

# MOLİBDEN

## Toprakta Molibden

### Toplam Mo

İyi ayrılmış topraklarda  $2-4 \text{ mg kg}^{-1}$

az ayrılmış topraklarda  $0.2-36 \text{ mg kg}^{-1}$

Tarım topraklarında  $0.6-3.5 \text{ mg kg}^{-1}$  ( $2 \text{ mg kg}^{-1}$ )

Yarayışlı Mo →→→ ortalama  $0.2 \text{ mg kg}^{-1}$  (ANA MATERYALE BAĞLI)

Sazlık-bataklık topraklar	$0.17-1.4 \text{ mg kg}^{-1}$
Gri-kahverengi podzolik topraklar	$0.1-0.5 \text{ mg kg}^{-1}$
Peat topraklar	$0.1-0.5 \text{ mg kg}^{-1}$
Podzolik topraklar	$0.09-0.36 \text{ mg kg}^{-1}$

Topraktaki Mo;

<b>MİNERAL</b> ↓	<b>ORGANİK</b> ↓	<b>ADSORBE</b> ↓	<b>TOPRAK ÇÖZELTİSİNDE</b>
Ferrimolibdat	$\text{Fe}_2(\text{MoO}_4)_3$	Kurşun molibdat (Wulfenite)	$\text{PbMoO}_4$
Kalsiyum molibdat (Powellit)		$\text{CaMoO}_4$ (ÇÖZÜNÜR)	

Mo, diğer ağır metallere farklı olarak toprakta anyon ( $\text{MoO}_4^{-2}$ )

Topraktaki reaksiyonu fosfat ve sülfat gibidir

Adsorpsiyonu pH'ya bağlı;

Nötr koşullarda AZ

pH ↓ FAZLA

Alkali ortamda Mo miktarı > Asit ortamda Mo miktarı

Çözünebilen miktarı toplamın % 1

Cu, Zn, Fe ve Mn'in tersine Mo ve B'un asit topraklarda ( $\text{pH} < 5$ ) çok kuvvetli tutulması nedeniyle, pH yükseldikçe alınabilirliği ve bitkilere yararlılığı artar

Toprak pH'sı Mo kapsamını yansıtır

$\text{pH} < 5.5$  ise topraklarda Mo noksanlığı beklenmelidir

Her birim pH artışına bağlı olarak çözünebilir Mo 10-100 kat artar

Asit topraklarda bitkilerin Mo alımı < Alkali topraklarda Mo alımı

Kurak ve yarı kurak bölge topraklarında Mo noksanlığı az görülür

**KİREÇLEME !!!! = Mo gübre ( $\text{OH}, \text{P} \leftrightarrow \text{MoO}_4$ )**

Toprak çözeltisinde Mo  $2 \times 10^{-8} - 8 \times 10^{-8}$  M

Çözeltideki ve topraktaki Mo miktarı topraktan toprağa değişken

Mo;

kolloidlerde adsorbe çözeltide ve minerallerin yapısında

Ca-molibdat ve hidrate Mo oksitler ile indirgen koşullarda molibdenit ( $\text{MoS}_2$ )

Topraktaki Mo' in bir kısmı organik formda bulunur

# Bitkide Molibden

## Molibden alımı ve taşınımı

▶▶ Bitkiler molibdat ( $\text{MoO}_4^{-2}$ ) anyonu olarak absorbe eder  
AKTİF ALIM !!

▶▶  $\text{MoO}_4^{-2}$  ' in bir çok özelliği, toprakta yayılgılığını ve bitkiler tarafından alınımını etkileyen sülfat ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) ve fosfat ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) a benzer

▶▶ Anyonlar arası rekabet nedeniyle

$\text{SO}_4$  anyonu Mo alımını ↓  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  anyonu Mo alımını ↑

▶▶ TAŞINIM ksilemde  $\text{MoO}_4^{-2}$ , Mo-S aminoasit kompleksi veya şeker ya da diğer polihidroksi bileşiklerle oluşturulmuş molibdat kompleksi şeklinde

▶▶ Mo ksilem ve floemde kolay hareket ettiğinden uzun mesafe taşınımı KOLAY

Mo' e fizyolojik gereksinim  $< 1 \text{ mg kg}^{-1}$

- fazla alınabilir ve biriktirilebilir
- bir-kaç 1000 mg/kg TOKSİK
- $\text{NO}_3$  ile beslenenlerin Mo ihtiyacı >> diğer N formları
- Ortamdaki Mn arttıkça Mo ihtiyacı ARTAR
- Mn, Zn, Cu, Cl alımı AZALTIR
- $\text{FeSO}_4$  ( $\text{Fe}^{++}$ ) alımı artırır, FeEDDHA AZALTIR
- Asit koşullarda alım AZALIR
- Mo, P metabolizmasında önemli (FOSFORİLASYON,  $\text{P}_i \rightarrow \text{P}_{org}$ )
- Ac-fosfataz enzimlerini engelleyip P-esterlerinin parçalanmasını önler
- Mo, Fe' fizyolojisini etkileyerek klorofil ve protein sentezini etkiler

- Cruciferae ve baklagillerin Mo ihtiyacı FAZLA
- Asit koşullara adapte bitkilerin Mo ihtiyacı AZ
- Mo noksanlığına ÇİFT ÇENEKLİLER DAHA DUYARLI
- Enzimler, (nitrat redüktaz, nitrogenaz, ksantin oksidaz/dehidrogenaz ve SÜLFİT REDÜKTAZ) kofaktör olarak Mo içerir (YAPISAL, KATALİTİK, REDOKS)
- 23.2.2. NİTROGENAZ

**Çizelge 23.1.** Molibden noksanlığı olan toprakta yetiştirilen kızılağaç bitkilerinin gelişim ve N kapsamına Mo uygulamasının etkisi (Becking, 1961)

Parametre	Mo uygulaması ( $\mu\text{g saksı}^{-1}$ )	Yaprak	Gövde	Kök	Nodül
Kuru ağırlık (g saksı <sup>-1</sup> )	0	1.79	0.59	0.38	0.007
	150	5.38	2.20	1.24	0.132
N kapsamı (%)	0	2.29	0.92	1.79	2.77
	150	3.58	1.17	1.83	3.26

- Mo' in etkisi N formuna bağlı
- Mo, N fiksasyonu için GEREKLİ
- Mo noksan olan yerde Mo= N gübrelemesi

**Çizelge 23.2.** Azot ve Mo gübrelemesinin pH' sı 5.6 olan bir toprakta yetiştirilen nodül oluşturan ve oluşturmeyen soya fasulyesi bitkilerinin tohum verimi ile yaprakların N kapsamına etkileri (Parker ve Harris, 1977)

	Uygulama (g Mo ha <sup>-1</sup> )	Nodül oluřturmeyen (kg N ha <sup>-1</sup> )				Nodül oluřturan (kg N ha <sup>-1</sup> )			
		0	67	134	201	0	67	134	201
<b>N (%)</b>	0	3.1	4.6	5.3	5.6	4.3	5.1	5.4	5.6
	34	3.6	4.7	5.3	5.6	5.7	5.5	5.6	5.6
<b>Tohum (t ha<sup>-1</sup>)</b>	0	1.71	2.66	3.00	3.15	2.51	2.76	3.08	3.11
	34	1.62	2.67	2.94	3.16	3.05	3.11	3.23	3.13

## ■ 23.2.3. Nitrat Redüktaz (NR)

Mo, NR' ı aktive eder (N formu önemli)

**Çizelge 23.3.** Azot formu ve Mo' in pH' sı kireçle tamponlanmış ortamda yetiştirilen domates bitkisinin gelişimi ile klorofil, nitrat ve askorbik asit kapsamına etkisi (Hewitt ve McCready, 1956)

N formu	Kuru ağırlık (g)		Klorofil (mg(100g) <sup>-1</sup> yaş ağ.)		Nitrat (mg g <sup>-1</sup> )		Askorbik asit (mg(100g) <sup>-1</sup> yaş ağ.)	
	-Mo	+Mo	-Mo	+Mo	-Mo	+Mo	-Mo	+Mo
NO <sub>3</sub>	9.6	25.0	8.9	15.8	72.9	8.7	99	195
NH <sub>4</sub>	15.9	19.4	21.6	17.4	10.4	8.7	126	184

Steril olmayan ortamlarda

NH<sub>4</sub>-nitrifikasyon--NO<sub>3</sub> birikimi

Mo, elektrokonfigürasyon açısından V ve W' a benzer

W, Mo noksanlığını giderir

NR' i nihibe eder (NO<sub>3</sub> birikir N metabolizması bozulur)

## ■ 23.2.4. Mo içeren diğer enzimler

1) Ksantin oksidaz dehidrogenaz

(purinlerin ürik asite katabolik döngüsünü katalizler)

2) Sülfid oksidaz ( $SO_3 \rightarrow SO_4$ )

## ■ 23.2.5. Mo' e bağlı Metabolik Değişimler

Nitrogenaz  $\rightarrow$  N noksanlığı, metabolik değişimler

\*Kamçı kuyruk

\*Boğum aralarının kısalması

\*Genç yapraklarda kloroz \*Aminoasit ve org. Asit birikimi

\*Düşük sıcaklık ve suyla doygunluğa hassasiyet

\*Polen oluşumu (çiçeklenme gecikir, çiçek açılmaz)

\*Polen taneleri küçüktür ve nişasta içermez

\*İnvertaz aktivitesi  $\rightarrow$  düşer zayıf polen çimlenmesi

**Çizelge 23.4.** Mısır bitkisine uygulanan Mo' in polen oluşumu ve canlılığına etkisi

Mo uygulaması (mg kg <sup>-1</sup> )	Polen tanelerinin Mo kapsamı (μg g <sup>-1</sup> )	Polen üretim kapasitesi (polen sayısı /anter)	Polen çapı (μm)	Polen canlılığı (% çimlenen)
20	92	2437	94	86
0.1	61	1937	85	51
0.01	17	1300	68	27

## ■ 23.3. Mo Noksanlığı ve Fazlalığı

\*Yaprakta kritik noksanlık düzeyi  $0.1-1 \text{ mg kg}^{-1}$  (Bitki türü ve N formuna bağlı)

\*Baklagil tohumlarının Mo kapsamı >> diğer tohumlar

**KAMÇI KUYRUK en belirgin Mo noksanlık belirtisi**

**KİREÇLEME = Mo Gübrelmesi**

**Çizelge 23.5.** Toprak pH' sı ve Mo uygulaması ile soya fasulyesinin kuru ağırlığı ve Mo kapsamı arasındaki ilişkiler (Mortvedt, 1981)

Parametre	Mo uygulaması (mg saksı <sup>-1</sup> )	Toprak pH' sı		
		5.0	6.0	7.0
Kuru ağırlık (g saksı <sup>-1</sup> )	0	14.9	18.9	22.5
	5	19.6	19.5	20.4
Yaprak Mo kapsamı (mg kg <sup>-1</sup> )	0	0.09	0.82	0.90
	5	1.96	6.29	18.50

**Mo içeriği yüksek tohumlar ya da tohumlara Mo uygulaması FAYDALI**

**100 g Mo → tohuma = 60 kg/ha N**

**Çizelge 23.6.** Soya fasulyesi tohumlarının Mo kapsamı ile bu tohumların Mo noksanlığı olan toprakta yetiştirilmesiyle elde edilen ürün arasındaki ilişkiler

Tohumların Mo kapsamı (mg kg <sup>-1</sup> )	Ürün miktarı (kg ha <sup>-1</sup> )
0.05	1505
19.0	2332
48.4	2755

■ Mo floemde kolay taşındığından

Yaprağa Mo uygulaması daha etkilidir, nodüllere kolay taşındığı için baklagillerde etkili

**Çizelge 23.8.** Toprağa veya yaprağa Mo uygulamasının, Mo kapsamı düşük asit kumlu toprakta yetiştirilen yerbıstığı bitkisinin kuru madde üretimi, N alımı ve Mo kapsamına etkisi (Rebafka, 1993)

Mo uygulaması (g ha <sup>-1</sup> )	Kuru ağırlık (kg ha <sup>-1</sup> )	N alımı (kg ha <sup>-1</sup> )	Mo kapsamı (mg kg <sup>-1</sup> )		
			Yaprak	Nodül	Tohum
0	2685	70	0.02	0.4	0.02
200 (toprağa)	3413	90	0.02	1.5	0.20
200 (yaprağa)	3737	101	0.05	3.7	0.53

Toprağa uygulamanın etkisiz olması;

\*\*fiksasyon

\*\*kök alımının engellenmesi (SO4 x MoO4 interaksiyonu)

SP (jips) !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

**Çizelge 23.9.** Fosforlu gübrelerin (13 kg P ha<sup>-1</sup>) Mo kapsamı düşük asit kumlu toprakta yetiştirilen yerbıstığının kuru madde üretimi, N alımı ve Mo kapsamına etkisi (Rebafka vd., 1993)

Fosforlu gübreler	Kuru ağırlık (kg ha <sup>-1</sup> )	N alımı (kg ha <sup>-1</sup> )	Mo kapsamı (mg kg <sup>-1</sup> )		
			Yaprak	Nodül	Tohum
-P	2000	52	0.22	4.0	1.0
+SP	2550	62	0.09	1.5	0.1
+TSP	3150	81	0.31	8.2	3.1

- Mo noksanlık ve toksiklik sınırı geniş (0.1-1000 ppm).  
Yüksek Mo kapsamı tohum açısından faydalı
- Hayvanlarda Mo toksikliği açısından tehlikeli
- $> 5-10 \text{ mg kg}^{-1}$  Mo hayvanlarda Cu noksanlığı →  
*Molibdenozis* olarak bilinen hastalığa yol açar
- Toksiklik tehlikesi, özellikle genç bitkilerden  
kaynaklanabilir → seyrelme etkisi
- Cu kapsamı düşük ve Mo kapsamı  $> 5 \text{ mg kg}^{-1}$  ise  
koyunlarda ishal vakaları !!!!!!!
- Fakat bu olumsuz etki hayvanlara sadece Cu  
uygulamasıyla giderilebilmektedir.
- Bitkilerin Mo kapsamı sülfat uygulamasıyla azaltılabilir  
Bitkiler oldukça yüksek Mo düzeylerine karşı  
toleranslıdırlar ve pratikte Mo toksikliği nadiren görülür.