंग चरण (अन्य कार्बनिक पिगमेंटों को हटाना), और अंत में लिपोफिल यौगिकों को हटाने और सूखने के लिए एक कदम—एक अप्रलो-सफेद (ग्रे-सफेद) चिटिन को कुल सामग्री के साथ प्राप्त किया गया था ~ 235 मिलीग्राम / लीटर। शुद्ध चिटिन को चित्रा 1 में दिखाया गया है।



मूल प्रायोगिक ग्राफ सुरक्षित रखे गए हैं। लेबलों का अनुवाद साथ के पाठ में है।

चित्र 1. जैव-उत्तेजक से अलग और शुद्ध किया गया काइटिन।

जीवाणु के माइक्रो- और मैक्रो- तत्व विश्लेषण को आईसीपी-ओईएस विधि का उपयोग करके किया गया था। कुल मिलाकर, 29 तत्वों को निर्धारित किया गया था (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)। परिणाम तालिका 2 में दिखाया गया है।

टेबल 2 जैव उत्तेजक के माइक्रो- और मैक्रो- तत्वों की संरचना ($\mu\text{g/L}$)

तालिका 2	
तत्व	एकाग्रता ($\mu\text{g} / \text{L}$)
Al	143 ± 5
As	$<1,77$
B	$1,057 \pm 0,114$
Ba	$0,28 \pm 0,09$
Be	$<0,014$
Ca	348 ± 12

Cd	<0,15
Co	<0,25
Cr	0,462 ± 0,007
Cu	1,82 ± 0,16
Fe	36,3 ± 0,4
K	34955 ± 1880
Li	<0,65
Mg	45,83 ± 0,02
Mn	0,57 ± 0,05
Mo	<0,80
Na	150 ± 3
Ni	0,381 ± 0,008
P	17370 ± 740
Pb	<1,12
S	104 ± 5
Sb	<2,44
Se	<2,00
Si	23 ± 4
Sr	1,053 ± 0,013
Ti	0,57 ± 0,19
Tl	<2,89
V	<0,12
Zn	2,19 ± 0,13

तत्व विश्लेषण के आँकड़ों (तालिका 2) के अनुसार, जैव-उत्तेजक के प्रोटोटाइप में पोटैशियम और फॉस्फोरस प्रमुख हैं (K 34955 ± 1880; P 17370 ± 740); उनकी सांद्रताएँ अन्य तत्वों से कई कोटियों अधिक हैं। इसलिए यह मिश्रण K/P-आधारित शारीरिक प्रभावों पर केंद्रित है: ऊर्जा चयापचय, जड़ विकास, परासरण नियमन और तनाव सहनशीलता। अगले सांद्रता स्तर में Ca 348 ± 12; Na 150 ± 3; Al 143 ± 5; S 104 ± 5 शामिल हैं, जबकि मैग्नीशियम अपेक्षाकृत कम है (Mg 45.83 ± 0.02)। सूक्ष्म तत्वों में लोहा प्रमुख है (Fe 36.3 ± 0.4); इनके अतिरिक्त 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 भी मौजूद हैं। शेष तत्व कम सांद्रताओं में हैं (Cr 0.462 ± 0.007; Ni 0.381 ± 0.008; Ba 0.28 ± 0.09; Ti 0.57 ± 0.19)। सकारात्मक बात यह है कि कई संभावित विषैले तत्व पहचान सीमा से नीचे हैं (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), जो उत्पाद में भारी धातुओं की अनुपस्थिति का संकेत देता है।

जीव उत्तेजक में ह्यूमिक एसिड का वर्णन करने के लिए, कई स्पेक्ट्रोस्कोपिक विश्लेषणों का उपयोग किया गया था-FTIR, यूवी-वीस आणविक अवशोषण स्पेक्ट्रोस्कोपी, और फ्लोरसेंस 3 डी-ईईएम स्पेक्ट्रोस्कोपी। परिणाम चित्रा 2-4 में दिखाई देते हैं।

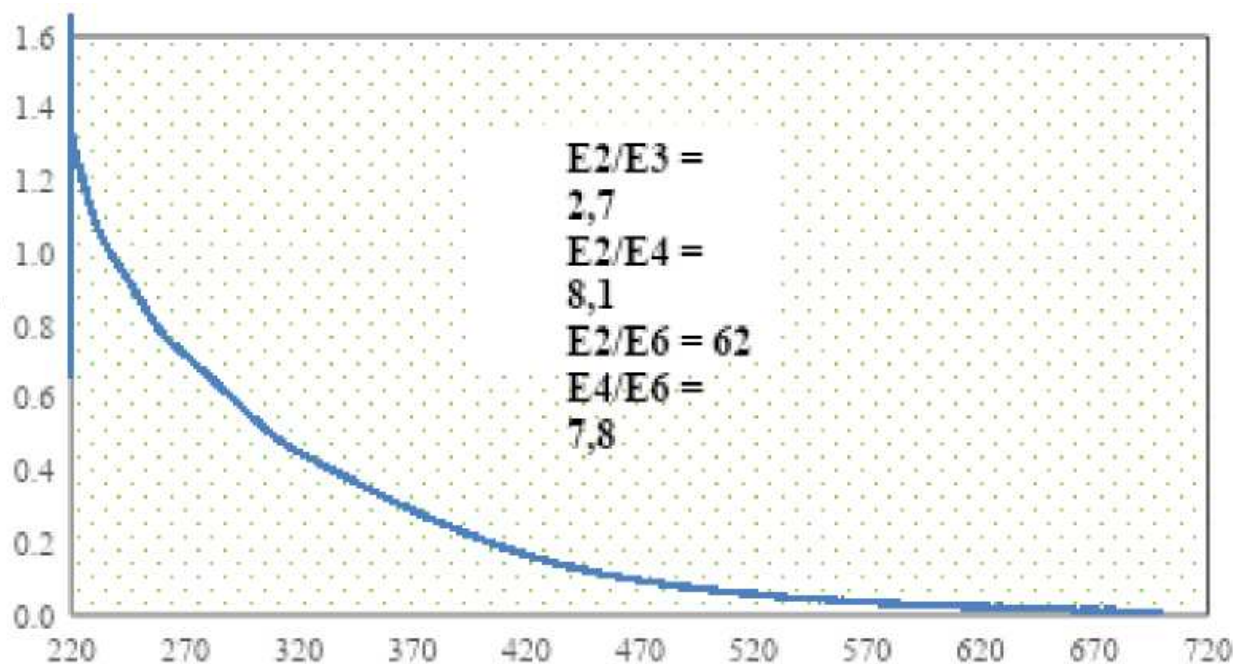


मूल प्रायोगिक ग्राफ सुरक्षित रखे गए हैं। लेबलों का अनुवाद साथ के पाठ में है।

सापेक्ष पारगम्यता। तरंग संख्या (cm^{-1})। O-H; $\equiv\text{C-H}$; $=\text{C-H}$; C-H (एलिफैटिक); CO_2 ; C=O; C=C; N-H मुड़ाव; C-H मुड़ाव; C-O / C-N; C-Hal / C-H (एरोमैटिक)।

चित्र 2. जैव-उत्तेजक से निकाले गए ह्यूमिक अम्लों का FTIR स्पेक्ट्रम।

चित्र 2 में दिखाया गया प्राकृतिक पीट के ह्यूमिक अम्लों का FTIR स्पेक्ट्रम अनेक ध्रुवीय क्रियात्मक समूहों और एरोमैटिक-एलिफैटिक संरचना वाले विषम ह्यूमिक अम्ल मैट्रिक्स का विशिष्ट स्पेक्ट्रम है। लगभग $3600\text{--}3200\text{ cm}^{-1}$ पर चौड़ा और स्पष्ट बैंड O-H खिंचाव कंपन (फिनॉल, अल्कोहल, कार्बोक्सिलिक अम्ल) से संबंधित है और सामान्यतः मजबूत हाइड्रोजन बंधों का भी संकेत देता है। लगभग $3100\text{--}3000\text{ cm}^{-1}$ के कमजोर संकेत एरोमैटिक या ओलेफिनिक संरचनाओं को दर्शाते हैं। लगभग 2920 cm^{-1} और 2850 cm^{-1} के बैंड एलिफैटिक C-H (CH_2/CH_3) खिंचाव, अर्थात् पार्श्व शृंखलाओं और लिग्निन खंडों, को दर्शाते हैं। ह्यूमिक अम्लों की एक प्रमुख विशेषता लगभग $1720\text{--}1700\text{ cm}^{-1}$ पर प्रबल अवशोषण है, जो यहाँ एक स्पष्ट संकेत के रूप में दिखता है। यह C=O खिंचाव से संबंधित है, मुख्यतः कार्बोक्सिल समूहों से, लेकिन एस्टर या कीटोन का योगदान भी संभव है। यह ह्यूमिक अम्लों की अम्लता और धातुओं के साथ संकुल बनाने की क्षमता का महत्वपूर्ण संकेतक है। लगभग $1620\text{--}1580\text{ cm}^{-1}$ क्षेत्र में एरोमैटिक C=C और/या संयुग्मित कार्बोनिल समूहों का योगदान प्रमुख है, जो एरोमैटिक ढाँचे (लिग्निन/ह्यूमीकरण उत्पाद) का संकेत देता है। लगभग $1550\text{--}1500\text{ cm}^{-1}$ पर अमाइड के N-H मुड़ाव संकेत दिख सकते हैं। $1450\text{--}1380\text{ cm}^{-1}$ बैंड सामान्यतः C-H मुड़ाव और संभावित सममित COO- कंपन से जुड़े हैं। लगभग $1250\text{--}1000\text{ cm}^{-1}$ के “फिंगरप्रिंट” क्षेत्र में C-O और C-O-C (फिनॉल, अल्कोहल, ईथर, पॉलीसैकराइड अवशेष) तथा आंशिक रूप से C-N कंपन दिखते हैं, जो ह्यूमिक पदार्थों की विविधता दर्शाते हैं। लगभग $900\text{--}700\text{ cm}^{-1}$ पर एरोमैटिक C-H का तल से बाहर मुड़ाव दिखता है। लगभग 2350 cm^{-1} का बैंड वातावरण से अधिशोषित CO_2 का सामान्य संकेत है और सामान्यतः स्वयं नमूने की संरचना का संकेतक नहीं होता। कुल मिलाकर, स्पेक्ट्रम पुष्टि करता है कि जैव-उत्तेजक के ह्यूमिक अम्लों में एरोमैटिक आधार पर कार्बोक्सिल तथा फिनॉल समूह प्रमुख हैं, जिनके साथ एलिफैटिक शृंखलाएँ मिश्रित हैं। यह उनकी उच्च अभिक्रियाशीलता और संकुलन/जैव-उत्तेजक क्षमता के अनुरूप है।

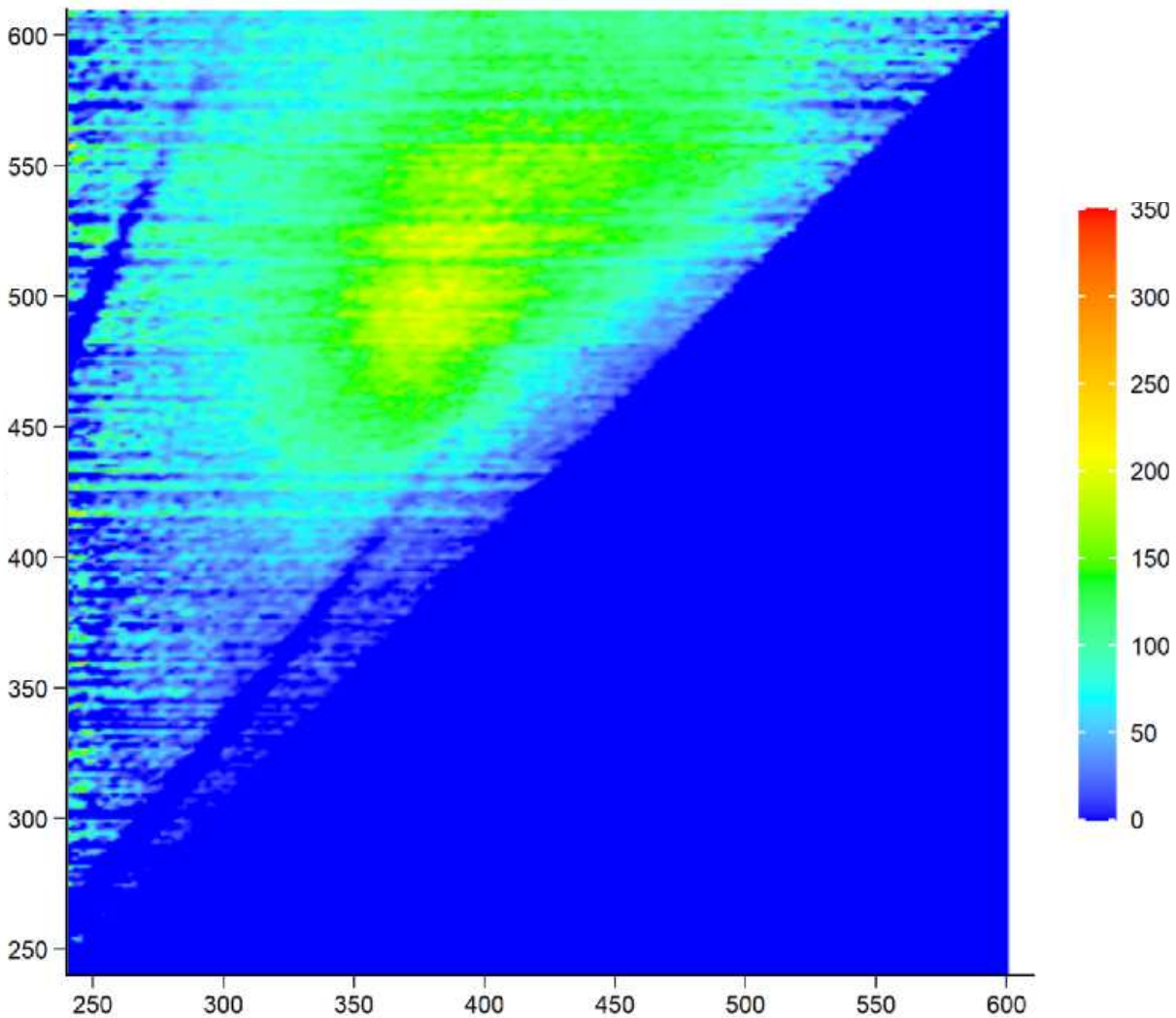


मूल प्रायोगिक ग्राफ सुरक्षित रखे गए हैं। लेबलों का अनुवाद साथ के पाठ में है।

अवशोषण के लिए, ए.यू. $E2/E3 = 2.7$; $E2/E4 = 8.1$; $E2/E6 = 62$; $E4/E6 = 7.8$.

चित्र 3. जैव-उत्तेजक से निकाले गए ह्यूमिक अम्लों का UV-Vis आणविक अवशोषण स्पेक्ट्रम।

चित्र 3 में यूवी-वीस स्पेक्ट्रम एक विशिष्ट ह्यूमिक-एसिड विशेषता को इंगित करता है: एक हल्के अलग-अलग चोटी के बिना एक हल्के अवशोषण में कमी, जो क्रोमोफोर (आरोमाटिक, फेनोलिक, कार्बोलिल समूह, आदि) और संरचनाओं के एक विस्तृत मिश्रण को इंगित करता है। गणना की गई $E4/E6 = 7.8$ ह्यूमिक एसिड के लिए सामान्य मूल्य से अधिक है (<5), जिससे उच्च स्तर की उल्टी, उच्च औसत आणविक वजन, और अधिक संकुचित, अधिक सुगंधित संरचनाओं का संकेत मिलता है। $E2/E3 = 2.7$ (अक्सर उद्धृत 3-5 की सीमा से कम) 365 nm पर अवशोषित अधिक संकुचित/हमीकृत घटकों का एक अपेक्षाकृत उच्च हिस्सा और अधिक मजबूत रूप से हमीकृत कार्बनिक पदार्थ की ओर एक परिवर्तन का संकेत देता है। $E2/E4 = 8.1$ लिग्निन-उत्पादित कार्यात्मक समूहों और सुगंध के संकेतों की एक स्पष्ट उपस्थिति का संकेत देता है, जबकि $E2/E6 = 62$ छोटे सामग्रियों के साथ कम विनम्र और कम संकुचित फ्रैक्शन के पक्ष में संतुलन में परिवर्तन को प्रतिबिंबित करता है। कुल मिलाकर, यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि जैव उत्तेजक से निकाले गए पीट ह्यूमिक एसिड एक अलग मिश्रण हैं जिसमें दोनों सुगंधित/लिग्निन टुकड़े होते हैं और एक हल्के, कम विनम्र टुकड़े का एक महत्वपूर्ण हिस्सा होता है, जो आमतौर पर बेहतर घुलनशीलता और कार्यात्मक समूहों की उपलब्धता के साथ जुड़ा होता है।



मूल प्रायोगिक ग्राफ सुरक्षित रखे गए हैं। लेबलों का अनुवाद साथ के पाठ में है।

उत्सर्जन, nm उत्तेजना, nm तीव्रता, au.

चित्र 4. जैव-उत्तेजक से निकाले गए ह्यूमिक अम्लों का FLR 3D-EEM स्पेक्ट्रम।

3 डी-ईईएम मैट्रिक्स (चित्र 4) में, एक व्यापक ह्यूमिक-एसिड फ्लोरोसेंस क्षेत्र लगभग $E_x \sim 390-430$ nm और $E_m \sim 520-560$ nm (पीला क्षेत्र) पर अधिकतम के साथ दिखाई देता है, जो मजबूत रूप से संकुचित, सुगंधित, और अपेक्षाकृत अधिक संकुचित संरचनाओं को इंगित करता है (एक अधिक संकुचित फ्रैक्शन जो पीट की विशेषता है)। इसके अलावा, $E_x \sim 320-360$ nm के आसपास एक "शॉल्डर" दिखाई देता है; एम $\sim 440-500$ एनएम, जो ह्यूमिक एसिड की विशेषता है, और एक्स $\sim 250-280$ एनएम के आसपास एक कमजोर घटक है; एम $\sim 420-460$ एनएम, जो लिग्निन घटकों के लिए अधिक विशिष्ट है। कुल मिलाकर, स्पेक्ट्रम से पता चलता है कि नमूना अलग-अलग डिग्री के साथ क्रोमोफोर का एक अलग मिश्रण है। एक ही समय में, प्रोटीन जैसी फ्लोरोसेंस क्षेत्र (टिरोसिन/ट्रिप्टोफेन-टाइप सिग्नल एक्स ~ 275 एनएम और एम $\sim 300-350$ एनएम के आसपास) व्यावहारिक रूप से व्यक्त नहीं किया जाता है, जो आसानी से खराब होने वाली अशुद्धियों का एक कम अनुपात और अधिक स्थिर ह्यूमिक पदार्थों की समग्र प्रभुत्व का संकेत देता है।

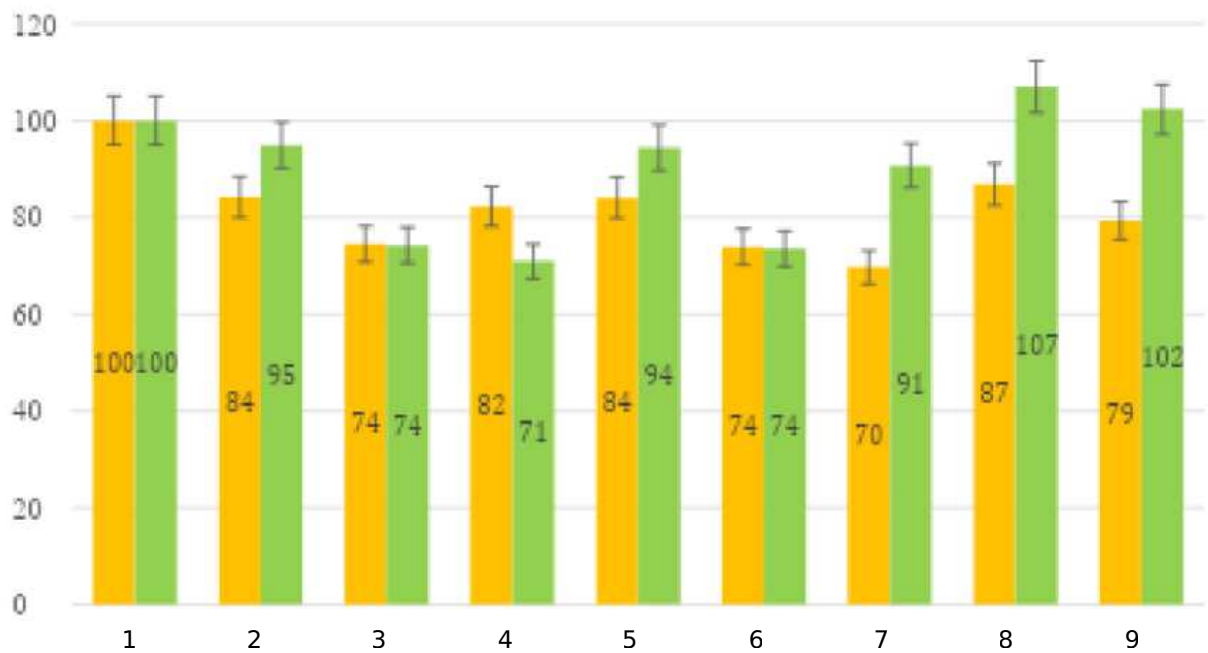
जैव उत्तेजक की प्रभावशीलता को परिभाषित करने के लिए, पौधों के उत्सर्जन पर इसके प्रभाव के संबंध में, उत्सर्जन परीक्षण किए गए थे। बीज के लिए एक जर्मिंग प्लेट का एक उदाहरण चित्र 5 में दिखाया गया है।



मूल प्रायोगिक ग्राफ सुरक्षित रखे गए हैं। लेबलों का अनुवाद साथ के पाठ में है।

चित्र 5. नियंत्रण नमूने के लिए अंकुरित गेहूँ की अंकुरण प्लेट।

चित्रा 5 में एक अंकुरण प्लेट दिखाई देती है जहां, अंकुरण के 7 दिनों के बाद, गेहूँ डिओनिज़ेड पानी का उपयोग करके उबलती है। जैविक उत्तेजक के मूंगफली के उत्तेजना पर प्रभाव चित्रा 6 (लंबे) और चित्रा 7 (वजन) में दिखाया गया है।

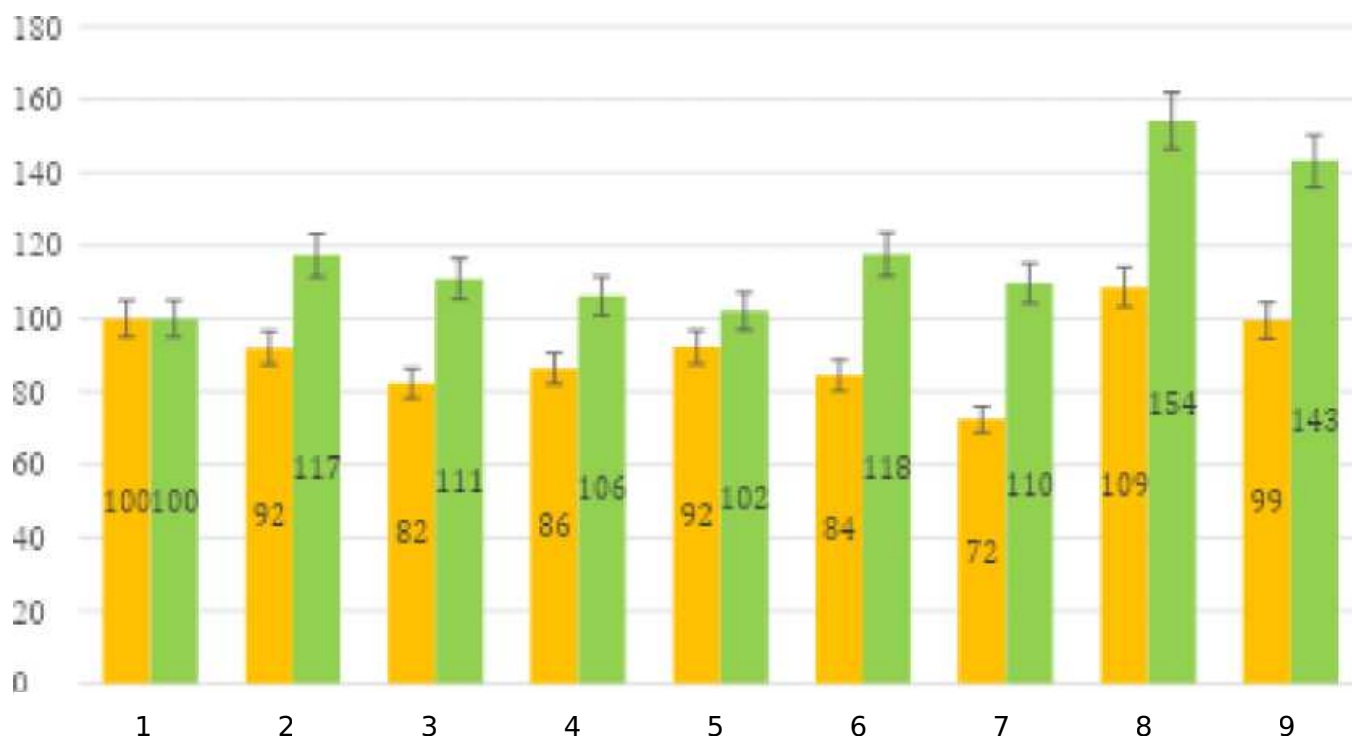


मूल प्रायोगिक ग्राफ सुरक्षित रखे गए हैं। लेबलों का अनुवाद साथ के पाठ में है।

पीला: जड़ें। हरा: प्ररोह। समूह 1-9 नीचे दिए गए उपचारों के क्रम में हैं।

नियंत्रण की तुलना में पौधे के अंगों की लंबाई, %। जड़ों की लंबाई। प्ररोहों की लंबाई। नियंत्रण; 1:500; 1:500 बीज पूर्व-उपचार सहित; 1:350; 1:350 बीज पूर्व-उपचार सहित; 1:200; 1:200 बीज पूर्व-उपचार सहित; 1:100; 1:100 बीज पूर्व-उपचार सहित।

चित्र 6. जड़ के अंकुरण परीक्षण के परिणाम: 7 दिनों के बाद जड़ (पीली पट्टियाँ) और प्ररोह/अंकुर (हरी पट्टियाँ) का लंबाई, नियंत्रण के सापेक्ष सामान्यीकृत।



मूल प्रायोगिक ग्राफ सुरक्षित रखे गए हैं। लेबलों का अनुवाद साथ के पाठ में है।

पीला: जड़ें। हरा: प्ररोह। समूह 1-9 नीचे दिए गए उपचारों के क्रम में हैं।

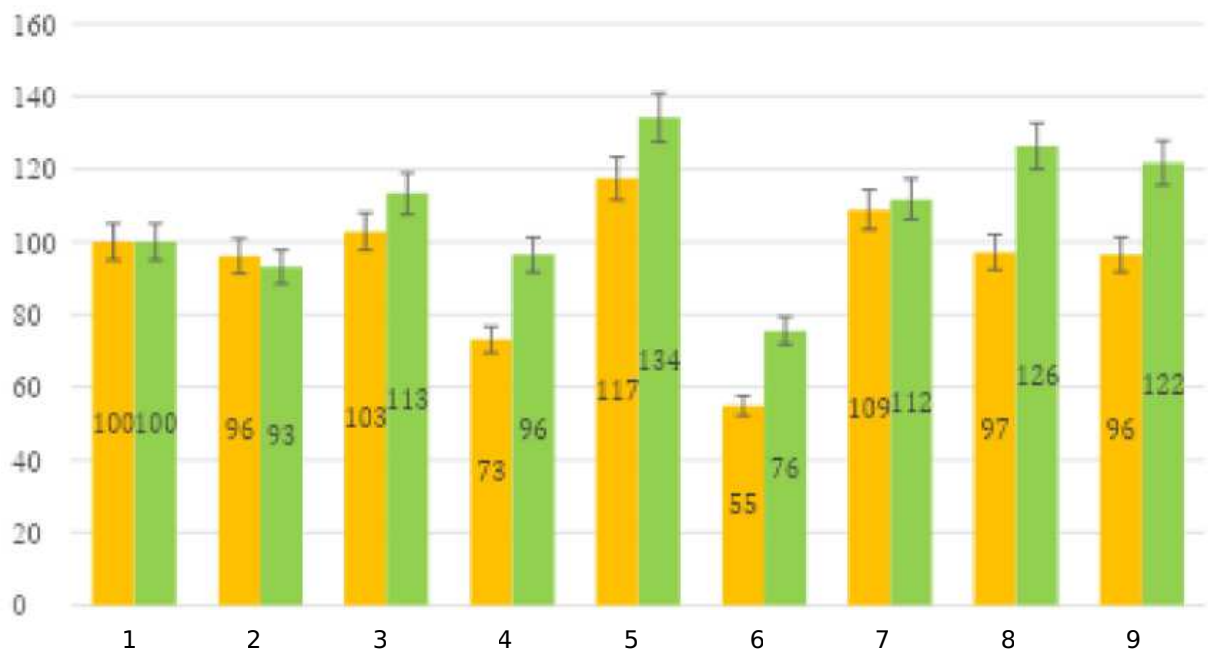
नियंत्रण की तुलना में पौधे के अंगों का द्रव्यमान, %। जड़ों का द्रव्यमान। प्ररोहों का द्रव्यमान। नियंत्रण; 1:500; 1:500 बीज पूर्व-उपचार सहित; 1:350; 1:350 बीज पूर्व-उपचार सहित; 1:200; 1:200 बीज पूर्व-उपचार सहित; 1:100; 1:100 बीज पूर्व-उपचार सहित।

चित्र 7. जड़ के अंकुरण परीक्षण के परिणाम: 7 दिनों के बाद जड़ (पीली पट्टियाँ) और प्ररोह/अंकुर (हरी पट्टियाँ) का द्रव्यमान, नियंत्रण के सापेक्ष सामान्यीकृत।

चित्रा 6 पौधे-भाग लंबाई के लिए ओट के जर्मिंग परीक्षणों के परिणामों को दिखाता है, नियंत्रण के लिए मानकीकृत जहां ओट को डियोनिज़ेड पानी का उपयोग करके जर्मिंग किया गया था। परिणामों से पता चलता है कि जब 1:500, 1:350 और 1:200 की खुराक में बायोस्टिमुलेंस का उपयोग किया जाता है, तो दोनों खीरे और गैर खीरे के बीज को जड़ लंबाई और शूटिंग लंबाई दोनों के लिए कम खीरे के प्रदर्शन दिखाई देते हैं। 1:100 पिघलने के लिए, अविनाशी और अविनाशी बीज उच्च शूटिंग लंबाई प्रदर्शन (+7% और +2%), लेकिन जड़ लंबाई अभी भी कम हो गई थी।

चित्र 7 में जड़ के अंकुरण परीक्षण के पौध भागों के द्रव्यमान संबंधी परिणाम दिखाए गए हैं, जिन्हें विआयनीकृत पानी में अंकुरित नियंत्रण के सापेक्ष सामान्यीकृत किया गया है। सभी जैव-उत्तेजक तनुकरणों में, नियंत्रण की तुलना में पूर्व-उपचार का वास्तविक प्ररोह द्रव्यमान पर सकारात्मक प्रभाव पाया गया, विशेष रूप से 1:100 पर बिना पूर्व-उपचार और पूर्व-उपचारित दोनों बीजों में (क्रमशः +54% और +43%)। हालाँकि, लगभग सभी परीक्षणों में जड़ द्रव्यमान घटा। अपवाद बिना पूर्व-उपचार वाले बीजों का 1:100 तनुकरण था, जिसमें द्रव्यमान +9% बढ़ा। प्ररोह द्रव्यमान के लिए, बिना पूर्व-उपचार वाले बीजों की तुलना में पूर्व-उपचार का प्रभाव नकारात्मक था (4-11% की कमी)।

ओट अंकुरण परीक्षण के परिणामों के आधार पर, यह निष्कर्ष निकाला गया कि आगे के अध्ययन के लिए केवल जड़ और शूटिंग मांस का उपयोग किया जाएगा, क्योंकि यह अधिक सटीक रूप से अंकुरण प्रदर्शन का प्रतिनिधित्व करता है। बीज के दौरान परीक्षण के परिणाम चित्रा 8 में दिखाए गए हैं।



मूल प्रायोगिक ग्राफ सुरक्षित रखे गए हैं। लेबलों का अनुवाद साथ के पाठ में है।

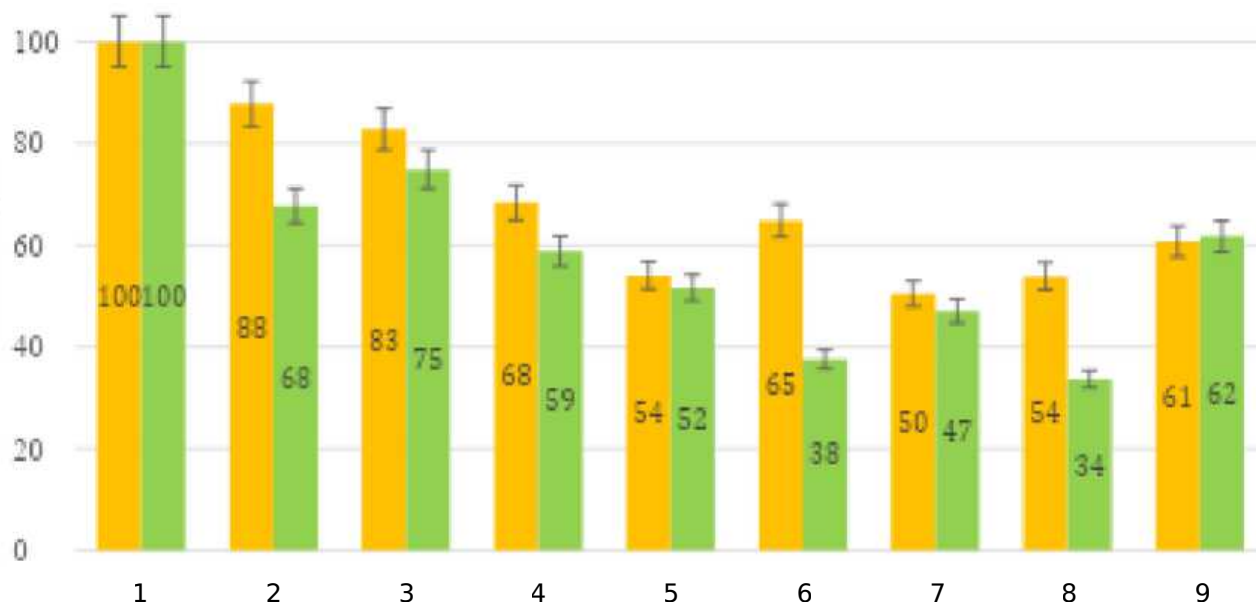
पीला: जड़ें। हरा: प्ररोह। समूह 1-9 नीचे दिए गए उपचारों के क्रम में हैं।

नियंत्रण की तुलना में पौधे के अंगों का द्रव्यमान, %। जड़ों का द्रव्यमान। प्ररोहों का द्रव्यमान। नियंत्रण; 1:500; 1:500 बीज पूर्व-उपचार सहित; 1:350; 1:350 बीज पूर्व-उपचार सहित; 1:200; 1:200 बीज पूर्व-उपचार सहित; 1:100; 1:100 बीज पूर्व-उपचार सहित।

चित्र 8. ड्यूम गेहूँ के अंकुरण परीक्षण के परिणाम: 7 दिनों के बाद जड़ (पीली पट्टियाँ) और प्ररोह/अंकुर (हरी पट्टियाँ) का द्रव्यमान, नियंत्रण के सापेक्ष सामान्यीकृत।

ड्यूम गेहूँ के अंकुरण परीक्षण (चित्र 8) में, बिना पूर्व-उपचार वाले बीजों के लिए जैव-उत्तेजक ने 1:100 तनुकरण पर प्ररोह द्रव्यमान में सबसे अधिक वृद्धि (+26%) की। 1:500 पर थोड़ी कमी (-7%) हुई, जबकि 1:350 और विशेष रूप से 1:200 पर द्रव्यमान में कमी हुई (क्रमशः -4% और -24%)। बिना पूर्व-उपचार वाले बीजों का जड़ द्रव्यमान सामान्यतः घटा, विशेष रूप से 1:350 (-27%) और 1:200 (-45%) पर; 1:500 तथा 1:100 पर मान नियंत्रण के निकट थे (-4% और -3%)। पूर्व-उपचार से परिणाम सामान्यतः सुधरे: सभी तनुकरणों में प्ररोह द्रव्यमान नियंत्रण से अधिक था (1:500 पूर्व-उपचारित +13%; 1:350 पूर्व-उपचारित +34%; 1:200 पूर्व-उपचारित +12%; 1:100 पूर्व-उपचारित +22%)। जड़ द्रव्यमान भी 1:500, 1:350 और 1:200 पर नियंत्रण से अधिक था (क्रमशः +3%, +17% और +9%), लेकिन 1:100 पर पूर्व-उपचार से जड़ द्रव्यमान थोड़ा घटा। पूर्व-उपचारित और बिना पूर्व-उपचार वाले बीजों की तुलना में, 1:500-1:200 तनुकरण पर पूर्व-उपचार का सकारात्मक प्रभाव था; 1:100 पर थोड़ी कमी दिखी। यह संकेत दे सकता है कि अधिक सांद्रता पर पूर्व-उपचार से अतिरिक्त लाभ नहीं मिलता।

अंत में मटर के अंकुरण परीक्षण किए गए और पौध भागों के द्रव्यमान संबंधी परिणाम चित्र 9 में दिखाए गए हैं।



मूल प्रायोगिक ग्राफ सुरक्षित रखे गए हैं। लेबलों का अनुवाद साथ के पाठ में है।

पीला: जड़ें। हरा: प्ररोह। समूह 1-9 नीचे दिए गए उपचारों के क्रम में हैं।

नियंत्रण की तुलना में पौधे के अंगों का द्रव्यमान, %। जड़ों का द्रव्यमान। प्ररोहों का द्रव्यमान। नियंत्रण; 1:500; 1:500 बीज पूर्व-उपचार सहित; 1:350; 1:350 बीज पूर्व-उपचार सहित; 1:200; 1:200 बीज पूर्व-उपचार सहित; 1:100; 1:100 बीज पूर्व-उपचार सहित।

चित्र 9. मटर के अंकुरण परीक्षण के परिणाम: 7 दिनों के बाद जड़ (पीली पट्टियाँ) और प्ररोह/अंकुर (हरी पट्टियाँ) का द्रव्यमान, नियंत्रण के सापेक्ष सामान्यीकृत।

मटर अंकुरण परीक्षण में, समग्र छवि असंगत है: बायोस्टिम्युलेंट सभी विसर्जनों में नियंत्रण के मुकाबले जड़ और शूटिंग मांस दोनों को कम करता है, और शूटिंग मांस में सबसे स्पष्ट कमी देखी जाती है क्योंकि समाधान अधिक एकाग्र हो जाता है। अशुद्ध बीजों के लिए, सबसे अधिक घुलनशील समाधान (1:500) में, ड्रॉप अधिक मध्यम है, लेकिन अधिक एकाग्र समाधानों में जाने से प्रभाव बढ़ता है - 1:200 और विशेष रूप से 1:100 पर, शॉट मांस सबसे मजबूत रूप से कम हो जाता है (नियंत्रण का लगभग एक तिहाई तक)। कुल मिलाकर, एचटीसी एक स्थिर सुधार प्रदान नहीं करता है। कुछ विसर्जनों में, यह रूट मांस (उदाहरण के लिए, 1:350) को भी खराब करता है, हालांकि, 1:100 के मामले में, फेंकना शूटिंग मांस को काफी प्रभावित करता है, क्योंकि शूटिंग मांस 34% से 62% तक बढ़ता है (नियंत्रण से ~ 1/3 से ~ 2/3 तक)। इसलिए, इस परीक्षण में मटर के लिए, जैव उत्तेजक मुख्य रूप से अवरोधक कार्य करता है।

अंकुरण परीक्षणों के बाद यह स्पष्ट है कि जैव-उत्तेजक के प्रोटोटाइप का मटर और संभवतः अन्य दलहनी फसलों पर भी प्रतिकूल प्रभाव है। अनाजों में, इसके विपरीत, महत्वपूर्ण सकारात्मक प्रभाव देखा गया: ड्यूर्म गेहूँ में पूर्व-उपचारित बीजों के साथ 1:350 तनुकरण पर जड़ द्रव्यमान में +17% तथा प्ररोह द्रव्यमान में +34% वृद्धि; जई में बिना पूर्व-उपचार वाले बीजों के साथ 1:100 तनुकरण पर जड़ द्रव्यमान में +9% तथा प्ररोह द्रव्यमान में +54% वृद्धि।