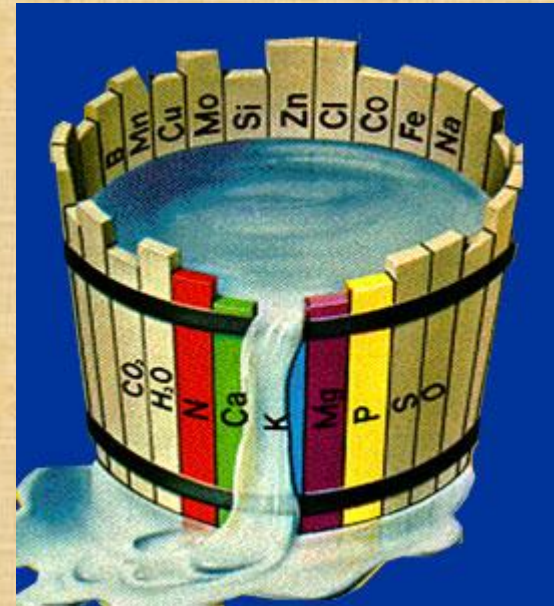


TOPRAKTAKİ BİTKİ BESİN MADDELERİ VE GÜBRELER



Bitkilerin yetişmesinde ve dolayısıyla verimin yüksek olmasında toprakta bulunan bitki besin maddelerinin önemi büyüktür. Toprakta bulunan bitki besin maddelerinin toplam miktarının yanı sıra bu miktardan ne kadarının bitkilerin alabileceği formda olduğu da aynı şekilde bilinmesi gereken husustur.

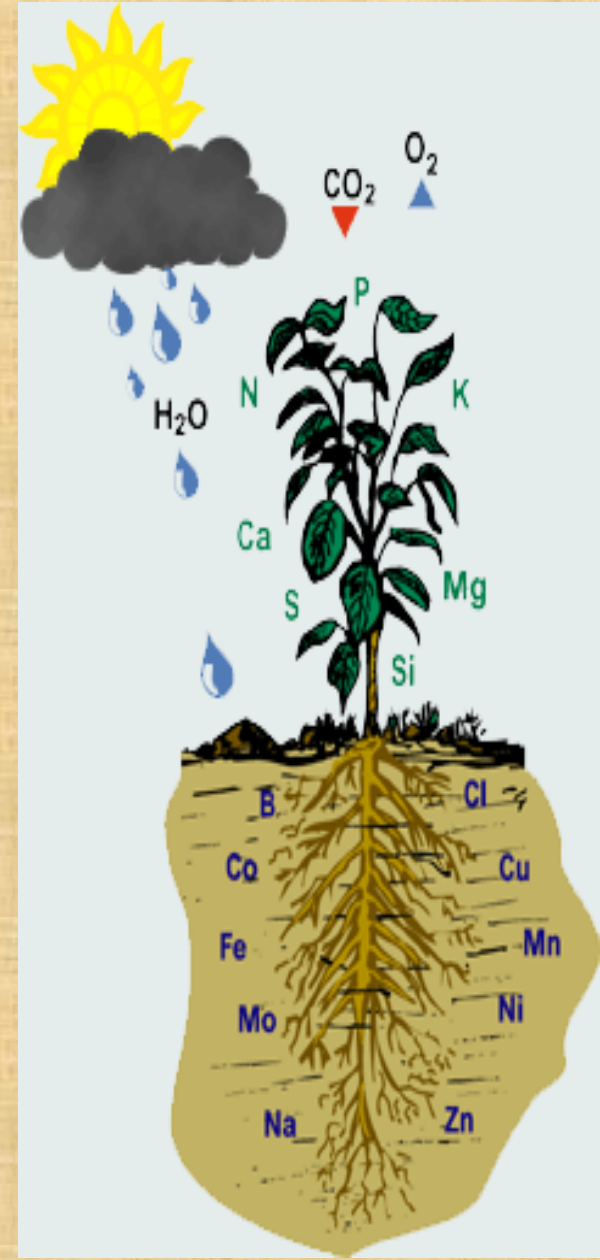
Bitki besin maddelerinin bitkilerin alabileceği forma dönüşmesinde çeşitli faktörler rol oynar. Bu faktörlerin bazıları insanların kontrolü altında iken, bazıları ise değildir. Örneğin, tarla koşullarında hava, ışık ve ısıyı pek az; toprakların bitki besin maddeleri miktarını daha çok etkileyebiliriz.




Topraktaki besin maddelerinin önemli bir kısmı, toprakların oluştukları kayalardan meydana gelir. Ayrıca gübreleme, yağışlar, taban suyu yoluyla toprağa ilave olunan besin maddeleri de diğer besin maddeleri olarak adlandırılabilir.

Topraktaki mevcut besin maddelerinin büyük bir oranı serbest olmayıp, bağlı durumda bulunurken, sadece pek az bir kısmı bitkilerin alabileceği formdadır. Bunlar genellikle suda çözünebilen ve değişebilir iyonlardır. Besin maddelerinin önemli bir kısmı toprakta çok az çözünen bileşikler halinde bulunur.

Besin maddeleri aynı zamanda bitkilerde ve ölü organik maddelerde de vardır. Ölü organik maddelerde var olan besin maddelerinin yararlı duruma geçmesi için organik maddenin parçalanması şarttır.



A young green plant with a red flower bud growing from a mound of soil. The plant has several green leaves and a single red flower bud at the base of its stem. The background is a soft, out-of-focus green field.

Bir bitki besin maddesinin bitkilerin zor alabileceği formdan kolay alınabileceği forma dönüşmesine *serbest kalma (veya mobilizasyon) denir*. Mobilizasyon olayının organik maddelerde meydana gelmesine ise *Mineralizasyon* denilmektedir. Topraktaki besin maddelerinin kaybedilen miktarları ile toprağa katılan besin maddelerini belirlemek mümkündür. Bu saptama işine *Besin Maddeleri Bilançosu* denir.

Besin maddeleri bilançosuna biyolojik kapasite, su miktarı, tekstür, pH, redoks potansiyeli gibi birçok toprak faktörü etki eder.

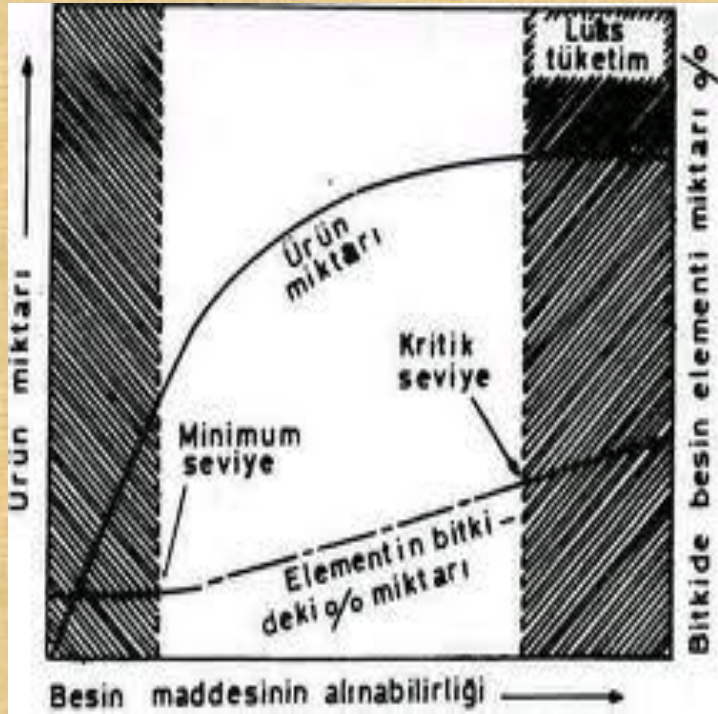
Topraktaki besin maddeleri bitkilerin gelişmesi sırasında bünyelerine aldıkları miktarlarla, yıkanma ve erozyon gibi olaylarla azalır. Aynı şekilde bir kısım besin maddeleri, örneğin N'da olduğu gibi gaz halinde topraktan uzaklaşır.

Bazı hallerde ise toprakta besin maddeleri birikimi olur. Bunlar, gübreleme ile ilave edilen miktar, yağışlar ve taban suyu ile ilave olunan miktar ve azot'ta olduğu gibi hava azotunun biyolojik olarak bağlanması şeklindedir.



Eğer bir besin maddesi toprakta belirli bir düzeyin altına düşerse, yoğun tarım yapılan bölgelerde yüksek verim alabilmek için o besin maddesi miktarının artırılması şarttır.

Farklı özellikteki topraklarda en yüksek verim için gerekli besin maddesi miktarı aynı değildir.



Yeşil bitkiler tarafından ihtiyaç duyulan gerekli besinler, öteki birçok organizmadan ayrıcalıklı olarak, tamamen inorganik niteliklidir. Bu açıdan ele alınınca yeşil bitkiler, besin maddesi olarak ek organik bileşiklere gerek duyan birçok mikroorganizma, hayvan ve insanlardan temel ayrıcalıklar gösterir.

Gerekli bir besin elementi, bir organizmanın normal yaşam döngüsü için kesinlikle bulunması zorunlu olan ve işlevi öteki kimyasal bileşiklerce yerine getirilemeyen element olarak tanımlanabilir. Bu tanımlamaya ek olarak, gerekli besin elementi, beslenme ile doğrudan doğruya ilgili olmalıdır.

Bu tanımlamaya uygun olarak, Arnon ve Stout (1939) tarafından önerilen aşağıdaki kimyasal elementler günümüzde yüksek bitkiler için gerekli kabul edilmektedir

BİTKİLER İÇİN HAYATİ ve FAYDALI ELEMENTLER																	
H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt									
		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb		
		Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No		

Karbon C

Hidrojen H

Oksijen O

Azot (Nitrojen) N

Fosfor P

Kükürt S

Potasyum K

Kalsiyum Ca

Mağnezyum Mg

Demir Fe

Mangan Mn

Bakır Cu

Çinko Zn

Molibden Mo

Bor B

Klor Cl

(Sodyum) Na

(Silisyum) Si

(Kobalt) Co

Sodyum, silisyum ve kobaltın tüm yüksek bitkiler için gerekli elementler olduğu henüz belirlenememiştir. Bu nedenle, adı geçen elementler, yukarıda parantez içinde gösterilmiştir.

Bazı bitki türleri, özellikle Chenopodiaceae (kaz ayağı) ve tuzlu koşullara uyum sağlamış türler, sodyumu oldukça yüksek dozlarda almaktadır. Sodyum bazı durumlarda yararlı etki yapmakta, kimi durumlarda ise gerekli olmaktadır.

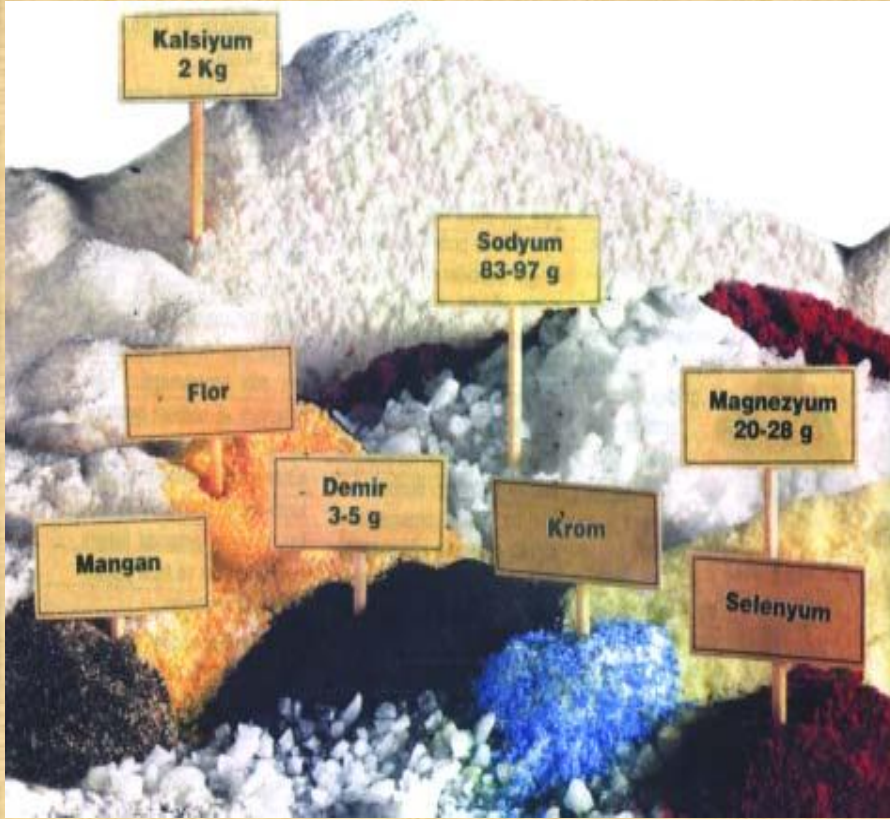
Pirinç (çeltik) için gerekli bir besin elementi olan Si için de aynı şeyler geçerlidir.

Bitki besin elementleri, makro ve mikro elementler olarak sınıflandırılabilir. Makro besin elementleri, mikro besin elementlerine göre bitkilerde daha fazla miktarda bulunur ve bitkide gerek duyulan miktarları daha fazladır. Makro besin elementlerinden N'un bitki dokusundaki miktarı, mikro besin elementlerinden çinkonun miktarından en az bin kat daha fazladır.

Besin elementinin bitki materyalindeki niceliğine bağlı olarak yapılan bu sınıflamayı izlersek *C, H, O, N, P, S, K, Ca, Mg, (Na, Si) makro besin elementleri olarak tanımlanabilir. Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, B ve Cl ise mikro besin elementleridir.*



Makro ve Mikro Besin Elementleri



Makro Besin Maddeleri

Karbon: C,

Hidrojen: H,

Oksijen: O,

Azot: N,

Fosfor: P,

Kükürt: S,

Potasyum: K,

Kalsiyum: Ca,

Magnezyum: Mg,

Sodyum: (Na)

Silisyum: (Si)



Azot (N)

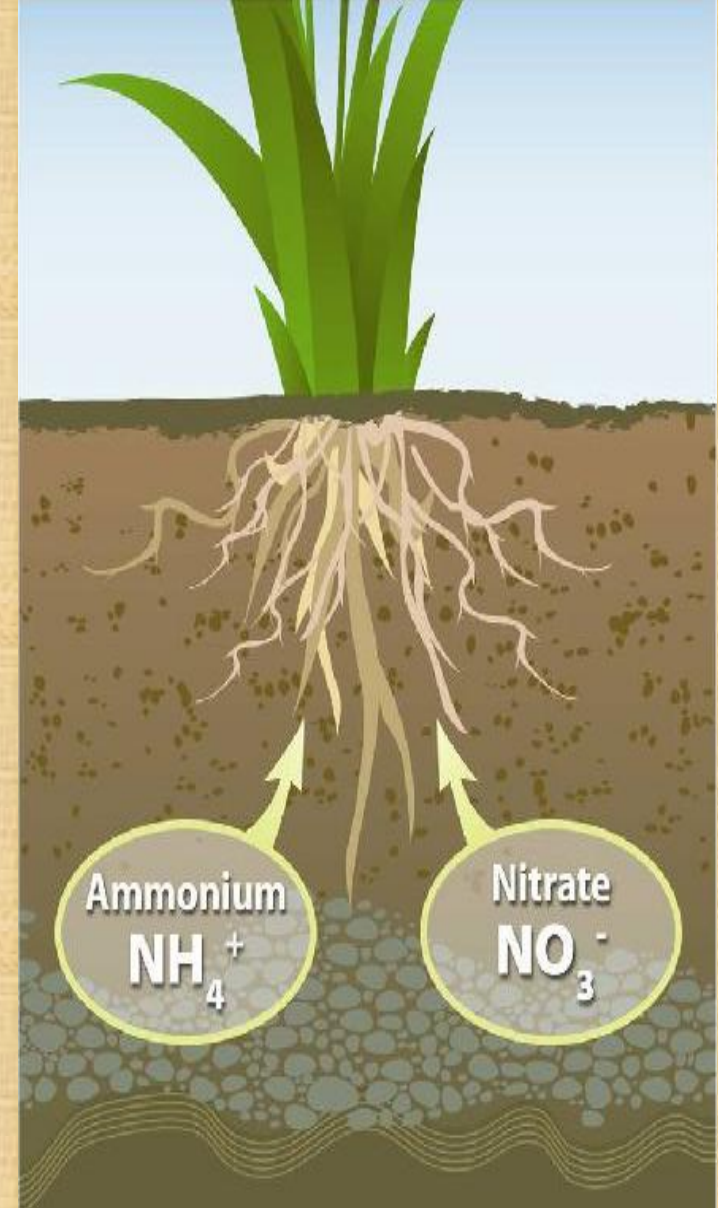
Topraklarda azot, üç grup altında incelenebilir.
Bunlar:

1. Elementer-Moleküler azot,
2. İnorganik azot bileşikleri,
3. Organik azot bileşikleri

Elementer-Moleküler azot (N_2) toprak havasında gaz halinde ve toprak suyunda ise çözülmüş olarak bulunur.

Toprakta bulunan inorganik azot bileşikleri; nitroz oksit (N_2O), nitrik oksit (NO), azot dioksit (NO_2), amonyak (NH_3), amonyum (NH_4^+), nitrit (NO_2^-) ve nitrat (NO_3^-)dır.

İlk dört bileşik gaz halinde bulunur, diğer üçü ise toprak çözeltisinde iyonik formda bulunur.



Topraklarda bulunan toplam azotun yaklaşık olarak % 2'sini değişebilir haldeki suda çözünmüş amonyum, nitrit ve nitrat oluşturmaktadır.

Amonyum (NH_4^+) iyonu toprakların kil parçacıkları üzerinde adsorbe edilmiş; değişebilir halde ve değişmez halde tutulmuş bir şekilde bulunur.

Bitkiler daha önce de belirtildiği gibi, nitrat (NO_3^-)' tan fazla miktarda yararlanırlar.

Nitrat toprağın kil parçacıkları ile etkileşime girmez ve tutulmaz. Topraktan kolayca yıkanır.

Kök bölgesine kolayca erişen nitrattan bitkiler, güçlkle karşılaşmaksızın yararlanırlar.

Toprakta bulunan organik azot bileşikleri çoğunlukla protein özelliğindedir. Mikrobiyolojik parçalanma sonucu organik azot bileşikleri inorganik azot bileşiklerine veya elementer azota dönüşür.

Toprakta bitkiler tarafından yararlanılabilir haldeki azotun asıl kaynağı toprak organik maddesi veya humustur.

Bu maddeler veya toprağa verilen azot içerikli organik bileşikler uygun koşullar altında mikroorganizmalar tarafından parçalanır.

Organik materyaller, aynı zamanda bakteri ve mantar gibi bazı heterotrofik organizmalar için enerji ve karbon kaynağıdır.



Azot topraktan çeşitli şekillerde kaybolur. Bunlar:

- a. Bitkiler tarafından alınma,
- b. Topraktan yıkanma,
- c. Erozyonla taşınma,
- d. Gaz halinde azot kayıpları.

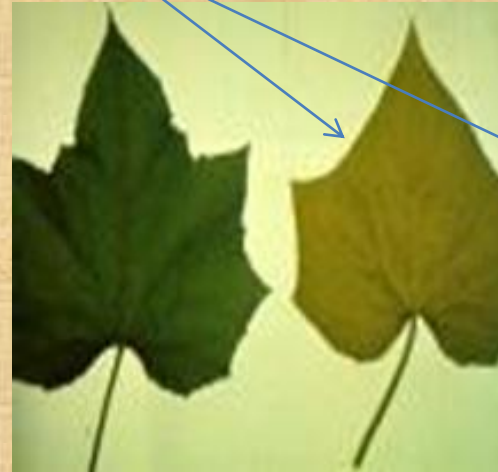
Topraklara doğal ve yapay değişik yollarla sürekli olarak azot verilir. Böylece bir yönden topraklar azot yitirirken öte yandan azot kazanırlar. En önemli azot kazanma yolları;

- a. Toprağa verilen bitkisel ve hayvansal artıklarla azot kazancı
- b. Yağışlarla azot kazancı
- c. Havanın serbest azotunun tutulması yoluyla azot kazancı'dır.

Bitki tarafından alınan en önemli N formları nitrat ve amonyum azotudur. Bunun yanında bitki, organik-N bileşiklerini de alabilme yeteneğine sahiptir. Ancak, üre dışında bunun pratik olarak çok az önemi vardır.

Azot, sadece amino asitlerinin ve N bazlarının, dolayısıyla, proteinlerin ve nükleik asitlerin yapı taşı oluşturmak suretiyle doğrudan etki etmez; dolaylı olarak da sitokinlerin sentezi üzerinden gelişme ve ürün oluşumunu etkileyebilir.

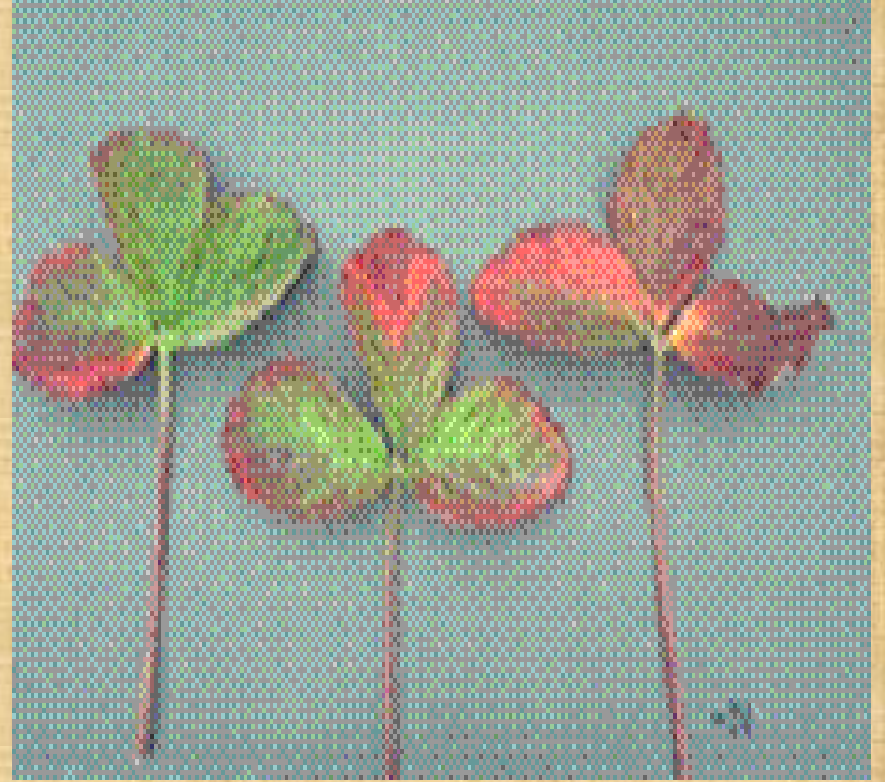
N temininin yetersiz olması halinde bunun bütün metabolizma olayları üzerinde olumsuz etkisi kaçınılmaz olacaktır. Protein oluşumu ve dolayısıyla enzim komplekslerinin yapımı, sonuç olarak bütün gelişme engellenir. *N noksanlığı olan bitkiler küçük, cılız ve dik duruşludurlar. Yaprakları solgun, açık sarı renk gösterirler, kırmızımsı renk tonları da ender değildir.* Renk değişimleri öncelikle yaşlı yapraklarda başlar, bunlar sık-sık vaktinden önce dökülürler.



Azot eksikliği



Resim 1. Azot eksikliği ilek bitkisinde yaşlı yapraklarda kenardan içe doğru genel bir sararma ile kendini gösterir. Sararmanın ileri düzeyde ortaya çıktığı kısımlarda tüm kısımlar sarı renk alır.



Resim 2. Sararmada olduğu gibi bazen yaprak kenarlarından içe doğru kırmızılaşma şeklinde kendini gösteren azot eksikliği ileri düzeylerde bitkinin tümünü etkileyebilir.

Tahıllarda N noksanlığı kendisini özellikle kardeşlenme döneminde açık yeşil, solgun bir renkle gösterir. Kardeşlenme sınırlıdır, bitkilerin bir örtü oluşturmaları bu yüzden kötüdür. Boyuna büyümenin başlamasıyla N noksanlığı bulunan bitkilerin ince sapı gittikçe belirginleşir, cılız gelişme gösterir. Generatif dönem vaktinden önce başlar. Başak kısa kalır, daneler noksan bir şekilde teşekkül ederler



Aşırı N sağlanması durumunda bitkiler koyu yeşil, sulu ve geniş yapraklı olurlar. Koyu yeşil renge artan kloroplast sentezi neden olur. Çeşitli kültür bitkilerinin ve bu arada özellikle tahılların dayanıklılığı azalır. N temini çok fazla olan bitkiler çoğunlukla bakteriyel ve mantari zararlılara karşı azalmış bir direnç gösterirler.

Nar bitkisinde Fusarium spp.



Çeltikte mantari hastalık.



Aşırı azotlu gübre kullanılmamalıdır.

Nitrat (NO_3^-) N'u gübrelemesi toprak zltisinin nitrat konsantrasyonunu birdenbire yükseltir. Nitrat N'u bu yüzden çabuk alınabilir ve bu sebepten dolayı ***nitrat gübreleri çabuk etki eden N gübreleri olarak değerlendirilirler.***

N beslenmesi kardeşlenmeyi teşvik ettiğinden kışın don olayı sonucu boşluklar ortaya çıkan tahıl tarlaları, vejetasyon başlangıcında nitrat gbreleriyle gbrenir (*kalsiyumnitrat, sodyumnitrat, potasyumnitrat*).

NH_4^+ azotu da kültür bitkilerinin çoğu tarafından yüksek oranda alınır; fakat NH_4^+ olarak dikkate değer ölçüde toprak kolloidleri tarafından adsorbe edilir. Böylece sorpsiyon bakımından kuvvetli topraklarda sadece az miktarda NH_4^+ azotu toprak zltisine ulaşır. Bu nedenle ***NH_4^+ İçeren gübreler yavaş etki eden N gbreleridir.***

pH değeri 4.1 olan yerlerde NH_3 +'ın nitrifikasyonu hemen hemen hiç gerçekleşmez; böyle şartlar altında bitkiler NH_4 + azotuyla beslenirler. Azotlu gübreler, doğal azotlu (organik azotlu) ve kimyasal azotlu gübreler olmak üzere iki büyük grup içinde incelenebilir.

Kimyasal azotlu gübreler de esas olarak iki grup altında toplanabilir: 1) Amonyum azotlu gübreler 2) Nitrat azotlu gübreler. *Amonyum formunda azot içeren azotlu gübrelerin çoğu fizyolojik yönden asit karakterlidir. Buna karşılık, nitrat formunda azot içeren gübrelerden bazıları bazik etkiye sahiptir*



Kükürt (S)

Bitkiler kükürdü topraktan ve havadan alırlar. Toprakta inorganik ve organik maddelerin parçalanması ile kükürt bitkilere yararlı forma dönüşmektedir.

Ayrıca jipsin, elementer kükürdün ve $SO_4=$ içeren gübrelerin toprağa katılması ile toprağa kükürt katılmış olur. Bazen yer altı sularının da kükürtlü olduğu görülmektedir. Sulama suyu olarak kullanılan bu kükürtlü sularla da toprağa kükürt katılmış olur.



Atmosferde de çok az oranda kükürt (S) bulunmaktadır. Bu kükürdün kaynakları genellikle bazı fabrika bacalarından ve motorlu taşıtların eksozlarından çıkan kükürtlü gazlardır. SO₂ formunda bulunan bu gaz bitki yaprakları tarafından alınarak, bitkinin kükürt gereksiniminin bir bölümü karşılanabilmektedir.

Bitkilerin kullandığı kükürt SO₄= formundadır. Organik madde bakımından fakir olan topraklarda ise SO₄= az miktarda bulunmaktadır.

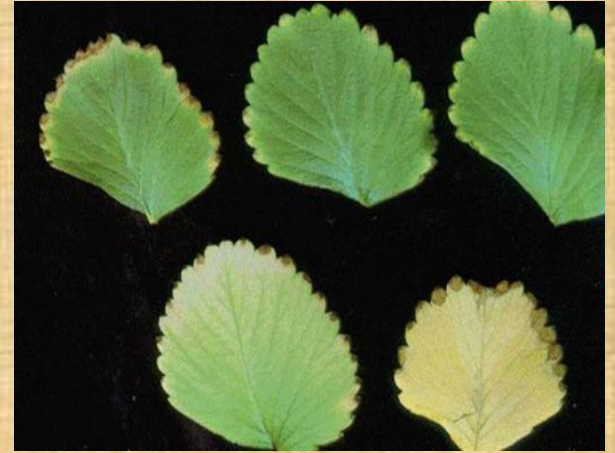
Genel olarak kükürt içeren bileşikler şunlardır.

1. Jips (CaSO₄.2H₂O) ve anhidrit (CaSO₄)
2. Kükürt içeren kimyasal gübreler (Amonyum sülfat, Potasyum sülfat)
3. Çiftlik gübreleri
4. Elementer kükürt
5. Ticari demir sülfat.

Yaprak üzerinden SO₂ olarak alınan kükürt, bitki içinde indirgenir ve S içeren organik bileşiklerin yapımı için kullanılır.

Yetersiz S beslenmesinde protein sentezi engellenmiş olur. S noksanlığı bitkilerinin protein içerikleri düşük olurken, çözünen ve S içermeyen amino asitleri birikirler. Buna göre kloroplastların oluşumu engellenmiş olur; yani yapraklarda renk açılması olur.

S noksanlığı belirtileri N noksanlığına benzerdir. Azalan S sonucu, yapraklar açık yeşil ve sonra sarı olurlar, kısmen de kırmızı renk tonlarını alırlar. Noksanlık bitkileri çoğunlukla sert, eğilip bükülmez ve çabuk kırılan bir habitusa sahiptirler. *Önce yaşlı yapraklarda başlayan N noksanlığından farklı olarak S noksanlığı çoğunlukla önce en genç yapraklarda kendini gösterir.*



Bitkideki genel sararma ve kırılmalık kükürt eksikliğinin en belirgin sonucudur.

Fosfor (P)

Bitkiler gereksinme duydukları fosforun büyük bir bölümünü toprak çözeltisinden ve çok küçük de olsa bir bölümünü doğrudan toprak katı fazından alırlar. Toprak çözeltisinde eksilen fosfor toprağın katı fazı tarafından hemen eski düzeyine getirilir. Bu duruma göre toprak çözeltisi ile toprağın katı fazı arasında öteki bitki besin maddeleri için olduğu gibi fosfor içinde de sürekli bir denge vardır.

Topraklarda bulunan bitkilerin yararlanabildikleri fosfor bileşikleri iki ana grup altında toplanabilir.

1. İnorganik fosfor bileşikleri
2. Organik fosfor bileşikleri

Topraktaki organik maddenin biyokimyasal faktörlerle ayrışarak bitki besin elementlerinin inorganik forma dönüştürülmesine "mineralizasyon" adı verildiğini biliyoruz.

Toprakta organik halde bulunan fosfor bileşikleri de sürekli bir şekilde mineralize olmakta ve inorganik hale geçen fosfordan bitkiler yararlanmaktadır. Bitkiler topraktan fosforu, $\text{HPO}_4^{=}$ ve H_2PO_4^- iyonları şeklinde almaktadır. Genellikle kültür toprakları fosfor yönünden yoksuldu. Bunun en önemli nedeni yıllar yılı doğal yollarla topraktan kaldırılan fosfora oranla yine doğal yollarla toprağa verilen fosforun göreceli olarak çok az olmasıdır. Erozyon ve bitkiler tarafından alınmayla kaybolan fosfor, bitki artıkları, organik ve inorganik gübrelerle tekrar toprağa verilmektedir.

P noksanlığı bitkileri küçük, zayıf görünümlü, dik büyüyen, yaprakları sert duruşlu bitkilerdir. Bu yüzden, "solgun görünüm" olarak tanımlanan K noksanlığının aksine P noksanlığı "donmuş görünüm" olarak da tanımlanır.

P noksanlığı bitkilerinin sapları ince, kök gelişimleri zayıf ve tahıllarda kardeşlenmeleri sınırlıdır.

P noksanlığının ayırt edilmesi için önemli bir özellik noksanlık yapraklarının kirli yeşil rengidir. Bunun yanında bazen kırmızı renk tonları da ortaya çıkar. Bu karakteristikler kültür bitkilerinin çoğu için geçerlidir.





Resim a. İleri düzey fosfor eksikliğinde yapraklara tam hakim olan kırmızıya çalan bir renk dönüşümü gözlenir.



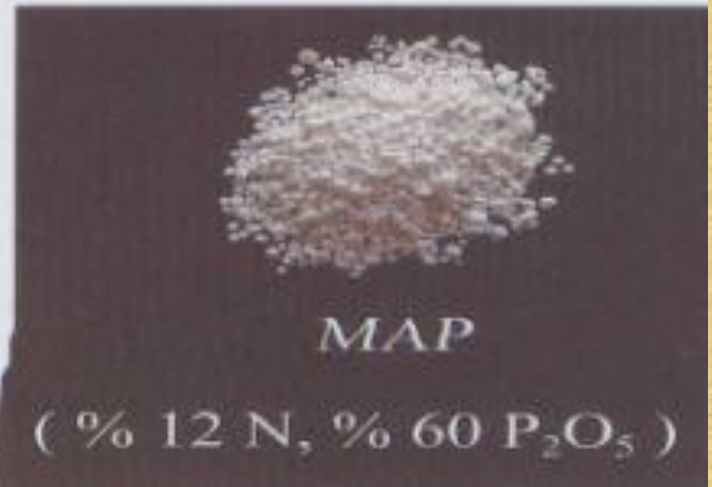
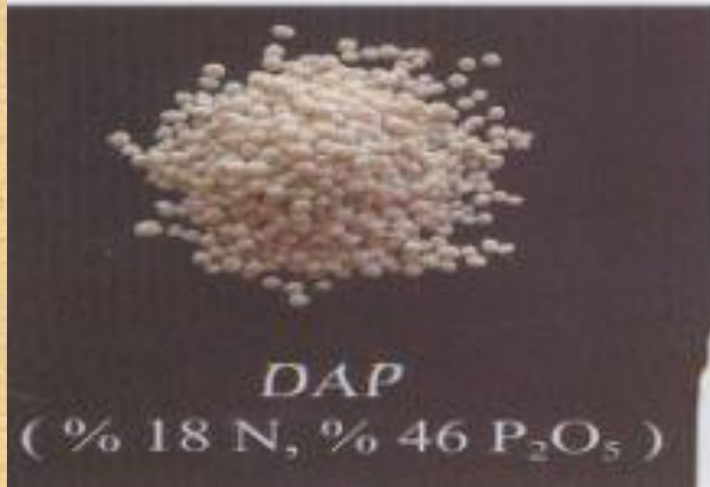
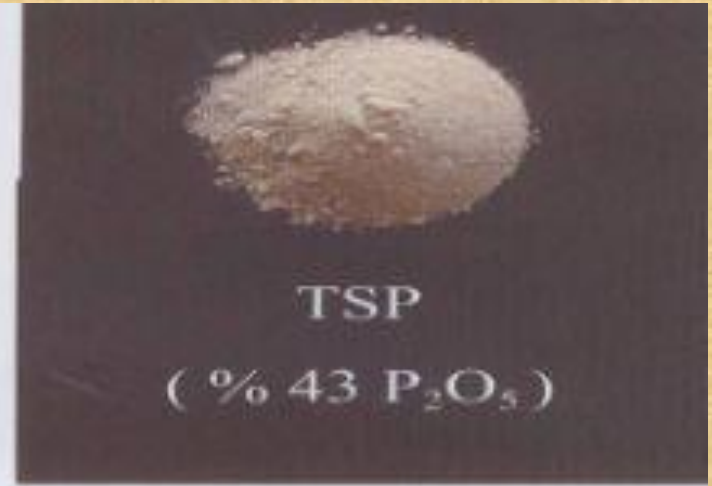
Resim b. Yapraklardaki kırmızıya dönüşüm ilk olarak yaprak kenarlarından başlar ve içeriye doğru yayılarak büyür.

Fosfat toprakta oldukça sıkı bağlanır. Öyle ki, daha alt horizonlara doğru yer değiştirmesi hemen hemen yok denecek kadar azdır ve yıkanmasından endişe etmemek gerekir.

Fosfatlı gübrelerin ilk üretimlerinde, fosforun özgün kaynağı kemikti; ancak bu kaynak, kısa bir zaman içinde tükenmiştir. Bugün olduğu gibi, geçmişte de uzun yıllar fosfatlı gübre üretiminde kullanılan en önemli kaynak fosfat kayası olmuştur. Fosfat kayası yatakları dünyanın birçok bölgelerinde bulunmaktadır.



Fosfat kayacı



Önemli fosforlu gübreler

Potasyum (K)

Topraklarda bulunan potasyum, potasyumlu minerallere sahip kayaların parçalanıp dağılması sonucu oluşur. Potasyumlu feldispatlar, muskovit ve biotit potasyuma kaynak olan birincil potasyum mineralleri olarak bilinirler.

Genel olarak toprakların toplam potasyum içerikleri yüksektir. Ancak, bu topraklarda bitkiye yararlı halde bulunan potasyum toplam potasyumun çok küçük bir bölümünü oluşturmaktadır.

Çoğu kez toplam potasyum yönünden zengin topraklarda potasyumlu gübrelerin kültür bitkileri üzerinde olumlu etkileri görülmektedir. Kültür bitkilerine yararlılıkları esas alınarak toprak potasyumu üç ana grup altında toplanabilir. Bunlar:

- a. Göreceli olarak yararlanılamayan halde bulunan K
- b. Güç yararlanılabilir halde bulunan K
- c. Kolaylıkla yararlanılabilir halde bulunan K.

Toprak çözeltilisinde çözülmüş halde bulunan potasyum ile toprağın kolloidal özellikteki komplekslerinde değişebilir halde tutulmuş bulunan potasyum, bitkiler tarafından kolaylıkla yararlanılabilir potasyumu temsil eder. Güç yararlanılabilir potasyum, çok uzun sürede yararlanılabilen potasyumdur. Çoğu kez güç yararlanılabilir potasyum "Fikse edilmiş potasyum" veya "Değişmez haldeki potasyum" olarak tanımlanır. Bu durumda topraktaki potasyum dengesi şu şekilde gösterilebilir:



Toprakta bulunan potasyumun bitkilere yararlılığı üzerine toprağın kimyasal ve fiziksel özellikleri önemli etki yapmaktadırlar. Çeşitli yollarla topraktan kaybolan potasyum, K içeren inorganik gübrelerle, ahır gübresiyle, sap ve yapraklarında çok miktarda potasyum içeren bitkilerin toprağa karıştırılmasıyla geri vermeye çalışılır.

Yetersiz K temininde kuvvetli ve elastik sapların oluşumu gerçekleşmez ve tahıllar için pratik önemi olan yatma tehlikesi artar.

Yetersiz bir K temini kendisini ilkönce ilgili bitkilerin turgorunda gösterir. Yapraklar pörsük ve aşağı sarkıktırlar, kenardan itibaren açık yeşil renk açılmaları başlar, bunlar ilerleyen noksanlıkla kahverengileşir ve nekrotik bir hal alırlar. Bitkide pörsük ve solgun bir izlenim bırakır.



Çilek Bitkisinde Potasyum Eksikliği



Potasyum eksikliğindeki en önemli belirti sapın yaprakla birleştiği noktadan itibaren ana damar boyunca ilerleyen lekedir.



Yaprağın dip kısmından başlayan leke mor ya da kahverengidir. Bu lekenin görünümü çama benzer özellik gösterir.

Ayrıca, potasyum noksanlığında bitkinin su bütçesi düzeni bozulduğu gibi, meristematik dokuların gelişmesi de zayıflar. Şeker pancarı, çeşitli sebzeler ve meyve ağaçları potasyuma fazlaca gereksinme duyarlar.