

# MANGAN

## Toprakta Mangan

Yer kabuğundaki miktarı  $\approx 900 \text{ mg kg}^{-1}$  dır

Doğada;  oksitler  sülfidler halinde

Fe ile birlikte bulunur

Volkanik kayalarda Fe/Mn oranı 1/60' dır

· Buralardaki topraklarda % 5-17 Fe, % 0.5-8 Mn bulunur

Primer ve ferromagnezyumlu kayalarda bulunur

Kayalar ayrışınca sekonder mineraller oluşur;

prulozit ( $\text{MnO}_2$ )

manganit ( $\text{MnO}(\text{OH})$ )

hasmanit ( $\text{Mn}_3\text{O}_4$ )

Topraklarda toplam Mn miktarı  $20\text{-}3000 \text{ mg kg}^{-1}$

ortalama  $600 \text{ mg kg}^{-1}$  dır

◆  $\text{Mn}^{+2}$  (toprak çözeltisinde kil ve OM' de adsorbe)

◆  $\text{Mn}^{+3}$  ve  $\text{Mn}^{+4}$  (Mn-oksitlerde bulunur)

bitkiler tarafından **alınabilir**

bitkiler tarafından **alınamaz**

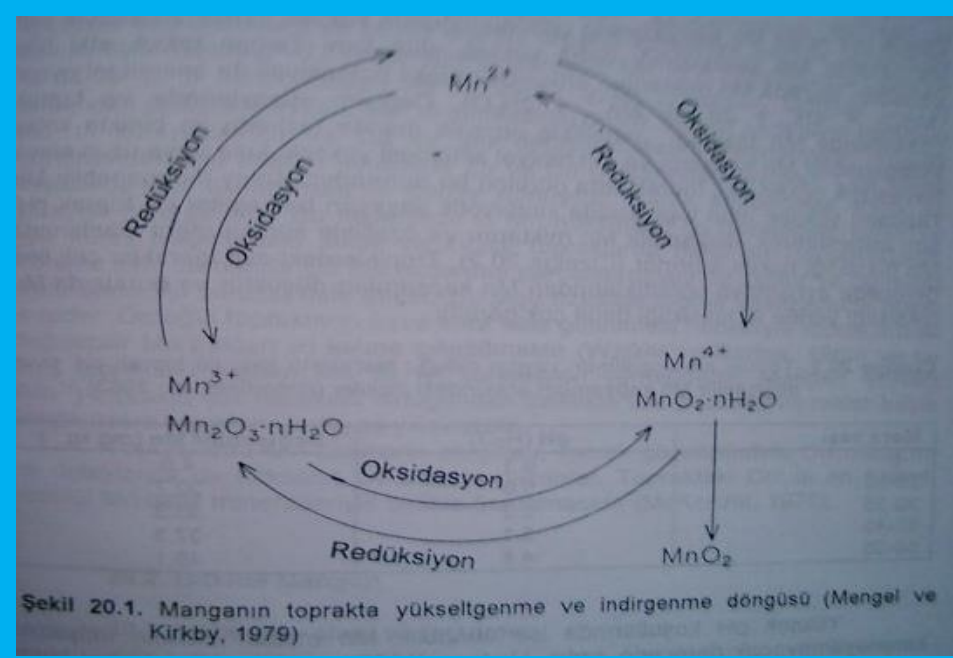
$\text{Mn}^{+2}$  + kolay indirgenebilir Mn = “**Aktif Mn**”

### Oksidasyon-Redüksiyonu etkileyen faktörler;

- ☑ toprak pH' sı
- ☑ organik madde
- ☑ mikrobiyel aktivite → Topraktaki  $Mn^{+2}$  miktarını da belirler
- ☑ toprak nemi



İndirgen koşullarda Mn miktarı artar (toksik olabilir!!!!)



**Çizelge 20.1.** Kireçleme ve 3 gün su altında bırakmanın yonca bitkisinin ürününe ve Mn kapsamına etkisi

Kireçleme (g kg <sup>-1</sup> )	Suyla dozurma	Toprak pH' sı	Ürün (g saksı <sup>-1</sup> )	Mn kapsamı (mg kg <sup>-1</sup> )
0	-	4.8	3.1	426
0	+	5.2	1.2	6067
2.5	-	5.7	5.7	99
2.5	+	3.0	3.0	954

**Düşük pH'** da çözünürlüğü artırır (+ kısa süreli havasızlık)

Burada redoks potansiyeli de önemlidir  
( $MnO_2 + 4H^+ + 2e^- \rightarrow Mn^{+2} + 2H_2O$ )

**Çizelge 20.2.** Toprak altı üçgülünün yaygın olduğu meraların yaşı ile toprak pH' sı ve değişebilir Mn kapsamı arasındaki ilişkiler

Mera yaşı	pH (H <sub>2</sub> O)	Değişebilir Mn (mg kg <sup>-1</sup> )
0	6.1	4.6
25-30	5.6	22.7
30-35	5.3	33.3
35-40	5.1	37.3
50-55	4.8	46.1

Organik madde ile **çözünür** ve **çözünemez** bileşikler oluşturur

Yüksek pH' yla OM Mn yarayırlılığını azaltır

- Asit topraklarda değişebilir Mn miktarı 1000 mg k<sup>1</sup>g
- OM ve pH' sı yüksek topraklarda 0.1 mg k<sup>1</sup>g

Topraktaki bakterilerin Mn oksitlemesi pH' ya bağlıdır (pH: 7 optimum)

- Bakterilerin ölmesi (buhar sterilizasyonu) Mn yarayırlılığını artırır

Mn yarayırlılığını;

1) Kireçleme **AZALTIR**

2) Fizyolojik asit karakterli gübreler(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> **ARTIRIR**

Topraktaki toplam Mn;

① Mineral Mn

② Organik komplekslerdeki Mn

③ Değişebilir Mn

④ Toprak çözeltilisindeki Mn (Mn<sup>+2</sup>, OM ile kompleksMn)

Mn sentetik kleytlerde Zn ve Ca ile yer deđiřtirebilir

Toprak çözeltilisindeki Mn miktarı >> Zn ve Cu miktarı

Mn noksanlığı;

**iyi havalandan** kurak ve yarı kurak bölgelerdeki **alkali ve kireçli** topraklarda daha sık görülür

Mn yıkanabilir (asit, yağışlı, podzolik topraklar)

# Bitkide Mangan

## Mangan alımı ve taşınımı

Alım **AKTİF** tir

Mn<sup>+2</sup> olarak alınır (Bitkide Mn<sup>+2</sup> olarak bulunabilir, okside olabilir)

Mn alımı açısından **bitkiler farklılık** gösterir

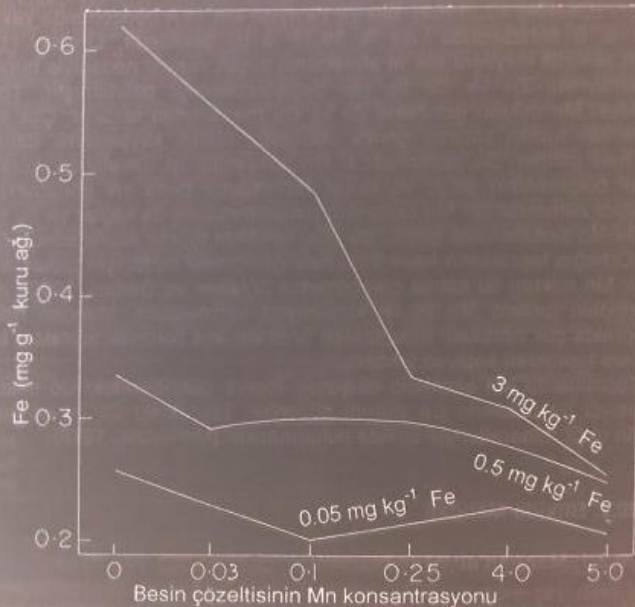
Redoks reaksiyonlarında önemlidir

Mn alım oranı < diğer iki değerli katyonların alım oranı (Ca, Mg)

- **Antagonizm görülür (Mg ⊙ Mn)**
- **İyon çapları nedeniyle de Ca, Mg, Fe, Zn ile işlevsellikte REKABET**

**Kireçleme** (Ca ve pH artışı) Mn alımını **azaltır**

- pH' da alımı etkiler (4-6 arasında artar, >6' da azalır)



Şekil 20.2. Farklı düzeylerde Fe ile beslenen soya fasulyesi bitkisinin Fe kapsamına besin çözeltisinin Mn konsantrasyonunun etkisi (Somers ve Shive, 1942)

NH<sub>4</sub> ile beslenen bitkilerin Mn alımı

<

NO<sub>3</sub> ile beslenen bitkilerin Mn alımı

Mn alımını ;

- Mg, Fe, Zn ve NH<sub>4</sub> iyonları azaltırken
- NO<sub>3</sub> iyonları artırır

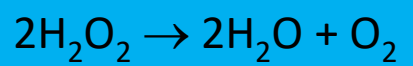
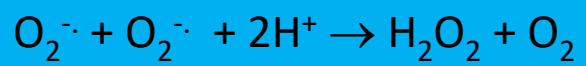
Mn<sup>+2</sup> halinde **sınırlı** oranda **taşınır**

# Manganın biyokimyasal fonksiyonları

Fotosistem II' deki (PS II) mangan-protein

Mn içeren süperoksit dismutaz (MnSOD) enzimlerini etkiler

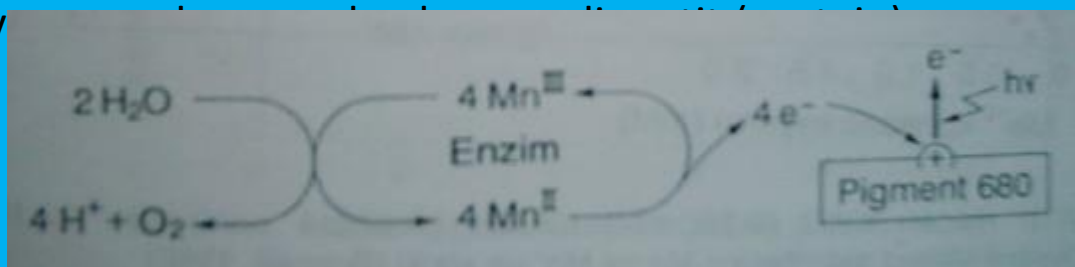
Bitkiyi  $O_2^-$  radikallerinin **toksik** etkisinden **korur**



SOD enzimleri      ❶ FeSOD      ❷ MnSOD      ❸ CuZnSOD      olabilir

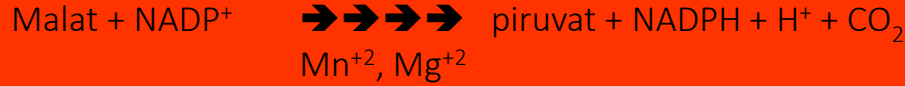
En yaygın Mn içeren enzim;

- PS II' de suy



Mn kofaktör olarak yaklaşık 35 enzimi aktive eder

- **Malik enzimin katalizlediği reaksiyon:**

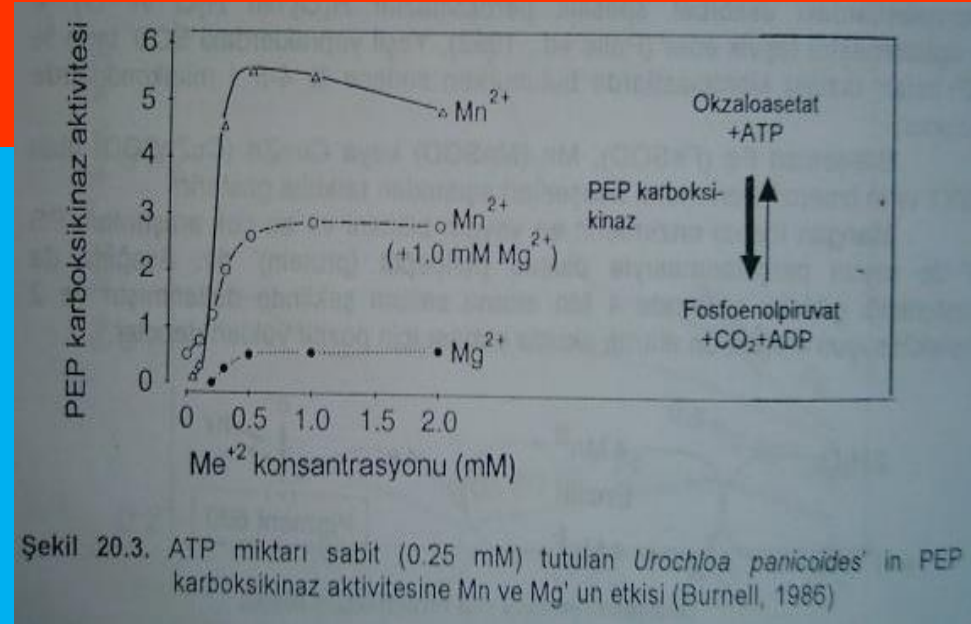


- **İzositrat dehidrogenazın katalizlediği enzim:**



Spesifik olarak Mn' a ihtiyaç duyan enzim;

- kloroplast RNA polimeraz enzimi
- PEP karboksikinaz enzimi



### MANGAN;

- Fenilalanin amonyak-liyaz (PAL)
- Peroksidaz
- İAA Oksidaz enzimlerini de etkiler

Azot metabolizmasında etkili olan;

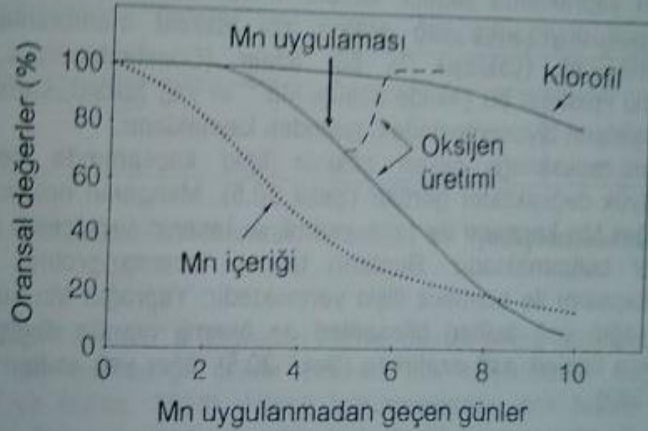
- alantoat amidohidrolaz (alantoin ve alantoat parçalanması ve taşınmasını sağlar)
  - arginaz (dolaylı olarak NO<sub>3</sub> birikimine yol açar)
- enzimleri de Mn tarafından katalizlenir

# Fotosentezde manganın rolü

Yüksek bitkilerde;

- genel olarak fotosentezde
- özel olarak ta PS II' deki fotosentetik O<sub>2</sub> oluşumu

Mn noksanlığına çok duyarlı proseslerdir



Şekil 20.4. Yeraaltı üçgüdü bitkisinin genç yapraklarının Mn ve klorofil kapsamı ile fotosentetik O<sub>2</sub> üretimine Mn uygulamasının durdurulması ve tekrar Mn uygulamasının etkisi (Nable vd., 1984)

**Protein, karbonhidrat ve lipid metabolizmasında manganın rolü**

RNA polimerazı aktive etmesine rağmen;strüktürel olmayan karbonhidratların miktarı ile

kök gelişimi

**daha fazla etkilenmektedir**

Çizelge 20.3. Fasulye bitkisinin gelişimi ve bileşimine Mn noksanlığının etkisi

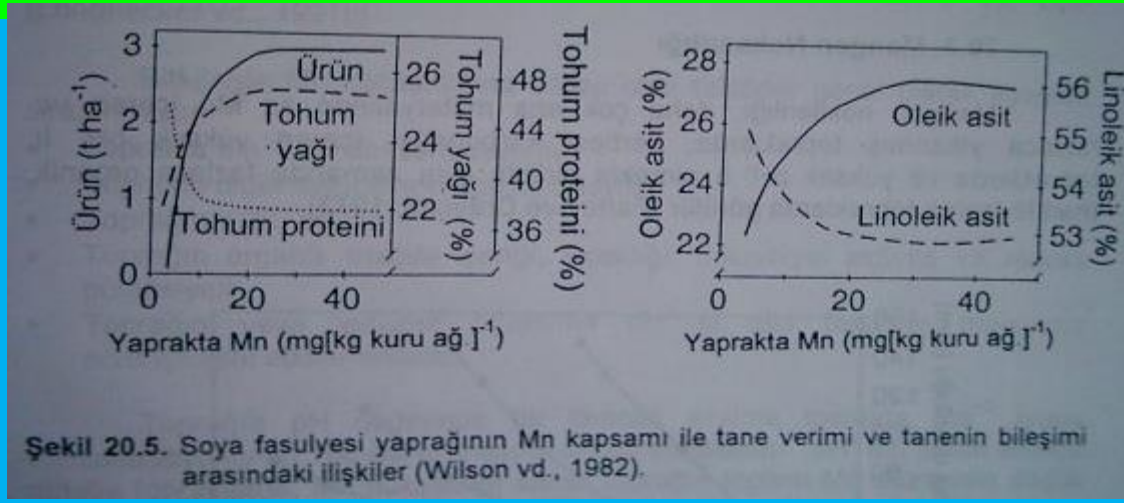
Parametre	Yaprak		Gövde		Kök	
	+Mn	-Mn	+Mn	-Mn	+Mn	-Mn
Kuru ağırlık (g bitki <sup>-1</sup> )	0.64	0.46	0.55	0.38	0.21	0.14
Protein-N' u (mg g <sup>-1</sup> )	52.7	51.2	13.0	14.4	27.0	25.6
Çözünebilir N (mg g <sup>-1</sup> )	6.8	11.9	10.0	16.2	17.2	21.7
Çözünebilir karbonhidrat (mg g <sup>-1</sup> )	17.5	4.0	35.6	14.5	7.6	0.9

Mn lipid metabolizmasını etkiler (yağ asitleri, karotenoidler vb bileşiklerin biosentezini)

Mangan noksanlığı olan yapraklarda

klorofil ile glikolipid ve poli doymamış yağ asitleri azalır

Mn noksanlığında bitkinin lipid kapsamı ve tohum bileşiminde büyük değişiklikler görülür



Mn noksanlığında tohumların yağ içeriğinin azalmasına;

- muhtemelen fotosentez oranının azalması yani
- yağ asitleri sentezi için C girdisinin azalması neden

olur

**Çizelge 20.4.** Genç buğday bitkilerinin tepe ve köklerinin lignin ve Mn kapsamları arasındaki ilişkiler

Parametre	Mn kapsamı (mg kg <sup>-1</sup> )			
	4.2	7.8	12.1	18.9
Lignin (kuru ağırlıkta, %)				
Tepe	4.0	5.8	6.0	6.1
Kök	3.2	12.8	15.0	15.2



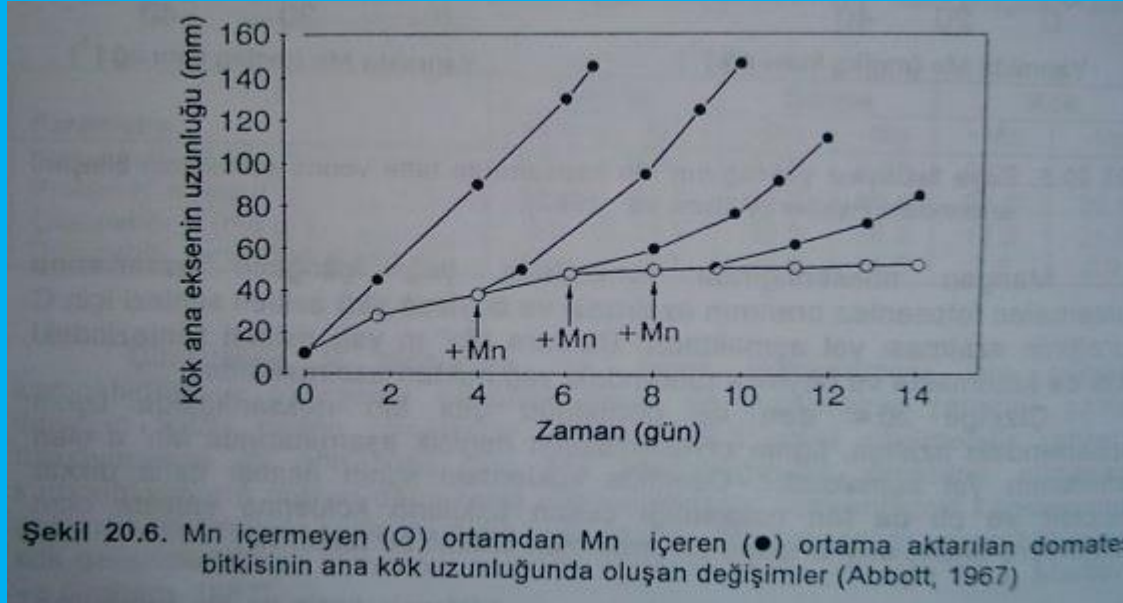
## Hücre bölünmesi, uzaması ve genişlemesinde manganın rolü

Büyüme ve Gelişim için Mn' a ihtiyaç duyulur

Karbonhidrat azlığı da Mn noksanlığında kök büyümesini engeller

**Mn noksanlığından;**

Hücre bölünmesine oranla hücre uzaması ve genişlemesi daha çok etkilenir



## Mangan Noksanlığı

Bitkilerde Mn noksanlığına sebep olan faktörler genel olarak aşağıda sıralanmıştır.

- Toprakta  $Mn^{+2}$ 'nin konsantrasyonu
  - ✓ Ana materyalde Mn az olan
  - ✓ Serbest  $CO_3$ ' lar içeren yüksek pH' lı
  - ✓ Kalkerli
  - ✓ humuslu-kumlu
  - ✓ Aşırı yıkanmış
  - ✓ Yüksek pH + fazla OM' ye sahip
  - ✓ Çernozyem
  - ✓ organik topraklarda
- Toprakta diğer katyonların (Ca, Mg, Fe, Zn, P, N formu) konsantrasyonu
- Toprağın KDK' sı
- Toprağın organik madde içeriği, sıcaklığı, mikrobiyel aktivite ve redoks potansiyeli
- Toprağın veya yetiştirme ortamının pH' sı
  - pH bir birim azalırsa  $Mn^{+2}$  iyonu 100 kat artar
  - pH < 6' da Mn noksanlığı MUTLAK Mn noksanlığından kaynaklanır
  - pH < 5' de  $Mn^{+2}$  toksik düzeye ulaşabilir
  - pH 6.5-8.0 arasında bakteriyel oksidasyon sonucu yararlılık azalır

Nemli topraklarda yararlılık yüksektir

## Noksanlık Belirtileri;

- Genç yapraklarda kloroz nekrozlar
- Tahıllarda kloroz + nekroz + gri benekler
- Dikotiledon bitkilerde kloroz damarlar arasında ve mozaik benzeri şekillerde
- Respirasyon ve transpirasyon değişmezken

☒ ürün

☒ fotosentez

☒ klorofilde **azalma**

- **Donmaya aşırı duyarlılık**

- Başak oluşumunun uzaması
- Tane sayısı ve veriminin azalması
- Polen metabolizmasının engellenmesi
- Tane dolumu için karbonhidrat yetersizliği

## TEDAVİ;

- Toprağa ve/veya yaprağa  $MnSO_4$  uygulanması
- Taşınım sınırlılığı nedeniyle yaprağa uygulamada tekrarlama
- % 1-2' lik  $MnSO_4$  veya % 1' lik Mn-kleyt çözeltileri
- Tohumla Mn uygulama veya tohumda fazla Mn içeren çeşitleri seçme
- Mn noksanlığına duyarlılık açısından bitkiler arasında fark vardır

**çok duyarlılar**; yulaf, buğday, soya fasulyesi ve şeftali

**duyarlı olmayanlar**; mısır ve çavdar

Noksanlıkta kritik düzey açısından bitkiler arasındaki fark azdır

bitki türü, çeşidi ve çevre koşullarından bağımsız  $10-20 \text{ mg kg}^{-1}$

# Mangan Fazlalığı

Toksiklikte kritik düzey;

Bitkilere, genotiplere ve

Çevre koşullarına (sıcaklık ve Si beslenmesi) göre büyük değişim gösterir

Çizelge 20. 5. Değişik bitkilerin kritik Mn toksiklik düzeyleri

Bitkiler	Mn kapsamı (mg kg <sup>-1</sup> )
Mısır	200
Güvercin bezelyesi	300
Soya fasulyesi	600
Pamuk	750
Tatlı patates	1380
Ayçiçeği	5300

\*: % 10 ürün azalmasına neden olan düzey kritik düzey olarak alınmıştır

Çizelge 20.6. Besin çözeltilisinin Mn konsantrasyonunun soya fasulyesi çeşitlerinin kuru ağırlığı ve Mn kapsamına etkileri

Çeşit	Uygulanan Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	Kuru ağırlık (g bitki <sup>-1</sup> )		Tepe Mn kapsamı (mg kg <sup>-1</sup> )
		Tepe	Kök	
T 203	1.5	5.4	0.61	208
	4.5	6.6	0.55	403
	6.5	7.0	0.55	527
Bragg	1.5	5.7	0.59	297
	4.5	5.3	0.64	438
	6.5	4.5	0.68	532

### Toksiklik belirtisi;

- Toprak üstü aksam + generatif aksam öncelikle etkilenir
- Kahverengi benekler (polifenollerin oksidasyonu nedeniyle)
- Kahverengi benek yoğunluğu çeşit seçiminde faydalı olabilir
- Asit topraklarda Ca ve Mg noksanlıklarına oluşur
- N fiksasyonu engellenir

### Mn toksisitesi;

- asit topraklarda
- kompakte topraklarda
- sterilizasyon yapılmış topraklarda
- Cl, NO<sub>3</sub> ve SO<sub>4</sub> içeren gübrelerin fazla kullanıldığı topraklarda görülür

Toksiklik düzeyi 1000 mg kg<sup>-1</sup>

Tahıllar, şeker pancarı, patates, yonca, lahana, domates, marul Mn toksisitesine **hassastır**



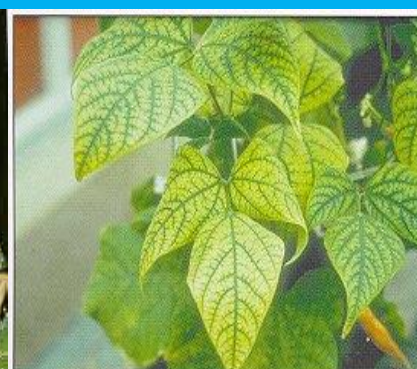


Figure 4. Manganese-deficient dark red kidney beans. Yellowing between the leaf veins. Veins remain green.

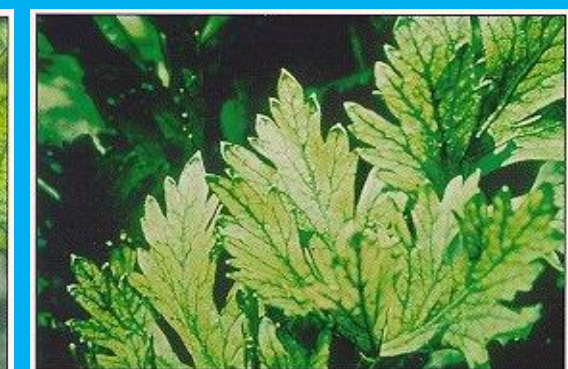


Figure 5. Manganese-deficient celery. Chlorosis of the leaves between the dark veins.





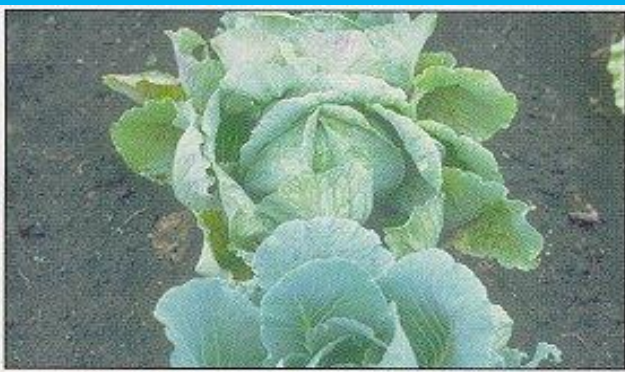


Figure 6. Manganese-deficient cabbage. Interveinal chlorosis of the leaves generally over the entire plant, center. Healthy plant in front.



Figure 7. Manganese-deficient onions. Olive green leaves may appear wilted, right. Normal plants were treated with manganese starter fertilizer, left.



Figure 8. Manganese-deficient corn grown on organic soil. Leaves are light green with yellowish stripes.



Figure 9. Manganese-deficient sugar beets. Mottling between the veins, right. Chlorosis usually begins on the younger leaves. Severe deficiency causes gray and black specks along the veins.



Figure 10. Manganese-deficient wheat. Leaves are discolored and may resemble diseased leaves. Found most often on high pH soils.



Figure 11. Manganese-deficient soybeans. Symptoms are yellowing between the leaf veins with the veins remaining dark green. Found most often on organic soils and high pH soils.



Figure 12. Manganese-deficient soybeans on organic muck soil, center. Caused by a manganese chelate that created iron-manganese imbalance in the plant. The manganese chelate was converted to an iron chelate in the soil after application.

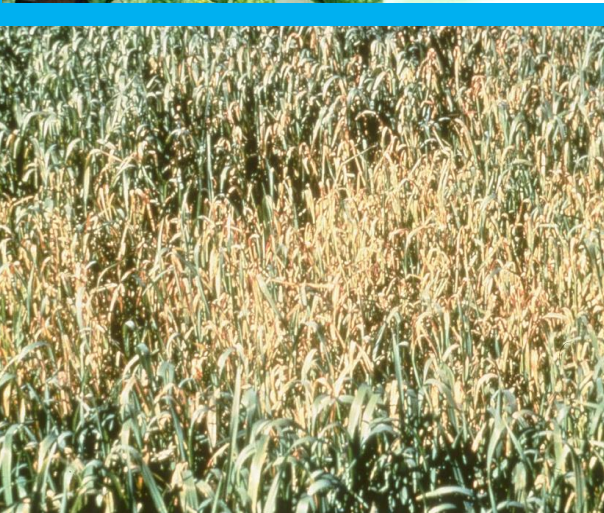
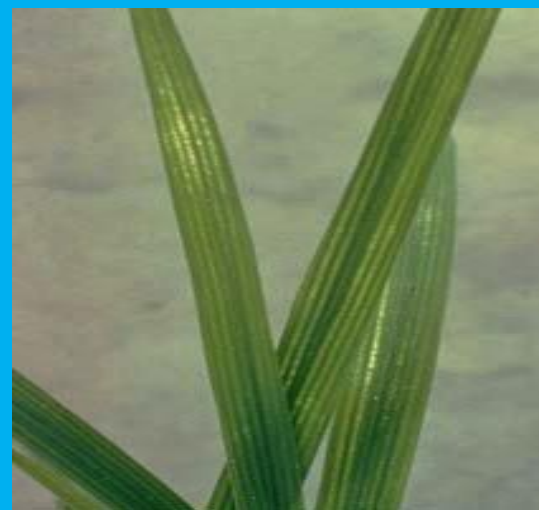


Figure 6. Manganese deficiency, field view.



Figure 7. Manganese deficiency.









Mn  
toksisitesi





