

Einsatz von Chelatbildnern in der Blattdüngung – Versuch einer differenzierten Betrachtung



Dr. Alvin Alexander
Aglukon Spezialdünger GmbH & Co. KG
Düsseldorf

17. Tagung Arbeitskreis Blattdüngung
Dülmen – 14.10.2009



Einsatz von Chelatbildnern in der Blattdüngung – Versuch einer differenzierten Betrachtung

Gliederung :

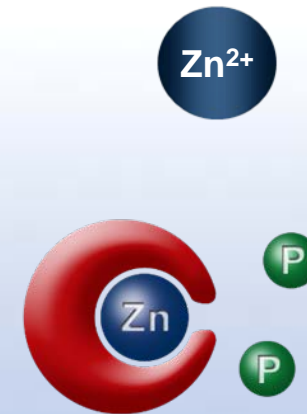
- Übersicht über gängige Mikronährstoffträger
- Vergleichende Wirksamkeit Chelate ./ Nichtchelate (anorg. Salze)
- Abhängigkeit von Kultur und Entwicklungsstadium
- Anteil Blattapplikation ./ Bodenapplikation
- Phosphat-Stabilität
- Vergleichende Mischbarkeit mit PSM am Beispiel Glyphosat
- Biologische -/ physikalische Abbaubarkeit
- Schlussfolgerung



Einsatz von Chelatbildnern in der Blattdüngung – Versuch einer differenzierten Betrachtung

Gliederung :

- **Übersicht über gängige Mikronährstoffträger**
- Vergleichende Wirksamkeit Chelate ./ Nichtchelate(Salze)
- Vergleichende Mischbarkeit mit PSM am Beispiel Glyphosat
- Abhängigkeit von Kultur und Entwicklungsstadium
- Biologische -/ physikalische Abbaubarkeit
- Anteil Blattapplikation ./ Bodenapplikation
- Phosphat-Stabilität
- Schlussfolgerung



Kupferverbindungen die in Blattdüngern eingesetzt werden

Mikronährstoff	Rohstoffquelle	Chemische Formel	% Gehalt	Löslichkeit
Kupfer (Cu)	Cu- sulfat (monohydrat)	$\text{CuSO}_4 \cdot \text{xH}_2\text{O}$	35	Wasserlöslich, schnell wirkend
	Cu- sulfat (pentahydrat)	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	25	Wasserlöslich, schnell wirkend
	Cu- chlorid	CuCl_2	47	Wasserlöslich, schnell wirkend
	Cu-oxid	CuO	74	Schwerlöslich, langsam wirkend
	Cu-oxichlorid	$3\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{xCuCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	52	Schwerlöslich, langsam wirkend
	Cu-chelat (EDTA)	$\text{Na}_2\text{-Cu-EDTA}$ (Äthylendiamintetra-essigsäure)	13	Wasserlöslich, schnell wirkend
	Cu-chelat (HEDTA)	NaCuHEDTA (Hydroxyäthylendiamin-triacetat)	9	Wasserlöslich, schnell wirkend
	Cu-chelat (IDHA)	Cu-IDHA (Iminodibernsteinsäure)	4.6 (fl.) -10 (fest)	Wasserlöslich, schnell wirkend
	Cu-ligninsulfonat	-	5-8	Wasserlöslich, schnell wirkend
	Cu-gluconat / glucoheptonat	-	5-7	Wasserlöslich, schnell wirkend
	Cu-polyflavonoid	-	5-7	Wasserlöslich, schnell wirkend

Manganverbindungen die in Blattdüngern eingesetzt werden

Mikronährstoff	Rohstoffquelle	Chemische Formel	% Gehalt	Löslichkeit
Mangan (Cu)	Mn-sulfat (monohydrat)	$\text{MnSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$	32	Wasserlöslich, schnell wirkend
	Mn-nitrat (nur Lösung)	$\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$	15	Wasserlöslich, schnell wirkend
	Mn-oxid	MnO	41-68	Schwerlöslich, langsam wirkend
	Mn-carbonat	MnCO_3	31	Schwerlöslich, langsam wirkend
	Mn-chelat (EDTA)	$\text{Na}_2\text{-Mn-EDTA}$	5-12	Wasserlöslich, schnell wirkend
	Mn-chelat (IDHA)	Mn-IDHA	3.7 (fl.) -9.0 (fest)	Wasserlöslich, schnell wirkend
	Mn-lignosulfonat	-	5	Wasserlöslich, schnell wirkend
	Mn-gluconat / glucoheptonat	-	5-7	Wasserlöslich, schnell wirkend
	Mn-polyflavonoid	-	5-7	Wasserlöslich, schnell wirkend

Zinkverbindungen die in Blattdüngern eingesetzt werden

Mikronährstoff	Rohstoffquelle	Chemische Formel	% Gehalt	Löslichkeit
Zink (Zn)	Zn- sulfat (monohydrat)	$\text{ZnSO}_4 \cdot \text{xH}_2\text{O}$	36-37	Wasserlöslich schnell wirkend
	Zn- sulfat (pentahydrat)	$\text{ZnSO}_4 \cdot \text{x5H}_2\text{O}$	22-23	Wasserlöslich schnell wirkend
	Zn-nitrat	$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{x3H}_2\text{O}$	23	Wasserlöslich schnell wirkend
	Zn-oxid	ZnO	50-80	Schwerlöslich, langsam wirkend
	Zn-carbonat	ZnCO_3	50-56	Schwerlöslich, langsam wirkend
	Zn-chelat (EDTA)	$\text{Na}_2\text{-Zn-EDTA}$	8-14	Wasserlöslich, schnell wirkend
	Zn-chelat (HEDTA)	NaZn-HEDTA	9-13	Wasserlöslich, schnell wirkend
	Zn-chelat (IDHA)	Zn-IDHA	4.6 (fl.) -10 (fest)	Wasserlöslich, schnell wirkend
	Zn-ligninsulfonat	-	5-8	Wasserlöslich, schnell wirkend
	Zn-gluconat / - glucoheptonat	-	5-7	Wasserlöslich, schnell wirkend
	Zn-polyflavonoid	-	5-10	Wasserlöslich, schnell wirkend

Eisenverbindungen die in Blattdüngern eingesetzt werden

Mikronährstoff	Rohstoffquelle	Chemische Formel	% Gehalt	Löslichkeit
Eisen (Fe)	Fe-sulfat (monohydrat)	$\text{FeSO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$	33	Wasserlöslich schnell wirkend
	Fe-sulfat (heptahydrat)	$\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$	19	Wasserlöslich, schnell wirkend
	Fe-ammoniumsulfat	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \times \text{FeSO}_4 \times 6\text{H}_2\text{O}$	14	Wasserlöslich, schnell wirkend
	Fe-chelat (EDTA)	$\text{Na}_2\text{-Fe-EDTA}$	5-14	Wasserlöslich, schnell wirkend
	Fe-chelat (DTPA)	NaFe-DTPA	10	Wasserlöslich, schnell wirkend
	Fe-chelat (IDHA)	Fe-IDHA	3 (fl.) -9 (fest)	Wasserlöslich, schnell wirkend
	Fe-ligninsulfonat	-	5-8	Wasserlöslich, schnell wirkend
	Fe-gluconat Fe-glucoheptonat	-	5-7	Wasserlöslich, schnell wirkend
	Fe-polyflavonoid	-	9-10	Wasserlöslich, schnell wirkend
	Citronensäure-Fe-III- salz-hydrat	-	4 (fl.) -18 (fest)	Wasserlöslich, schnell wirkend

Einsatz von Chelatbildnern in der Blattdüngung – Versuch einer differenzierten Betrachtung

Gliederung :

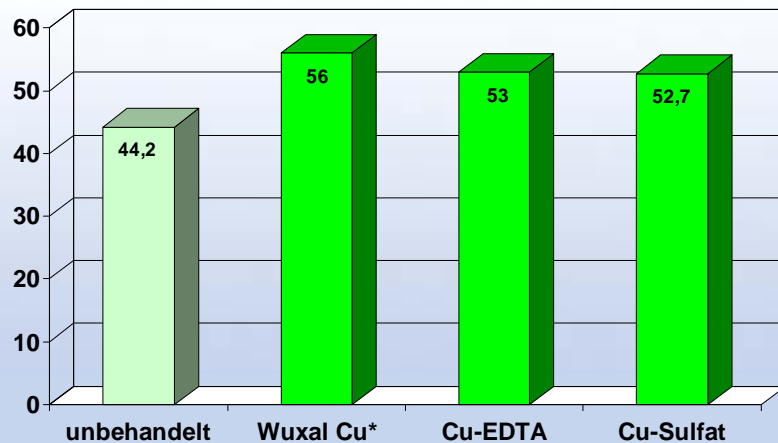
- Übersicht über gängige Mikronährstoffträger
- **Vergleichende Wirksamkeit Chelate ./. Nichtchelate(Salze)**
- Abhängigkeit von Kultur und Entwicklungsstadium
- Anteil Blattapplikation ./: Bodenapplikation
- Phosphat-Stabilität
- Vergleichende Mischbarkeit mit PSM am Beispiel Glyphosat
- Biologische -/ physikalische Abbaubarkeit
- Schlussfolgerung



Wirkung verschiedener Cu-Formulierungen auf den Kornertrag von Sommerweizen, Sorte Triso

Gefäß-Versuch TLL – VAFB, 2006

Kornertrag
g/ Gefäß

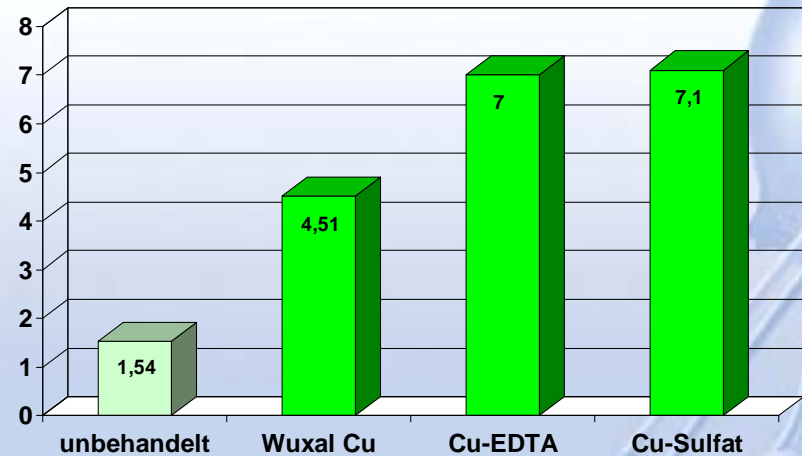


GD Tuckey 5%=3,3

1. Blattdüngung: ES 29/30 2. Eine Woche später

* Cu als Cu-Gluconat

mg Cu /kg Korn TM

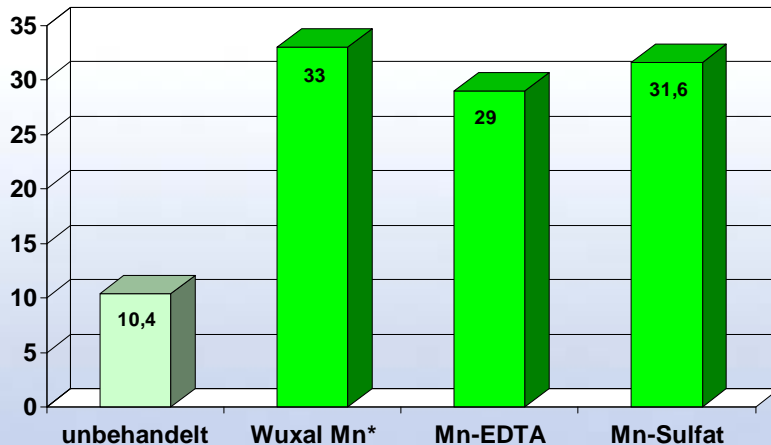


n.b.

Wirkung verschiedener Mn- Blattdüngerformulierungen auf den Mn- Gehalt im Korn von Hafer, Sorte Flämingsstern

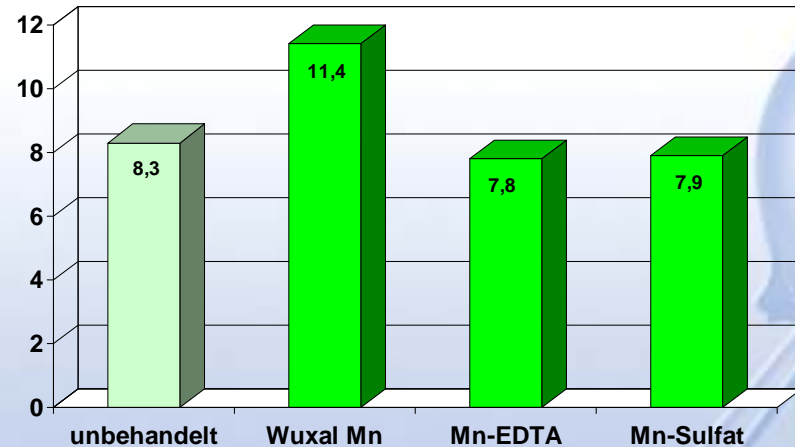
Gefäß-Versuch TLL – VAFB, 2006

Kornertrag
g/ Gefäß



GD Tuckey 5%= 3,9

mg Mn /
kg Korn TM



GD Tuckey 5%=1,8

1. Blattdüngung: ES 29/30 2. Eine Woche später

* Mn als Mn-Glucoheptonat

Vergleichende Effektivität der Blattaufnahme von Metallsalzen und Me-Chelaten (meist EDTA) - Ergebnisse aus der Literatur

- ▶ **Cu-Chelat** effektiver bis vergleichbar mit Cu-Salz (CuSO_4 , Cu-oxichlorid)
- ▶ **Zn-Chelat** effektiver bis vergleichbar mit ZnSO_4
- ▶ **Mn-Chelat** effektiver bis vergleichbar mit Mn-Salz (MnSO_4)
- ▶ **Fe-Chelat** (Fe-EDTA, Fe-Citrat, Fe-GLH) weniger effektiv als Fe-Salz (FeSO_4). Letzteres aber zu instabil, unberechenbar bzw. zu phytotoxisch unter Feldbedingungen.....(siehe Fernandez, 2005 und Vortrag AK-Blatt., folglich Fe-Chelat bessere Alternative)
- ▶ Häufig nachgewiesen: Netzmittelzusatz verbessert Aufnahme von Chelaten, besonders von Me-EDTA-Chelaten.

Quelle: Verschiedene wiss. Publikationen; Basis gleiche Me-Konzentration oder Me-Menge pro ha.

Vergleichende Effektivität der Blattaufnahme von Metallsalzen und Me-Chelaten - Ergebnisse aus der Literatur

Vergleich von Fe, Mn und Zn als Salze und als Chelate (-EDTA)

- ▶ **Parameter Blatt-Aufnahme** (nach 24 h) : Chelate (Fe) 2 x, (Mn) 7,7 x und (Zn) 1,4 x weniger effektiv als entsprechende Salzform
- ▶ **Parameter Translokation** : Chelate 10 x, 60 x und 1,5 x effektiver als entsprechende Salzform.
- ▶ **Schlussfolgerungen** der Autoren nach Kombination beider Parameter : Chelate (Fe) 5 x, (Mn) 8x und (Zn) vergleichbar effektiv wie entsprechende Salzform.

Ferrandon M. und A.R. Chamel. 1988. *Cuticular retention, foliar absorption and translocation of Fe, Mn and Zn supplied in organic and inorganic form.* Journal of Plant Nutrition 11(3): 247-263.

Einsatz von Chelatbildnern in der Blattdüngung – Versuch einer differenzierten Betrachtung

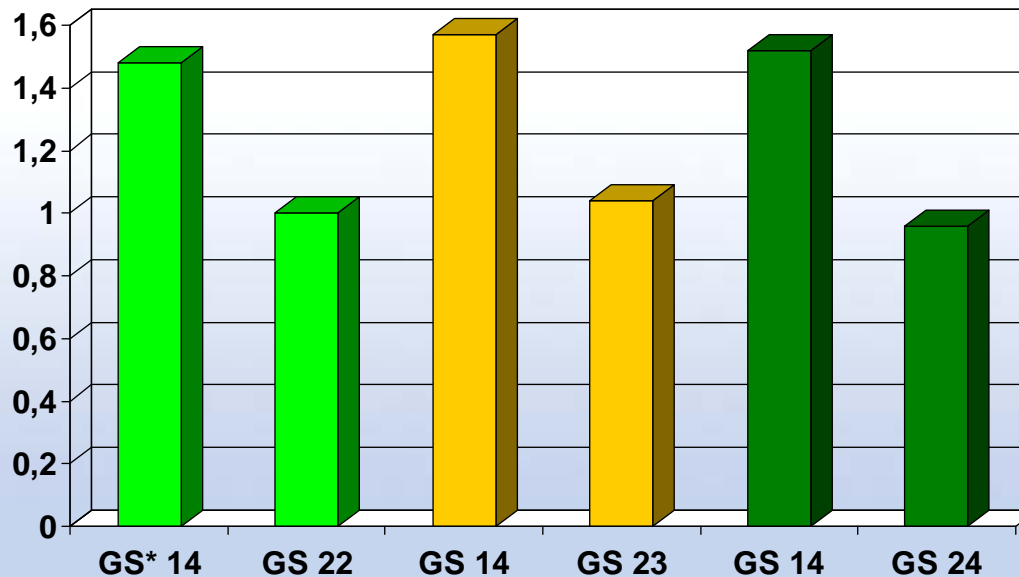
Gliederung :

- Übersicht über gängige Mikronährstoffträger
- Vergleichende Wirksamkeit Chelate ./ Nichtchelate(Salze)
- **Abhängigkeit von Kultur und Entwicklungsstadium**
- Anteil Blattapplikation ./ Bodenapplikation
- Phosphat-Stabilität
- Vergleichende Mischbarkeit mit PSM am Beispiel Glyphosat
- Biologische -/ physikalische Abbaubarkeit
- Schlussfolgerung



Relative Effektivität (RE) von Zn-Chelat (EDTA) zu Zn-Sulfat bzgl. Kornertrag in Abhängigkeit vom Entwicklungsstadium von Weizen

RE



GS 14 : 4-Blatt-Stadium

GS 22-24 : 2-4 Bestockungstriebe

* Skala der Entwicklungsstadien nach Zadoks

- Versuch 1
- Versuch 2
- Versuch 3

Fazit: Höhere rel. Effektivität von Zn-Chelat zu Zinksalz nur im frühen Entwicklungsstadium

Quelle: Brennan, R. F. (Austr. J. Exp. Agric. 31-1991)

Einsatz von Chelatbildnern in der Blattdüngung – Versuch einer differenzierten Betrachtung

Gliederung :

- Übersicht über gängige Mikronährstoffträger
- Vergleichende Wirksamkeit Chelate ./ Nichtchelate(Salze)
- Abhängigkeit von Kultur und Entwicklungsstadium
- **Anteil Blattapplikation ./ Bodenapplikation**
- Phosphat-Stabilität
- Vergleichende Mischbarkeit mit PSM am Beispiel Glyphosat
- Biologische -/ physikalische Abbaubarkeit
- Schlussfolgerung



Bei der Blattdüngung ist auch immer eine Bodendüngung mit inbegriffen !

Wieviel Blattdünger erreicht auch den Boden und wird folglich auch über das Wurzelsystem aufgenommen ?

Aufgrund von Untersuchungen mit markierten PSM oder ^{15}N können je nach Spritztechnik, Klimabedingungen oder vorhandener Blattmasse/Deckungsgrad 30 – 60% der blattapplizierten Wirk-/Nährstoffe tatsächlich die Bodenoberfläche erreichen (*Abdrift, Abtropfverluste..*).

Das bedeutet besonders in humusreichen oder Böden mit höherem pH-Wert (> 6.0) Festlegungsgefahr für Mikronährstoffe in Salzform oder in Verbindung mit schwachen Chelatbildnern.

Hier sind erhebliche Vorteile von stabilen Chelaten wie EDTA/DTPA aufgrund der höheren Pflanzenverfügbarkeit im Boden zu vermuten
(*Problematik der Ausfällung als Me-Phosphate oder Me-Hydroxide*)

Einsatz von Chelatbildnern in der Blattdüngung – Versuch einer differenzierten Betrachtung

Gliederung :

- Übersicht über gängige Mikronährstoffträger
- Vergleichende Wirksamkeit Chelate ./ Nichtchelate(Salze)
- Abhängigkeit von Kultur und Entwicklungsstadium
- Anteil Blattapplikation ./: Bodenapplikation
- **Phosphat-Stabilität**
- Vergleichende Mischbarkeit mit PSM am Beispiel Glyphosat
- Biologische -/ physikalische Abbaubarkeit
- Schlussfolgerung



Phosphatstabilität am Beispiel gängiger Zink-Verbindungen

Zn-Verbindung	% Zn verbleibend als originäre Zn-Verbindung 4 min. nach Mischung mit einer 10N-15P ₂ O ₅ Blattdüngerlösung
ZnEDTA	100
ZnHEDTA	19
Zn(NO ₃) ₂	15
Zn-Citrat	8
ZnSO ₄ -NH ₃ -Komplex	8
ZnSO ₄	4

Picanso, 1984

Alternative organische Chelatbildner sind meist Phosphat-instabil



Fe-2-Gluconat unter Zugabe
von DAP



Spontane
Fe-Phosphatausfällung



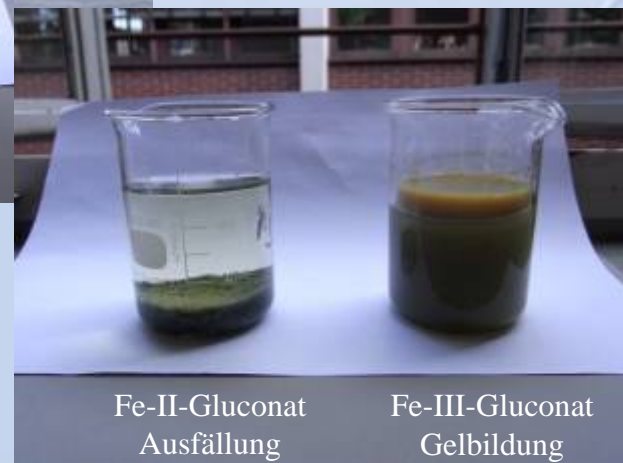
Alternative synthetisch-org. und organische Chelatbildner sind meist Phosphat-instabil



Fe-3-Gluconat unter Zugabe
von DAP



Keine spontane
Fe-Phosphatausfällung

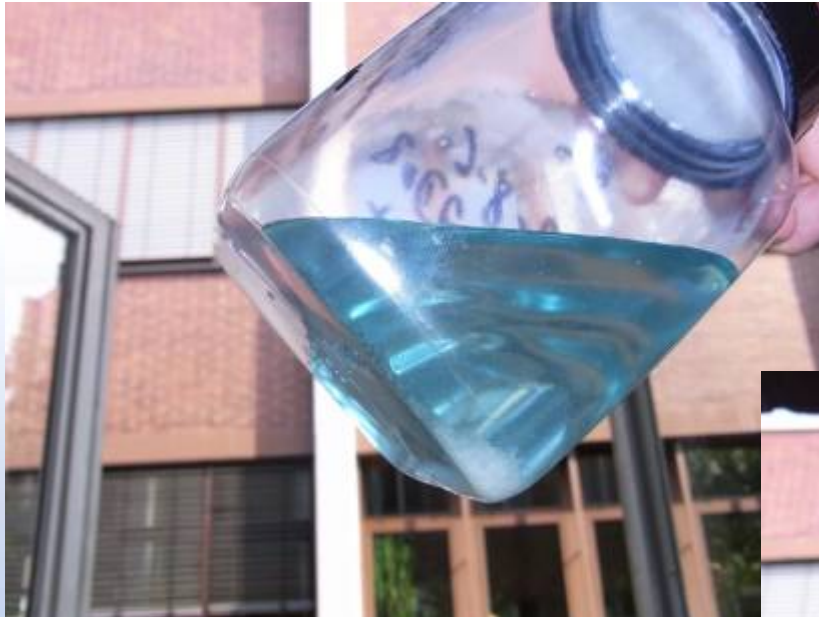


Fe-II-Gluconat
Ausfällung

Fe-III-Gluconat
Gelbildung

Kupfer-Citrat ist auf Dauer im Vergleich zu Cu-EDTA phosphat-instabil





Flüssigdünger 8+8+6
mit IDHA* als Chelatbildner



*IDHA=Iminodibernsteinsäure

Einsatz von Chelatbildnern in der Blattdüngung – Versuch einer differenzierten Betrachtung

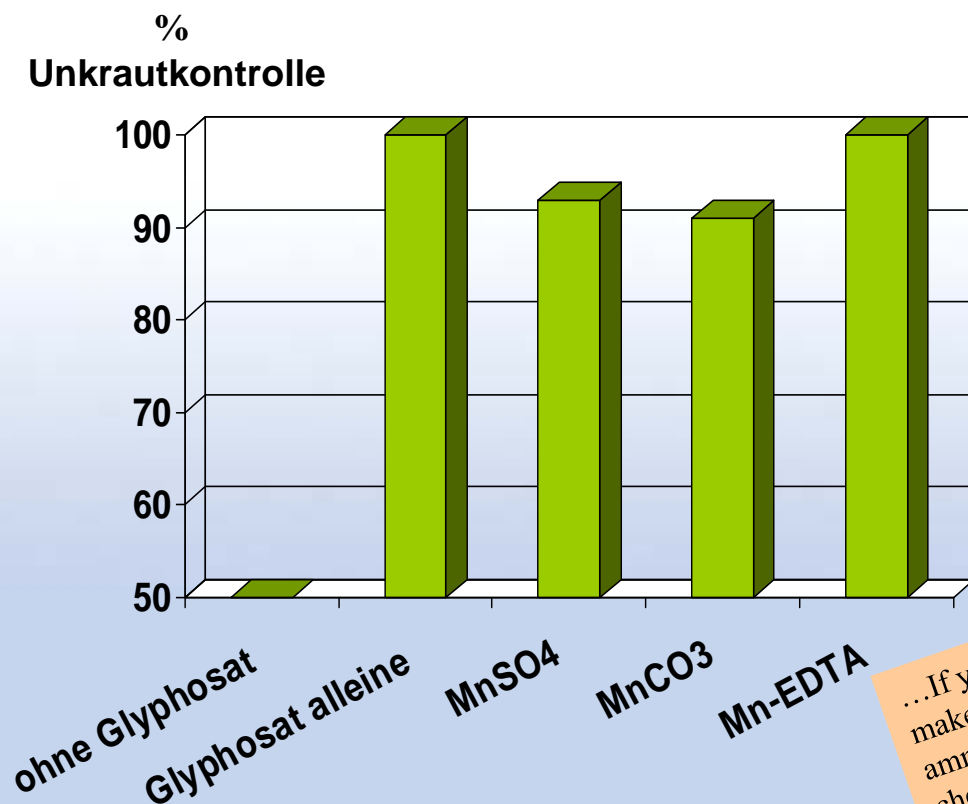
Gliederung :

- Übersicht über gängige Mikronährstoffträger
- Vergleichende Wirksamkeit Chelate ./ Nichtchelate(Salze)
- Abhängigkeit von Kultur und Entwicklungsstadium
- Anteil Blattapplikation ./: Bodenapplikation
- Phosphat-Stabilität
- **Vergleichende Mischbarkeit mit PSM am Beispiel Glyphosat**
- Biologische -/ physikalische Abbaubarkeit
- Schlussfolgerung



Mangan- und Eisen können die Wirkung des Herbizides Glyphosat in Gly-resistenten Soybohnen beeinträchtigen mit Ausnahme von Mn-oder Fe-EDTA

Antagonistische Wirkung von Mangan zu Glyphosat



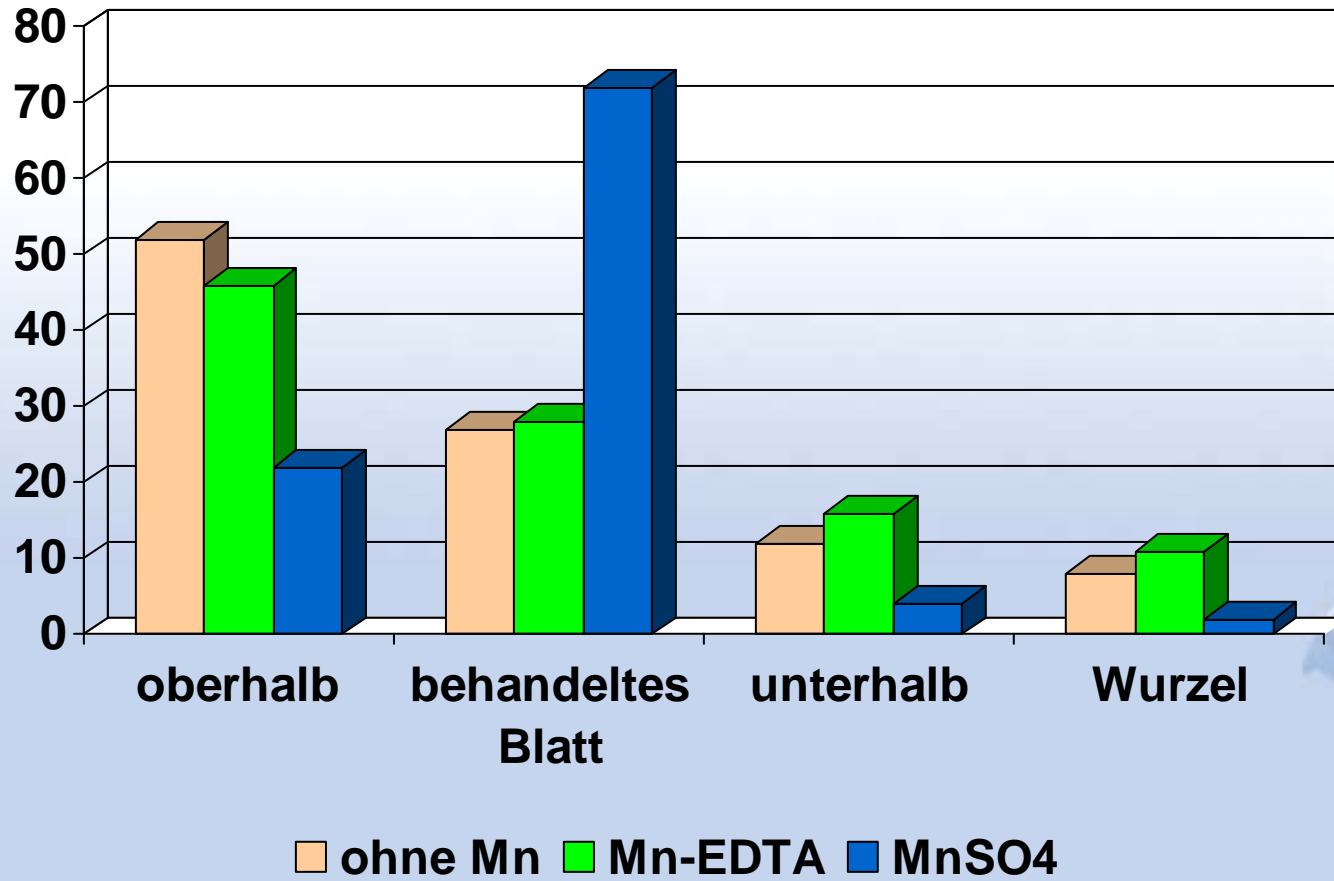
...If you must mix manganese and glyphosate in the same tank, make sure to use the chelated manganese (Mn-EDTA) after ammonium sulfate has been added to the tank. Do not use other chelated materials as some of these have demonstrated significant antagonism...

Quelle: Michigan State University Extension (2009)

Huber, D., 2007

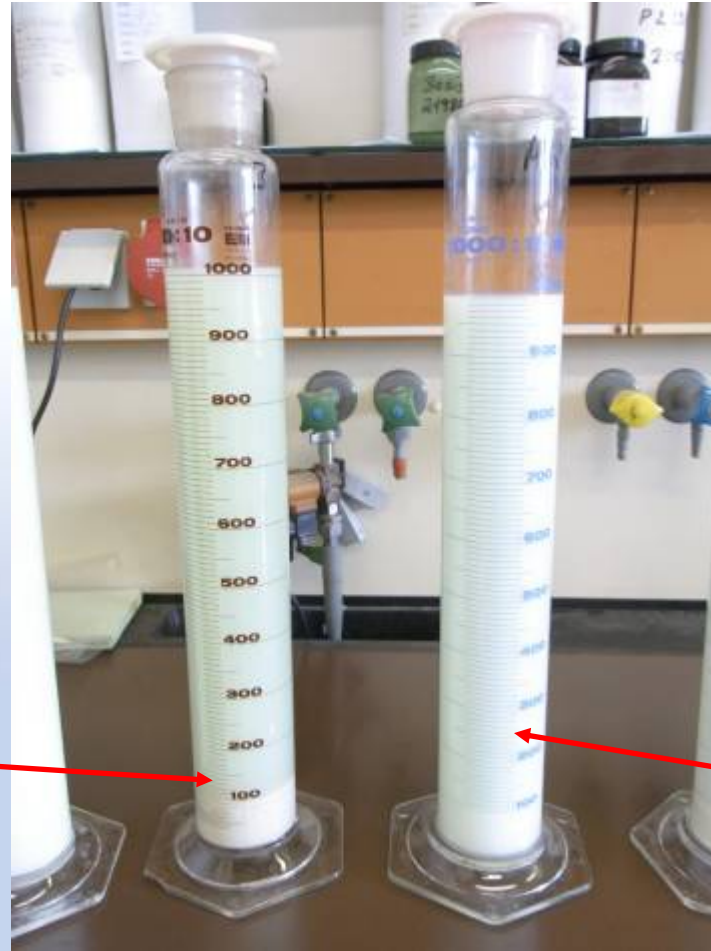
Einfluß von Mn-EDTA und MnSO_4 auf die Verlagerung von ^{14}C -Glyphosat in *Samtpappel* (*Ackerwildkraut Abutilon theophrasti*) aus Tankmischungen 48 h nach Behandlung

% of recovered



Bernards, M. et al., 2005

Vergleichende Mischbarkeit einer praxisüblichen Fungizid-Mehrfachmischung¹ mit einem chelatisierten (EDTA) und nicht-chelatisiertem Mikronährstoffmix².



nicht-chelatisierte
kationische Mikronährstoffe
Stärkere Rückstände und Ver-
Klebungen auf 100 µm Sieb
nicht ausbringbar

Verstopfung der Düsen ?
Beeinträchtigte PSM-Wirkung ?

100% EDTA-chelatisierte
kationische Mikronährstoffe
Kaum Rückstände
auf 100 µm Sieb
ausbringbar

¹Champion+Diamant+Input ²B+Cu+Fe+Mn+Mo+Zn

Einsatz von Chelatbildnern in der Blattdüngung – Versuch einer differenzierten Betrachtung

Gliederung :

- Übersicht über gängige Mikronährstoffträger
- Vergleichende Wirksamkeit Chelate ./ Nichtchelate(Salze)
- Abhängigkeit von Kultur und Entwicklungsstadium
- Anteil Blattapplikation ./: Bodenapplikation
- Phosphat-Stabilität
- Vergleichende Mischbarkeit mit PSM am Beispiel Glyphosat
- **Biologische -/ physikalische Abbaubarkeit**
- **Schlussfolgerung**



Biologische Abbaubarkeit

- ▶ Bezgl. der Abbaubarkeit müssen die Chelatbildner und deren Metallchelate einzeln betrachtet werden !
- ▶ Behauptung : EDTA ist nicht abbaubar – EDDS* ist abbaubar

Korrekt ist:

EDDS ist als freier Chelatbildner abbaubar. Die meisten Metallchelate der EDDS sind allerdings nicht abbaubar

Fe-III-EDTA ist fotolabil und wird durch Fotodegradation zu biol. abbaubaren Metaboliten oxidiert. Auch andere EDTA-Me-Chelate sind biol. abbaubar. Dafür benötigt man aber spezielle und angereicherte Bakterienstämme.

* EDDS : Ethylendiamindibernsteinsäure = bioabbaubares Strukturisomer der EDTA

Einsatz von Chelatbildnern in der Blattdüngung – Versuch einer differenzierten Betrachtung

Gliederung :

- Übersicht über gängige Mikronährstoffträger
- Vergleichende Wirksamkeit Chelate ./ Nichtchelate(Salze)
- Abhängigkeit von Kultur und Entwicklungsstadium
- Anteil Blattapplikation ./ Bodenapplikation
- Phosphat-Stabilität
- Vergleichende Mischbarkeit mit PSM am Beispiel Glyphosat
- Biologische -/ physikalische Abbaubarkeit
- **Schlussfolgerung**



Schlussfolgerungen

- ▶ Vorteile oder Nachteile von Salzen im Vergleich zu Chelaten bei der Blattdüngung können nicht verallgemeinert werden.
- ▶ Wissenschaftliche Ergebnisse unter Laborbedingungen (isolierte Kutikeln, etc.) alleine eignen sich nicht für Praxisempfehlungen.
- ▶ Pflanzenart, Behandlungsstadium, Versuchsaufbau- und Dauer sowie Applikationsbedingungen in der Praxis (Wechselwirkungen von Formulierungen in der Spritzbrühe !) können in einem starken Maße die jeweilige Effektivität beeinflussen.
- ▶ Stabilere Chelate bieten häufig bei Mischungen mit Phosphathaltigen Blattdüngern /PSM und mit PSM-Mehrfachmischungen höhere Applikationssicherheit.
- ▶ Die biologische Abbaubarkeit von Chelaten muß für das spezifische Me-Chelat beurteilt werden und nicht pauschal für den freien Chelatbildner.