

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)

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

bitkiler tarafından **alınabilir**

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!!!!)

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

Kireçleme (g kg ⁻¹)	Suyla dozaj	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



Çizelge 20.2. Toprak altı üçgölünün 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

inal

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

Yüksek pH' yla OM Mn yarıyışlılığını azaltır

- Asit topraklarda değişebilir Mn miktarı 1000 mg kg⁻¹
- OM ve pH' sı yüksek topraklarda 0.1 mg kg⁻¹

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

- Bakterilerin ölmesi (buhar sterilizasyonu) Mn yarıyışlılığını artırır

Mn yarıyışlılığını;

- 1) Kireçleme **AZALTIR**
- 2) Fizyolojik asit karakterli gübreler (NH₄)₂SO₄ **ARTIRIR**

Topraktaki toplam Mn;

- ① Mineral Mn
- ② Organik komplekslerdeki Mn
- ③ Değişebilir Mn
- ④ Toprak çözeltilisindeki Mn (Mn⁺², OM ile kompleks Mn)

Mn sentetik kleytlerde Zn ve Ca ile yer deęiştirebilir

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)

inal

Bitkide Mangana

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

Antagonizm görülür (Mg \ominus 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)

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**



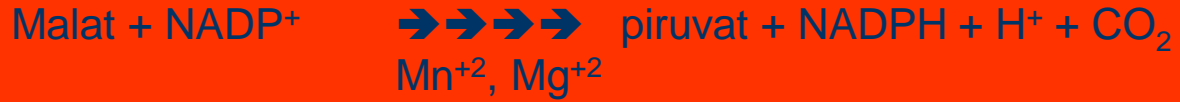
SOD enzimleri ① FeSOD ② MnSOD ③ CuZnSOD olabilir

En yaygın Mn içeren enzim;

- PS II' de suyun parçalanmasıyla oluşan polipeptit (protein)

Mn kofaktör olarak yaklaşık 35 enzimi aktive eder

- **Malik enzimin katalizlediği reaksiyon:**



- **İzositrat dehidrogenazın katalizlediği enzim:**



Spesifik olarak Mn' a ihtiyaç duyan enzim;

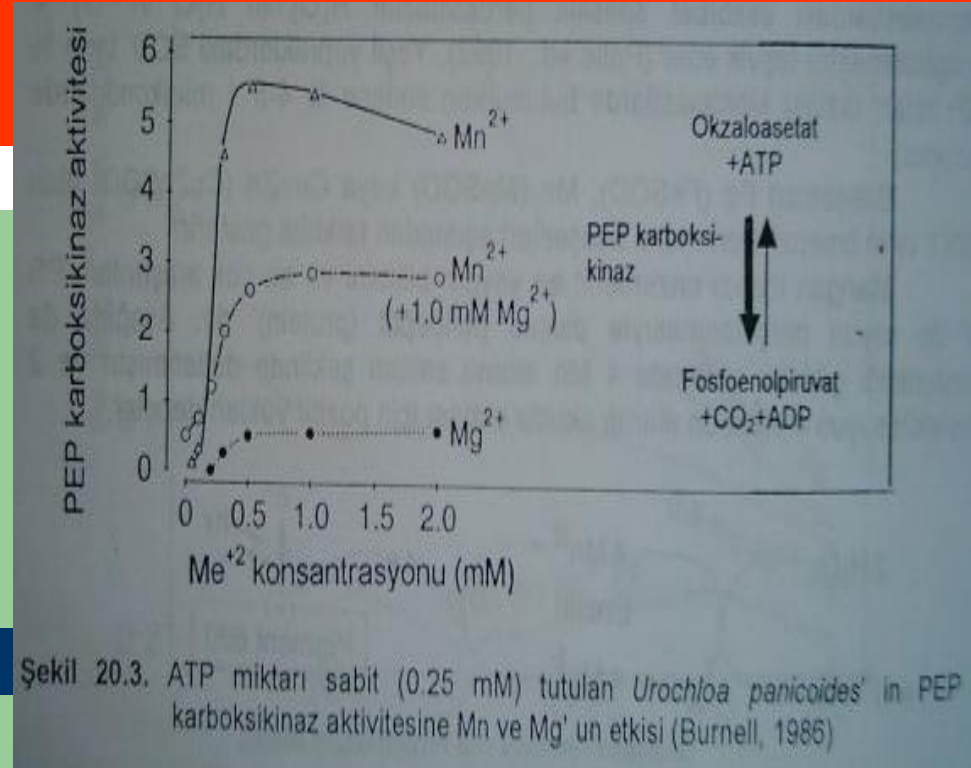
- kloroplast RNA polimeraz enzimi
- PEP karboksikinaz enzimi

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_3 birikimine yol açar) enzimleri de Mn tarafından katalizlenir



Fotosentezde manganın rolü

Yüksek bitkilerde;

- genel olarak fotosentezde
 - özel olarak ta PS II' deki fotosentetik O₂ oluşumu
- Mn noksanlığına çok duyarlı proseslerdir

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

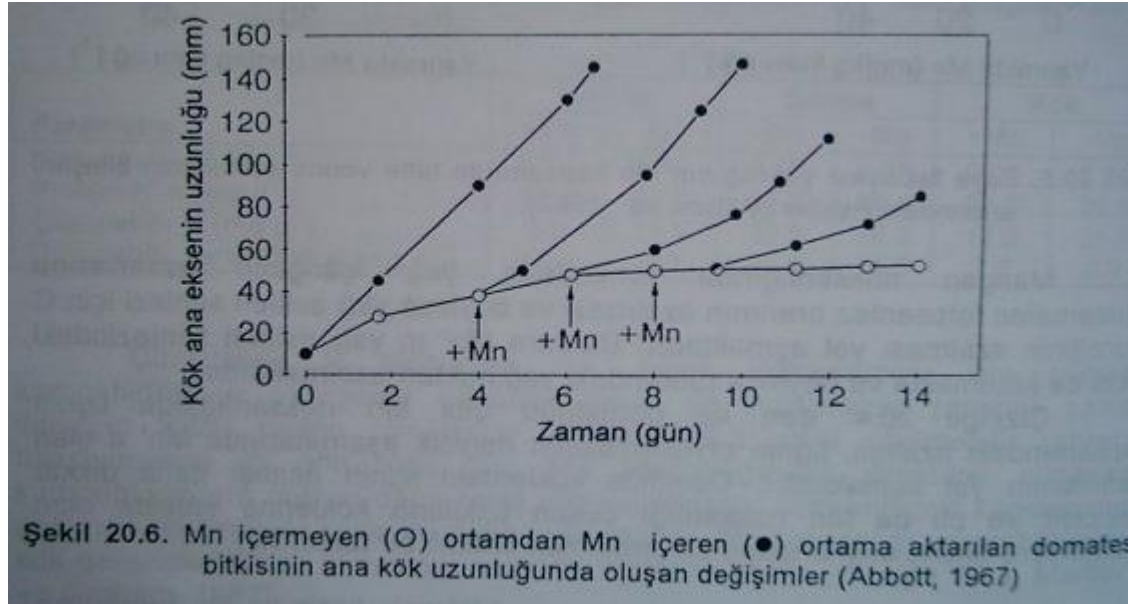
Parametre	Mn kapsamı (mg kg ⁻¹)			
	4.2	7.8	12.1	18.9
Lignin (kuru ağırlıkta, %)				
Tepe	4.0	5.8	6.0	6.1
Kök	3.2	12.8	15.0	15.2

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 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
- Tohumda 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 $10-20 \text{ mg kg}^{-1}$
inal

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**