Biostimulanzien und Pflanzenstärkung






Dr. Tanja Seib
Sachgebietsleitung Biologischer Pflanzenschutz
Referat 32: Pflanzenschutz – Obst- und Gartenbau
Landwirtschaftliches Technologiezentrum (LTZ) Augustenberg
E-Mail: tanja.seib@ltz.bwl.de

Fotos: © Adobe Stock, Lukas Bächlin/LTZ

Was gibt es alles?

Pflanzenschutzmittel

Biologische Pflanzenschutzmittel (PSM)

- „Direkte“ Wirkung gegen Schadorganismen
- Wirkungsnachweise nach Guter Experimenteller Praxis (GEP)
- Indikationszulassungen
- Mikroorganismen, Wirkstoffe und Extrakte natürlichen Ursprungs

Low-Risk-Produkte

- PSM mit gering schädigender Wirkung auf Umwelt, Mensch u. Tier
- Längere Wirkstoffgenehmigung und schnelle Produkt-Zulassung
- Meist „nur“ Befallsminderung in spezifischen Wirkungsbereichen
- Bisher nur wenige Produkte als Low-Risk zugelassen

Pflanzenstärkung

Pflanzenstärkungsmittel

- Dienen der Gesunderhaltung der Pflanze, sind aber keine Pflanzenschutzmittel (PSM)
- Keine Zulassung, sondern lediglich nationale Listung durch BVL

→ Vorrausetzung: Unbedenklich für Mensch/Tier, Grundwasser, Naturhaushalt

- Kein Wirkungsnachweis nötig!

Bodenhilfsstoffe/Pflanzenhilfsmittel

- Geregelt über Düngegesetz, aber weder PSM noch Düngemittel sondern Stoffe ohne wesentliche Nährstoffgehalte
- Ziel: Stärkung der Pflanze und Förderung von Ernährungsprozessen
- Kein Wirkungsnachweis nötig!

Biostimulanzien

- Neu geregelt über Düngeprodukte-Verordnung (EU) 2019/1009 als eigene Produktklasse
  → Qualitätssicherung und Wirkungsnachweis nötig (Konformitätsbewertung)
- Optimierung pflanzlicher Ernährungsprozesse zur Steigerung von Qualitätsmerkmalen und Toleranz gegen abiotischen Stress
- Bestimmte Mikroorganismen, Algen, Humin- und Fulvosäuren, Aminosäuren
- CE-zertifizierte Produkte sollen Anwendungssicherheit bringen

Biologische Pflanzenschutzmittel

- Mikroorganismen (gegen Insekten oder Phytopathogene)
  - Bakterien
  - Pilze
  - (Viren)
- Semiochemikalien z.B. Pheromone zum Massenfang
- Biochemikalien und naturnahe Stoffe
  - Extrakte und Erzeugnisse aus Pflanzen, Algen, Mikroorganismen oder Mineralien
    - Störung der Häutung von Insekten (Azadirachtin in Neemextrakt)
    - Kontaktgift (Pyrethrine aus Chrysanthemen)
    - Fraßgift (Fermentationsprodukte von MO)
    - Verstopfung der Atemöffnung (z.B. Pflanzenöle)
    - Auflösung der Wachsschicht / Austrocknung (Orangenöl, Kali-Seife, Pelargonsäure)
    - Veränderung pH-Wert & osmotischer Druck (z. B. Kaliumhydrogencarbonat)
    - Fungizide Wirkung (mineralische Wirkstoffe)
    - Induzierte Systemische Resistenz (ISR) gegen Phytopathogene

Biologische PSM auf Basis von Mikroorganismen



Beauveria bassiana an Maikäfer



Unbestimmter Pilz an Dickmaulrüssler





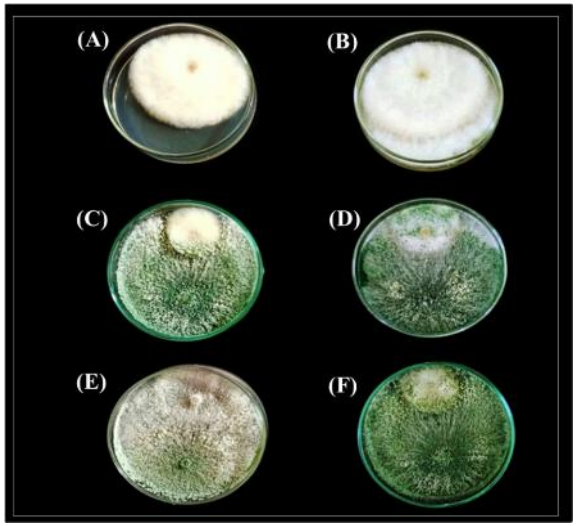
Metarhizium brunneum an Nymphen der Schilf-Glasflügelzikade

Mikroorganismus	Wirkstoffgruppe	Wirkungsweise	Produkt(e), u.a.
Metarhizium brunneum	Pilze	Dringen über Kutikula aktiv ein, verbrauchen Nährstoffe des Insekten, teilw. Toxinabgabe	Lalguard M52, Attracap
Beauveria bassiana	Pilze		Naturalis, Velifer
Bacillus thuringiensis subsp. *kurstaki*	Bakterium	Orale Aufnahme, Toxin wird im alkalischen Darm aktiviert, Darmperforation	Lepinox Plus / XenTari
Cydia pomonella Granulovirus (CpGV)	Virus	Orale Aufnahme, Proteinhülle löste sich im alkalischen Darm auf, Vermehrung der freigesetzten Virionen	Madex MAX, Madex Top

Biologische PSM auf Basis von Mikroorganismen



Antibiotische und wachstumsfördernde Wirkung von *Trichoderma*



5 Tage 10 Tage

Fusarium solani

Fusarium solani +
Trichoderma viride

Fusarium solani +
Trichoderma harzianum

Awad-Allah, Eman FA, et al. "Effective applications of Trichoderma spp. as biofertilizers and biocontrol agents mitigate tomato Fusarium wilt disease." *Agriculture* 12.11 (2022): 1950. https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Mikroorganismus	Wirkstoffgruppe	Wirkungsweise	Produkt(e), u.a.
Bacillus amyloliquefaciens	Bakterien	Schutzfilm, Konkurrenz, Zellwandzerstörung, Abwehrinduktion, Sekundärmetabolite	Serenade ASO, Serifel, Taegro
Trichoderma spp.	Pilze	Mykoparasitismus, Konkurrenz, Sekundärmetabolite	Tri-Soil, Xilon
Clonostachys rosea	Pilze	Blockiert Keimung, Zellwandzerstörung, Sekundärmetabolite	Lalstop WG, Prestop
Pseudomonas spp.	Bakterien	Sekundärmetabolite, Konkurrenz	Cerall, Cedomon, Proradix

Foto: Archiv/LTZ

Pflanzenstärkung

- **Pflanzenstärkungsmittel, Pflanzenhilfsmittel, Bodenhilfsstoffe, Biostimulanzien**

- Immer vorbeugend: keine direkte Wirkung gegen Schaderreger (Abgrenzung zu Pflanzenschutzmitteln)

- Wirkungsnachweis: kein wissenschaftlicher Wirkungsnachweis nötig, Ausnahme Biostimulanzien

- Rechtliche Einordnung: Richtet sich nach der primären Zweckbestimmung und dem Wirkmechanismus

Pflanzenstärkung

- **Pflanzenstärkungsmittel, Pflanzenhilfsmittel, Bodenhilfsstoffe, Biostimulanzien**

- Immer vorbeugend: keine direkte Wirkung gegen Schaderreger (Abgrenzung zu Pflanzenschutzmitteln)

- Wirkungsnachweis: kein wissenschaftlicher Wirkungsnachweis nötig, Ausnahme Biostimulanzien

- Rechtliche Einordnung: Richtet sich nach der primären Zweckbestimmung und dem Wirkmechanismus

- Unterscheidung gar nicht so leicht, weil …

Rechtlichen Systemwechsel seit 2022

- Mit dem vollständigen Inkrafttreten der Verordnung (EU) 2019/1009 wurden **Pflanzen-Biostimulanzien** erstmals EU-weit einheitlich geregelt
- nun als eigenständige Produktfunktionskategorie (PFC 6) definiert
- Verbessern die Nährstoffeffizienz und Stresstoleranz, ohne Schädlinge direkt zu bekämpfen

- **Zwei-Wege-System (Koexistenz):** Die EU-Verordnung ersetzt das nationale Recht nicht. Hersteller haben die Wahl:
  - **EU-Weg:** CE-Zertifizierung nach EU-Recht -> freier Handel in der gesamten EU
  - **Nationaler Weg:** Zulassung nach nationalem Recht (z. B. deutsche Düngemittelverordnung DüMV) -> gilt primär im jeweiligen Land

EU-Recht vs. Nationales Recht (Deutschland)

	EU-Recht (Verordnung 2019/1009)	**Nationales Recht (Deutschland / DüMV)**
Marktzugang	**Freier EU-Binnenmarkt** via CE-Kennzeichnung	Nur **Deutschland** (Zutritt in andere Länder nur über zeitintensive gegenseitige Anerkennung)
Produktdefinition	Nachgewiesene **Funktion** (z. B. Erhöhung der Trockenresitenz, Nährstoffaufnahme)	Nach **Stoffliste** (Einordnung meist als **Pflanzenhilfsmittel oder Bodenhilfsstoff**)
Verfahren	**Streng & teuer:** Konformitätsbewertung durch benannte Stellen (Notified Bodies) mit Wirksamkeitsnachweisen	**Einfacher & schneller:** Registrierung bzw. Listung z.B. beim Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL)
Grenzwerte	Europaweit einheitliche, strenge Grenzwerte für Schwermetalle und Hygiene	Nationale Grenzwerte laut deutscher Düngemittelverordnung

Der Knackpunkt „Mikroorganismen“

- EU-Verordnung: strikte Positivliste für Komponentenmaterialien (CMC 7)
- CE-Weg: **nur vier Gattungen/Gruppen** von Mikroorganismen zugelassen:
  - *Azotobacter* spp. (Stickstofffixierer)
  - *Rhizobium* spp. (Knöllchenbakterien)
  - *Azospirillum* spp. (Wachstumsförderer)
  - Mykorrhiza-Pilze (Nährstoff- und Wasseraufnahme)
- **Problem EU-Zulassung:** Enthält ein Produkt **andere Stämme** (z. B. bestimmte *Bacillus*- oder *Trichoderma*-Arten) -> **kein CE-Kennzeichen,** solange die EU-Kommission diese nicht nach langwierigen Prüfungen in die Liste aufnimmt
- **Der nationale Ausweg:** Ausweichung auf **nationales Recht** (z. B. in Deutschland, Frankreich oder Spanien)
- Nationalen Gesetzgebungen: **breitere Palette an nützlichen Bakterien und Pilzen**, solange deren gesundheitliche und ökologische Unbedenklichkeit nachgewiesen ist

Pflanzenstärkungsmittel

- ein Stoff, ein Gemisch oder ein Mikroorganismus, der ausschließlich dazu dient, die **allgemeine Gesundheit der Pflanze** zu erhalten oder sie vor **nichtparasitären** (abiotischen) **Einflüssen** (wie Frost oder starker Trockenheit / Verdunstung) zu **schützen** (BVL)
- <u>Anorganische Basis:</u>
- Siliziumdioxid (SiO_2) und Silikate (Gesteinsmehle), Calciumcarbonat ($CaCO_3$), Aluminiumoxid (Al_2O_3) -> nur bei spezifischer Blattzulassung ein Pflanzenstärkungsmittel, sonst Pflanzenhilfsmittel/Bodenhilfsstoffe
- <u>Organische Basis:</u>
- Algenextrakte, Huminsäuren, Pflanzenextrakte, -aufbereitungen und -öle, Wachse, tierische Produkte
- <u>Homöopathika</u>
- Homöopathische (potenzierte) Form aller organischen und anorganischen Ausgangsstoffe
- <u>Mikrobielle Basis</u>
- Präparate auf Basis von Nutzmikroorganismen (z. B. bestimmte *Bacillus*- oder *Trichoderma*-Stämme)

Bodenhilfsstoffe & Pflanzenhilfsstoffe

- Bodenhilfsstoffe:
- Stoffe ohne wesentlichen Nährstoffgehalt sowie Mikroorganismen
- Beeinflussung der chemischen, physikalischen oder biologischen Eigenschaften des Bodens um die Wachstumsbedingungen für Nutzpflanzen zu verbessern oder die symbiotische Bindung von z.B. Stickstoff zu fördern

- Pflanzenhilfsstoffe:
- Stoffe ohne wesentlichen Nährstoffgehalt, die dazu bestimmt sind, auf die Pflanze einzuwirken, deren Stoffwechsel zu beeinflussen, das Wachstum zu fördern oder die Widerstandskraft zu stärken

Bodenhilfsstoffe & Pflanzenhilfsstoffe

Kategorie	Stoffgruppe & Beispiele	Hauptwirkungsort & Rechtliche Zuordnung
Mineralische / Anorganische Basis	**Gesteinsmehle & Silikate** (z. B. Basaltmehl, Diabas, Bentonit / Tonmehl) **Kalkprodukte** (Calciumcarbonat, Algenkalk)	**Bodenhilfsstoff** (wirkt im Boden: stabilisiert Krümelstruktur, speichert Wasser/Nährstoffe, reguliert den pH-Wert)
Organische Basis (Kohlenstoff-Basis)	**Pflanzenkohle** (Biochar) **Huminstoffe / Huminsäuren** **Komposte & Gärreste** (nährstoffarm, z. B. Torfersatz	**Bodenhilfsstoff** (erhöht den Humusgehalt, dient als dauerhafter Nährstoffpuffer und schafft Lebensraum für Mikroorganismen)
Mikrobielle Basis	**Bodenpilze** (z. B. Mykorrhiza-Stämme, *Trichoderma*) **Bodenbakterien** (z. B. Stickstoffbinder wie Rhizobien, phosphorlösende Bakterien)	**Boden- oder Pflanzenhilfsmittel** (Je nach Deklaration: Verbessern entweder die biologische Bodenaktivität oder fördern direkt die Nährstoffaufnahme an der Wurzel)
Naturstoff-extrakte & Biochemische Basis	**Algenprodukte / Algenextrakte** **Aminosäuren / Proteinhydrolysate** **Pflanzenextrakte & -aufbereitungen**	**Pflanzenhilfsmittel** (wirken direkt auf die Pflanze: regen Wurzelwachstum an, steigern die Keimung oder erhöhen die allgemeine Stresstoleranz)
Technische / Physikalische Hilfsstoffe	**Hydrogele / Superabsorber** (z. B. auf Holz- oder Acrylatbasis) **Netz- und Haftmittel** (für Spritzbrühen) **Kompostbeschleuniger / Enzyme**	**Bodenhilfsstoff** (bei Wasserspeichern im Boden) bzw. **Pflanzenhilfsmittel** (bei anwendungstechnischen Hilfsstoffen, die z.B. die Benetzung der Blätter verbessern)

Biostimulanzien

- Ein EU-Düngeprodukt, das unabhängig vom Nährstoffgehalt des Stoffes die körpereigenen Ernährungsprozesse der Pflanze stimuliert:
- Verbesserung der **Nährstoffverwertung**, der **Toleranz** gegenüber **abiotischem Stress**, der **Qualitätsmerkmale** oder der **Verfügbarkeit** von im Boden oder in der Rhizosphäre enthaltenen **Nährstoffen**

- Mikrobielle Basis (PFC6(A)):
- *Azotobacter*-Arten: Frei lebende Bakterien, die **Luftstickstoff** im Wurzelraum **binden** und die **Nährstoffeffizienz steigern**
- *Rhizobium*-Arten (Knöllchenbakterien): Symbiontische Bakterien, welche gezielt Leguminosen bei der **Stickstoffversorgung** unterstützen
- *Azospirillum*-Arten: Wurzelbesiedelnde Bakterien, die das **Wurzelwachstum stimulieren** und die **Nährstoffaufnahme verbessern**
- Mykorrhiza-Pilze: Pilze, die das **funktionelle Wurzelsystem erweitern** und die Aufnahme von Wasser und Phosphor bei Trockenstress optimieren

Biostimulanzien

- Nicht-mikrobielle Basis (PFC 6(B)):
- Algenextrakte (z. B. aus *Ascophyllum nodosum*): Enthalten bioaktive Moleküle, die antioxidative Prozesse in der Pflanze anregen und **Frost- und Hitzetoleranz erhöhen**
- Aminosäuren und Peptide (Proteinhydrolysate): Signalmoleküle, die die pflanzeneigene Synthese bei **abiotischem Stress** (z. B. nach Hagel oder extremen Hitzeperioden) stabilisieren (Bausteine stehen direkt zur Verfügung)
- Huminsäuren und Fulvosäuren (z. B. aus Leonardit): Verbessern direkt die Bioverfügbarkeit von im Boden fixierten **Nährstoffen** (insbesondere Eisen und Phosphat)
- Chitosan und Biopolymere: Natürliche Derivate (z. B. aus Chitin), die den **pflanzlichen Stoffwechsel stimulieren** und die **Nährstoffausnutzung** der Wurzeln optimieren

Wirkung gegen Botrytis an Petersilie?

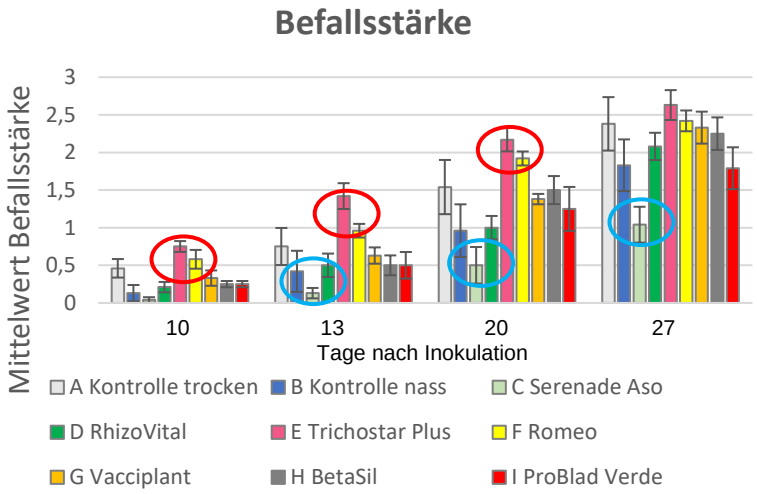


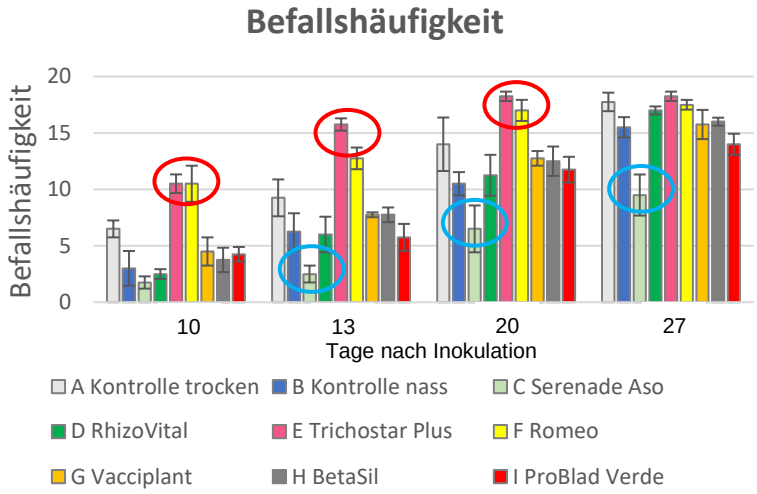
- 4 randomisierte Wiederholungen pro Behandlung
- Plots separiert durch Trennwände
- 6 Applikationen, wöchentlich (19.3.24 - 23.4.24)
- Inokulation mit Sporensuspension am 3.4.24
- Visuelle Bonitur der Pilzinfektion: 12.4. - 29.4.24
  → Befallshäufigkeit und –stärke (Kategorie 1-4)

Nr.	Behandlung	„Wirkstoff“	Wirkmechanismus	Zulassung PSM
A	**Kontrolle trocken**	-	-	-
B	**Kontrolle nass**	-	-	-
C	**Serenade Aso**	*Bacillus amyloliquefaciens* QST 713	MO, Pflanzenstärkung, Antibiotisch	✓
D	**RhizoVital 42**	*Bacillus velezensis* FZB42	MO, Pflanzenstärkung	
E	**Trichostar Plus**	*Trichoderma harzianum* T58	MO, Pflanzenstärkung	
F	**Romeo**	Cerevisane (gewonnen aus Zellwänden nicht lebenden *Saccharomyces cerevisiae* (Stamm LAS117))	Induktion von Abwehrreaktionen	✓
G	**Vacciplant**	Laminarin (Oligosaccharid / Algenfiltrat aus *Laminaria digitata*)	Induktion von Abwehrreaktionen	✓
H	**BetaSil**	Silizium	Stärkung der Zellwand	
I	**ProBlad**	BLAD-protein (polypeptide lectin), Extrakt aus gekeimten Samen der Süßlupine	Multi-site (Durchdringung Zellwand/-membran + Blockade Zellmetabolismus)	✓

Foto: Schreidl/LTZ

Versuch bei Petersilie - Ergebnisse







Befall an Blättern



Sporenrasen im Topf



Phytotox?

Fotos: Schreidl/LTZ

Versuch bei Petersilie - Diskussion

- Befallsdruck durch Inokulation war vermutlich zu groß
- Viele Mikroorganismen brauchen idealerweise eine relativ hohe Temperatur für eine gute Wirkung
  - → schwierig bei Botrytis, der üblicherweise in kühleren Monaten auftritt

- Biologika sind i.d.R. Kontaktmittel
  - → ausreichende Exposition?
  - → Behandlungen zu spät im dichten Bestand?



Wurzelrhizotron
Wurzelentwicklung



Trichoderma asperellum: Produkt Xilon
links im Vergleich zur Kontrolle rechts

Beizung von Mais mit Bodenhilfsstoffen

Grundstoffe

- Art. 23 VO (EG) Nr. 1107/2009
- Grundstoffe (Basic Substances) sind keine klassischen Pflanzenschutzmittel (PSM)
- z.B. Kaliumhydrogencarbonat und Rapsöl -> keine genehmigten Grundstoffe mehr
- Alltagsstoff wird auf EU-Ebene nur als Grundstoff genehmigt:
  - anderen Primärzweck hat: Er ist eigentlich ein Lebensmittel, Kosmetikum oder Haushaltsstoff (z. B. Bier oder Speiseessig)
  - Unbedenklich ist: Er besitzt keine inhärenten Gefahren für Mensch, Tier und Umwelt
- Grundstoff darf auf dem Markt nicht als Pflanzenschutzmittel beworben oder deklariert werden

Grundstoffe

- vereinfachtes Genehmigungsverfahren
- kein Zulassungsverfahren
- Anträge an EU-Kommission (EU definiert genau, welche Pflanzen wo, wann und gegen was behandelt werden dürfen, Häufigkeit der Anwendung und Anwendungsbereich (Freiland-, Gewächshaus) sind klar definiert)
- Antragsberechtigt sind Hersteller, interessierte Parteien und Mitgliedstaaten
- bislang fehlt Leitlinie der EU-Kommission
- Genehmigungen sind unbefristet
- Prüfung der Genehmigung jederzeit möglich
- Grundstoff-Datenbank, abrufbar über: https://www.berlin.de/pflanzenschutzamt/ueberwachung/grundstoffe-im-pflanzenschutz/
- Informationen zu Grundstoffen unter: bvl.bund.de

Grundstoffe

- **<u>Vorteile der Grundstoffe:</u>**
- preiswert
- im LEH, Drogerien oder Apotheken erhältlich
- ältere Biomittel für Nischenanwendung
- kein Patentschutz, kein Marktpotential für Firmen
- **<u>Aber:</u>**
- Kulturen können phytotoxisch mit Pflanzenschäden bei zu hoher Konzentration reagieren
- Verträglichkeit einer Konzentration vor großflächigen Anwendungen prüfen
- Lebensmittel sind nicht per se als Grundstoff geeignet
- Allergene z.B. Erdnussöl, toxische Wirkungen auf Umwelt z.B. Öle in Gewässern, Bier mit bedenklichen Inhaltsstoffen

Grundstoffe

- **Biochemische Aktivierung (Elicitoren)**
- Aktivierung zelluläre Signalwege; die Pflanze bildet eigene Abwehrstoffe (Phytoalexine)
- Bsp. Chitosanhydrochlorid zur system. Stärkung gegen Pilz- und Bakterienbefall
- **Mechanische Schutzbarrieren & Filmbildung**
- Bildet elastischen, physikalischen Film -> Eindringen von Sporen und Erregern blockiert
- Bsp. Lecithine (pflanzliche Phospholipide) -> natürlicher Schutzschild gegen Echten Mehltau
- **Physikalisch-chemische Milieuänderung**
- Verändert den pH-Wert oder osmotischen Druck, gehemmte Pilzsporenkeimung
- Bsp. Essig (max. 10 % Säuregehalt) zur physikalischen Saatgutbeizung sowie Calciumhydroxid (Löschkalk) gegen Obstbaumkrebs
- **Physikalische Vergrämung & Inaktivierung**
- Verklebt Erreger oder erschwert Schadinsekten die Orientierung und Eiablage
- Bsp. Kuhmilch & Molke zur Inaktivierung von Viren (z. B. Gurkenmosaikvirus) sowie mineralischer Staub (Talkum) als Insektenbarriere

Grenzen und Herausforderungen bei alternativen Mitteln

- Komplexe Wirkungsweise vieler Produkte
  - → Abhängig von äußeren Bedingungen wie Temperatur, Feuchtigkeit, Boden, …
  - → Zeitpunkt der Applikation wichtig
  - → Wirkung kann abhängig sein von Kultur und sogar Sorte
  - → Angaben zu optimaler Anwendung fehlen meist
  - → Oft enttäuschende Versuchsergebnisse
- Falsche Erwartungshaltung v.a. im Bereich Pflanzenstärkung
  - → Kein Ersatz für chemisch-synthetische PSM
- Pflanzenstärkung: Vielzahl an verschiedenen (neuen) Produkten
  - → Wirksamkeit und Qualitätskontrolle?, „Schwarze Schafe“?
  - → Teils unklare Begriffsdefinition

Danke für die Aufmerksamkeit



Foto: Seib/LTZ