

ZTO 235 BİTKİ FİZYOLOJİSİ

Doç. Dr. Özge ŞAHİN

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki
Besleme Bölümü

06110 Ankara

osahin@ankara.edu.tr

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 (MnO_2) ☒ manganit ($\text{MnO}(\text{OH})$) ☒ hasmanit (Mn_3O_4)

Topraklarda toplam Mn miktarı $20\text{-}3000 \text{ mg kg}^{-1}$
ortalama 600 mg kg^{-1} dır

◆ Mn^{+2} (toprak çözeltisinde kil ve OM' de adsorbe) bitkiler tarafından **alınabilir**
◆ Mn^{+3} ve Mn^{+4} (Mn-oksitlerde bulunur) bitkiler tarafından **alınamaz**

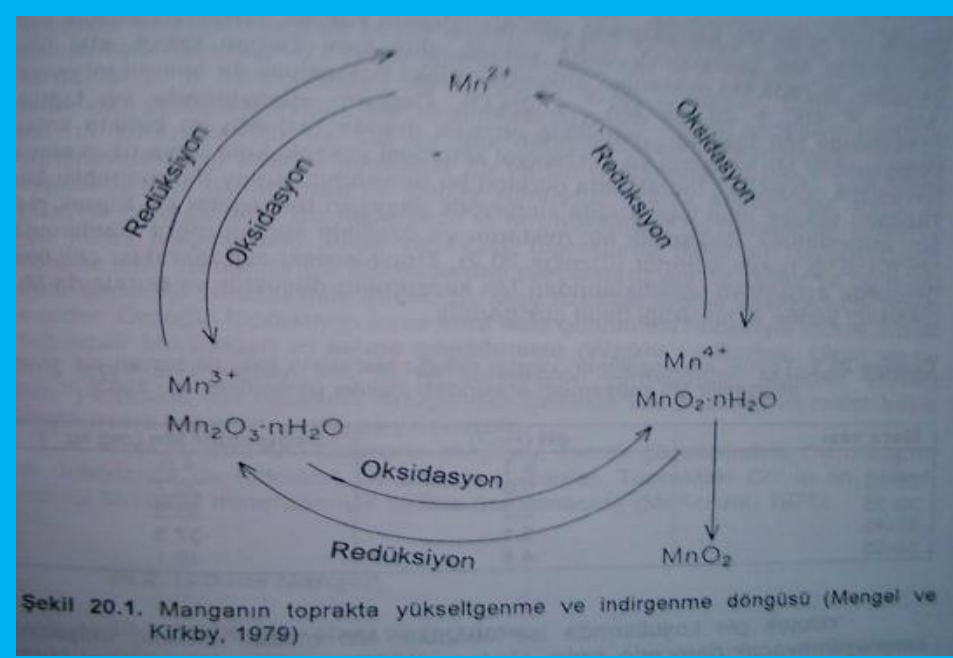
Mn^{+2} + kolay indirgenebilir Mn = “**Aktif Mn**”

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!!!!)



Şekil 20.1. Manganın toprakta yükseltgenme ve indirgenme döngüsü (Mengel ve Kirkby, 1979)

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

Kireçleme (g kg ⁻¹)	Suyla doyurma	Toprak pH' sı	Ürün (g saksı ⁻¹)	Mn kapsamı (mg kg ⁻¹)
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 ₂ O)	Değişebilir Mn (mg kg ⁻¹)
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 değışebilir Mn miktarı 1000 mg kg¹
- OM ve pH' sı yüksek topraklarda 0.1 mg kg¹

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

- Bakterilerin ölmesi (buhar sterilizasyonu) Mn yarayırlılığını artırır

Mn yarayırlılığını;

1) Kireçleme **AZALTIR**

2) Fizyolojik asit karakterli gübreler (NH₄)₂SO₄ **ARTIRIR**

Topraktaki toplam Mn;

① Mineral Mn

② Organik komplekslerdeki Mn

③ Değışebilir Mn

④ Toprak çözeltisindeki Mn (Mn⁺², OM ile kompleks Mn)

Mn sentetik kleytlerde Zn ve Ca ile yer değıştirebilir

Toprak çözeltisindeki 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^{+2} olarak alınır (Bitkide Mn^{+2} olarak bulunabilir, okside olabilir)

Mn alımı açısından **bitkiler farklılık** gösterir

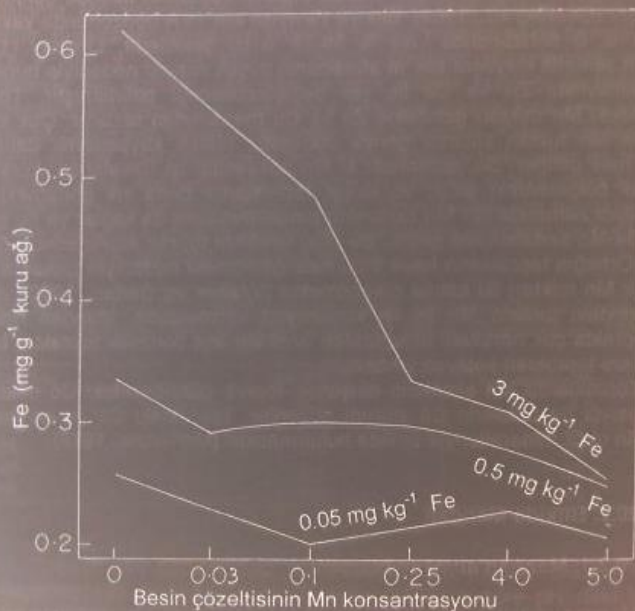
Redoks reaksiyonlarında önemlidir

Mn alım oranı $\leq$ diğer iki değerli katyonların alım oranı (Ca, Mg)

- **Antagonizm görülür** (Mg $\odot$ 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_4 ile beslenen bitkilerin Mn alımı

$<$

NO_3 ile beslenen bitkilerin Mn alımı

Mn alımını ;

- Mg, Fe, Zn ve NH_4 iyonları azaltırken
- NO_3 iyonları artırır

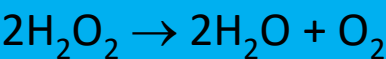
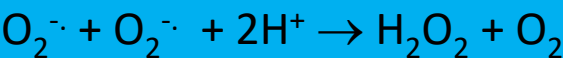
Mn^{+2} halinde **sınırlı** oranda **taşınır**

Manganın biyokimyasal fonksiyonları

Fotosistem II' deki (PS II) mangan-protein

Mn içeren süperoksit dismutaz (MnSOD) enzimlerini etkiler

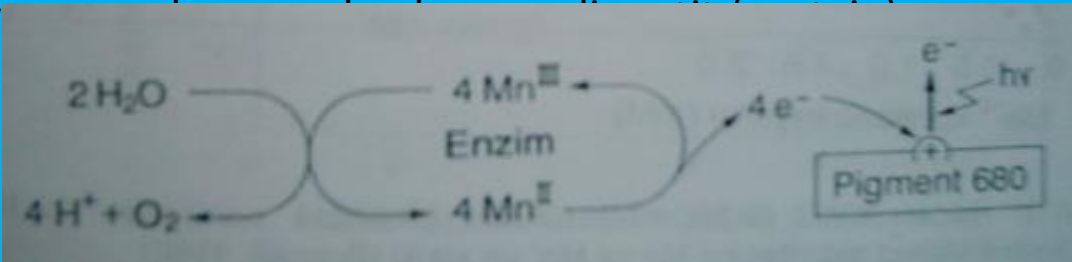
Bitkiyi $O_2^{\cdot -}$ radikallerinin **toksik** etkisinden **korur**



SOD enzimleri ❶ FeSOD ❷ MnSOD ❸ CuZnSOD olabilir

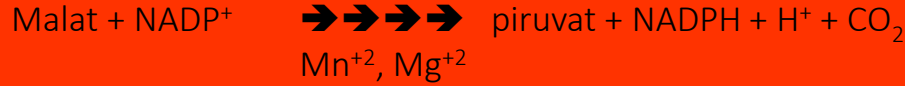
En yaygın Mn içeren enzim;

- PS II' de suy



Mn kofaktör olarak yaklaşık 35 enzimi aktive eder

- Malik enzimin katalizlediği reaksiyon:

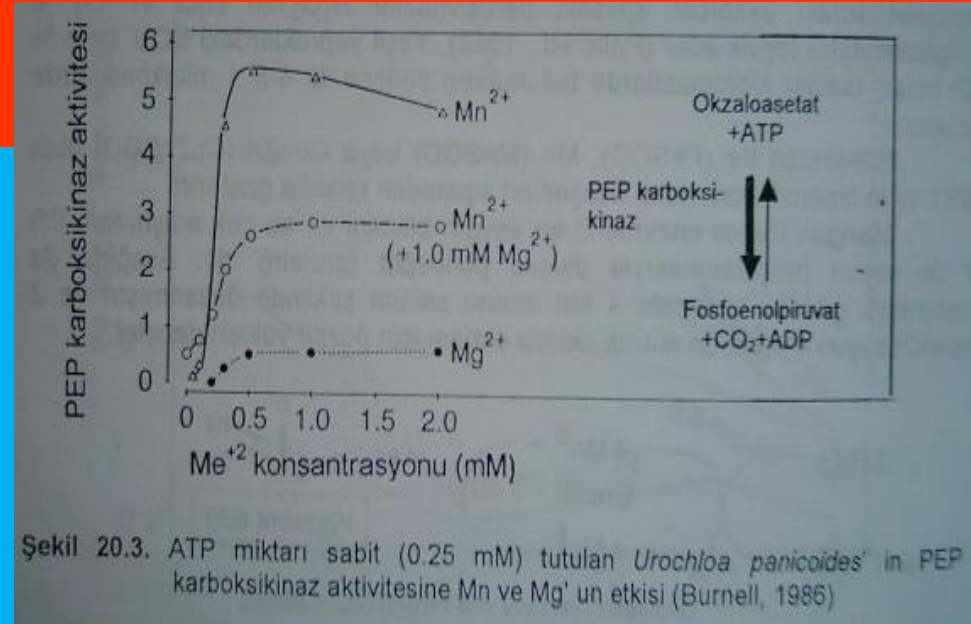


- İzositrat dehidrogenazın katalizlediği enzim:



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 NO₃ birikimine yol açar)

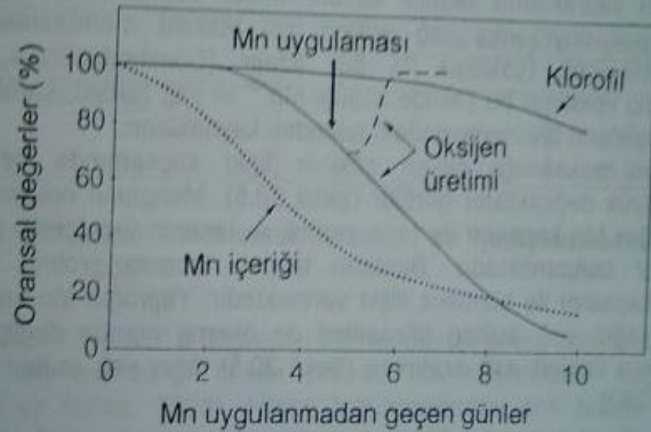
enzimleri de Mn tarafından katalizlenir

Fotosentezde manganın rolü

Yüksek bitkilerde;

- genel olarak fotosentezde
- özel olarak ta PS II' deki fotosentetik O_2 oluşumu

Mn noksanlığına çok duyarlı proseslerdir



Şekil 20.4. Yeraltı üçgülü bitkisinin genç yapraklarının Mn ve klorofil kapsamı ile fotosentetik O_2 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

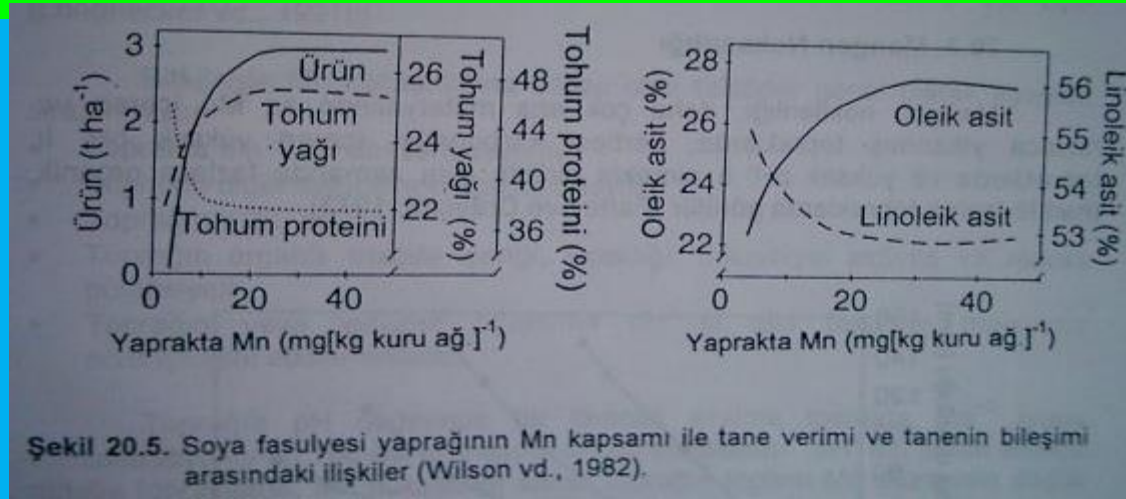
Parametre	Yaprak		Gövde		Kök	
	+Mn	-Mn	+Mn	-Mn	+Mn	-Mn
Kuru ağırlık ($g\ bitki^{-1}$)	0.64	0.46	0.55	0.38	0.21	0.14
Protein-N' u ($mg\ g^{-1}$)	52.7	51.2	13.0	14.4	27.0	25.6
Çözünebilir N ($mg\ g^{-1}$)	6.8	11.9	10.0	16.2	17.2	21.7
Çözünebilir karbonhidrat ($mg\ g^{-1}$)	17.5	4.0	35.6	14.5	7.6	0.9

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

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 kapsamı arasındaki ilişkiler

Parametre	Mn kapsamı (mg kg ⁻¹)			
	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

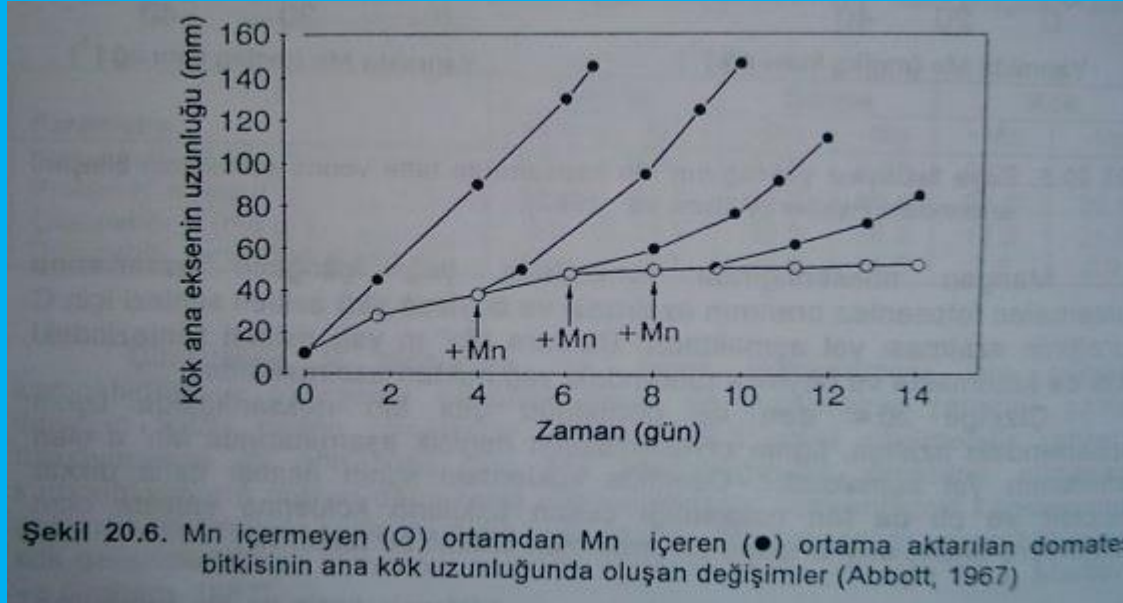
Hücre bölünmesi, uzaması ve genişlemesinde manganın rolü

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 yarayışlılık azalır

Nemli topraklarda yarayışlılık 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 ⁻¹)
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 çözeltisinin Mn konsantrasyonunun soya fasulyesi çeşitlerinin kuru ağırlığı ve Mn kapsamına etkileri

Çeşit	Uygulanan Mn (mg kg ⁻¹)	Kuru ağırlık (g bitki ⁻¹)		Tepe Mn kapsamı (mg kg ⁻¹)
		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, NO₃ ve SO₄ içeren gübrelerin fazla kullanıldığı topraklarda görülür

Toksiklik düzeyi 1000 mg kg⁻¹

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

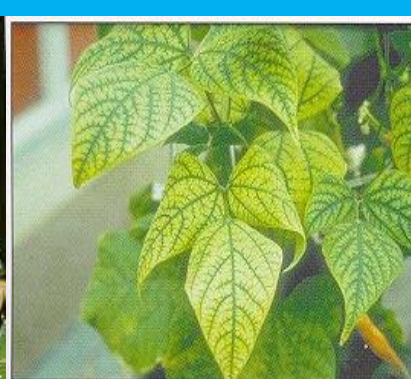
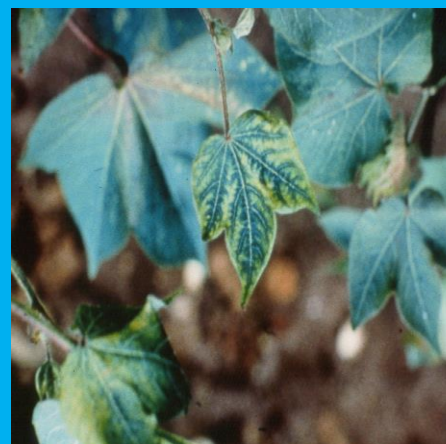


Figure 4. Manganese-deficient dark red kidney beans. Yellowing between the leaf veins. Veins remain green.

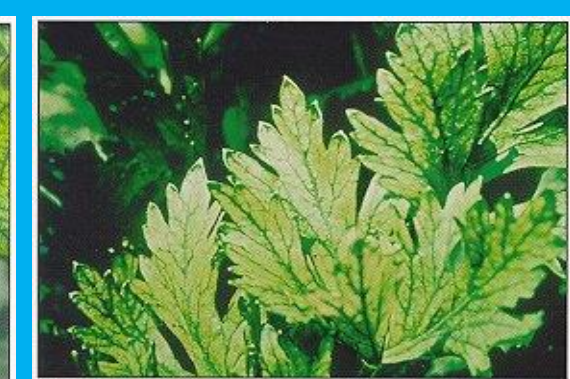


Figure 5. Manganese-deficient celery. Chlorosis of the leaves between the dark veins.



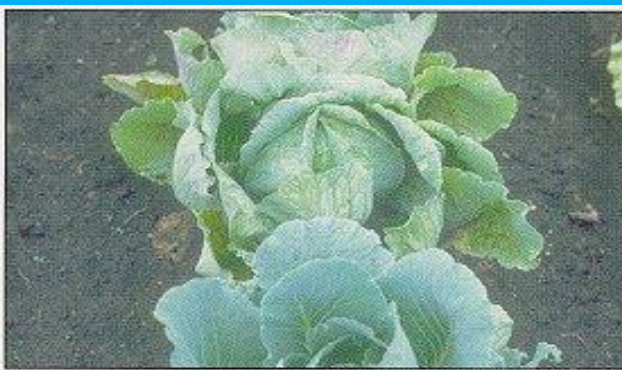


Figure 6. Manganese-deficient cabbage. Interveinal chlorosis of the leaves generally over the entire plant, center. Healthy plant in front.



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.

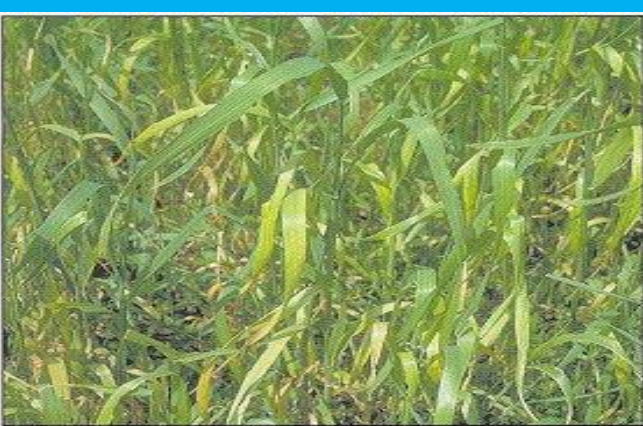


Figure 10. Manganese-deficient wheat. Leaves are discolored and yellowish and may resemble diseased leaves. Found most often on high pH soils.



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.



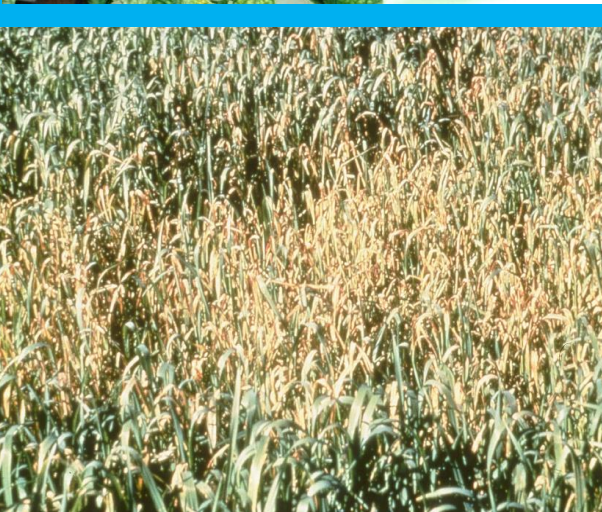
Figure 12. Manganese-deficient soybeans on organic muck soil, center. Caused by a manganese chelate that created iron-manganese imbalance in the plant. The manganese chelate was converted to an iron chelate in the soil after application.



Figure 6. Manganese deficiency, field view.



Figure 7. Manganese deficiency.





Mn
toksisitesi



