

Topraktaki Fosfor ve Potasyum Elementlerinin Bulunma ve Alınma Şekilleri

Fosfor (P)

Bitkiler gereksinme duydukları fosforun büyük bir bölümünü toprak çözeltisinden ve çok küçük de olsa bir bölümünü doğrudan toprak katı fazından alırlar.

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

1. İnorganik fosfor bileşikleri
2. Organik fosfor bileşikleri

Fosfor (P)

Toprakta organik halde bulunan fosfor bileşikleri de sürekli bir şekilde mineralize olmakta ve inorganik hale geçen fosfordan bitkiler yararlanmaktadır.

Bitkiler topraktan fosforu, $\text{HPO}_4^{=}$ (hidrojen fosfat) ve H_2PO_4^- (Dihidrojen fosfat) iyonları şeklinde almaktadır.

Fosfor (P)

Biyolojik alınabilirliği sınırlıdır.

P toprak materyalleriyle güçlü bir şekilde reaksiyona girer.

Toprakta taşınımı sınırlıdır.

Erozyonla hareket eder.

Fosfor (P)

Fosfat, kil mineralleri ve karbonatlar, özellikle de Al ve Fe oksitler tarafından adsorbe edilebilir.

Bu nedenle en önemli inorganik toprak fosfatları, Ca-fosfat, Al-fosfat ve Fe-fosfatlardır.

Toprak çözeltisinde mevcut fosfat başlıca HPO_4^{-2} ve H_2PO_4^- ' ten oluşur. Her ikisi pH'ye bağlı bir denge içinde bulunurlar.

pH 7'de HPO_4^{-2} , pH 7'nin altında H_2PO_4^- baskındır.

Fosfor (P)

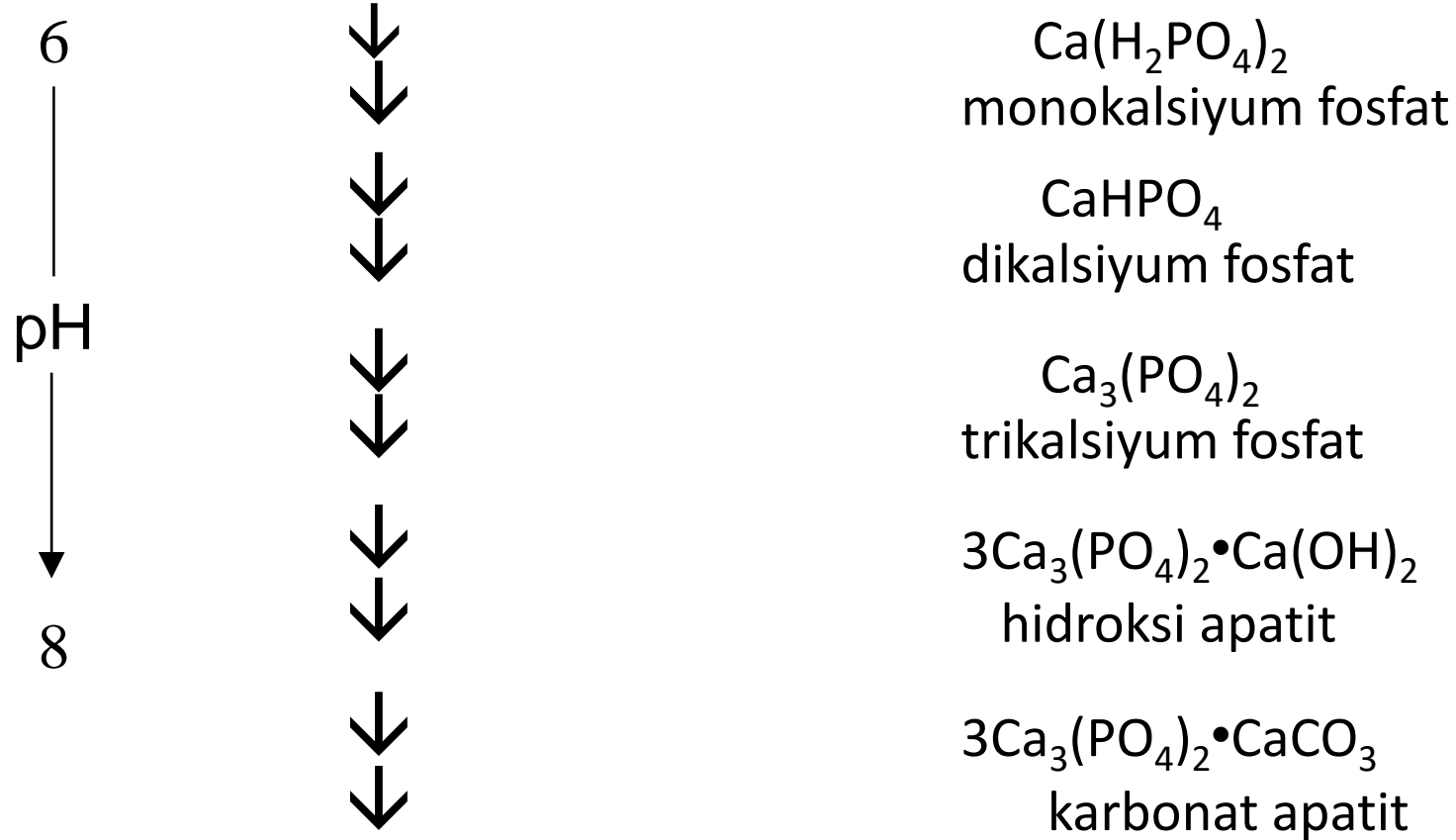
Fosfor asidik topraklarda Fe ve Al fosfatlar halindedir;



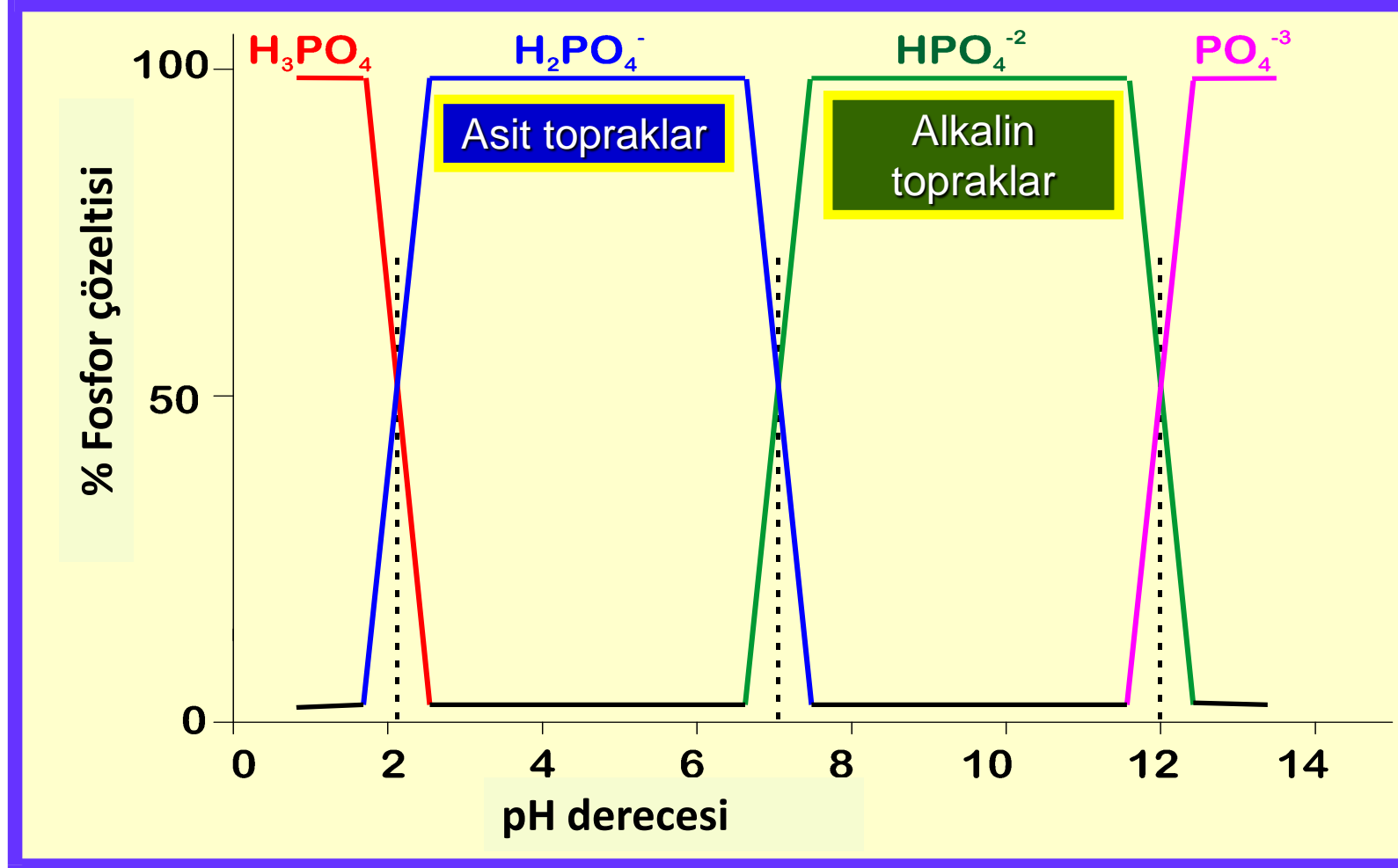
Alkali topraklarda Ca ve Mg fosfatlar şeklindedir.

İnorganik Fosfor Bileşikleri

azalan çözünürlük



Fosfat iyonlarının farklı pH derecelerinde bulunma şekilleri



Fosfor (P)

Fosfat toprakta oldukça sıkı bağlanır.

Alt horizonlara doğru yer değiştirmesi hemen hemen yok denecek kadar azdır ve yıkanmasından endişe edilmez.

Fosfatlı gübre üretiminde kullanılan en önemli kaynak fosfat kayası olmuştur.

Fosfat kayası yatakları dünyanın birçok bölgelerinde bulunmaktadır.

Fosfor (P)

Toprakta bulunan fosforun kaynağı apatit mineralidir.

Apatit minerali flour apatit veya hidroksiapatit bileşimlerinde bulunur.

Genel olarak kuvarsitler, fillitler ve mikaşistler gibi kristalin şistler az miktarda fosfor içerdikleri halde bazalt ve benzeri bazik mağmatik kayalardaki fosfor miktarı daha fazladır.

Fosfor (P)

Fosforun fazla olması durumunda çinko ve demir gibi mikro besin elementlerinin noksanlığı meydana gelirken kalsiyum, bor, bakır ve mangan noksanlıkları da meydana gelebilmektedir.

Toprakta Organik Fosfor

Toprakta mevcut toplam fosforun %20-80' i organik bağlı fosfordur.

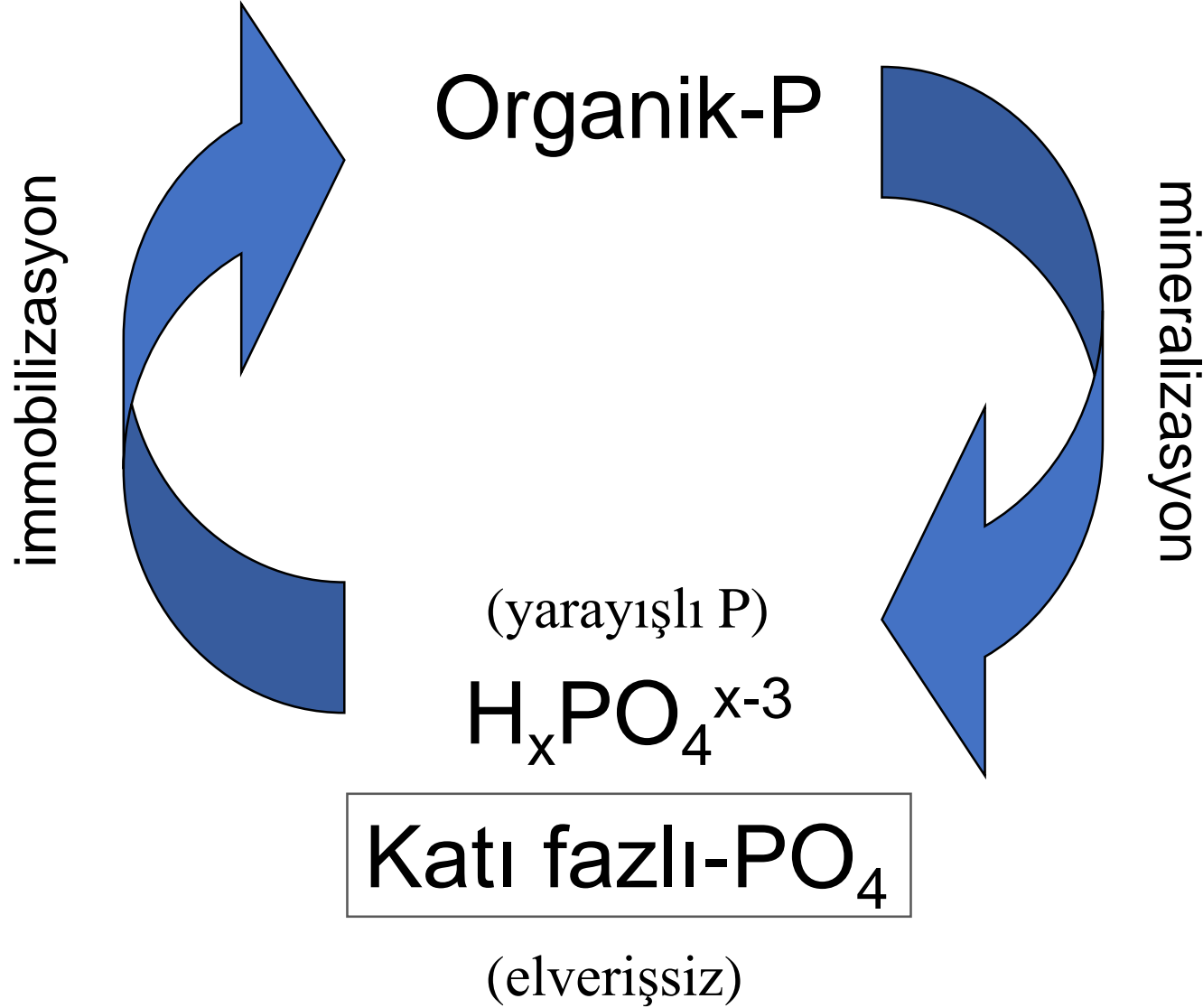
Organik fosforun ise %10-50' si inositol fosfatlar halindedir.

İnositol fosfatlar şeker benzeri bileşik olan inositolün fosfat esterleridir.

Ribonükleik asit (RNA) ve deoksiribonükleik asit (DNA)

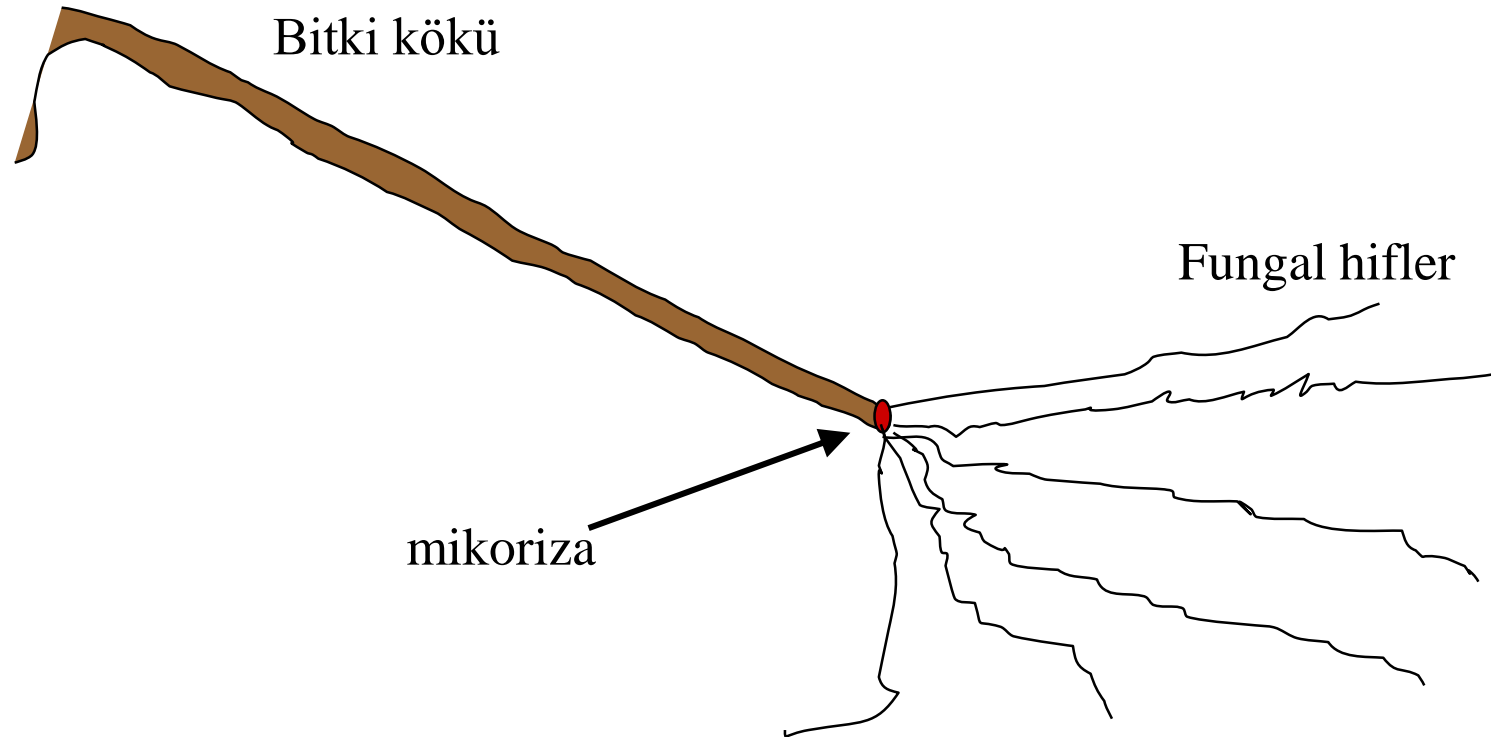
Fosfolipidler

Yavaş Salınım Mekanizmasına Sahip Organik Fosfor Döngüsü



Simbiyotik İlişkiler Mantarlar ve Bitkiler

Bitki köklerine enfekte olan mikorizalar fosfor alımında anahtar rol oynar.



Simbiyotik İlişkiler Mantarlar ve Bitkiler

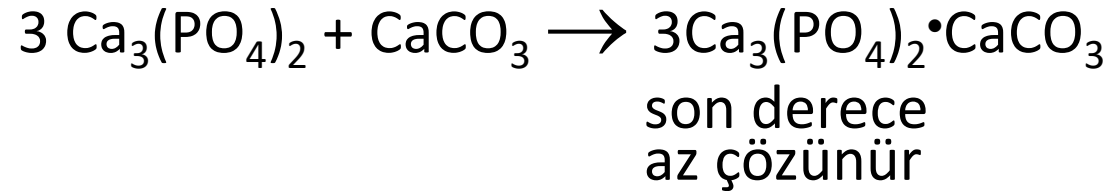
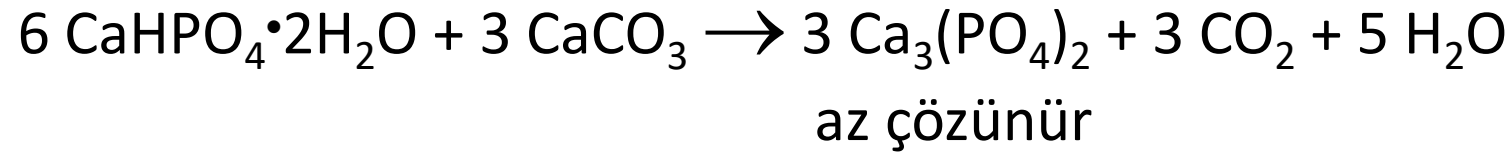
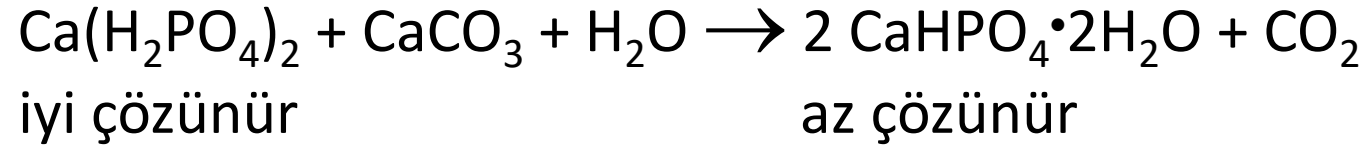
Fosforu çözümlenebilir duruma getiren Fosfataz enzimleri çok sayıda mikroorganizma tarafından yüksek bitkilerin köklerinde üretilirler (örneğin *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Bacillum*, *Pseudomonas*).

Fosforun alınabilirliği üzerine kök salgılarının da önemli etkisi vardır.

Yüksek pH derecelerinde Reaksiyonlar

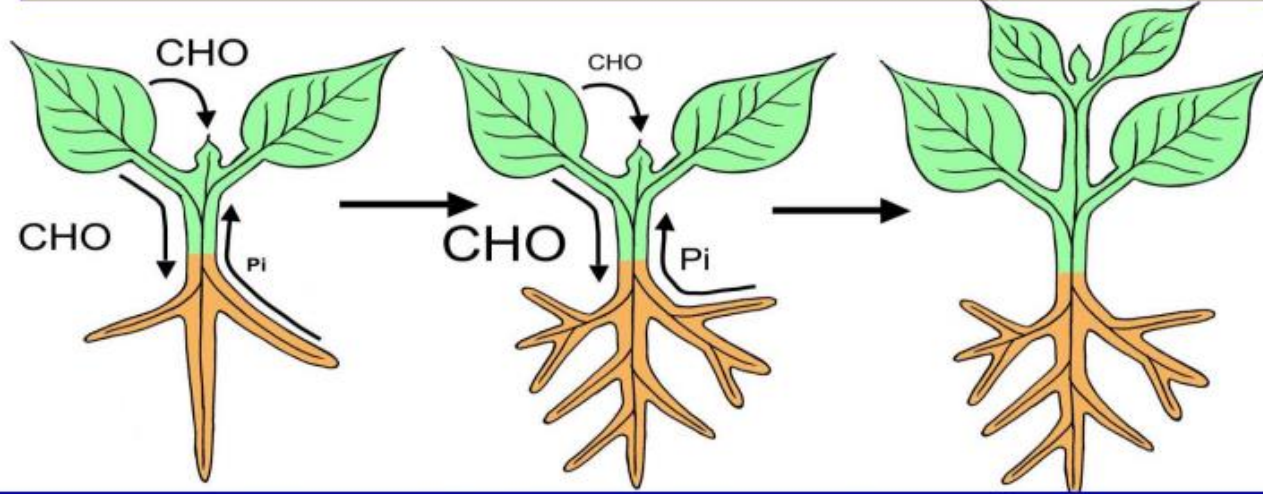
P az çözünür bileşiklere dönüşür

Ca ve Mg bileşikleri

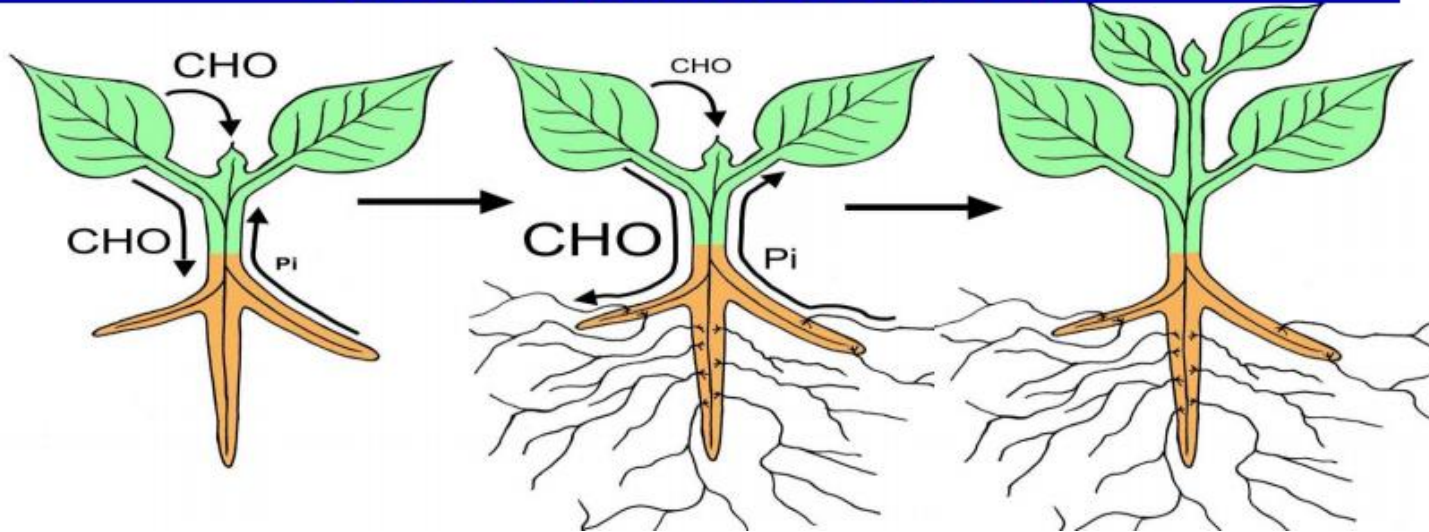


- kurak bölgelerin kireçli topraklarında gerçekleşmektedir

Bitkinin düşük P' a tepkisi: kök gelişimi artıyor



Alternatif: mikoriza ile ortak yaşam



Fosfor Kaynağı Olarak Toprak

Fosfor Kaynağı Olarak Toprak

Toprakların fosfor içerikleri üzerine toprağın oluştuğu ana materyalin cinsi, iklim, dağılıp parçalanma derecesi, organik madde içeriği ve tekstür gibi çok çeşitli etmenler etki yapar.

Toplam fosfor içerikleri yönünden topraklar arasında önemli farklar vardır.

Fosfor Kaynağı Olarak Toprak

Genellikle kireç taşı, marn ve benzeri materyallerden oluşmuş toprakların toplam fosfor içerikleri asidik yığıntılardan oluşmuş toprakların toplam fosfor içeriklerinden daha yüksektir.

Bunun nedeni kireçli yığıntılarda bulunan kalsiyum karbonatın orijinini kalsiyum ve fosforca zengin su hayvanlarının kalıntı, iskelet ve kabuklarının oluşturmasıdır.

Fosfor Kaynağı Olarak Toprak

Genellikle tekstür inceldikçe toprakların toplam fosfor içerikleri de artar.

Toprakların toplam P içerikleri toplam N ve K içeriklerinden daha azdır.

Genel olarak toprakların P içerikleri 500 – 800 mg/kg arasında değişir.

Fosfor Kaynağı Olarak Toprak

Toprakların toplam P miktarları genelde A horizonunda en yüksek düzeyde olup A horizonunun altında ve B horizonunun üst kısmında bitki tüketimi nedeniyle daha azdır.

Türkiye topraklarında toplam P miktarları 146.2 mg/kg ile 3125 mg/kg arasında değişmektedir.

Ortalama en yüksek toplam P miktarı 977.6 mg/kg olarak Çarşamba Ovası topraklarında belirlenmiştir.

Fosfor Kaynağı Olarak Toprak

Tarım toprakları genellikle bitki tarafından yararlanılabilir Şekildeki fosfor yönünden yoksuldur.

Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü'nde Türkiye'nin çeşitli bölgelerinden alınarak analizi yapılan 65008 toprak örneğinin % 66.1'inde az veya çok az, % 18'inde orta ve % 15.9'unda fazla yada çok fazla olduğu belirlenmiştir.

Fosfor Kaynağı Olarak Toprak

Bitkiler gereksinim duydukları fosforu temelde toprak çözeltilisinden alır.

Bu nedenle toprak çözeltilisinin fosfor içeriği bitkiler için büyük önem taşır.

Toprak çözeltilisinde 10^{-4} M fosfor bitki gereksinimi karşılamaya yetecek miktar olarak kabul edilmektedir.

Bitki gereksinimin rahatlıkla karşılanabileceği düzeyde fosfor içeren bir toprak çözeltilisinin P içeriği 0.3 ile 3 kg/ha arasında değişir

Fosfor Fiksasyonu

Fosfor Fiksasyonu

Fosfor için kullanılan fiksasyon, azot için kullanılan fiksasyondan tamamıyla farklı anlam taşımaktadır.

Fosfor fiksasyonu, bitki tarafından alınabilir şekildeki fosforun bitki tarafından alınmaz veya daha az alınabilir şekle geçmesi anlaşılmaktadır.

Fosfor fiksasyonu bilimsel yönden olduğu kadar ekonomik yönden de büyük önem taşımaktadır.

Fosfor fiksasyonu temelde **biyolojik ve kimyasal** olmak üzere iki şekilde oluşmaktadır.

Biyolojik Fosfor Fiksasyonu

Biyolojik fosfor fiksasyonları toprakta bulunan mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilmektedir.

Mikroorganizmaların toprakta yayımlı şekilde (mobil durumda) bulunan fosforu alarak vücutlarında organik şekle dönüştürmelerine yani **immobilizasyonuna biyolojik fosfor fiksasyonu** denir.

Biyolojik olarak fikse edilen fosfordan bitkiler, mikroorganizmalar yaşamlarını tamamlayıp toprakta parçalanıncaya kadar yararlanamazlar.

Kimyasal Fosfor Fiksasyonu

1-Asit Tepkimeli Topraklarda Fosfor Fiksasyonu:

Asit tepkimeli topraklarda fosfor fiksasyonu genellikle aşağıdaki şekillerden biri yada birkaçı ile olabileceğine inanılmıştır.

1.a. Aktif şekilde bulunan Fe, Al ve Mn gibi katyonlarla çökelti oluşturmak suretiyle fosfor fiksasyonu:

Asit tepkimeli topraklarda Fe, Al ve Mn bol miktarda bulunur.

Böyle topraklarda H_2PO_4 ile söz konusu elementlerin tepkimeleri çok kısa zamanda gerçekleşir ve fosfor çözünemez şekilde fikse edilir yani bitkilerin yararlanamayacağı şekilde olur.

Kimyasal Fosfor Fiksasyonu

1.b. Fe, Al ve Mn'in sulu oksitleriyle tepkimeye girmek suretiyle fosfor fiksasyonu:

Asit tepkimeli topraklar fazla miktarda Al, Fe ve Mn' ın sulu oksitlerine sahiptir.

Bu sulu oksitler kolloidal özelliktedir.

Fosfat iyonları bu kolloidal özellikteki sulu oksitlerin yüzeylerinde bazik demir, alüminyum veya mangan fosfatlar şeklinde tutulur ve çökelti oluşur.

Kimyasal Fosfor Fiksasyonu

1.c. Silikat killeri aracılığıyla fosfor fiksasyonu:

Toprakta bulunan kil mineralleri silisyum ve alüminyum tabakalarının sandviç gibi üst üste sıralanmalarından meydana gelmişlerdir.

1:1 ve 2:1 şeklinde iki tip kil minerali vardır.

1:1 tipi killerde tepkimeye hazır durumda fazlaca hidroksil grubu bulunduğundan fiksasyon bu topraklarda daha fazladır.

Burada meydana gelen fiksasyon aşağıdaki gibi formüle edilmiştir.



Kimyasal Fosfor Fiksasyonu

2. Kireçli Alkalin Topraklarda Fosfor Fiksasyonu:

Buradaki fiksasyon asit tepkimeli topraklarda gerçekleşen fiksasyondan farklıdır.

Alkalin ortamda sekonder ortofosfat (HPO_4) iyonlarının çoğunluğu oluşturmalarına karşın, asit ortamda primer ortofosfat iyonları (H_2PO_4) çoğunluğu oluşturur.

Kimyasal Fosfor Fiksasyonu

2. Kireçli Alkalin Topraklarda Fosfor Fiksasyonu:

pH'sı yüksek olan kireçli alkalin topraklarda dikalsiyum fosfat (CaHPO_4) ile trikalsiyum fosfatlar $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ daha fazla oluşmaktadır.

Mono, -di, ve tri-kalsiyum fosfatların suda çözünürlük dereceleri ise Ca'un PO_4 'a olan oranı büyüdükçe azalmaktadır.

Bu duruma göre monokalsiyum fosfat daha fazla çözünür şekildedir.

Kimyasal Fosfor Fiksasyonu

2. Kireçli Alkalin Topraklarda Fosfor Fiksasyonu:

Kireçli alkalin topraklarda fosforun üç şekilde fikse edildiği ortaya konmuştur:

- (a) pH'sı 7.5'un üzerinde olan kireçli alkali topraklarda fosfor, çözünürlüğü oldukça az olan trikalsiyum fosfat şekline dönüşmek suretiyle fikse edilmektedir.
- (b) Bu topraklarda serbest halde bulunan CaCO_3 ile çözünebilir fosforun değişimi sonucunda fosfor çökelir ve daha sonra Ca ile tepkimeye girerek çözünmez şekildeki bileşiği oluşturur.
- (c) Kireçli alkalin topraklarda fosfor, kalsiyum ile sature olmuş killer tarafından fikse edilmektedir. Kalsiyum ile sature olmuş killer, sodyum veya diğer bir değerlikli iyonlarla sature olmuş killere göre daha fazla fosfor fikse eder.

Fosfor Fiksasyonuna Etki Yapan Etmenler

Fosfor Fiksasyonuna Etki Yapan Etmenler

a-Kilin Cinsi:

Topraklarda bulunan kilin cinsi, fiksasyonu önemli düzeyde etkilemektedir.

1:1 tipinde kaolinitik killere sahip olan toprakların 2:1 tipinde montmorillonitik killere sahip topraklara göre daha fazla fosfor fikse edilmektedir.

Fosfor Fiksasyonuna Etki Yapan Etmenler

b-Tepkime Süresi:

Toprak ile toprağa uygulanan fosfor arasındaki değişim, yani tepkime süresi uzadıkça fikse edilen fosfor miktarı da artmaktadır.

Fosfor Fiksasyonuna Etki Yapan Etmenler

c-Toprak Tepkimesi:

Toprak tepkimesi bitkilerin toprağa uygulanan fosfordan yararlanmaları üzerine etki yapan önemli etmenlerden birisidir.

Topraklarda bitkiler, fosfordan toprak tepkimesi pH 6.5-7.0 arasında olduğu zaman çoğunlukla en yüksek düzeyde yararlanmakta ve pH bu miktardan azalıp çoğaldığı zaman bitkilerin fosfordan yararlanmaları azalmaktadır.

Fosfor Fiksasyonuna Etki Yapan Etmenler

e-Organik Madde:

Genel olarak bitki atıklarının toprakla karıştırılması ve yeşil gübreleme yapılması bitkilerin toprak fosforundan daha fazla yararlanmalarına yol açar.

Organik atıkların parçalanma ürünlerinin toprakta fosforun yararlanılabilirlik oranına etkileri üzerinde son yıllarda geniş ölçüde durulmuştur.

Toprakta bulunan humusun veya toprağa karıştırılan organik maddenin fosforun yararlanılabilirlik oranını arttırması genel bir kanı olarak kabul edilmiştir.

Organik Fosforun Mineralizasyonu

Organik Fosforun Mineralizasyonu

Organik fosfor bileşiklerinin parçalanarak inorganik fosfor bileşiklerini meydana getirmesine "*mineralizasyon*" denir.

Toprakta bulunan organik fosforun mineralize olduğu başlıca iki şekilde anlaşılır.

Birincisi; uzun yıllar tarım yapılan kültür topraklarında organik fosfor göreceli olarak daha az bulunur.

İkincisi; laboratuvarında inkübasyona bırakılan topraklarda inorganik fosfor miktarı artar.

Organik Fosforun Mineralizasyonu

Organik fosforun mineralizasyonuna birçok faktör etki yapmaktadır. Bunlar;

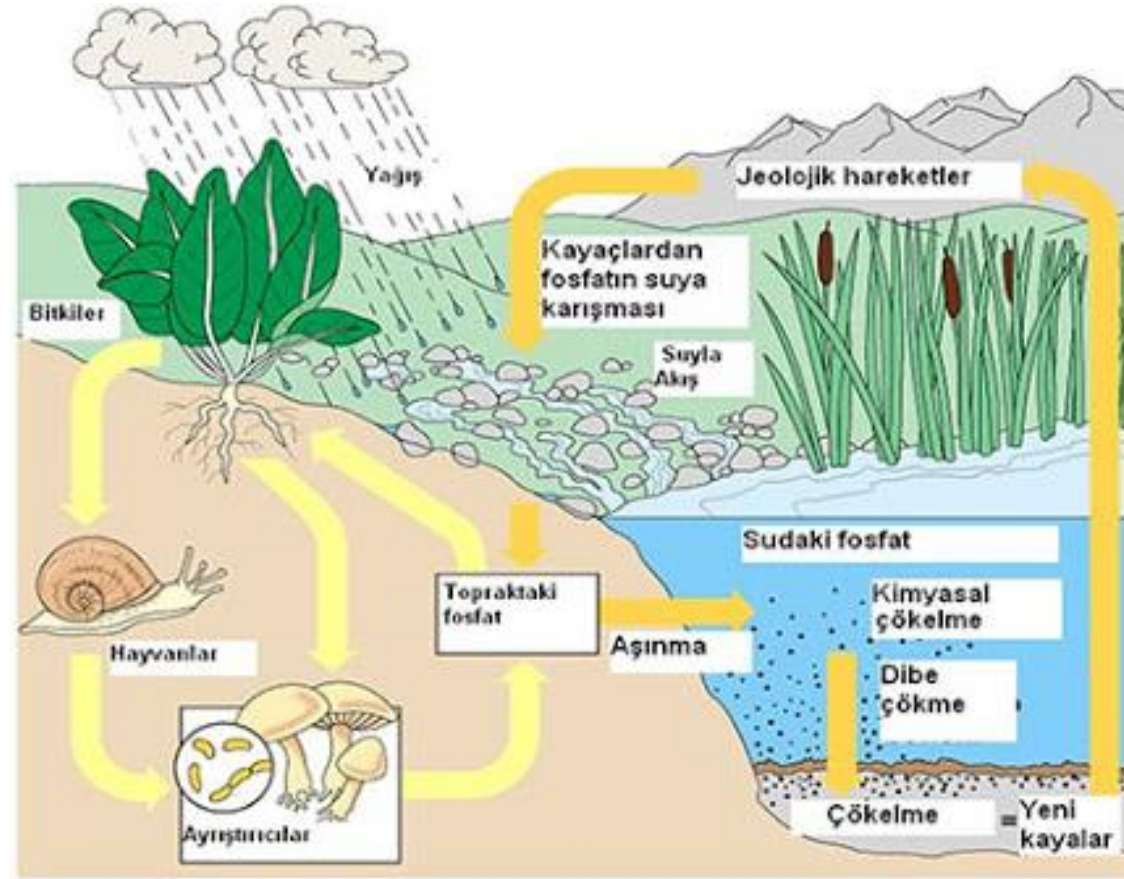
1-Topraklarda kireçleme sonucu, toprakların organik fosfor içeriklerinde önemli derecede azalma olmaktadır.

2-pH arttıkça organik fosfor azalmaktadır.

3-Belli bir sınıra kadar sıcaklık arttıkça organik fosforun mineralizasyonu da artmaktadır.

4-İyi havalandırılan topraklarda organik fosforun mineralizasyonunun göreceli olarak daha fazla olduğu saptanmıştır.

Fosfor Döngüsü



Fosfor Döngüsü

Toprakta fosfor döngüsü toprak ve bitki arasında tamamlanır.

Azot ve kükürtün aksine fosfor döngüsü atmosferle bağlantılı değildir.

Toprakta bitkisel, evsel ve hayvansal kökenli organik bileşikler mikroorganizmalar tarafından parçalanır ve açığa çıkan fosforun bir bölümü toprak organizmaları tarafından vücut proteini şekline dönüştürülür.

Potasyum (K)

Potasyum (K)

Topraklarda bulunan potasyum, potasyumlu minerallere sahip kayaların parçalanıp dağılmaları sonucu oluşur.

Potasyumlu feldispatlar, muskovit ve biotit potasyuma kaynak olan birincil potasyum mineralleri olarak bilinirler.

Bitkiler topraktan potasyumu K^+ iyonu şeklinde almaktadır.

Toprakta fazla miktarda potasyum bulunması bitkilerin mangan alımını olumsuz etkilediği bildirilmektedir.

Potasyum (K)

Potasyumla ilgili dört döngü vardır.

İlk olarak , potasyum çok sayıda toprak mineralinin bileşiminde bulunur.

İkinci olarak potasyum montmorillonit gibi kil minerallerine bağlı olarak bulunur.

Üçüncü olarak potasyum değiştirilebilir bir katyondur.

Son olarak potasyum toprak çözeltisinde kolayca alınabilir halde bulunur.

Potasyum (K)

Mineral K

Potasyumun çoğu feldispat veya mika gibi mineraller halinde bulunur.

Mineral potasyumun diğer formlara dönüşümü yavaş bir işlemdir.

Mineral K gelişme mevsimi sırasında alınabilir değildir.

Potasyum (K)

Bağlı K

Potasyum kil minerallerine bağlı olarak da bulunabilir.

Fikse edilmiş K nitrojen fiksasyonu ile karıştırılmamalıdır.

Azot fiksasyonu alınabilir azot miktarını artırır.

Ancak “fikse edilmiş K” alınabilir değildir.

K-fiksasyonu, kayıp olarak değerlendirilemez.

Potasyum (K)

Değişebilir K

Değişebilir Potasyum, toprak çözeltisindeki potasyum ile dengededir ve çözeltideki Potasyum çabucak yenilenebilir.

Çözünmüş K

Toprak çözeltisinden bitkiler tarafından doğrudan alınabilir.

Potasyum toprakta mobil bir elementtir.

Potasyum (K)

Potasyum :

- *Yıkanma ile kaybolabilir
- *Toprak parçacıklarına tutunabilir.
- *Sekonder minerallerin yapısına katılabilir.

K-alınabilirliğini Etkileyen Faktörler

K-alınabilirliğini Etkileyen Faktörler

Bitkilerde potasyum alımı bitkisel ve toprak etmenlerinin etkisi altında gerçekleşir.

Bitkisel Etmenler

K-alınabilirliğini Etkileyen Faktörler (Bitkisel)

Değişebilir K^+ içerikleri aynı olan topraklarda yetiştirilen değişik bitkiler tarafından farklı miktarda potasyum alınır.

Kök katyon değişim kapasitesi göreceli olarak düşük olan bitkiler daha fazla K^+ ve daha az Ca^{2+} alır.

Kök katyon değişim kapasitesi baklagil bitkilerine göre yaklaşık iki kat daha düşük olan baklagil olmayan bitkilerde K^+ alımı yaklaşık %80 daha fazladır.

K-alınabilirliğini Etkileyen Faktörler (Bitkisel)

Aynı bitkilerin genotipleri arasında da potasyum alımı yönünden önemli farklılıklar saptanmıştır.

Bitkilerde kök çapı, kök uzunluğu ve kökün büyüme oranı K^+ alımını önemli düzeyde etkilemektedir.

Ayrıca bitki yaşı da potasyum alımına etki yapmaktadır.

Toprak Etmenleri

Bu başlık altında toprağın su içeriği, katyon değişim kapasitesi, diğer besin elementleri, toprak havalanması, toprak sıcaklığı ve toprak pH'sı potasyum alımını etkilemektedir

K-alınabilirliğini Etkileyen Faktörler (Toprak)

K- içeren mineraller yönünden zengin topraklarda fakir topraklara göre daha fazla K bulunur.

Çok ayrılmış topraklarda KDK düşük olup K içeriği kısıtlıdır.

Potasyum genelde difüzyonla alınır ve difüzyon yeterli toprak nemi düzeyinde olabilir.

Fazla nem K yıkanmasını artırabilir.

K-alınabilirliğini Etkileyen Faktörler (Toprak)

Ilıman iklimlerde K-içeren minerallerden K-salınımı fazla olup alınabilir K sıcak topraklardan fazladır.

K alınması için yeterli havalanma gereklidir.

K-alınabilirliğini Etkileyen Faktörler (Toprak)

Toprak pH'ı:

Asidik koşullarda Al ve Mn toksisitesi zayıf kök gelişimine neden olarak K alımını kısıtlar.

Asidik topraklar kireçlendiğinde KDK artar değişebilir K konsantrasyonu artar.

Aşırı Ca ve Mg antagonistik etki yaparak K alımını azaltır.

Potasyum (K)

Potasyum organik bileşikler şeklinde bitkide bağlanmaz.

Bitkilerin büyüme uçlarında geniş yapraklarda kök uçlarında K alımı daha fazladır.

Potasyum 50 kadar enzimin aktivasyonundan sorumludur.

Potasyum noksanlığında çözünebilir karbonhidratlar birikir.

Potasyum (K) noksanlığı

Nişasta miktarı azalır.

Çözünebilir azotlu bileşiklerin miktarı artar.

Putreskin ve augmentin gibi zehirli aminlerin sentezi hızlanır.

Bitkilerin potasyumla iyi beslenmesi sonucu floeme fotosentez ürünlerinin organik bileşiklerin yüklenmesi ve taşınması artar.

Potasyum bitkilerde osmotik basıncı ve su tüketimini ayarlayan besin elementidir.

Stomaların açılıp kapanmasını kontrol eder.

Potasyum (K)

Al, ve Na da K ile antagonistik etkilidir.

Potasyum kök gelişimine olumlu etkide bulunur, dallanma ve saçak kök oluşumunu teşvik eder.

Sapın kuvvetli gelişmesi ve bitkilerin karbonhidrat içeriği ile yakından ilgilidir.

En yüksek ürünü veren potasyum içeriğinde yatmanın da en düşük düzeyde olduğu saptanmıştır.

Potasyumla yetersiz beslenen bitkiler don zararında daha fazla etkilenirler.

Potasyum (K)

Potasyum bitkilerin erken hasata gelmesi açısından önemlidir.

Bitkilerde toksik oksijen radikallerinin oluşumu K, Zn, Mg, noksanlıklarında görülür.

Çünkü bunları engelleyecek enzimlerin aktivasyonu gerçekleşmez.

Potasyum (K)

Tüm bitkilerle ilgili kalite özelliklerini, potasyumla beslenme iyi yönde etkiler.

Bitkilerin potasyuma en çok ihtiyaç duydukları zaman meyve bağlama dönemidir.

Bu dönemlerde potasyumlu yaprak gübrelerinin kullanımı verimin artması açısından önemlidir.