



OÖ Landes-Pflanzenschutztag

BIOSTIMULANZIEN

Potentiale und Grenzen in der Landwirtschaft

DI Markus Freudhofmaier, 08.02.2024

Inhalt



Definition und Relevanz



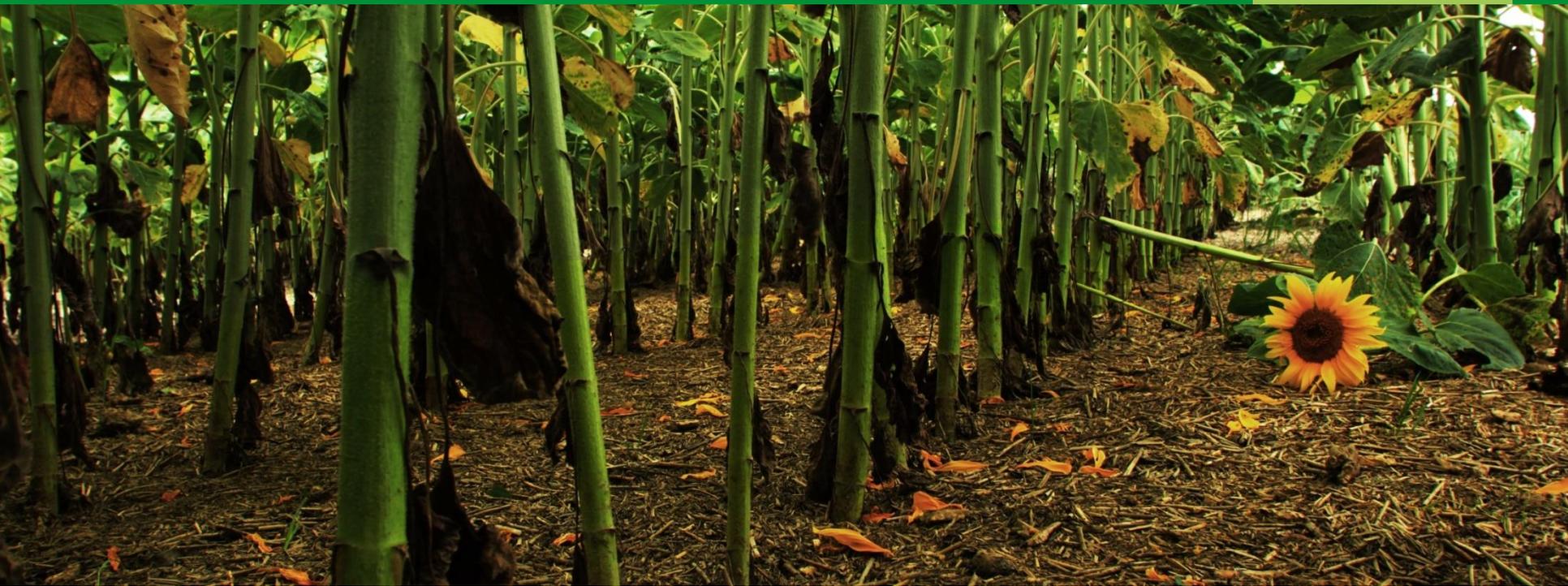
Rechtliche Grundlagen



Wirkmechanismen



Forschung und Praxis



DEFINITION UND RELEVANZ



Biostimulanzien tanzen aus der Reihe!



Biostimulanzien – Definition

Hilfsstoffe zwischen Düngemittel und Pflanzenschutzmittel

- Stimulieren natürliche Ernährungsprozesse der Pflanzen
- Beeinflussen Qualitätsmerkmale positiv
- Können abiotischen Stress reduzieren
- Erhöhen Nährstoffverfügbarkeit im Boden/Rhizosphäre
- Wirken innerhalb oder in unmittelbarer Nähe der Pflanzen
- Enthalten keine nennenswerten Nährstoffgehalte
- Haben keine direkte Wirkung auf biotische Stressfaktoren

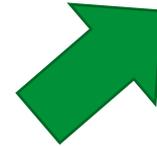


Biostimulanzien – Relevanz

Neue landwirtschaftliche Herausforderungen

Klimawandel

- Hitzewellen, Spätfröste
- Trockenperioden, Starkregenereignisse
- Extreme UV-Strahlung



Erhöhter abiotischer Stress

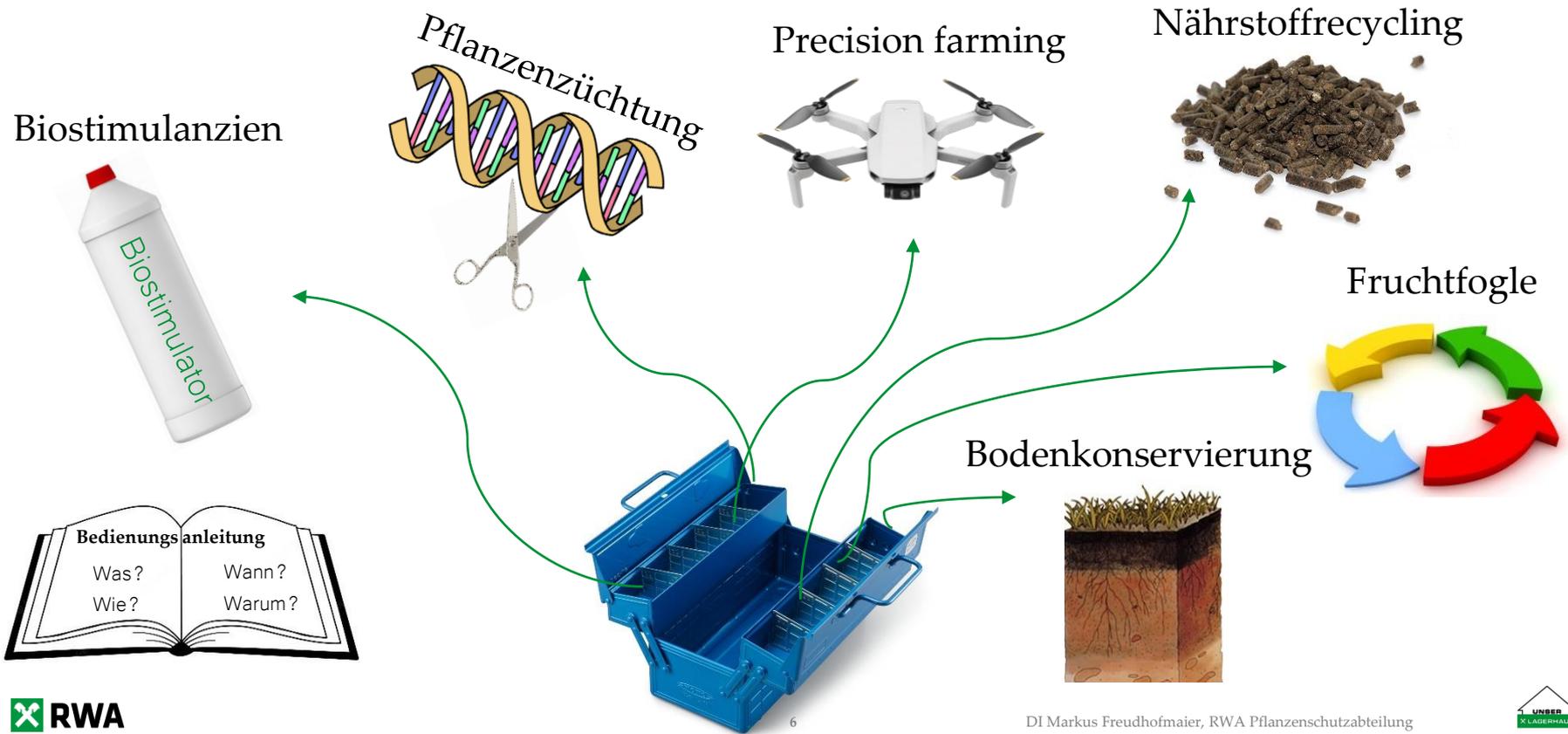
Steigende gesellschaftliche und politische Ansprüche

- Reduktion der Nährstoffverluste
- Reduktion des Düngemiteleinsatz
- Erhöhung der bio Flächen



Reduzierter Input

Werkzeuge für eine zukunftssicherer Landwirtschaft





GESETZLICHE GRUNDLAGEN



Was müssen und was dürfen Biostimulanzien können?

Biostimulanzien – gesetzliche Grundlagen

Bisherige Gesetzeslage in der EU

- Im nationalen Recht reguliert (Pflanzenschutz- oder Düngemittel-Gesetz)
- Verschiedene Namen und Definitionen
- Unterschiedliche Registrierungsprozesse

Düngeprodukte-Verordnung (EU) 2019/1009: seit 2022 in Kraft

Neue Produktfunktionskategorie: **Pflanzen-Biostimulans (mikrobiell, nicht-mikrobiell)**

- Wirkung wurde konkretisiert:
 - Effizienz der Nährstoffverwertung
 - Toleranz gegenüber **abiotischen** Stress
 - Qualitätsmerkmale
 - Nährstoffverfügbarkeit im Boden/Rhizosphäre
- Wirkung muss nachgewiesen werden!

Biostimulanzien – gesetzliche Grundlagen

Zulassungsverfahren

- Beurteilung vorgelegter Daten durch akkreditierte Stelle (z.B. AGES in AT)
- Europäischer Norm (Entwurf) als Leitfaden zur Beurteilung
 - Qualifikation der versuchsverantwortlichen Personen muss gegeben sein
 - Qualitätskriterien für Versuchsdurchführung (z.B. Anzahl Versuche und WH, Parzellengröße, Statistik)
 - Einteilung in Kulturgruppen (z.B. Produkte für Druschfrüchte)



Bei ordnungsgemäßer Durchführung bestehen nur potentiell funktionsfähige Produkte!



Das Inverkehrbringen stellt nicht dessen Wirksamkeit unter allen Bedingungen sicher!

Biostimulanzien – gesetzliche Grundlagen

Verordnung (EU) 2019/1009: Mikrobielle Pflanzen-Biostimulanzien

Absichtlich zugesetzte MO:

- Konzentrationsangabe
- müssen in folgender positiv-Liste enthalten sein:

<i>Azotobacter</i> spp.
<i>Mykorrhizapilze</i>
<i>Rhizobium</i> spp.
<i>Azospirillum</i> spp.



Erweiterung möglich:

- Potential für Handel am Binnenmarkt
- Wissenschaftliche Belege
 - Kein Risiko (Mensch, Tier, Pflanze, Umwelt)
 - **Agromische Wirksamkeit**

An Erweiterung wird
gearbeitet!

Biostimulanzien – gesetzliche Grundlagen

Wirkung von Mikroorganismen nicht immer eindeutig zuordenbar...

Review

Bacillus subtilis: A plant-growth promoting rhizobacterium that also impacts biotic stress

Abeer Hashem ^{a,b,*}, Baby Tabassum ^c, Elsayed Fathi Abd_Allah ^d

A multifaceted rhizobacterium *Bacillus licheniformis* functions as a fungal antagonist and a promoter of plant growth and abiotic stress tolerance

Pinyapach Sukkasem, Andi Kurniawan, Tzu-Chuan Kao, Huey-wen Chuang*

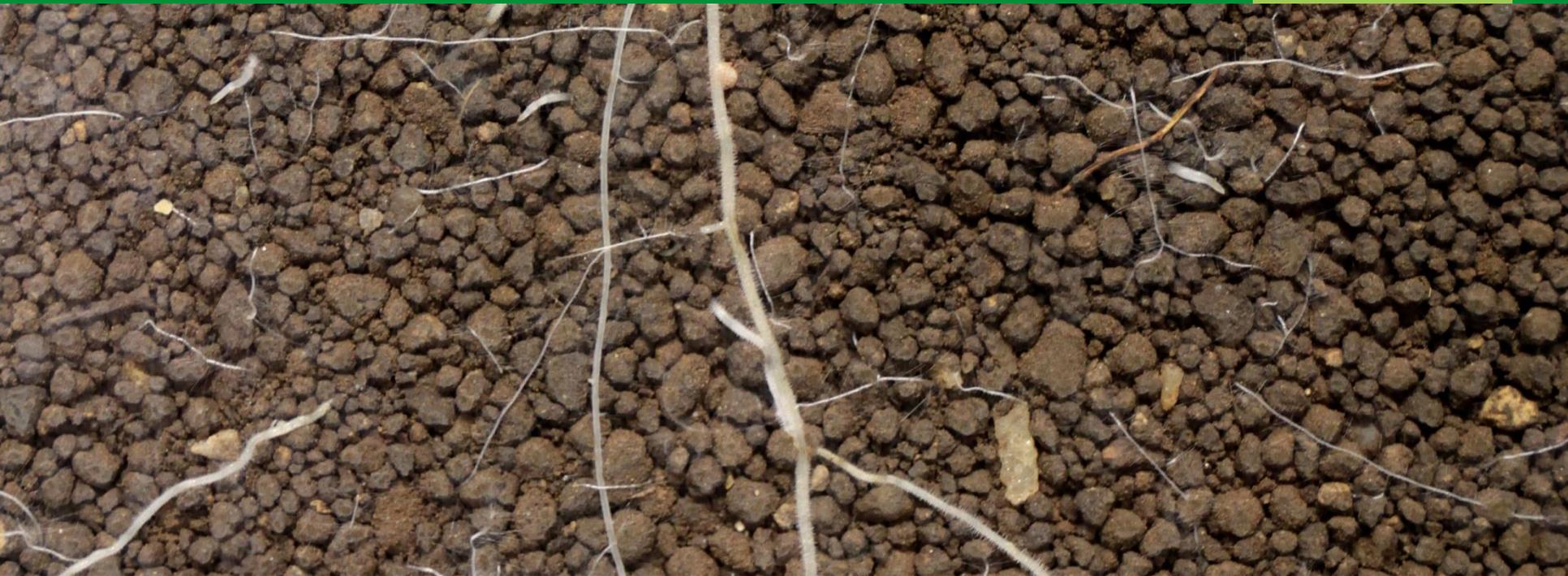
Department of Bioagricultural Sciences, National Chiayi University, Chiayi, Taiwan



REVIEW ARTICLE

Bacillus thuringiensis as a Biofertilizer and Biostimulator:
a Mini-Review of the Little-Known Plant Growth-Promoting Properties
of *Bt*





WIRKMECHANISMEN

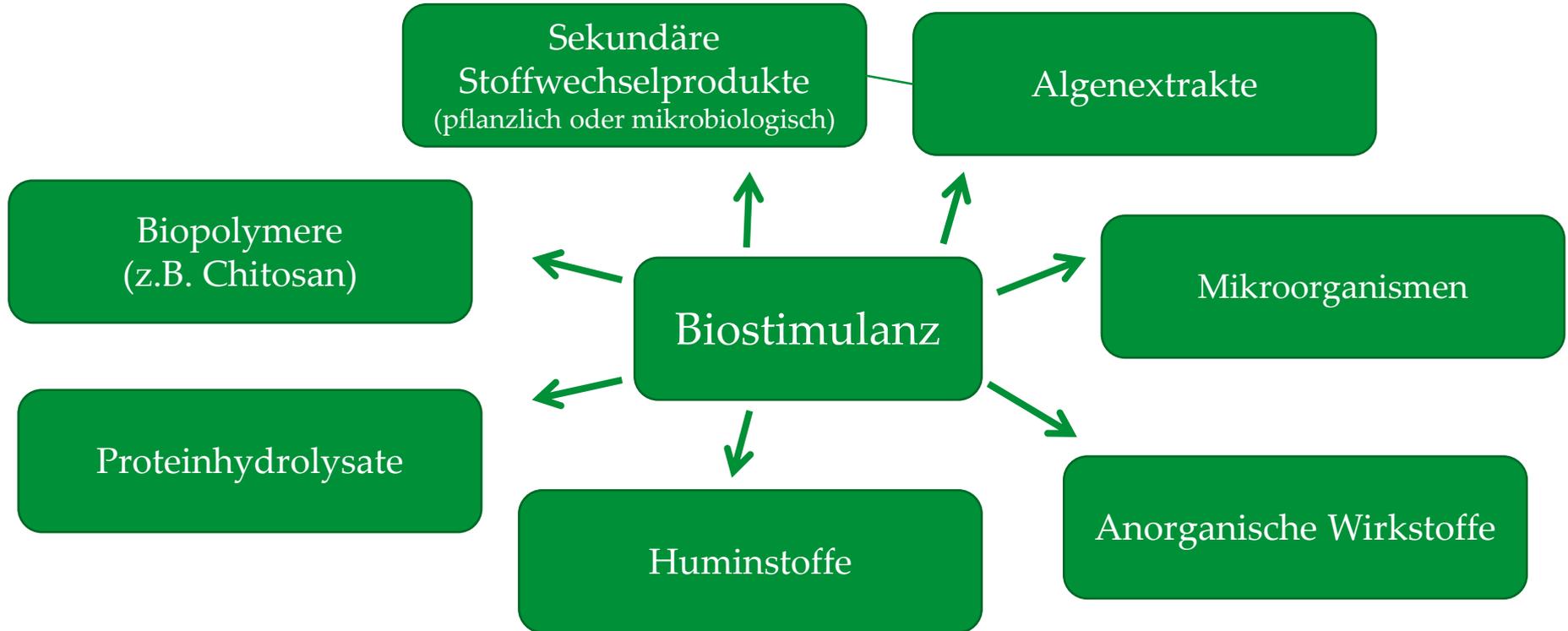
Wie funktionieren die einzelnen Produktgruppen und Wirkstoffe?





Biostimulanzien – Wirkmechanismen

... nach verschiedenen Produktgruppen





Biostimulanzien – Wirkmechanismen

Algenextrakte

- Wirkung beruht v.a. auf Phytohormone (Auxin und Cytokinin) und Polysaccharide, in Kombination mit Vitaminen, phenolischen Verbindungen, Spurenelementen etc.
- Algenextrakte v.a. aus *Ecklonia maxima* und *Ascophyllum nodosum*

Sonstige mikrobiologische und pflanzliche sekundäre Stoffwechselprodukte

- Stoffgemische (Extrakte, Fermente) oder Isolate

Sekundärmetabolit	Phytohormon-ähnlich	Antioxidativ/ Radikalfänger	Co-Faktor/ Enzymaktivität
Polyamine	x		
Brassinosteroide	x		
Triacontanol	x		
Polyphenole (v.a. Flavonoide)		x	
Pyrolochinolin Chinon		x	x





Biostimulanzien – Wirkmechanismen

Mikroorganismen

Azotobacter vinelandii

- N-Fixierung

Azospirillum brasilense

- N-Fixierung

Azospirillum lipoferum

- Phytohormonproduktion

Bacillus megaterium

- Phytohormonproduktion (v.a. Cytokinin)
- N-Fixierung

Bacillus mucilaginosus

- Phosphor Mobilisation

Bacillus subtilis

- Phytohormonproduktion



Ortiz-Castro et al. (2008) Plant growth promotion by *Bacillus megaterium* involves cytokinin signaling.

Glomus spp.

- Mykorrhizapilze

Pseudomonas fluorescens

- Phosphor Mobilisation
- Abiotische Stresstoleranz

Trichoderma harzianum

- Phytohormonproduktion
- Organische Säuren (Nährstoffverfügbarkeit)

Rhizobium spp.

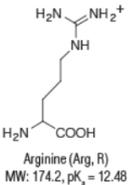
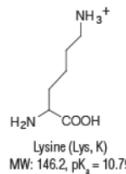
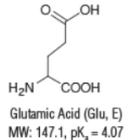
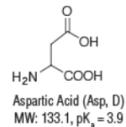
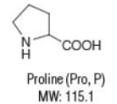
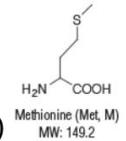
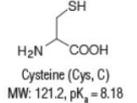
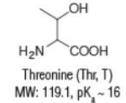
- N-Fixierung



Biostimulanzien – Wirkmechanismen

Proteinhydrolysate

- Wirkung beruht auf Aminosäuren und kurze AS-Ketten (Peptide)
- Durch mikrobiellen Abbau Entstehung von Signalmolekülen (Phyllosphäre, Rhizosphäre)
- Spezifische Wirkung von AS-Profil abhängig, z.B.:
 - Erhöht Enzymaktivität in Pflanze (N Reduktion und Assimilation)
 - Produktion von Sekundärmetaboliten (Stresstoleranz)



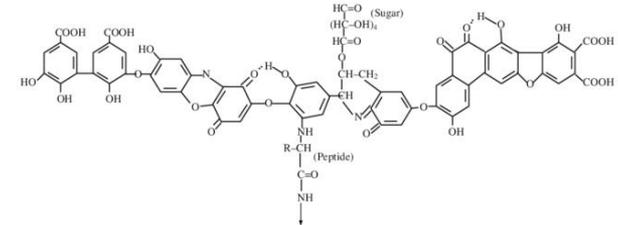
www.neb.com



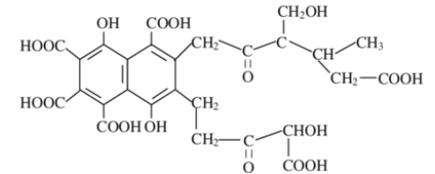
Biostimulanzien – Wirkmechanismen

Huminstoffe

- Wirkung beruht auf Humine, Huminsäuren und Fulvosäuren
- Fördert Nährstoffaufnahme durch Interaktion mit Transportproteinen in Zellmembran
- Auxin ähnlicher Effekt → Wurzelwachstum
- Effizientere Nährstoffverwertung durch erhöhte Enzymaktivität (z.B. Nitratreduktase)
- Stresstoleranz durch
 - erhöhte Ca und K Akkumulation
 - Fördert Biosynthese phenolischer Verbindungen



(a) Humic Acid (Stevenson 1982)



(b) Fulvic Acid (Buffle 1977)



Biostimulanzien – Wirkmechanismen

Häufige Wirkmechanismen

- **Nährstoffnutzungseffizienz**

- Enzymaktivität (z.B. Nitratreduktase, Nitritreduktase, Glutaminsynthese,...)



- **Wachstumsförderung**

- Phytohormone/phytohormonähnliche Substanzen

- **Abiotische Stresstoleranz**

- Antioxidative Wirkung/Radikalfänger
- Osmoregulation



FORSCHUNG UND PRAXIS



Haben sich die Produkte schon bewehrt?



Biostimulanzien – Forschung und Praxis

Zahlreiche wissenschaftliche Belege zur Wirkung von einzelnen Wirkstoffen

- Oft nur Labor- oder Glashausversuche
- Wenige unabhängige Feldversuche
(unter europäischen Boden- und Klimabedingungen)
- Komplexe Wirkmechanismen wenig erforscht
 - Zahlreiche Einflussfaktoren auf Wirkung → enges „Wirksamkeitsfenster“
 - Wirtschaftlichkeit derzeit noch schwer einschätzbar!





Biostimulanzien – Forschung und Praxis

Projekt BIOSTIM

Entwicklung einer Prüfmethode der pflanzenbaulichen und bodenbiologischen Wirkung von Biostimulanzien

Projektpartner: RWA, LK-NÖ, LFS-NÖ, BOKU, AIT, AGES, Boden Leben, Biohelp

Förderung:  DaFNE

Laufzeit: 3 Jahre

Kulturen: Mais und Winterweizen

Produkte: Algenextrakte, Pflanzenextrakt, Mykorrhizapilze, *Bacillus sp.*, MO zur Nährstoffmobilisierung



Biostimulanzien – Forschung und Praxis

Projekt BIOS-TIM

Ziele

Wirkmechanismen nachweisen

- Wie funktionieren die Produkte? → Rückschlüsse auf Einflussfaktoren → Anwendungsempfehlungen

Wirkung auf Ertrag/Qualität unter Freilandbedingungen prognostizieren

- Potential von Produkten unter österreichischen Anbaubedingungen

Anwendung der Ergebnisse

Beratung | Markttransparenz | Zulassungsverfahren | Produktentwicklung



Biostimulanzien – Forschung und Praxis

Projekt BIOSTIM

Methodik

Labor-Schnelltest

- Inhaltsstoffe analysieren; Beständigkeit bei Lagerung und Umweltkontakt
- Wirkung auf Keimpflanzen

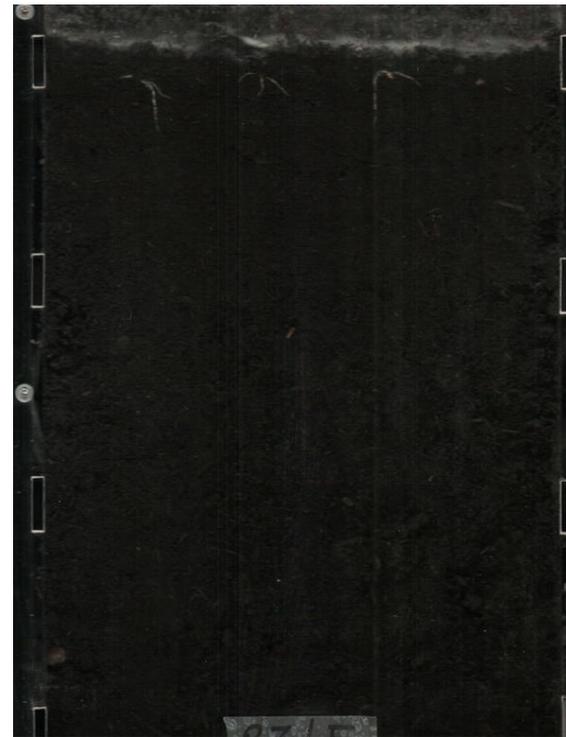
Topf-& Rhizoboxenversuche

- Kontrollierte Umweltbedingungen (Glashaus/Klimakammer)
- Wirkungsprozesse auf Pflanze und Bodenmikrobiologie

Feldversuche

- Freilandbedingungen
- Exakt- und Praxisversuche

Biomarker



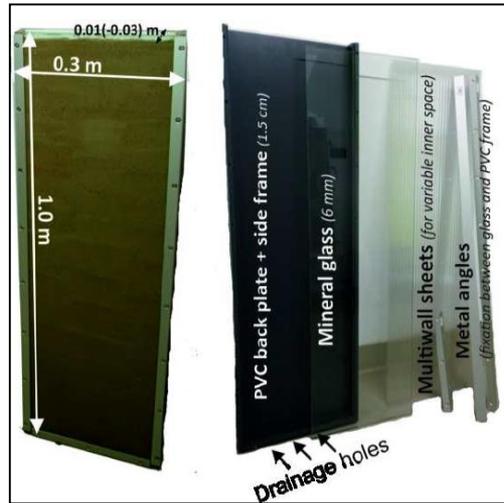


Biostimulanzien – Forschung und Praxis

Projekt BIOSTIM

Rhizoboxen

- Evaluierung der Wurzelmorphologie





Biostimulanzien – Forschung und Praxis

Projekt BIOSTIM

Hochdurchsatz-Phenotypisierungsanlage "PHENOPlant" am Vienna BioCenter

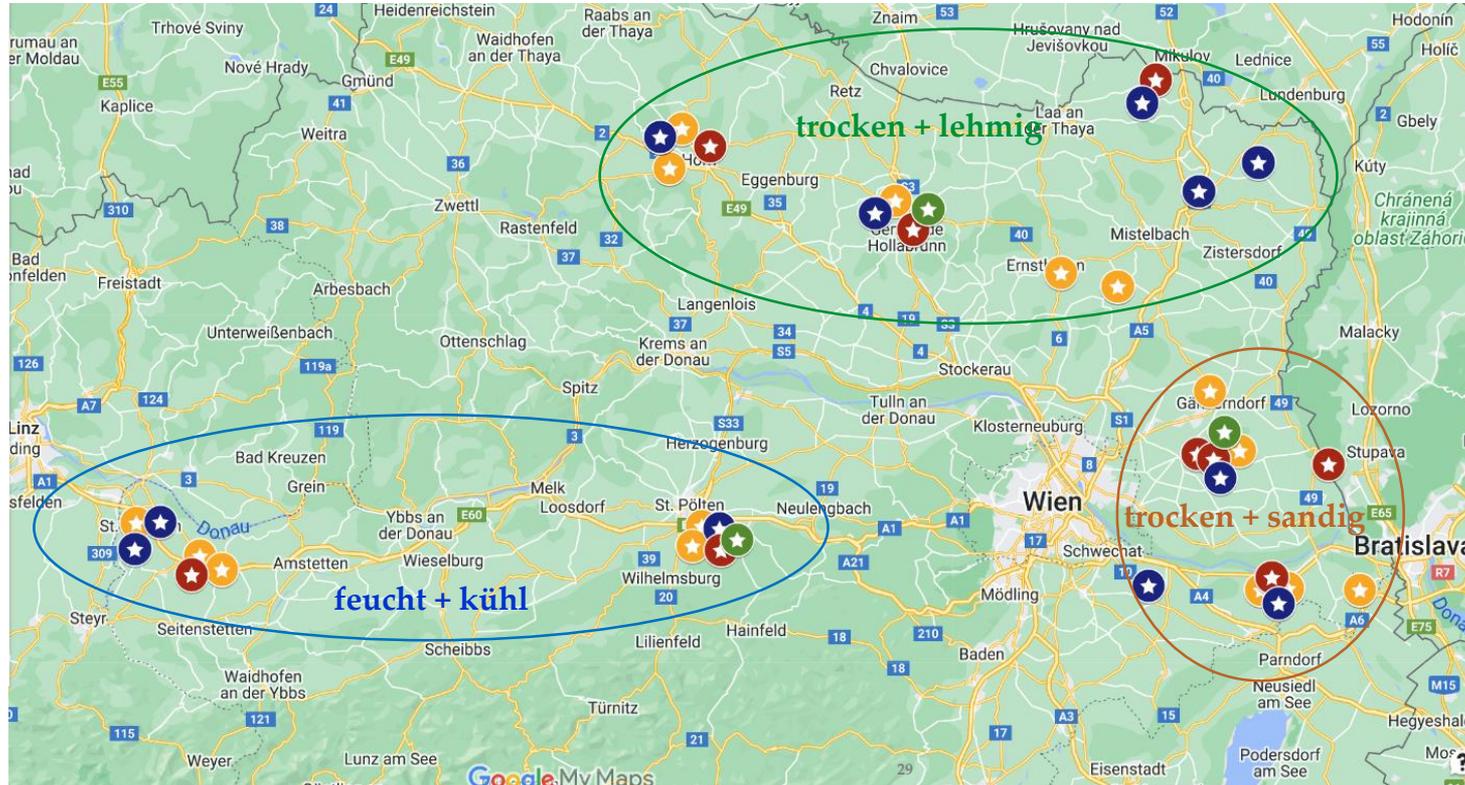
- Hyperspectral imaging und 3D scanning von 800 Töpfen
- Evaluierung von morphologischen und physiologischen Unterschieden bei Trockenstress





Biostimulanzen – Forschung und Praxis

Projekt BIOSTIM



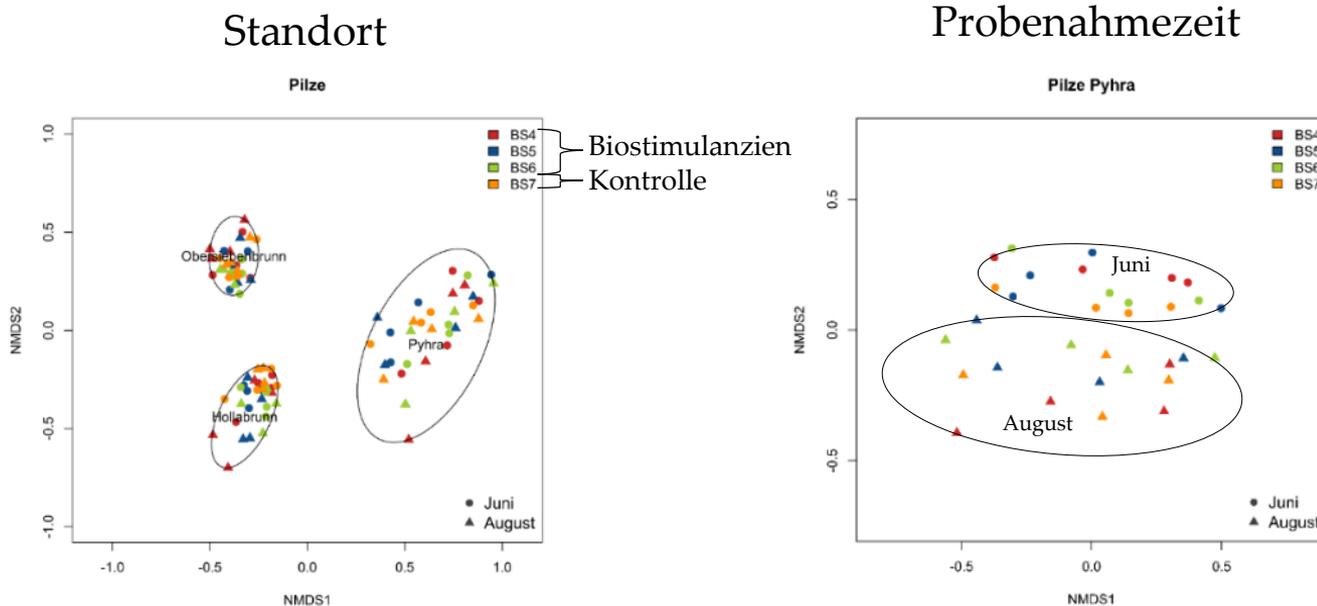
13 x Praxis Mais 21
4 x Exakt Mais 21
9 x Praxis WW 21
3 x Exakt WW 21
6 x Praxis Mais 22
3 x Exakt WW 22
41 x Feldversuche

-  Mais 2021
-  Winterweizen 2021
-  Mais 2022
-  Winterweizen 2022



Biostimulanzien – Forschung und Praxis

Etablierung mikrobiologischer Produkte im Bestand oft nicht möglich!

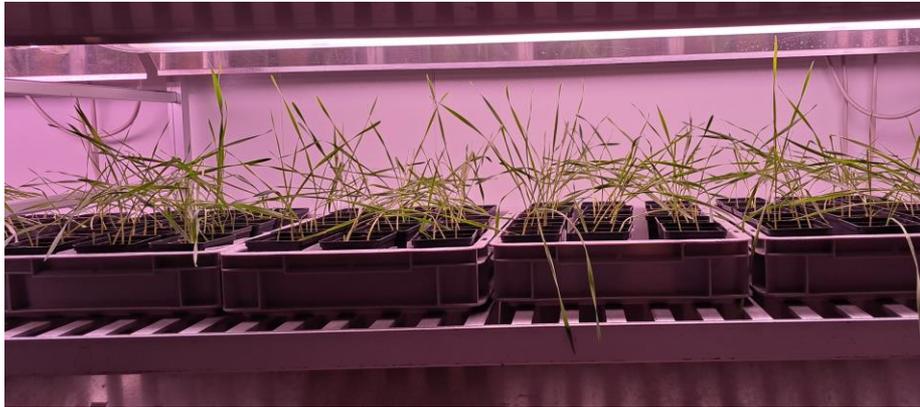


Mikrobiologische Untersuchungen des Rhizosphärenbodens von behandelten und unbehandelten Mais.

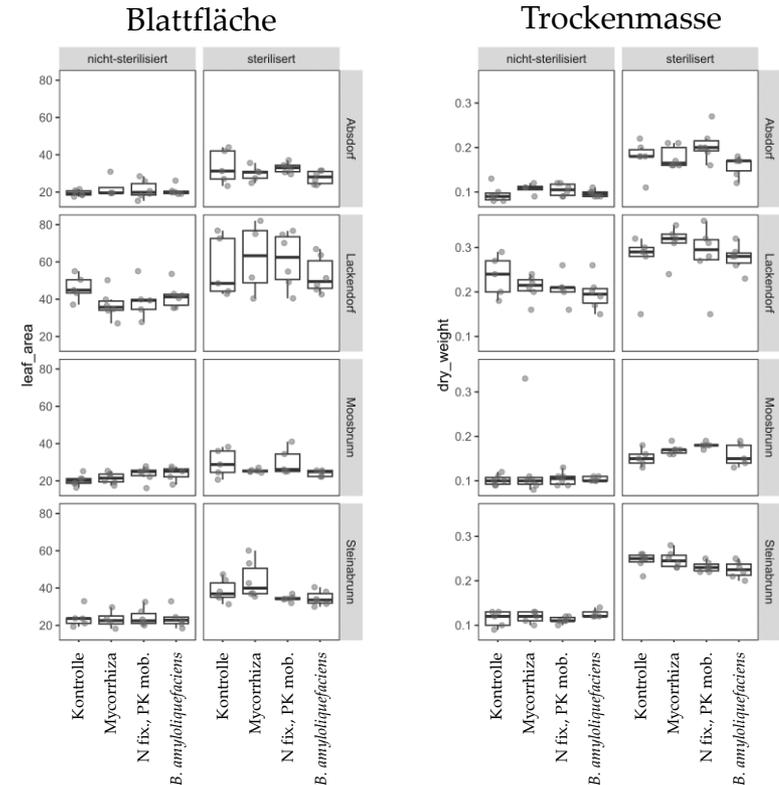


Biostimulanzien – Forschung und Praxis

Einfluss von mikrobiologischer Aktivität und Bodeneigenschaften auf die Wirkung von mikrobiologischen Biostimulanzien



Reduktion der Bodenmikrobiologie durch Gamma-Bestrahlung





Biostimulanzien – Forschung und Praxis

Bodenindikatoren für den erfolgreichen Einsatz von Mykorrhizia-Produkten

nature microbiology



Article

<https://doi.org/10.1038/s41564-023-01520-w>

Soil microbiome indicators can predict crop growth response to large-scale inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi

Received: 16 January 2023

Accepted: 11 October 2023

Stefanie Lutz^{1,7}, Natacha Bodenhausen^{2,7}, Julia Hess¹,
Alain Valzano-Held¹, Jan Waelchli³, Gabriel Deslandes-Héroid^{3,4,6},
Klaus Schlaeppi^{3,7} & Marcel G. A. van der Heijden^{1,5,7}

Bodenmikrobiologie

- 13 Indikatorpilze

15 Bodeneigenschaften

- Geringere C_{org} Gehalte
- Insb. geringe MO-Biomasse
- Hoher mineralischer N-Gehalt
- Hoher Mg-Gehalt
- ...



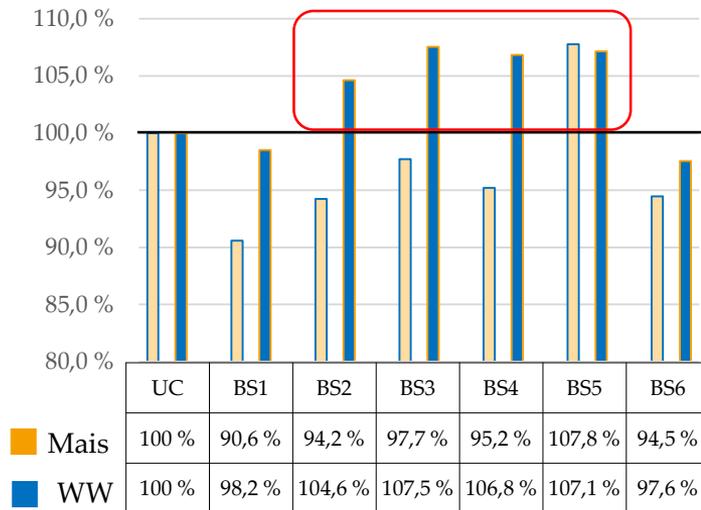
86 % Vorhersagewahrscheinlichkeit!



Biostimulanzien – Forschung und Praxis

Durchschnittliche Relativerträge aller Feldversuche (BIOSTIM)

Praxisversuche (19 x Mais, 9 x WW)



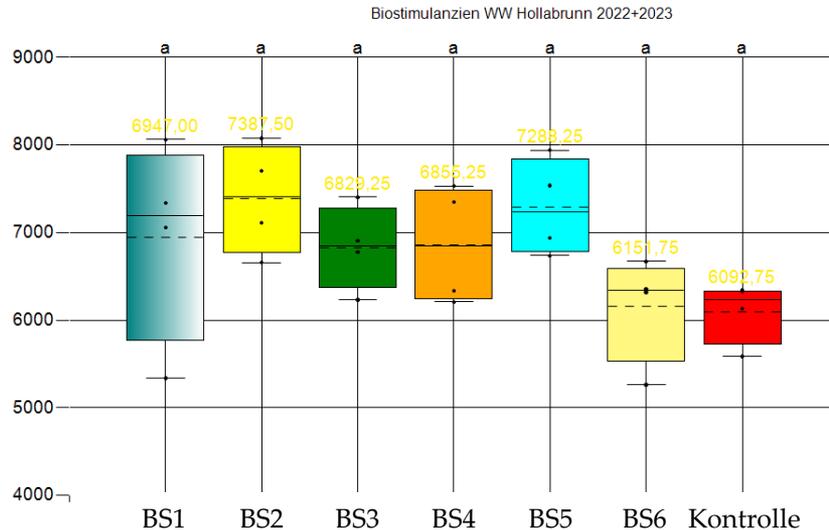
Exaktversuche (7 x Mais, 6 x WW)





Biostimulanzien – Forschung und Praxis

Einzelne Versuche mit deutlicherem Effekt auf Ertrag



Auswertung der Umweltbedingungen:

Bodeneigenschaften

- Chemisch/physikalisch
- Mikrobiologisch

Witterung

- Menge & Verteilung der Niederschläge
- Temperaturverlauf

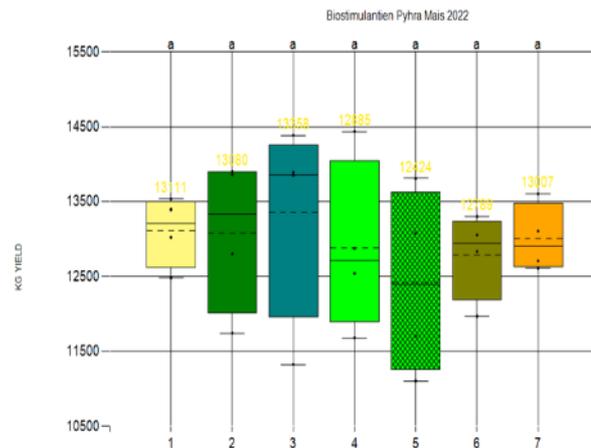


Biostimulanzien – Forschung und Praxis

Pflanzenphysiologische Reaktionen am Feld durchaus erkennbar!



... oft noch nicht ertragsrelevant!



Anwendung (Zeitpunkt, Aufwandmenge,...) muss noch effizienter gestaltet werden!



Biostimulanzien – Forschung und Praxis

Was können wir in den nächsten Jahren erwarten?

Vermehrter Einsatz in der LW

- Klimawandel → neue Herausforderungen begegnen
- Gesellschaftliche Nachfrage an alternativen Betriebsmitteln
- Förderung durch staatliche Anreize und Regulierungen

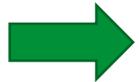
Bessere Wirkung am Feld

- Anhaltende Grundlagenforschung auf Universitäten und öffentlichen Forschungseinrichtungen
- Interesse von Handel/Industrie → Chancen für Startups und boost für praxisorientierte Forschung
- KI in der Forschung → Identifikation von Einflussfaktoren und Erstellung sicherer Prognosemodelle
- Erfahrungen von Landwirten und Beratern nehmen zu
- Reduktion unseriöser Produkte am Markt durch Zulassungsverfahren und Expertise der Anwender

Biostimulanzien – Zusammenfassung



- Top aktuell – neue Herausforderungen in der LW begegnen
- Weltweit stetig wachsender Markt
- Rechtliche Grundlagen geschaffen (EU Düngeprodukte-VO)
- Zahlreiche wissenschaftliche Belege für Wirkung vorhanden
- Wenig praxisnahe Versuche in Mitteleuropa
- Wirkungsmechanismen und deren Einflüsse relativ unbekannt



Erfahrungen sammeln und sich austauschen!



Gemeinsam unausgeschöpftes Potential erschließen!

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Literaturauszug:

Aremu et al. (2015) Physiological role of phenolic biostimulants isolated from brown seaweed *Ecklonia maxima* on plant growth and development. *Planta* 241:1313–1324.

Calvo et al. (2014) Agricultural-uses-of-plant-biostimulants. *Plant and Soil*.

Canellas et al. (2015) Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae* 196 (2015) 15–27.

Chen et al. (2019) Polyamine Function in Plants - Metabolism, Regulation on Development, and Roles in Abiotic Stress Responses. *Front. Plant Sci.* 9:1945.

Colla et al. (2015) Protein hydrolysates as biostimulants in horticulture *Scientia Horticulturae* 196 (2015) 28–38.

Gomez-Merino and Trejo-Tellez (2018) The-Role-of-Beneficial-Elements-in-Triggering-Adaptive-Responses-to-Environmental-Stressors-and-Improving-Plant-Performance *Biotic and Abiotic Stress Tolerance in Plants*.

LaTorre et al. (2015) An Overview On The Current Plant Biostimulant Legislations In Different European Member States. *Sci Food Agric* 96: 727–734.

Khan et al. (2009) Seaweed Extracts as Biostimulants of Plant Growth and Development. *Plant Growth Regul* 28:386–399.

Raymond et al. (2020) Phosphate-solubilising microorganisms for improved crop productivity - a critical assessment. *New Phytologist* 229 (3).

Schütz et al. (2017) Improving Crop Yield and Nutrient Use Efficiency via Biofertilization—A Global Meta-analysis. *Front. Plant Sci.* 8:2204.

Sharma et al. (2019) Response of Phenylpropanoid Pathway and the Role of Polyphenols in Plants under Abiotic Stress. *Molecules* 24, 2452.