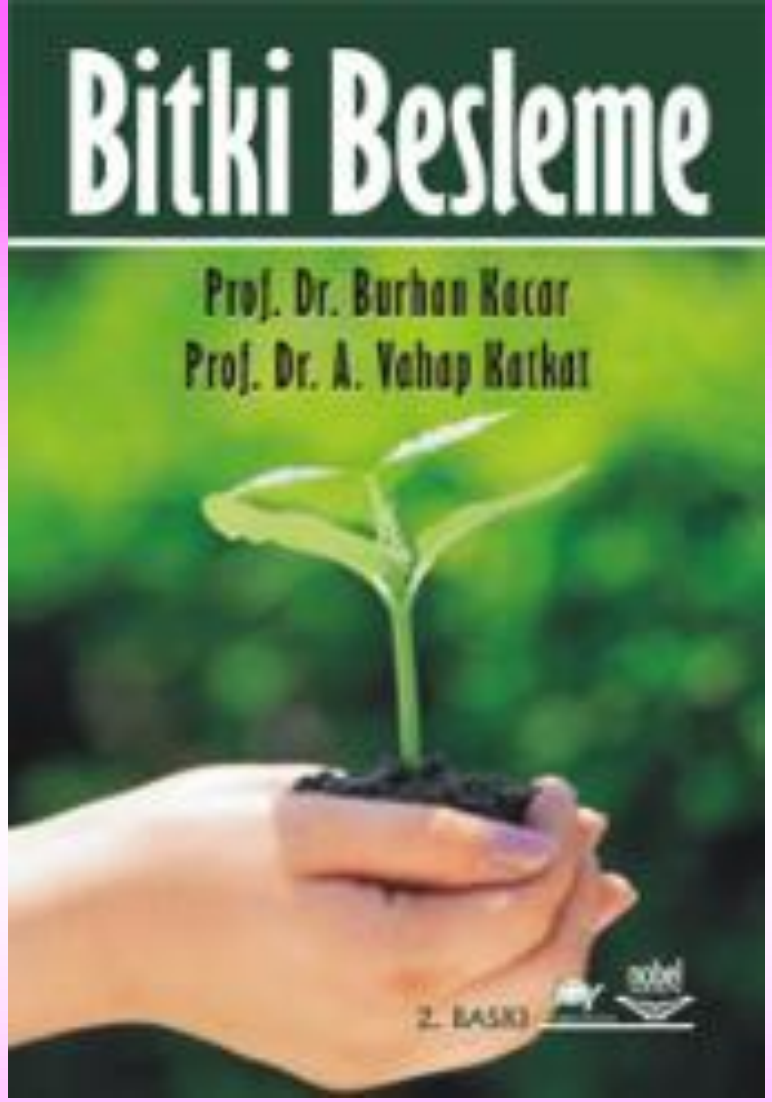
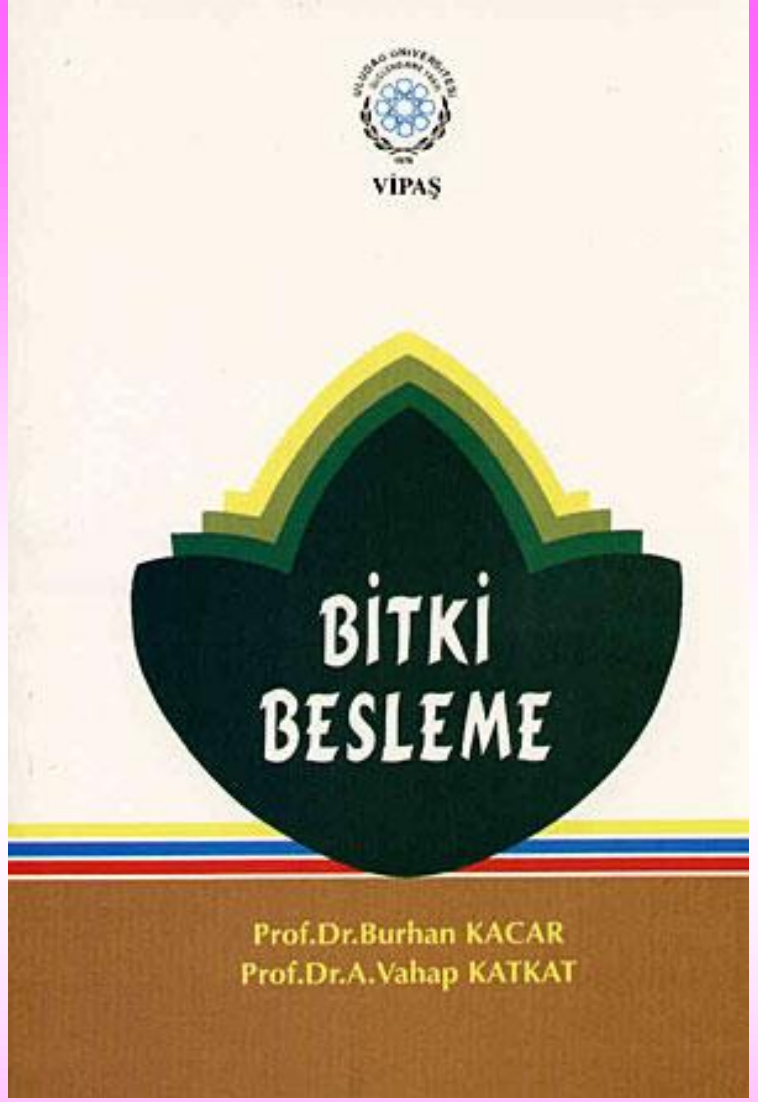
Hafta 8
Ca

BİTKİ BESLEME

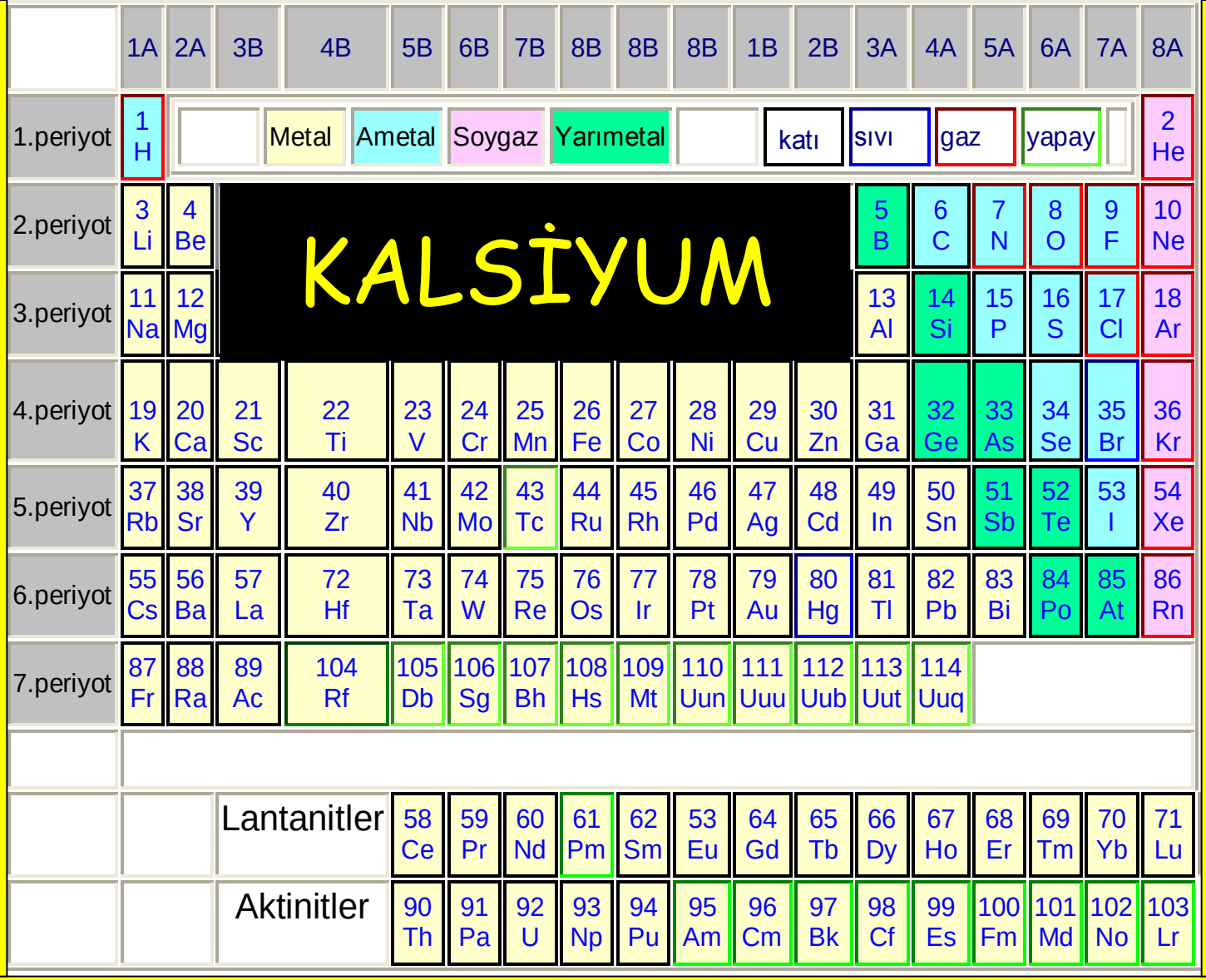
Prof.Dr. Hüseyin HAKERLERLER
Prof.Dr. Nevin ERYÜCE
Prof.Dr. Dilek ANAÇ
Prof.Dr. Burçin ÇOKUYSAL

1956



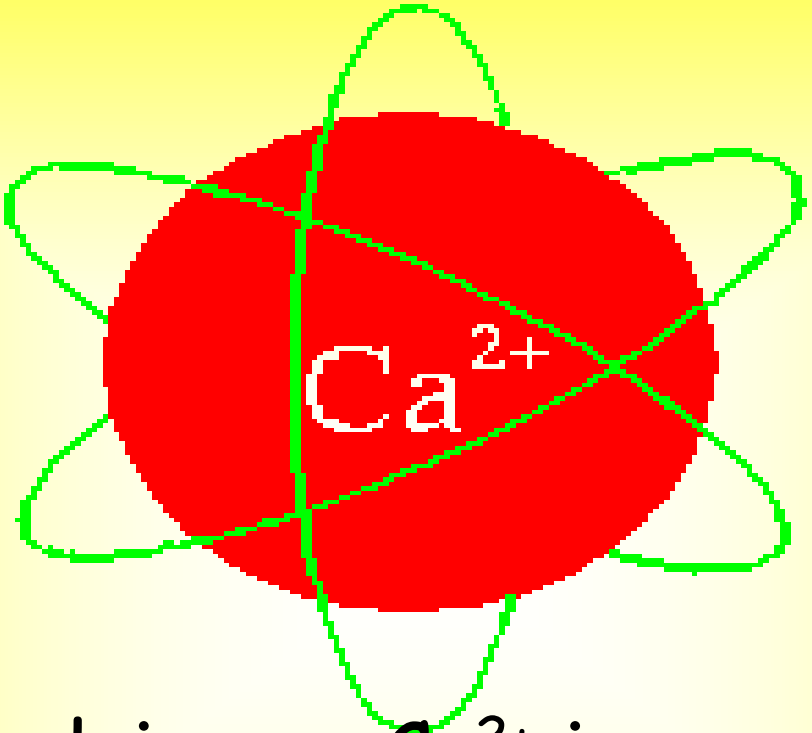


Hazırlanan ders notları değerli hocalarımız;
Prof.Dr. Burhan KACAR ve **Prof.Dr. Vahap KATKAT**
tarafından yazılan BİTKİ BESLEME kitabı
temel alınarak hazırlanmıştır.



Atom No	20	Atomik Ağırlığı	40.08
Adı	Kalsiyum	Öz Kütle (gaz g lt^{-1})	1.55
Keşfeden	Davy,1808	İzotoplarının Sayısı	14

BİTKİLERİN KALSİYUM ALIMI

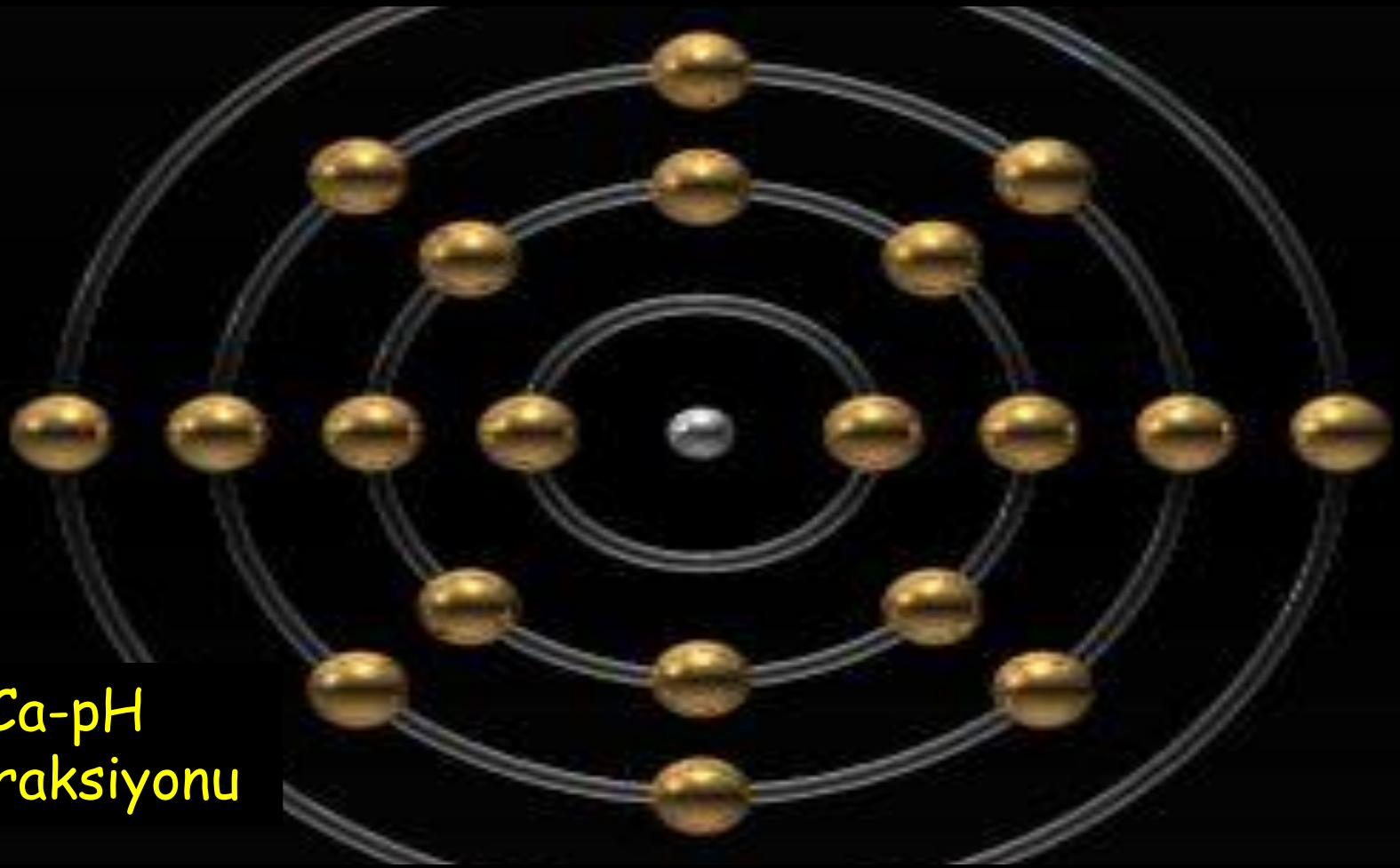


- Bitkiler kalsiyumu Ca^{2+} iyonu şeklinde alır.

Alınan toplam Ca içerisinde
kitle akımın payı kontak değişime göre 2.5 kat daha fazladır,
difüzyonun payı ise yok denecek düzeydedir.

Kalsiyum alımı üzerine Mg^{2+},NH_4^+ ,K^+ ,NO_3^- ve toprak pH'sı etkilidir.

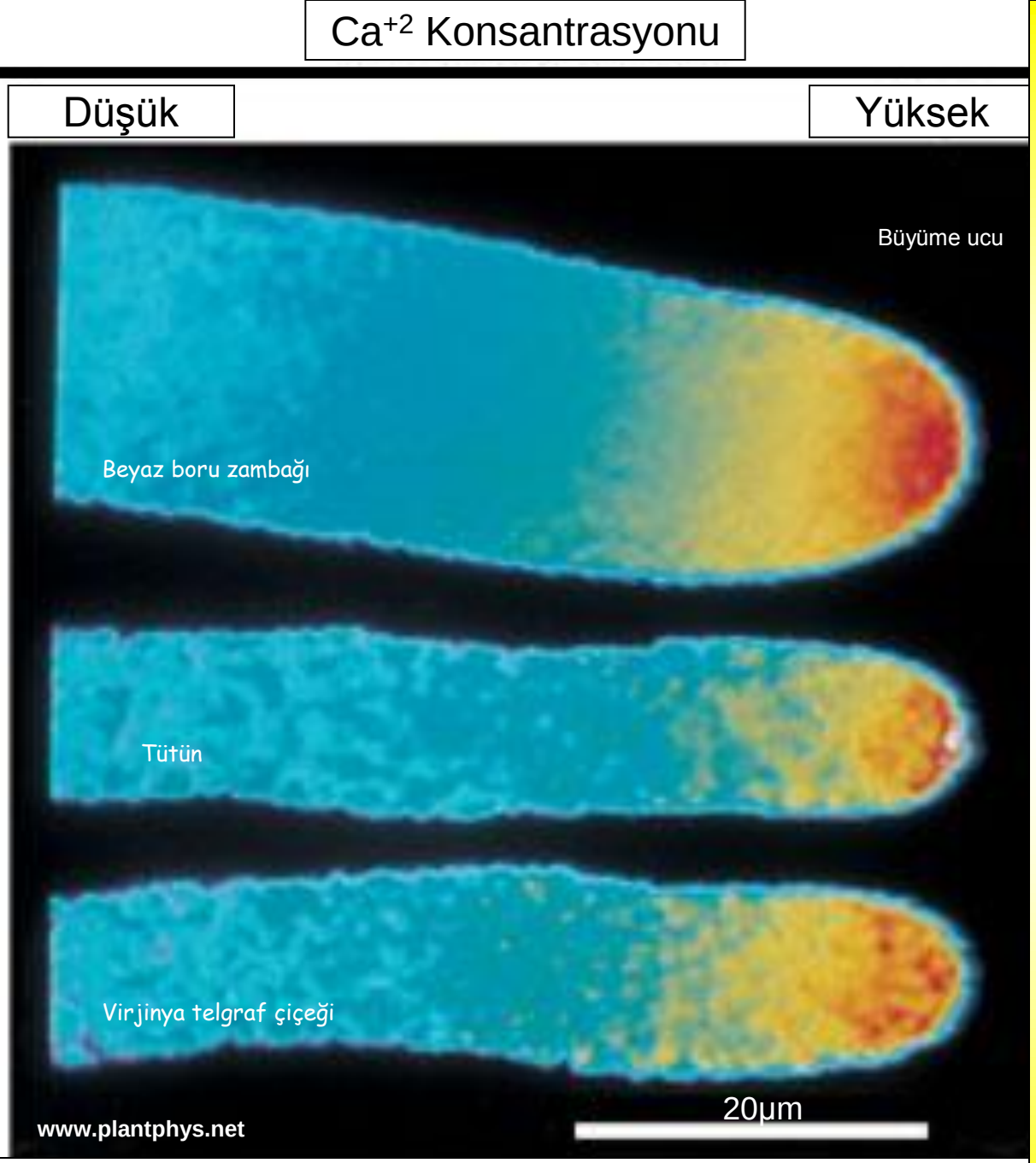
Artan miktarlarda uygulanan Mg^{2+} ayçiçeği bitkisinde Ca^{2+} ve Na^+ alımının azalmasına neden olmuştur



Ca-pH interaksiyonu

Asit tepkimeli toprakların kireçlenmesi sonucu alüminyum ve hidrojen miktarı azalmakta dolayısıyla bitki daha fazla Ca alabilmektedir.

Genelde pH'sı 5.0'in üzerinde olan toprakların toprak çözeltilerinde hidrojen konsantrasyonuna göre kalsiyum konsantrasyonu daha yüksektir



3 farklı türe ait polen tüplerinde Ca^{+2} konsantrasyonu

BİTKİLERİN KALSİYUM İÇERİKLERİ

Kuru ağırlık ilkesine göre %0.20 ile %3.0 arasındadır.

Çoğu bitkilerde yeterli Ca miktarı %0.30 ile %1.00

Kireç seven bitkilerin yaşlı yapraklarında Ca miktarı >%5.0

Kalsiyuma tepkileri yönünden bitkiler *kalsikol* (kireç sevenler) ve *kalsifüj* (kireç sevmeyenler) adıyla iki grup altında toplanırlar.

BİTKİ ÇEŞİDİ	ÖRNEK ADEDİ	ANALİZ EDİLEN ÖRNEK ADEDİ	ÖRNEKLEME ZAMANI	BİTKİDE KALSİYUM(Ca,%)		
				AZ	YETER	FAZLA
TARLA BİTKİLERİ						
Buğday (Kışlık)	50	Üstten iki yaprak	Başaklanmanın hemen öncesi	0.10-0.20	0.21-1.00	>1.00
Mısır	15	Toprak üstü organları	30 cm'den kısa	<0.30	0.30-0.70	>0.70
Pamuk	25	Yeşil gövde	Çiçeklenme sonu	<2.20	2.20-3.50	>3.50
MEYVELER						
Çilek	25	Yeni olgunlaşmış yaprak	Çiçeklenme	0.80-0.99	1.00-2.50	>2.50
Elma	50	Aynı yılın sürgünlerindeki orta yapraklar	Gelişme dönemi ortası	<1.20	1.20-1.60	>1.60
Limon	30	Meyvesiz yaprak	5-7 aylık	1.00-1.49	1.50-4.00	>4.00
SEBZELER						
Biber	25	Tam gelişmiş tepe yaprakları	Son 1/3'lük gelişme dönemi	1.00-1.29	1.30-2.80	>2.80
Domates (tarla)	15	Tepe sürgünü yanındaki bileşik yaprak	Çiçeklenme ortası	0.80-0.99	1.00-3.00	>3.00
Marul (Baston tipi)	12	Yaşlı yaprak	8 yapraklı dönem	1.00-1.99	2.00-3.00	>3.00

Bitkilerin kalsiyum içerikleri üzerine ortam koşulları, bitki çeşidi ve bitki organları gibi çeşitli etmenler etki yapar.

Bitki genotipleri arasında kalsiyum içerikleri yönünden ayrımlılık kök katyon değişim kapasitesi şeklinde adlandırılan hücre duvarlarındaki değişim yerleri miktarından kaynaklanmaktadır.

Bitkilerin gelişme durumlarına bağlı olarak kalsiyum içerikleri değişmektedir.
Gelişme oranları hızlı olan bitki ve organlarında sulandırma etmeni (dilution effect) nedeniyle kalsiyum miktarı göreceli olarak daha azdır.

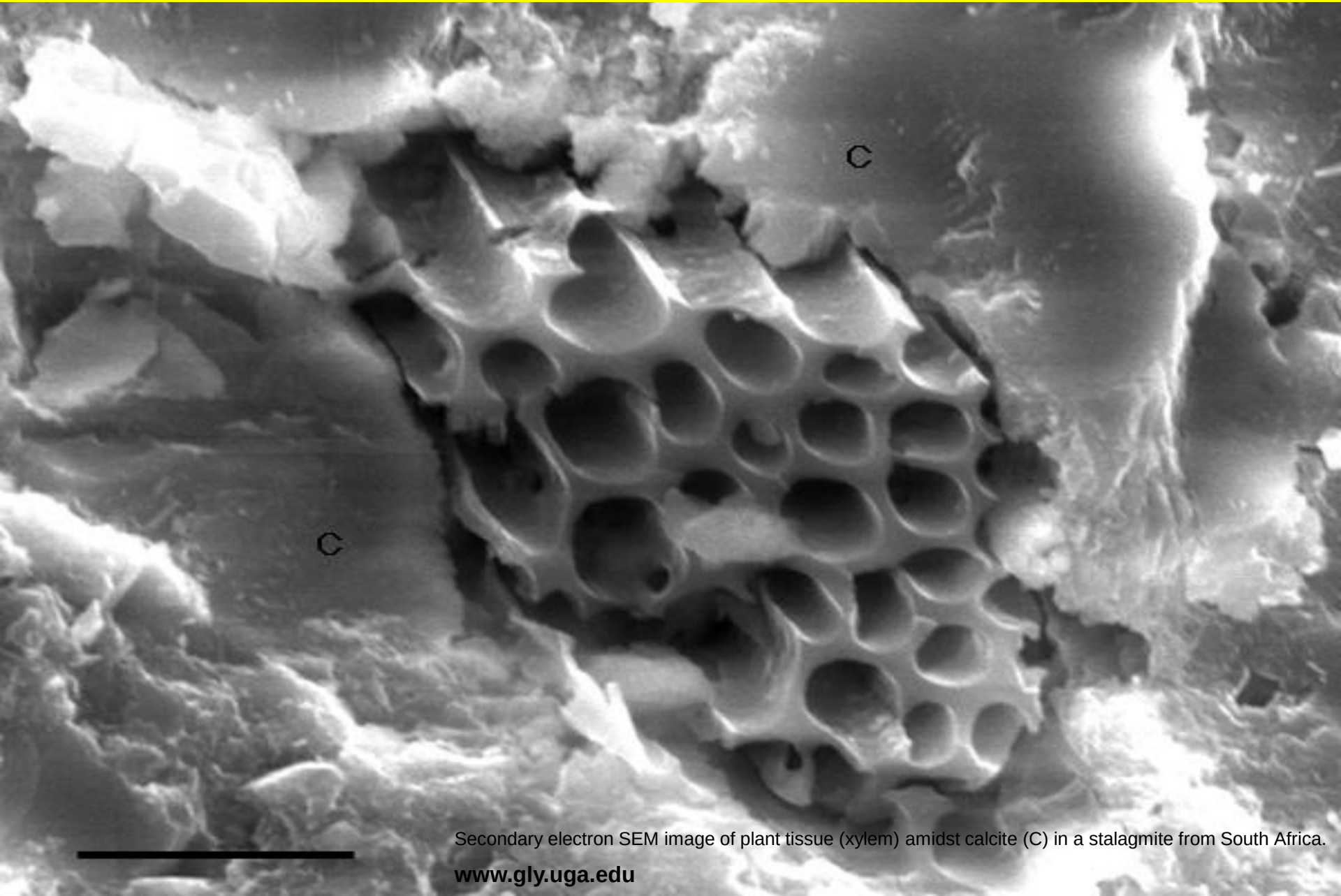
Bitkilerin kalsiyum içerikleri üzerine ortamda bulunan öteki katyonların; cins ve miktarları da önemli etki yapar.

Bu etki kök üzerinde değişim yerleri için yarışma nedeniyle ortaya çıkar.

Başta Al olmak üzere, ağır metaller Na, K, Mg ve NH_4^+; Ca ile kök üzerindeki değişim yerleri için yarış içerisindedir.

wwww.agf.gov.bc.ca/ cropprot/tfipm

BİTKİLERDE KALSİYUMUN METABOLİK İŞLEVLERİ



Secondary electron SEM image of plant tissue (xylem) amidst calcite (C) in a stalagmite from South Africa.

www.gly.uga.edu

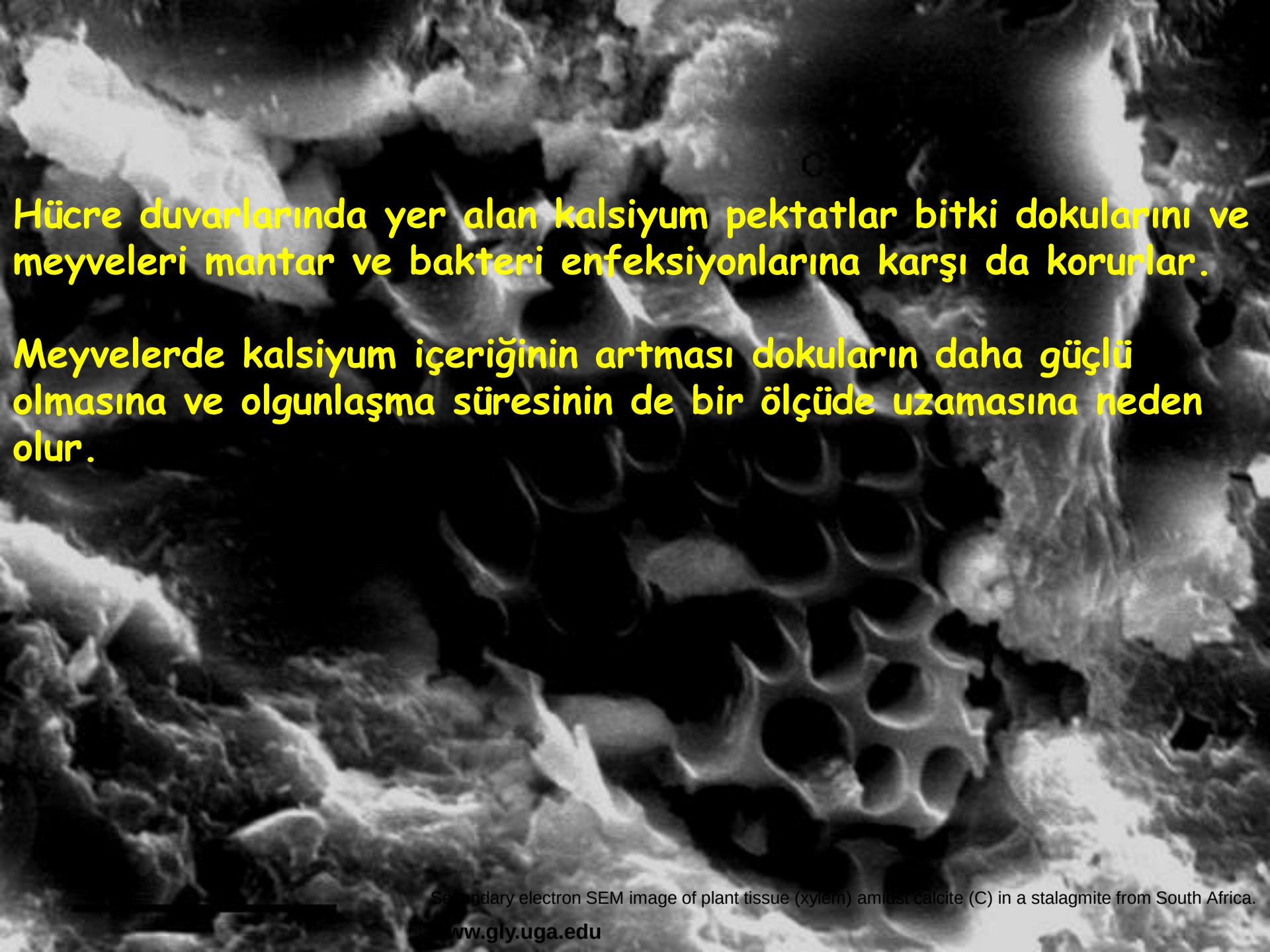
Bitki dokuları da, toplam kalsiyumun büyük bir bölümü,
öteki makro elementlerden ayrımlı olarak, hücre duvarlarında yer alır.

Bunun temel nedeni;
hücre duvarlarında kalsiyumu bağlama yerlerinin fazla olması
ve sitoplazma içerisinde kalsiyumun hareketinin sınırlı olmasıdır.

Havuç hücre duvarı sun.menloschool.org

Bitki dokularında suda çözünebilir kalsiyumun büyük bölümü ise vakuoller içerisinde organik anyonlara (örneğin nitrat, klorür) eşlik etmek suretiyle bulunur.

Rhoeo discolor'da vakuoller (pembe renkli) en.wikipedia.org



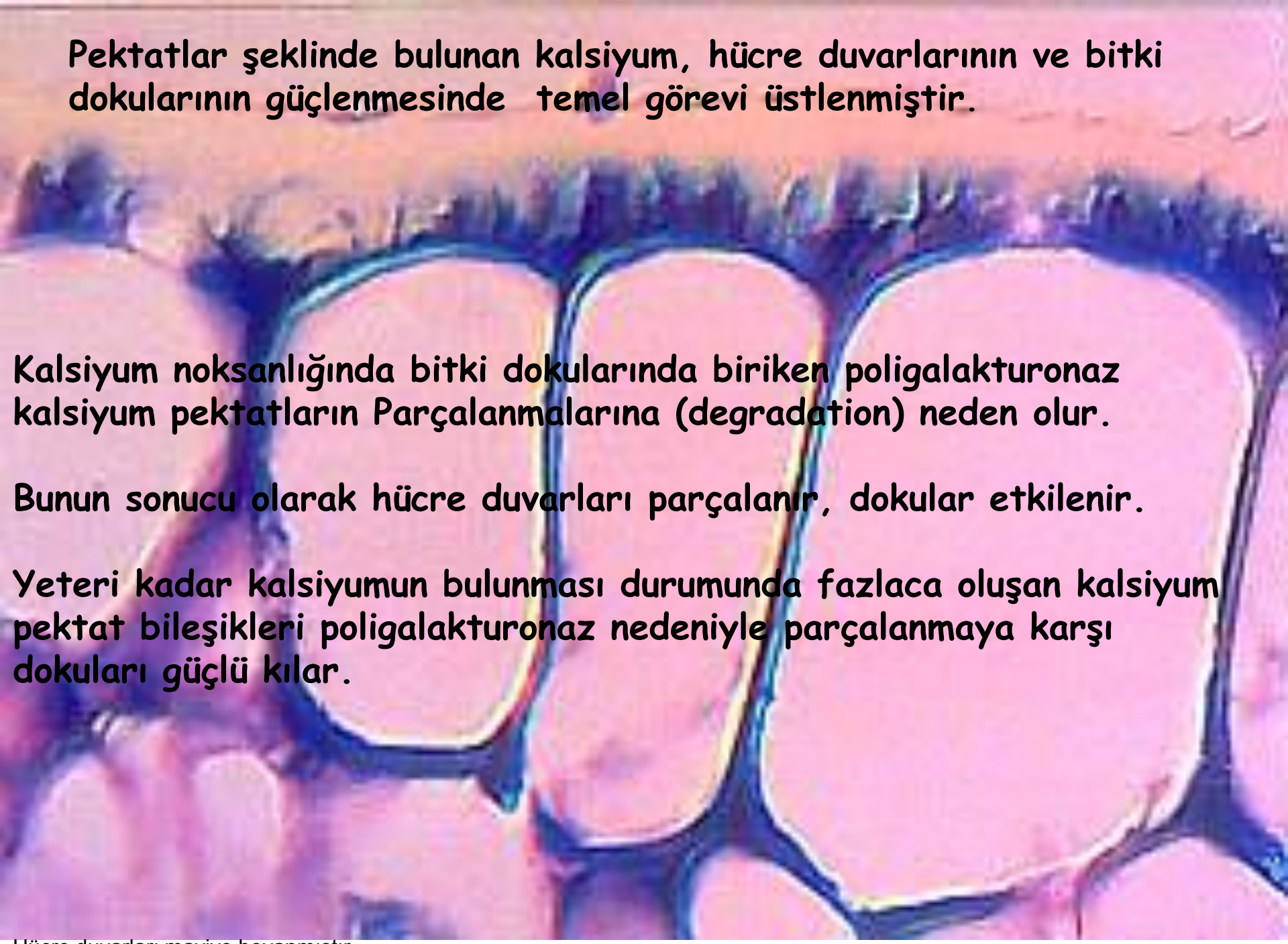
Hücre duvarlarında yer alan kalsiyum pektatlar bitki dokularını ve meyveleri mantar ve bakteri enfeksiyonlarına karşı da korurlar.

Meyvelerde kalsiyum içeriğinin artması dokuların daha güçlü olmasına ve olgunlaşma süresinin de bir ölçüde uzamasına neden olur.

Secondary electron SEM image of plant tissue (xylem) amidst calcite (C) in a stalagmite from South Africa.

www.gly.uga.edu

Pektatlar şeklinde bulunan kalsiyum, hücre duvarlarının ve bitki dokularının güçlenmesinde temel görevi üstlenmiştir.



Kalsiyum noksanlığında bitki dokularında biriken poligalakturonaz kalsiyum pektatların Parçalanmalarına (degradation) neden olur.

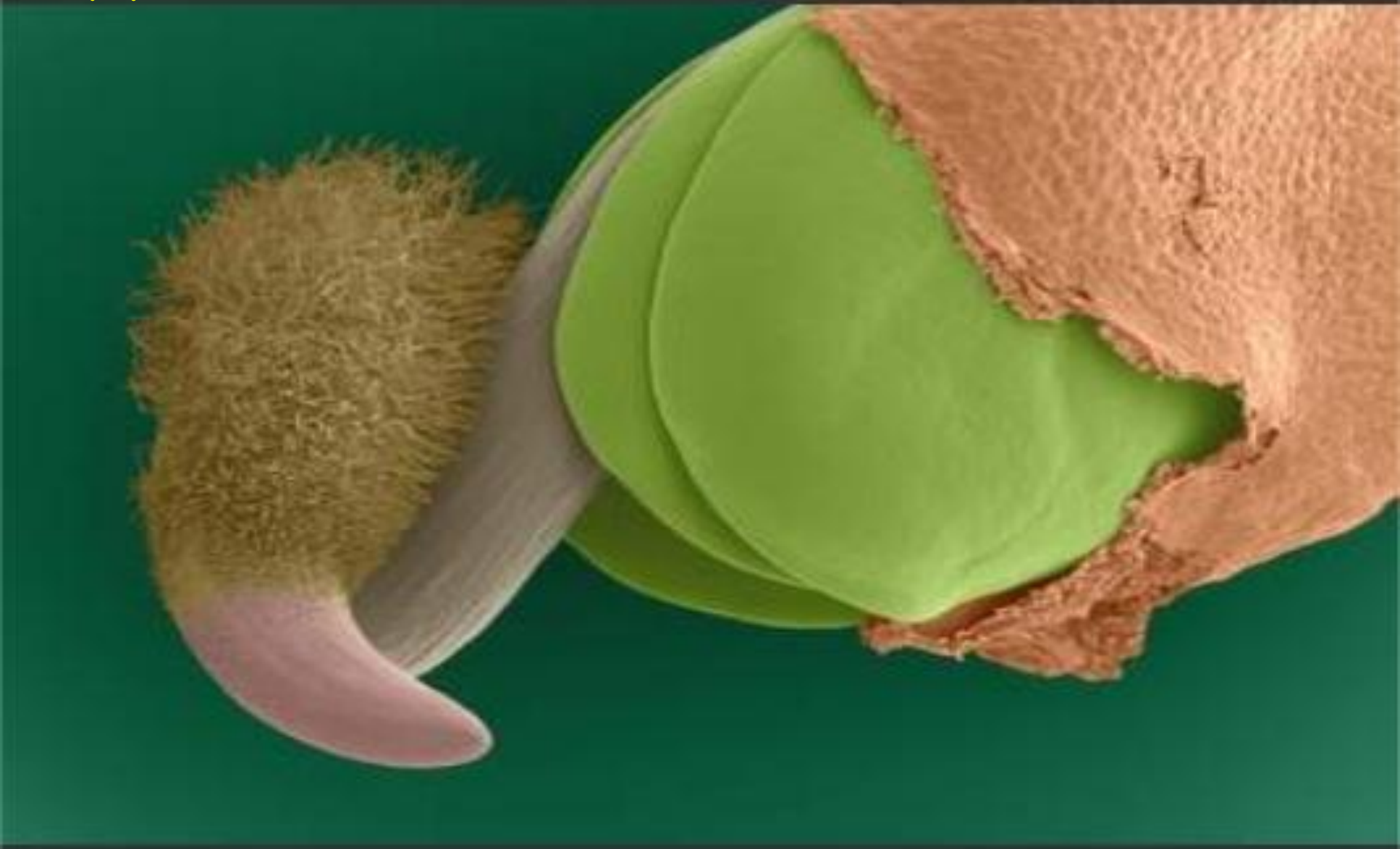
Bunun sonucu olarak hücre duvarları parçalanır, dokular etkilenir.

Yeteri kadar kalsiyumun bulunması durumunda fazlaca oluşan kalsiyum pektat bileşikleri poligalakturonaz nedeniyle parçalanmaya karşı dokuları güçlü kılar.

Hücre duvarları maviye boyanmıştır

www.biologie.uni-hamburg.de

Kalsiyum bitkilerde kök uzamasına ve hücre bölünmesine etki yapar.



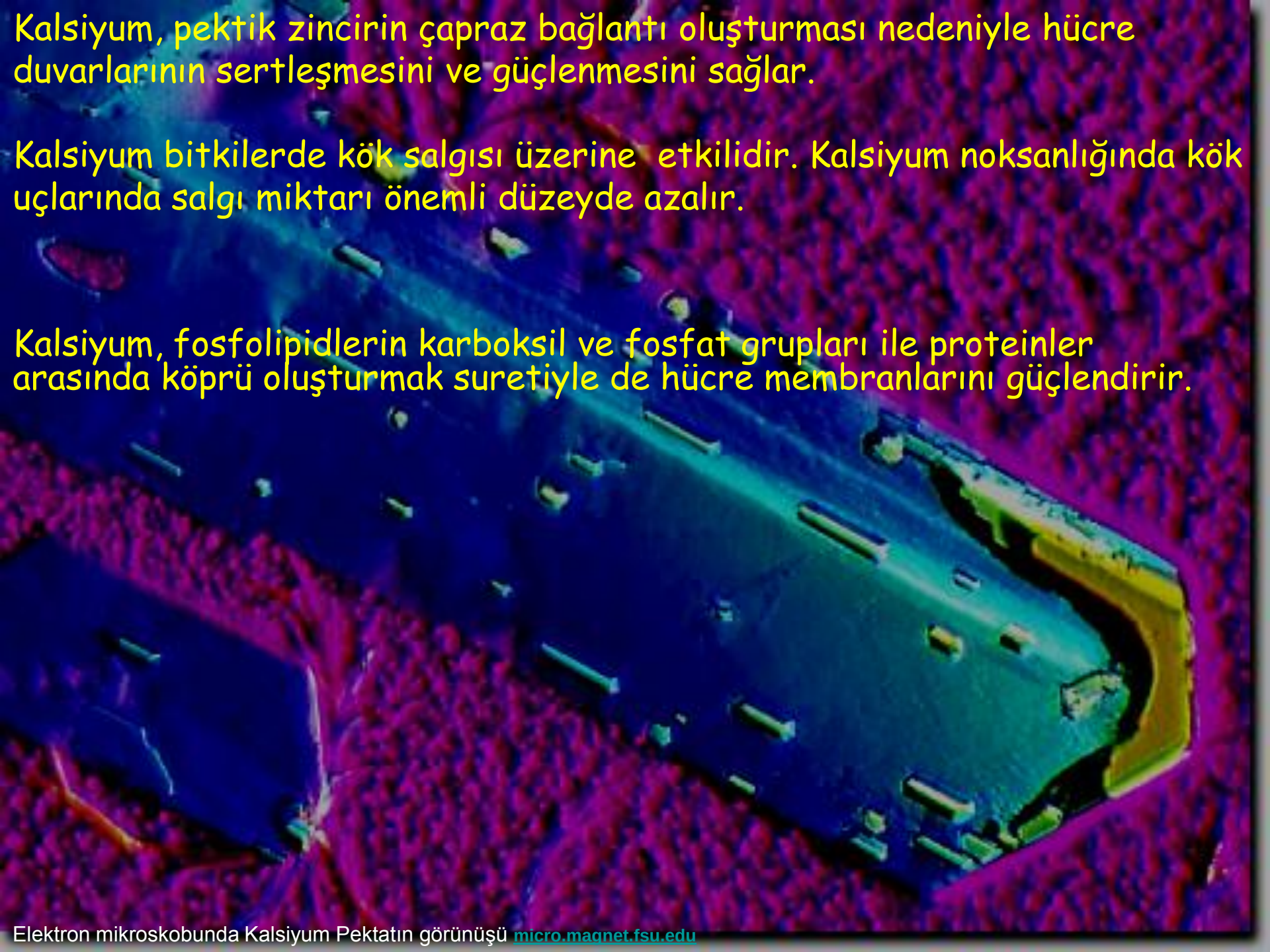
Kalsiyum karbonatın Turp tohumunun çimlenmesi üzerine etkisi

umassk12.net/~plant5

Kalsiyum, pektik zincirin çapraz bağlantı oluşturması nedeniyle hücre duvarlarının sertleşmesini ve güçlenmesini sağlar.

Kalsiyum bitkilerde kök salgısı üzerine etkilidir. Kalsiyum noksanlığında kök uçlarında salgı miktarı önemli düzeyde azalır.

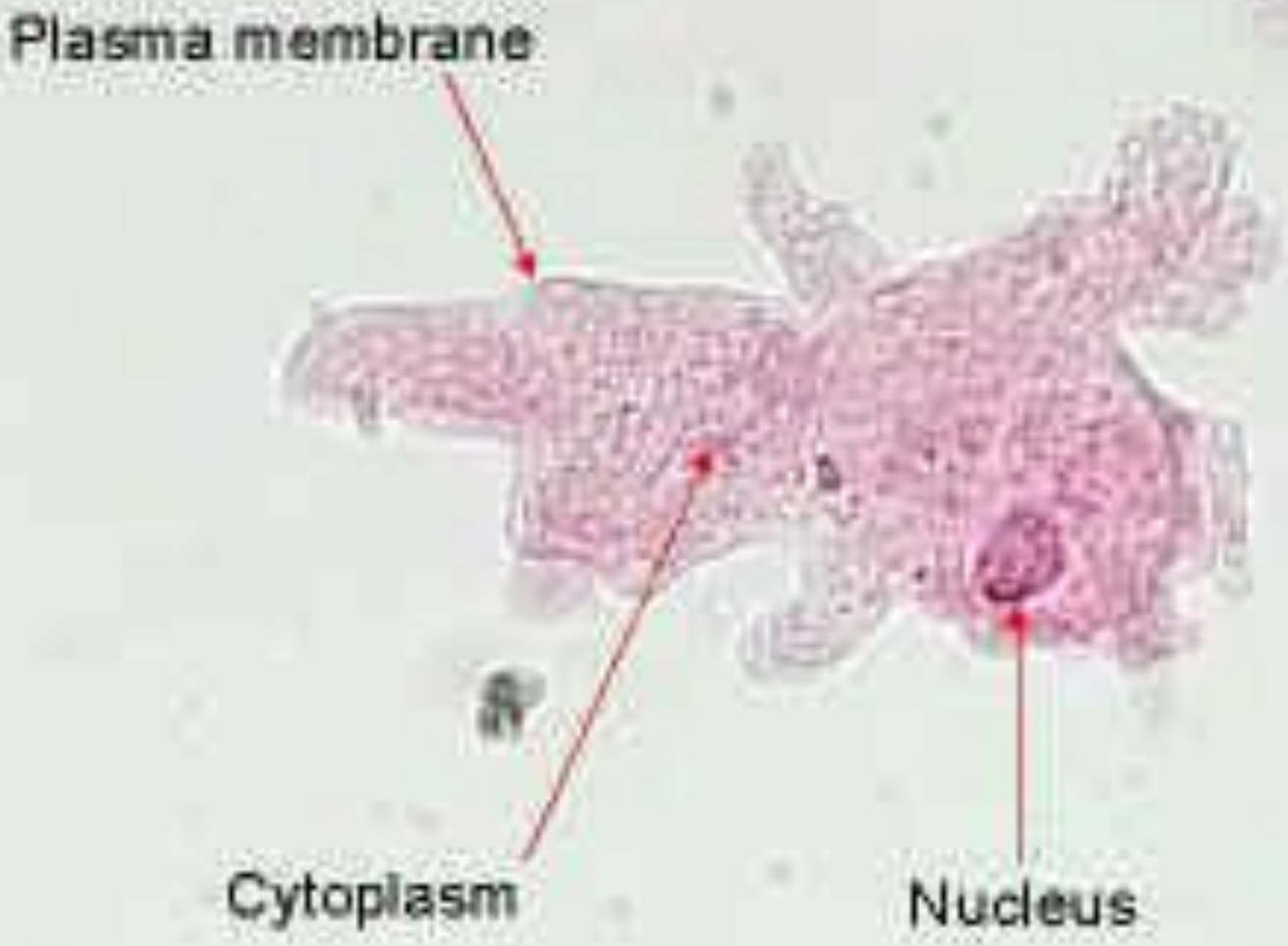
Kalsiyum, fosfolipidlerin karboksil ve fosfat grupları ile proteinler arasında köprü oluşturmak suretiyle de hücre membranlarını güçlendirir.



Elektron mikroskobunda Kalsiyum Pektatın görünüşü micro.magnet.fsu.edu

Hücre membranlarının değişim yörelerinde kalsiyum ve diğer katyonlar arasında (örneğin K^+, Na^+ya da H^+) değişim gerçekleşir.

Bir görüşe göre Kalsiyum iyon alımını düzenler.



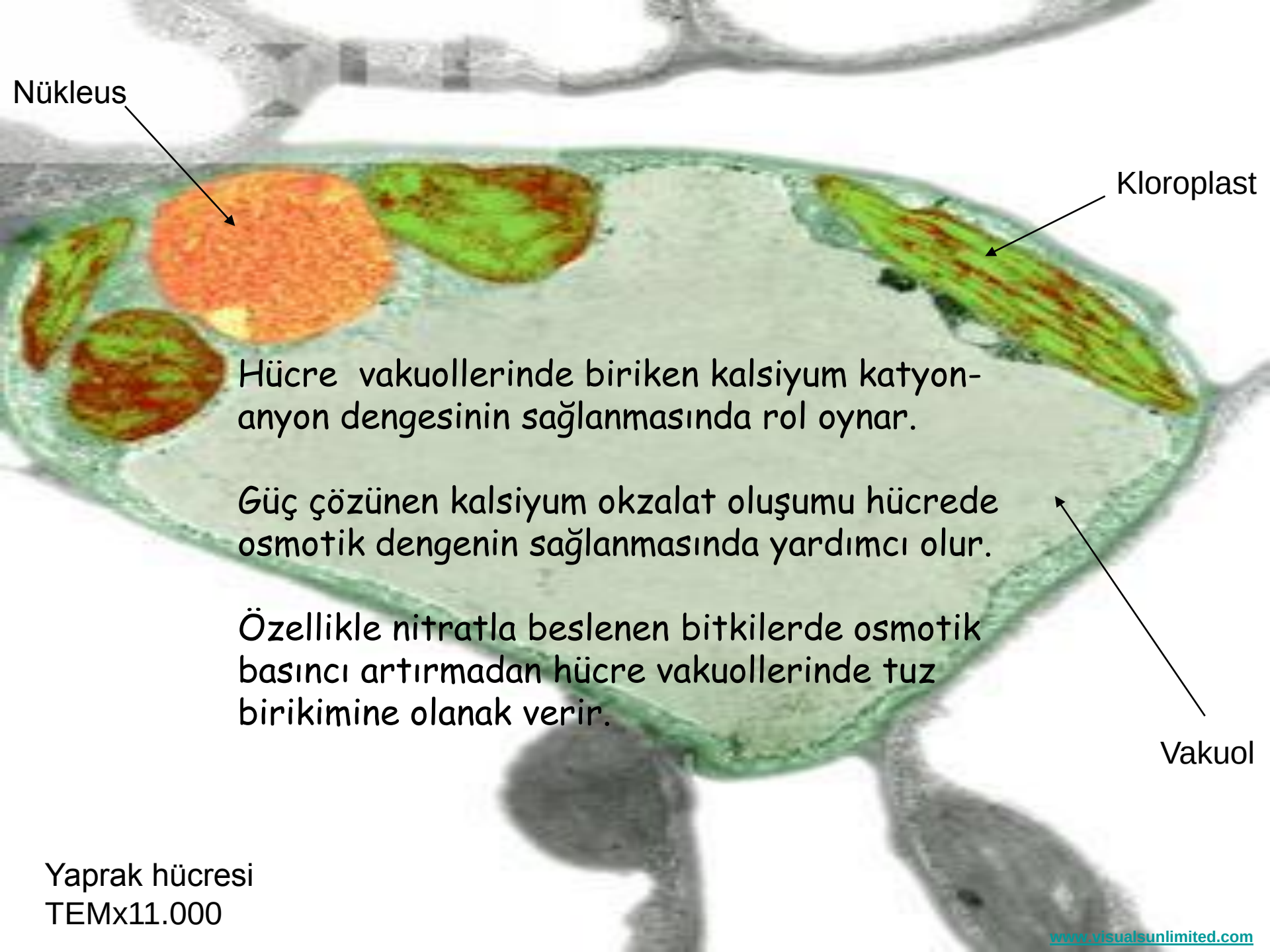
faculty.clintoncc.suny.edu

Kalsiyum bitki dokularını donma-çözülme stresine karşı korur.

Kalsiyum hücreden madde çıkışını(efflux) olağanüstü düzeyde azaltarak don zararını önler.

Kalsiyum noksanlığı görülen bitkilere uygulanan Ca, solunum oranının azalmasına ve protein sentezinin ise net olarak artmasına neden olur.

http://www.polymerag.com/tests.htm



Yaprak hücresi
TEMx11.000

www.visualsunlimited.com

Bitkilerin
Kalsiyum
Kaynakları
Toprak
Kalsiyumlu
Gübreler
Beautiful Dragon's
100% Pure Calcium Powder
Ingredients: Calcium Carbonate (human grade)
Store at room temp. in a sealed container.
4 oz.

KALSİYUM KAYNAĞI OLARAK TOPRAK

Kalsiyum yer kabuğunda en fazla bulunan beş elementten biridir. Yer kabuğunun kalsiyum içeriği yaklaşık %3.6'dır.

Yağışlı yörelerde kumlu toprakların Kalsiyum içerikleri çok düşüktür.

Kireçli topraklarım kalsiyum içerikleri %1 ile %25'in üzerinde değişiklik gösterir ve bu toprakların bağımsız $CaCO_3$ içerikleri de yüksektir.

http://www.gly.uga.edu/railsback/FieldImages/Soil-Gainesville01.jpeg

Türkiye topraklarının büyük bir bölümünde;

pH 7.0'nin üzerinde olup $CaCO_3$ miktarı diğer ülke topraklarıyla kıyaslandığında çok yüksektir.

Türkiye'de tüm bölgeler içerisinde %25'in üzerinde $CaCO_3$ dağılımı yalnızca Akdeniz Bölgesi topraklarında belirlenmiştir.

Tüm bölgeler ele alındığında $CaCO_3$ miktarında göreceli olarak en yüksek dağılımın %5 ile %15 arasında olduğu saptanmıştır

Kalsit, dolomit, jips, apatit, kalsiyum feldspatlar ve amfiboller kalsiyum içeren minerallerdir.

Bunlardan kalsit($CaCO_3$) ve jips($CaSO_4$) çözünürlüğü yüksek minerallerdir.

Normal olarak kalsiyum karbonat toprakların asal kalsiyum kaynağıdır.

www.cartage.org.lb

Genel bir kural olarak kaba tekstürlü olan ve kalsiyum minerallerince yoksul ana materyalden oluşmuş yağışlı yöre topraklarının kalsiyum içerikleri düşüktür.

Buna karşın ince tekstürlü olan ve kalsiyum minerallerince varsıl ana materyalden oluşmuş topraklar, değişebilir ve toplam kalsiyum yönünden varsıldır.

Oklahoma

Xpda.com

Kireç taşlarından bile oluşmuş olsalar yağışlı yörelerde yüzey topraklar çoğunlukla asit tepkimelidir.

Yüzey topraklardan kalsiyum aşağı doğru taşınır.

İçerisinde çözünmüş durumda karbondioksit bulunan suyun toprakta aşağı doğru sızması sonunda kil üzerinde adsorbe edilmiş şekilde bulunan kalsiyum ve öteki bazik katyonlarla karbonik asit yer değiştirir.

Eğer böyle bir su uzunca bir süre toprakta sızacak olursa toprak, yavaş yavaş asit tepkimeye sahip olur.

Kurak yöre toprakları tekstürleri ne olursa olsun kalsiyumca varsıldır.

Bu durum yağış nedeniyle yıkanmanın az olmasından ileri gelir.

- Topraklarda kalsiyumun bitkiler tarafından yararlanılabilirliğini belirleyen etmenler şu şekilde özetlenebilir.

A)Toprakta değişebilir şekilde bulunan kalsiyum miktarları,

B)Kilin kalsiyum ile doygunluk derecesi,

C)Toprak kolloidlerinin cinsi,

Belli bir oranda yararlı şekilde kalsiyumun sağlanması yönünden 2:1 tipi killer 1:1 tipi killere göre çok daha fazla kalsiyum doygunluğuna gereksinim duyarlar.Örneğin 2:1 tipi killerden olan montmorillonitin belli bir miktar kalsiyumu yararlı kılabilmek için %70 kalsiyum doygunluğuna gereksinim göstermesine karşın 1:1 tipi killerden olan kaolin %40-50 kalsiyum doygunluğuna gereksinim gösterir.

D)Kil tarafından adsorbe edilmiş şekilde bulunan iyonların cinsi.

Kil tarafından tutulan katyonların birbirleriyle yer değiştirme sırası şöyledir:

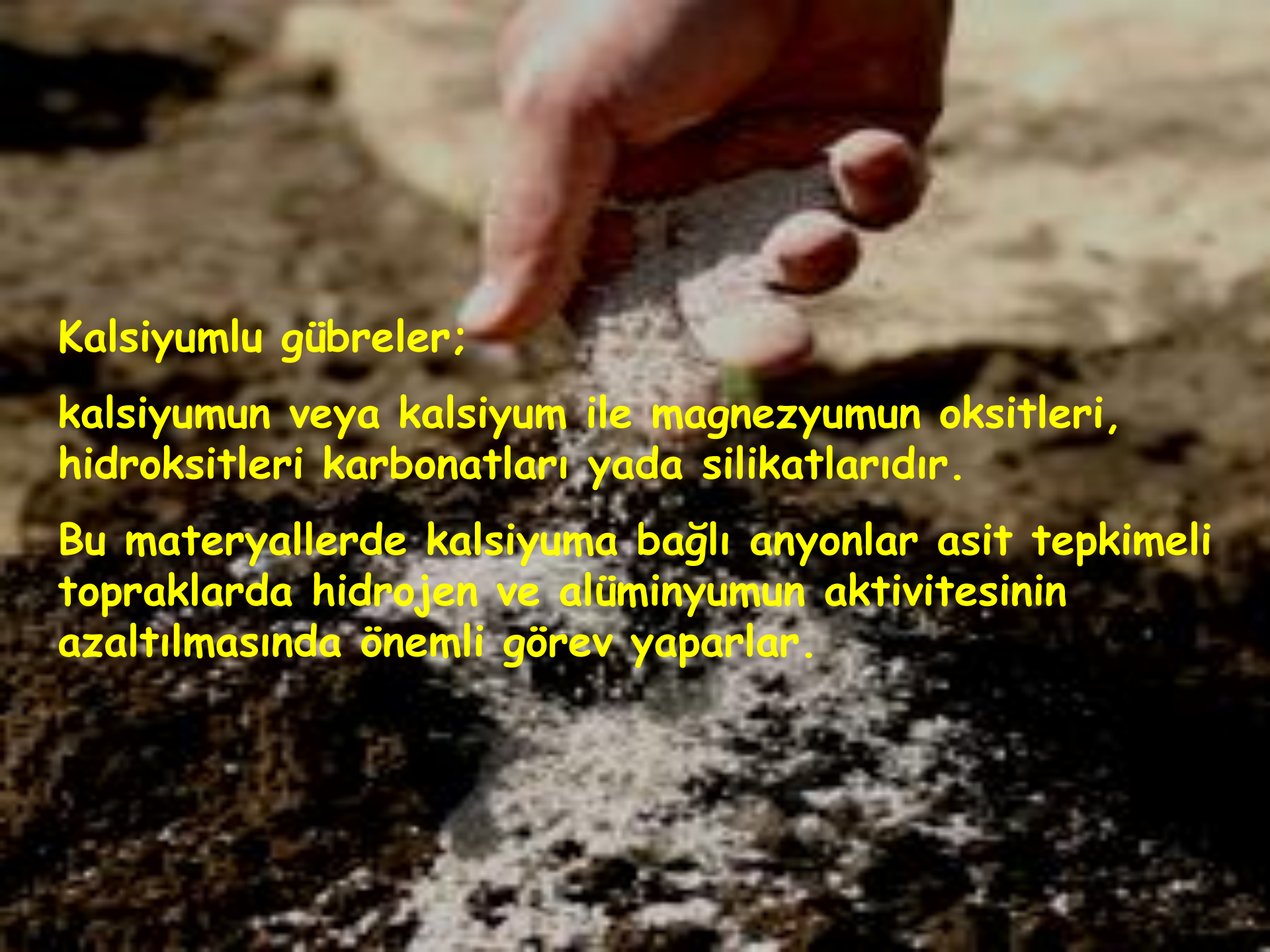
$$H^{+}>Ca^{2+}>Mg^{2+}>K^{+}>Na^{+}$$

KALSİYUM KAYNAĞI OLARAK KALSİYUMLU GÜBRELER

Asit tepkimeli topraklara uygulanan ve kireçleme materyali olarak bilinen maddeler, bitkilerin kalsiyum gereksinimlerini karşıladıkları için kalsiyumlu gübreler şeklinde de tanımlanırlar.

Ancak Ca'lu gübreler, bitkilerin Ca ihtiyacını karşılayabilmek için üretilmezler.

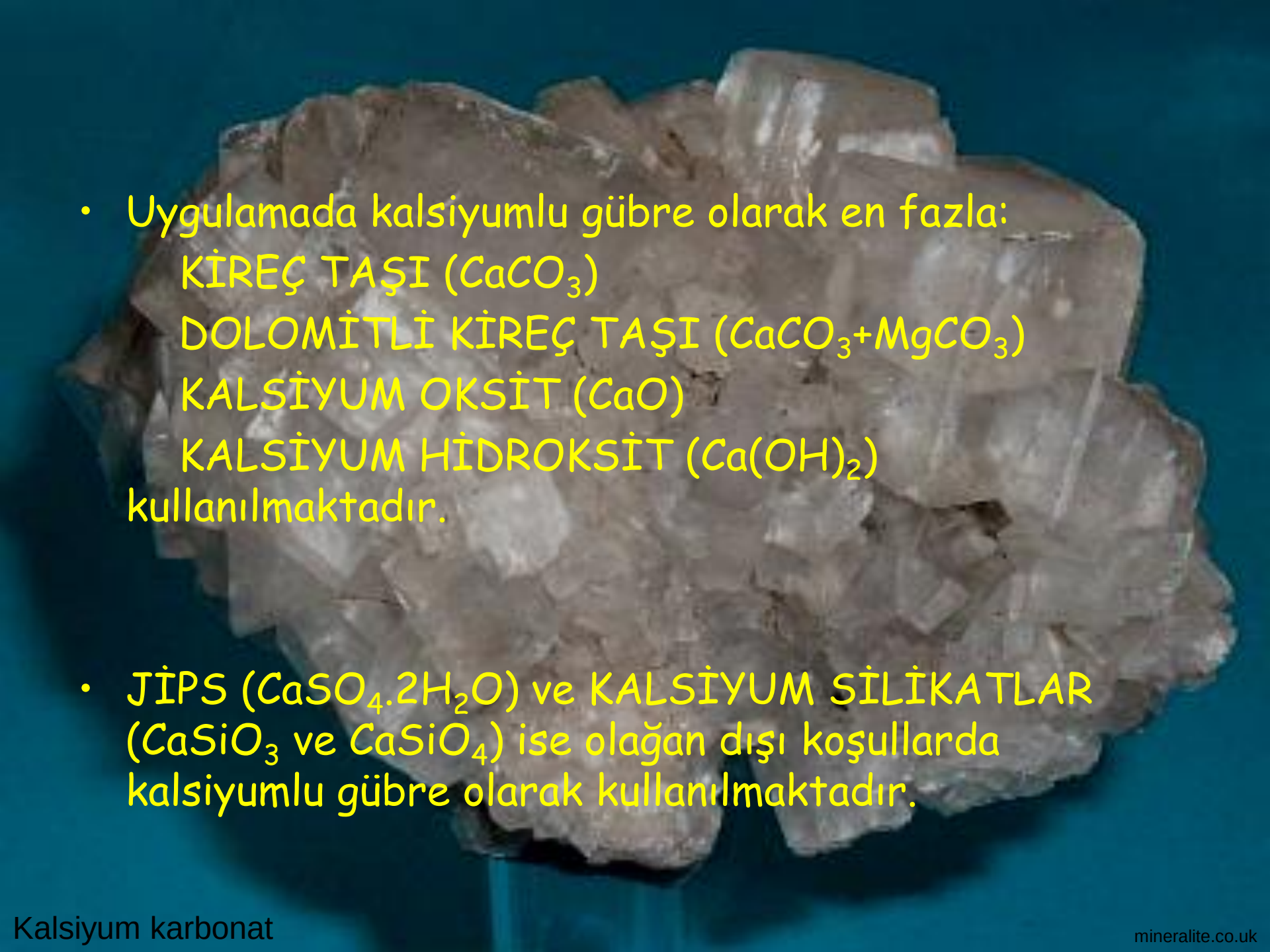
Kalsiyum amonyum nitrat (CAN): 27 % N ve 20 % öğütülmüş kireç taşı



Kalsiyumlu gübreler;

kalsiyumun veya kalsiyum ile magnezyumun oksitleri, hidroksitleri karbonatları yada silikatlarıdır.

Bu materyallerde kalsiyuma bağlı anyonlar asit tepkimeli topraklarda hidrojen ve alüminyumun aktivitesinin azaltılmasında önemli görev yaparlar.



- Uygulamada kalsiyumlu gübre olarak en fazla:
  KİREÇ TAŞI ($CaCO_3$)
  DOLOMİTLİ KİREÇ TAŞI ($CaCO_3$+$MgCO_3$)
  KALSİYUM OKSİT (CaO)
  KALSİYUM HİDROKSİT ($Ca(OH)_2$)
  kullanılmaktadır.

- JİPS ($CaSO_4.2H_2O$) ve KALSİYUM SİLİKATLAR ($CaSiO_3$ ve $CaSiO_4$) ise olağan dışı koşullarda kalsiyumlu gübre olarak kullanılmaktadır.

Kalsiyum karbonat

mineralite.co.uk

- *Yanmış kireç* olarak da dalandırılan kalsiyum oksit(CaO), kireç taşının 1100^{o}C'de yakımasıyla üretilir.

$$CaCO_3 + Isı \longrightarrow CaO + CO_2\uparrow$$

- *Kalsiyum hidroksit* su ile kalsiyum oksidin işleme sokulması sonucu elde edilir.

$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + Isı$$

- *Kireç taşı* olarak bilinen kalsiyum karbonat değişik kökenli olup doğada yaygın şekilde bulunur.Aynı molekül miktarlarda kalsiyum karbonat ve magnezyum karbonat içeren kristal şekildeki kalsiyum magnezyum karbonat ise, ($CaMg(CO_3)_2$), *dolomit* olarak bilinir.

- Asit tepkimeli topraklara uygulanan kalsiyumlu gübrelerdeki kalsiyum, oluşan tepkime sonucu toprak çözeltisinde iyonik şekle dönüştüğü gibi toprağın değişim komplekslerinde hidrojenle yer değiştirmek suretiyle de adsorbe edilir.Böylece bir yandan toprağın asitliği giderilirken öte yandan bitkilerin kalsiyum gereksinimleri karşılanır.

- Toprağa uygulanan kalsiyum oksidin su ile kolaylıkla tepkimeye girmesi sonucu oluşan kalsiyum hidroksit, toprak çözeltisindeki bağımsız H^+'leri doğrudan nötralize eder.

- Kalsiyum oksit ve kalsiyum hidroksit uygulanan topraklarda oluşan tepkimeler şöyledir:

$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$$

$$Ca(OH)_2 + 2H^+ \longrightarrow Ca^{2+} + 2H_2O$$

$$\text{Net } CaO + 2H^+ \longrightarrow Ca^{2+} + H_2O$$

- CaO ve $Ca(OH)_2$ topraktaki tepkimeleri, $CaCO_3$'a oranla çok daha hızlıdır.Ancak güçlü asit tepkimeli topraklarda $CaCO_3$ toprak H^+'ini oldukça hızlı şekilde nötralize eder.

$$CaCO_3 + 2H^+ \longrightarrow Ca^{2+} + H_2O + CO_2$$

- Zayıf asit ya da nötr tepkimeli topraklarda bulunan CO_2 ile tepkime sonucu $CaCO_3$'dan kalsiyum bikarbonat oluşarak topraktaki H^+ iyonları nötralize edilir.

$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \longrightarrow Ca(HCO_3)_2$$
$$Ca(HCO_3)_2 + 2H^+ \longrightarrow Ca^{2+} + CO_2 + 2H_2O$$

$$\text{Net } CaCO_3 + 2H^+ \longrightarrow Ca^{2+} + CO_2 + H_2O$$

- Kalsiyumlu gübrelerin topraktaki tepkime hızı kullanılan materyalin incelik derecesiyle (parça büyüklüğüyle) yakından ilgilidir. İncelik derecesi arttıkça yüzey genişliği de artacağı için tepkime hızlı ve kolay olur.

- Kalsiyumlu gübrelerin asit tepkimeli toprakları nötrleştirme güçleri ayrımlıdır. Nötrleştirme gücü 100 olarak kabul edilen $CaCO_3$'a göre öteki kalsiyumlu gübrelerin nötrleştirme güçleri şöyledir:

Kalsiyumlu gübre	Nötrleştirme gücü
Kalsiyum oksit,CaO	179
Kalsiyum hidroksit,$Ca(OH)_2$	136
Kalsiyum magnezyum karbonat,$CaMg(CO_{3)2}$	109
Kalsiyum karbonat,$CaCO_3$	100

- Asit tepkimeli toprak çözeltilerindeki H^+'ları konsantrasyonu, Al^{3+}'un ya da hidroksi Al^{3+} veya hidroksi Fe^{3+} iyonlarının hidrolize olma durumuna bağlı olarak değişir.Ortamın kil ve organik madde içerikleri ise hidroliz üzerine önemli etki yapar.Ortama azar azar kalsiyumlu gübre uygulanması suretiyle H^+ iyonları sürekli şekilde nötrleştirildiği zaman, Al^{3+} ve Fe^{3+} iyonları çökelir ve değişim kompleksleri üzerindeki Al^{3+} ve Fe^{3+} yerleri Ca^{2+} tarafından doldurulur.

- Toprakta tepkimenin kısa sürede oluşmasının istenmesi durumunda, kalsiyum oksit ya da kalsiyum hidroksitin kullanılması yeğlenmelidir.

- Kalsiyum karbonatın topraktaki tepkimesi göreceli olarak daha uzun bir zaman süreci içerisinde tamamlanır.Ancak bu süre toprak asitliği ile ilgili olarak değişir.Toprakta asitlik düzeyi arttıkça kalsiyum karbonatın tepkime süresi buna bağlı olarak azalır.

BİTKİLERDE KALSİYUM NOKSANLIĞI

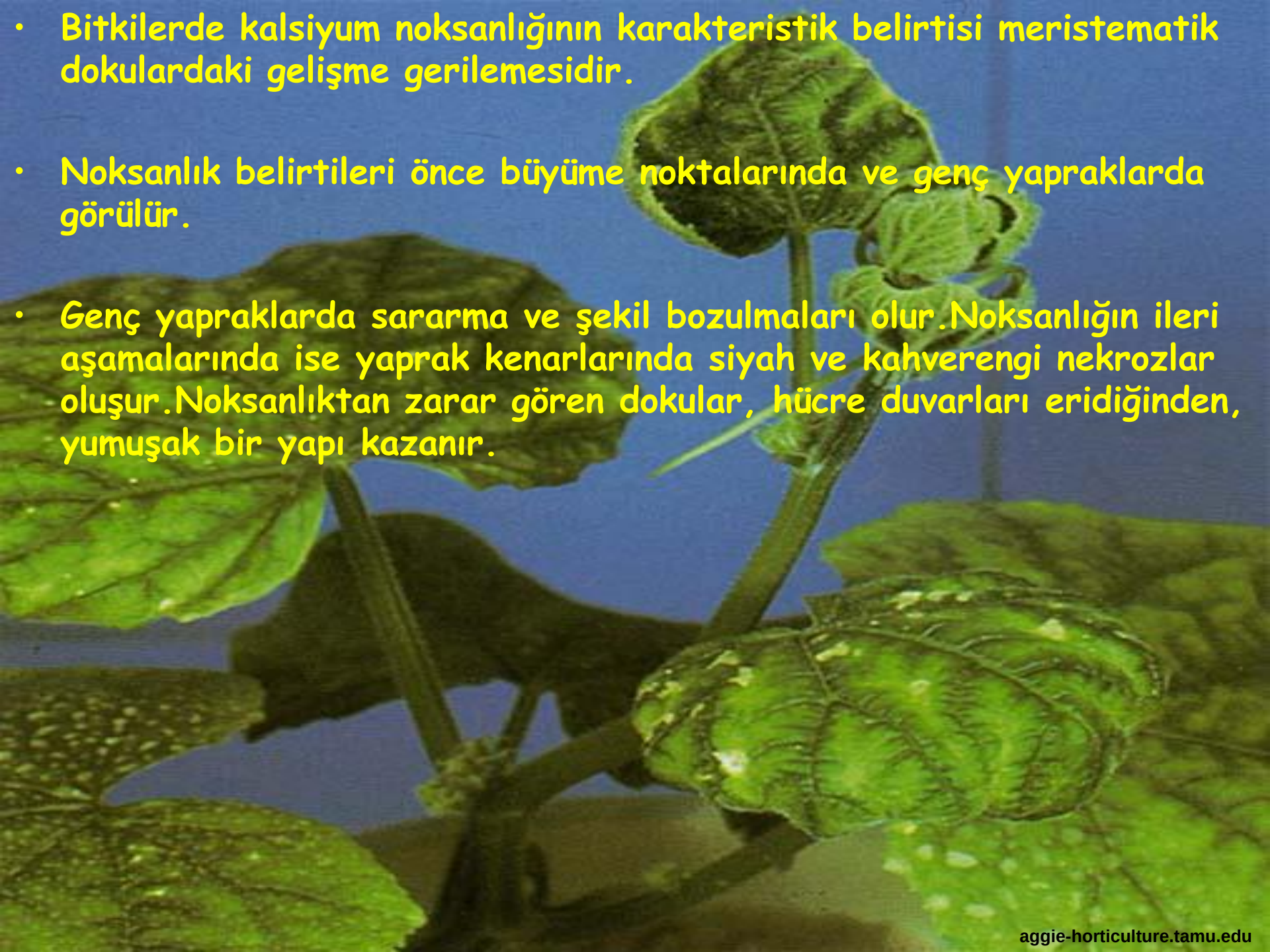
Kadifе çiçeğinde -Ca

www-unix.oit.umass.edu

- Bitkilerde kalsiyum noksanlığının karakteristik belirtisi meristematik dokulardaki gelişme gerilemesidir.

- Noksanlık belirtileri önce büyüme noktalarında ve genç yapraklarda görülür.

- Genç yapraklarda sararma ve şekil bozulmaları olur.Noksanlığın ileri aşamalarında ise yaprak kenarlarında siyah ve kahverengi nekrozlar oluşur.Noksanlıktan zarar gören dokular, hücre duvarları eridiğinden, yumuşak bir yapı kazanır.



Yapraklarda kalsiyum noksanlığının görünen ilk işareti orta damar boyunca yaprağın kıvrılmasıdır.

.

Aynı zamanda yaprak ayası kayık şeklini alır.
Yapraklar kalınlaşır ve gevrek bir yapı gösterir

Marul -Ca

www-unix.oit.umass.edu

Kalsiyum noksanlığının en belirgin işareti genç yaprakların alt kısımlarında fazla sayıda yarı şeffaf lekelerin oluşmasıdır.

Bu lekeler giderek büyüyüp belirginleşir ve nekrotik alanları oluşturur.
En sonunda bu alanlar kuruyarak yaşamını yitirir.

Hıyar
-Ca

www-unix.oit.umass.edu

•Bitki dokularında Ca^{2+} iyonları ksilem iletim borularında su ile birlikte yukarı doğru taşınır.

•Ksilem suyunda Ca^{2+} iyonları konsantrasyonu düşük ise meyvelere ulaşan Ca^{2+} iyonları miktar yetersiz kalır ve meyvelerde noksanlık belirtileri görülür.

Elma
-Ca
Acı benek

http://soils.tfrec.wsu.edu/

Toprakta su yetersizliği, NH_4-N beslenmesi ve yüksek tuz konsantrasyonu ksilem suyundaki Ca^{2+} iyonları miktarını azaltır.

Bunun bir sonucu olarak meyvelerde Ca noksanlığı belirtileri ortaya çıkar.

- Toprak çözeltisinden Ca^{2+}'un alınması kök uçlarında gerçekleşmektedir.

Bu nedenle yeni köklerin oluşumunu engelleyen düşük sıcaklık, yetersiz havalanma vb etmenler Ca^{2+} alımını engelleyerek noksanlığa neden olur.

www.agf.gov.bc.ca

Floem dokularında bulunan Ca^{2+} immobildir.
Bu nedenle daha önce absorbe edilmiş olan kalsiyumun meyve olumu döneminde floemde taşınarak meyveye ulaşması güçtür.

Meyve olumu evresinde topraktan yeterli miktarda Ca absorbe edilerek ksilem yoluyla meyveye ulaşamadığı durumda meyvelerde kalsiyum noksanlığı belirtileri görülür.

www.agf.gov.bc.ca

Elma da, Ca noksanlığında;

meyvenin yüzeyi siyah noktalı ve pütürlü bir görünüm alır.

res2.agr.ca

Domates
- Ca

Domates ve biberde çürüme, kerevizde meyve içi kararması, Brüksel lahanasında İçten kahverengileşme Ca noksanlığının oluşturduğu belirgin zararlanmalardır.

www-unix.oit.umass.edu

Domates

-Ca

Armut
Acı Benek (İçsel)
- Ca
res2.agr.ca

Biber
-Ca

Vegetablemdonline.ppath.cornell.edu

Armut
Kalsiyum klorür
toksitesi
res2.agr.ca

Elma
Ca toksitesi
www.agf.gov.bc.ca

Elma yapraklarında
Ca toksitesi
www.agf.gov.bc.ca

Zinya Çiçeğinde
-Ca
www-unix.oit.umass.edu

Domates
-Ca
www-unix.oit.umass.edu

Domates
-Ca
www-unix.oit.umass.edu

Yeterli düzeyde kalsiyumun bulunmaması durumunda meyveler zamanından önce olgunlaşır.

Dokuları gevşek olan bu meyveler depo edilmek için uygun değildir.

Mısır
-Ca

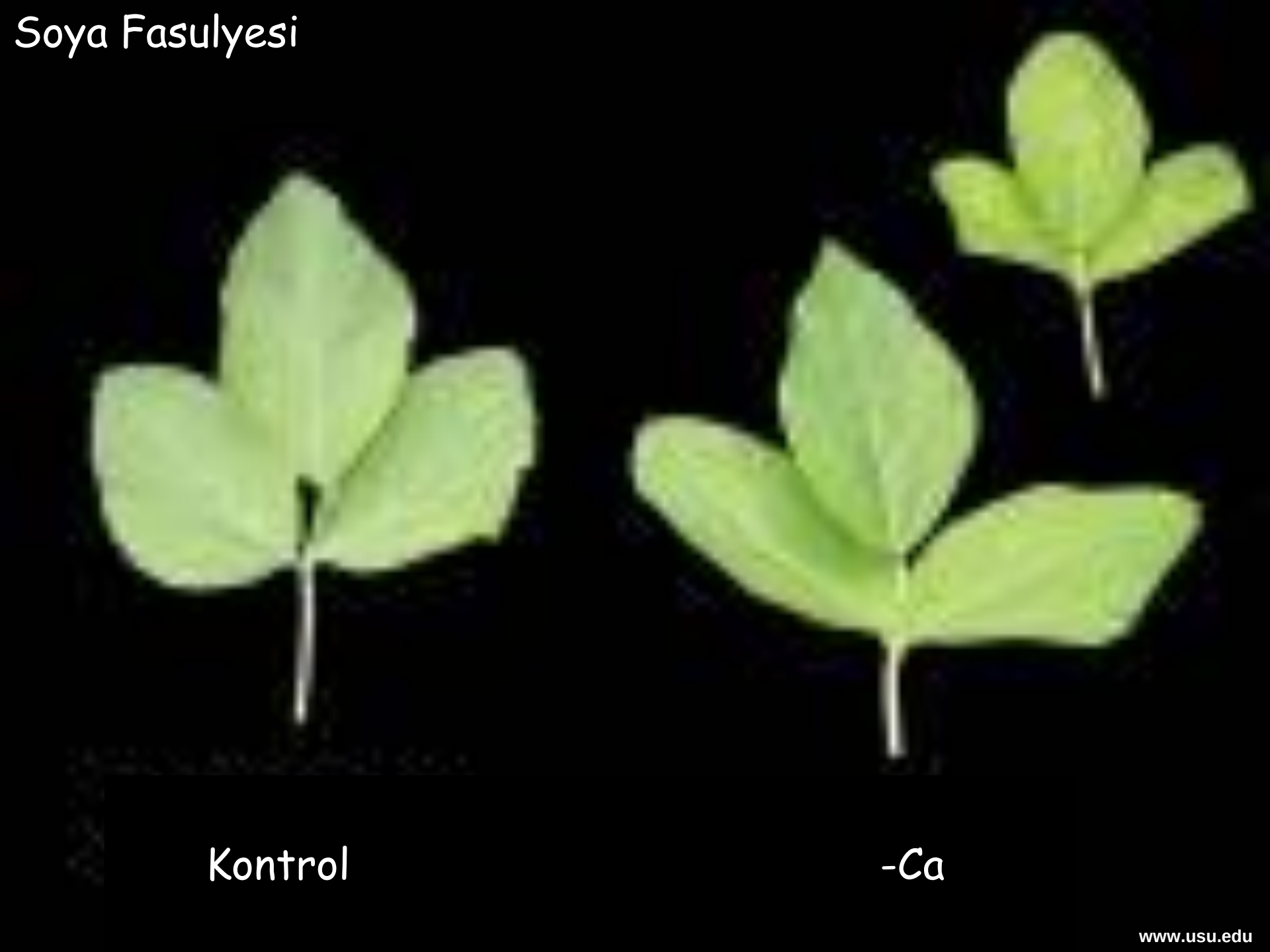
www-unix.oit.umass.edu

ALFALFA
-Ca

www.actagro.com

www.actagro.com

Soya Fasulyesi



Kanola
Çiçeklenmenin başlagıcında
-Ca

agspsrv34.agric.wa.gov.au

Atatürk Çiçeğinde
- Ca, başlangıç aşamasında

aggie-horticulture.tamu.edu

Atatürk Çiçeğinde
- Ca, ileri aşamada

aggie-horticulture.tamu.edu

Atatürk Çiçeğinde
- Ca, çiçeklerdeki görünüm

aggie-horticulture.tamu.edu

Kalsiyum deposu
sütümüzü içelim,
Magnezyumu okuyup
gelmeyi unutmayalım