

YAPRAKTAN BESLENME

Fatma DANISMAN^{¶§} Korkmaz BELLITURK[¶]

Geliş Tarihi: 14/09/2006

ÖZET

Gübre, tarımın önemli bir girdisi olup verim artışıdaki yeri bütün diğer girdilerin toplamına eşdeğerdir. Tarımda bitkisel üretimin önemli girdilerinden olan gübre tüketimi giderek artmaktadır. Ancak, bu artış ile beklenen düzeyde üretim artışı sağlanamamaktadır. Yer yer bilinçsiz ve dengesiz yapılan gübreleme ile toprakların verimlilik dengesi bozulduğundan bu topraklarda yetiştirilen bitkilerden elde edilen ürünün kalitesi de düşmektedir. Gübre tüketimi arttıkça onun uygulama şekillerinde de gelişmeler olmaktadır. Bunlardan önemli bir tanesi de yaprak gübreleridir. Bitkilerde besin noksanlığında ortaya çıkan verim ve kalite düşüklüğü her zaman topraktan yapılan gübreleme ile kısa sürede giderilemediğinden yapraktan gübreleme ile giderilmeye çalışılmaktadır. Bitki besinlerinin sıvı halde yaprağa püskürtülerek verilmesine “Yapraktan Gübreleme”; bu amaçla kullanılan gübrelere de “Yaprak Gübreleri” adı verilmektedir. Topraklarımızda genel olarak organik madde miktarı düşük, kil ve kireç kapsamı yüksek, alkali reaksiyonlu olduğundan bitki besinlerinin alınması güçleşmektedir. Bu bakımdan yapraktan gübreleme ve yaprak gübrelere önemi artmaktadır. Son yıllarda, gerek yurt dışında gerekse ülkemizde yaprak gübrelere üretim ve tüketiminde hızlı bir gelişme görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bitki besleme, gübrelere, yaprak gübrelere

FOLIAR FEEDING

ABSTRACT

Fertilizer as an input of agriculture has an equivalent importance to the total of all the other inputs, and its consumption is getting more increased in the agriculture. However this increase can not provide production increase as it is expected. The quality of production is decreased in the soils whose productivity balance is disturbed because of the fertilization made without knowledge and out of balance. Application of fertilizing has been improved as the consumption is increased. The most important of these improvements is foliar fertilizing. The productivity and quality losses caused by absence of nutrition has been tried to be compensated by foliar fertilizing since it cannot always be compensated by soil fertilizing. Giving plant nutrition by injecting it directly in liquid form to the leaf is called “Foliar Fertilizing”, and fertilizers used in this purpose are called “Leaf Fertilizers”. Since our soils contain low amount of organic matters, high amount of clay and lime and has alkali reaction, receiving of plant nutrition is getting more difficult. In this from this point of view importance of fertilizing and foliar fertilizing is getting more increased. Recently a significant improvement is observed in the production and consumption of foliar fertilizing in our country as well as in the abroad.

Keywords: Plant nutrition, fertilizers, leaf Fertilizers

[¶] Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Tekirdağ.

[§] **Sorumlu Yazar.** fatmadanisman@gmail.com

GİRİŞ

Dünya nüfusunun gün geçtikçe artması gıda ihtiyacının hızlı artmasına sebep olmaktadır. Tarım alanlarının sınırlı olduğu dikkate alınırca artan gıda maddesi ihtiyacının birim alandan daha çok ürün elde ederek karşılanabileceği açıktır. Toprakta bitkilerin kaldırdığı besin elementlerinin toprağa geri verilmesi gerekir. Aksi halde toprak gittikçe verimsizleşecek ve elde edilen ürün gün geçtikçe azalacaktır.

Genelde kalkınmakta olan ülkelerin toplam gıda üretimlerinin sadece küçük bir oranı gübre kullanımına dayanır. Artan gıda ihtiyacımızı karşılamak için üretimin herhangi bir yolla artırılması gerekir. Bu da inorganik gübre kullanımıyla mümkündür.

Gübreleme tohumun çimlenmesinden olgunluk devresinin sonuna kadar, bitki tarafından topraktan sömürülen veya toprak üstü organları tarafından alınabilen organik veya inorganik tabiatlı olan, bitkilerde gelişmeyi uyaran maddelere "gübre"; bu maddelerin toprağa, gövdeye veya yapraklara verilmesine de "gübreleme" denilmektedir (Zabunoğlu ve Karaçal, 1986).

Bitkiler temel beslenmelerini topraktan yaparlar. Ancak, bazı besin elementlerinin toprakta bulunmaması veya yetersiz oranda bulunması, toprağın yapısına bağlı olarak tamamen ya da kısmen bitkinin alamayacağı şekilde tutuluyor olması ve özellikle kurak, yarı kurak bölgelerde topraktaki suyun yetersizliği nedeniyle, bitkilerin besin elementlerini gereği kadar alamamaları durumunda, yaprak gübrelere önemli destek sağlayabilmektedir. İçeriklerinde bitkiler için gereken besin elementlerinden biri ya da birkaçını bulunduran bu gübreler, sıvı halde yapraklara püskürtülerek uygulanmaktadır, (Kacar ve Katkat, 1999).

Bitkiler toprak üstü organları ve özellikle yaprakları aracılığıyla besin elementlerini alarak beslenmelerine katkıda bulunurlar. Bitkilerin toprak üstü organları bir yandan organik madde üretimi (fotosentez) işlevini yaparken, bir yandan da su ve suda çözülmüş organik ve inorganik maddelerle gaz şeklindeki basın elementlerini (CO₂, O₂, SO₂, NH₃, NO₂) absorbe ederler (Kacar ve ark., 2002).

İlk bakışta görünen bütün net avantajlarına ve ekonomik üstünlüğüne rağmen garipdir ki uygulayıcılar yaprak gübrelere şüphe ile karşılanmaktadır. Bunun pek çok nedeni vardır. Sözcüleri yaprak gübrelere ucuz olmalarına karşın, verimli topraklarda etkileri pek anlaşılabilir değildir. Ayrıca yaprak gübrelere genel olarak özel bir kullanım gerektir-

mektedir. Bu da bölgesel özelliklere, iklime, toprağın işlenişine, bitkinin büyüme aşamasına, zamana ve diğer faktörlere göre belirlenmelidir. Bilimsel olarak, günümüzde yaprak gübrelere verime ve kaliteye olan olumlu etkileri kolayca ispatlanabilmektedir. Ancak yaprak gübrelere tarıma uyarlanması için özel durumlara göre araştırmalar ve uygulamalar yapılmalı ve etkin kullanım için gerekli olanlar üreticinin bilgisine sunulmalıdır. Yaprak gübre uygulaması en yararlı şekilde yapıldığında kullanımında artış sağlanacak ve yaygınlaşabilecektir (Aktaş, 1996).

YAPRAK GÜBRELERİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ

Yaprak gübreleme tarihsel süreç içerisinde eskiden beri yapıla gelen bir uygulamadır. Fransa'da yapılan bir uygulamada 1844 yılında demir sülfat yaprak gübrelemesinde kullanılmıştır ve kloroza karşı başarı sağlanmıştır. Suyun yapraklar tarafından absorpsiyonu konusu 1676 "Mariotte" tarafından açıklanmıştır (Mariotte, 1676). Ancak bu konu yüzyılımızda "Wetsel" tarafından deneysel olarak kanıtlanana kadar karanlıkta kalmıştır. 1877'de ise "Böhm" çözülmüş mineral tuzların (Örneğin; kalsiyum) yaprak tarafından absorbe edildiğini ve metabolizmada kullanıldığını belirtmektedir (Böhm, 1877). 20. yüzyılın başında ise "Hiltner" yaprakların dışardan madde alması olayına ilk bilimsel kanıtları getirmiştir. Hiltner, hardal bitkisini potasyumsuz besin çözeltisine koymuş ve bitkinin yapraklarını KCl çözeltisi uygulamıştır. Daha sonra ve çiçek, meyve tohumunda potasyum iyonları tespit etmiştir (Hiltner, 1909; Hiltner, 1912).

1916'da Havai'de "Johnson" demir eksikliğine bağlı klorozlu ananas bitkilerine demir sülfat solüsyonunu püskürtmüş ve bitkinin bir süre sonra tekrar yeşil renk aldığını gözlemlemiştir, (Johnson, 1916). Bu başarı Amerika'daki çiftçileri 1920'lerde yaprak gübre uygulamaya teşvik etmiştir. Ancak bilim adamları yaprak herbisit ve pestisit uygulamalarının 1940'lardaki başarılı sonuçlarından sonra bile bu konu ile ilgilenmemişlerdir, (Franke, 1985). Bu gün bile yaprak gübreleme konusunda pek çok araştırılmamış nokta bulunmaktadır.

Wittwer ve arkadaşlarının yapmış olduğu araştırmaya göre, Bitkilerin yaprak beslenme çalışmalarının 1844 yılında başladığını ve günümüze dek artarak devam ettiğini; bu konudaki çalışmaların 1938 yılından sonra radyoizotopların tarımsal alanda kullanılmaya

başlaması ile daha etkili olarak yürütüldüğünü belirtmişlerdir. Yapraklara yapılan azot, fosfor, potasyum ve kalsiyum uygulamalarının bitkinin büyümesinde çok etkili olduğunu, ayrıca birçok bitkide çinko, mangan, bakır, bor ve molibden noksanlıklarının giderilmesinde bu elementlerin suda çözünebilen tuzlarının yapraklara püskürtülerek verilmesinin etkin olduğunu bildirmişlerdir (Wittwer ve ark., 1963).

BİTKİ YAPRAKLARIYLA BESİN ELEMENTLERİNİN ALINMA MEKANİZMASI

Maddelerin yapraktan alınmasında bu geçiş stomaların boşluklarında cereyan etmediğinden toplam alımın yaprak yüzeyleri yardımıyla gerçekleşmekte ve üç aşamada gösterilebilmektedir.

- Kutikula'nın aşılması
- Hücre duvarından geçiş
- Plazmalemma'nın yarı geçirgen plazma membranından aktif cereyan eden bir süreç ile maddenin hücreye kazandırılması.

İlk iki aşama strüktürel bir sorun olarak incelenmelidir. Burada, bir tarafta epidermisin dış duvarını örten yeknesak poren içermeyen kutikula tabakası öte yandan hücre duvarı ele alınmalıdır. Hücre duvarı ve bunun kutikulası strüktürel yapı olarak çok farklı, çeşitli ve karmaşık durum göstermektedir. Bu nedenle de, hücre duvarı yapısının genel olarak geçerli olabilecek şematik çizimi mümkün olamamaktadır. Bununla beraber hücrenin, hücre duvarına en yakın kısmı olan lümenin büyük bir bölümünün selülozdan oluştuğu; pektin, kütin ve balmumu kapsayan kutikulanın ise çoğunlukla kütinden oluştuğu bilinmektedir. Kimi durumlarda kutikula, hücre duvarı üzerinde keskin sınırları olan bir tabaka halinde bulunurken, kimi hücre duvarlarında kendi kutikulası ile selüloz duvarlarının arasına farklı kalınlıklarda kutikular tabakalar halinde sıkışmış şekillerde yer alabilmektedir. Bu tabaka gerek kütin gerekse pektin ve selüloz içermekte çoğu kez lamel tabakaları gibi bir yapı göstermektedir (Alpaslan, 2000).

Kutikulada ise suyun geçişi sırasında balmumu tabakası kutikuladan daha fazla olarak su geçişini engellemektedir yani solüsyonun damlaları yüzeye temas kuramamakta ve yüzeyden kaymakta dolayısıyla yapraktan beslenme mümkün olamamaktadır. Bu aşamada denebilir ki epidermis, stoma tarafından yarılmakta ve açılan yarıklardan (150-3000 cm²) püskürtülen solüsyon için geçiş imkanı ortaya çıkmaktadır. Ancak atrium duvarlarının,

merkez çekirdeğin ve hava boşluklarının devamlı inatçı bir kutikula ile korunduğu da göz önüne alınmalıdır. Bazı otoriteler hücre arası boşlukların lipoid filmler ile kaplı olduğunu belirtmektedirler. Ancak kütin yüksek bir yüzey gerilimi sağlamakta ve bu da su ve sulu çözeltilerin ıslatmasını önlemektedir. Yani damlalar stoma yarıklarına girememektedirler ayrıca bu boşluklar yüksek basınç olmadan suyun yerine geçemeyecekleri şekilde gazla doldurulurlar. Büyük sayılarına rağmen bu stomal boşluklar solüsyon için bir geçiş yolu sayılmazlar. Bu nedenle püskürtülen solüsyonun epidermis hücrelerin kutikularına doğru emildiği varsayılmaktadır. Eğer damlaların kutikulayı belli bir genişliğe kadar ıslattığını varsayarsak bu durumda geçişi engelleyen bir iç bariyer söz konusudur. Prencip olarak kutikulalarda su alışverişi mevcut olduğuna göre çözülmüş maddelerin de belli bir sınıra kadar geçmeleri gerekmektedir (Alpaslan, 2000).

Her şeye karşın bu küçük çaplı boşluklar çözülmüş maddelerin kutikuladan geçişine izin vermektedir. Püskürtülerek uygulanan çeşitli bitki besin elementlerinin absorpsiyon hız ve mekanizmaları izotop tekniği uygulanarak duyarlı bir şekilde belirlenebilmektedir. Radyo izotoplarla etiketlenmiş bitki besin elementleri püskürtülerek uygulandıktan sonra yaprak diskleri üzerinde yapılan analizlerle absorpsiyon durumu saptanmaktadır (Kacar ve ark, 2002).

Kutikulanın bu rölatif geçirgenliğinden, çözülmüş maddelerin hücre duvarına, kütin tabakasını aşarak ulaştığı anlaşılmaktadır. Bu alışveriş için bir konsantrasyon ivmesi gereklidir yani bu mekanizma difüzyon temeline dayandırılmaktadır. Yapraktan gübrelemede besin maddelerinin alınmasında, bitki öz suyundaki madde konsantrasyonunun, püskürtülen besin maddeleri konsantrasyonu ile difüzyon yolu ile dengelenmesi esas olmaktadır.

Bitki besin elementlerinin biyolojik membranlardan taşınması (aktif taşıma) konusundaki görüşlere göre, iyonların başlangıçta belli bir taşıyıcıya bağlanmış olmaları gerekmektedir. Henüz kesin bir bulgu olmamakla beraber bu taşıyıcıların protein molekülleri olması ihtimali yüksektir. Olasılıkla, bunların bir halka halinde iyonları çevreleyip taşıdıkları düşünüldüğünde bu proteinler "tünel protein" olarak adlandırılır. Bu moleküllerin enerji olarak köklerdeki absorpsiyonda da kullanılan A.T.P. enerjisini kullandıkları sanılmaktadır. Protein molekülü bağlar çözüldüğünde iyonu serbest bırakır ve iyon böylece rahatça stoplazmaya difüze olur (Aktaş, 1996).

Yaprak hücreleri tarafından bitki besin elementlerinin alınım mekanizması, kök hücreleri tarafından bitki besin elementlerinin alınım mekanizması ile temelde özdeştir. Kök hücreleri gibi yaprak hücreleri de bitki besin elementlerinin alınımlarında apoplast yolunun göreceli olarak daha fazla kullanılır (Kacar ve ark., 2002).

BESİN MADDELERİNİN ALINMA HIZI

Yaprak gübrelemesinin etkili olmasında, uygulanan besin maddelerinin alınma hızları etkilidir. Burada elde edilen sonuçların kıyaslanması ve bu sonuçların pratikte uygulanabilirlikleri önem kazanmaktadır. Böylece söz gelişi bir yanda çok az miktarda amid azotunun alınması, gelişmeyi hızla arttırırken öte yandan fosfor taşıyıcılarının alınma hızlarına ilişkin bilgiler etkili yaprak gübrelemenin gelişmesinde önem kazanmaktadır.

Çoğu katyonların alınma hızları anyonlara oranla daha yüksek olmaktadır. Ancak alınma hızı bitki çeşidine ve yaşına göre de çok farklılık göstermektedir. Söz gelişi yulafın, fosfor ve potasyumun azota oranla daha iyi aldığı belirlenmiştir (Sağlam, 2005). Yaprak gübrelerinin püskürtülerek uygulanmasından sonra, saatle belirlenen çok kısa bir sürede (Çizelge1) bitkide renk değişimleri görülür ancak renk değişikliklerinde olumlu gelişmeler ürün miktarı üzerinde her zaman olumlu yönde etkisini göstermeyebilir. Bununla beraber, çoğu kez ürünün niteliği üzerinde olumlu etkisi ise görülür, (Kacar,1986).

Püskürtülerek uygulanan bitki besin maddelerinin etkileri, toprağa verilen bitki besin maddelerine oranla çok daha çabuk görülür. O nedenle yaprak gübreleri bitkilerde vejetatif gelişme ile meyve oluşturma arasındaki dengenin sağlanmasına önemli ölçüde yardımcı olur.

YAPRAKTAN BESİN ABSORBSİYONU-NU ETKİLEYEN İÇ VE DIŞ FAKTÖRLER

Yapraktan besin absorbsiyonu, köklerde olduğu gibi çözeltinin iyon konsantrasyonu, iyon değerliği, sıcaklık gibi bir takım dış faktörlerle bitkinin metabolik aktivitesi gibi iç faktörlerin etkisi altında cereyan eder. Aynı iyon konsantrasyonuna sahip çözeltilerin uygulandığı yaprakların yapabildiği absorbsiyon, köklere oranla çok daha düşüktür. Çünkü kutikula tabakası çözünmüş maddelerin absorbsiyon bölgeleri olan plazma-membranlarına difüzyonunu sınırlandırır. Kutikula taba-

kasının kalınlığı bitki türlerine göre oldukça farklıdır ve aynı zamanda çevresel faktörlerden de etkilenir. Özellikle gölge ve güneşte yetişen bitkilerde bu durum açık bir şekilde görülür (Aktaş, 1996).

Bitkilerin beslenme durumları da yapraklardan besin absorbsiyonunu etkileyen önemli bir faktördür. Belli bir besin elementinin köklerden yeterli düzeyde alabilen bir bitkinin yapraklarına püskürtülen besin çözeltisinden aynı besin maddesinin absorbsiyonu oldukça düşük seviyelerde cereyan eder. Buna karşılık noksan düzeyde olan bir besin maddesinin yapraklardan absorbsiyonu üst seviyelerde gerçekleşir. Noksanlık durumunda, yapraklar vasıtasıyla absorbe edilen bir besinin diğer organlara taşınması da daha kolay olmaktadır (Aktaş, 1996). Bitki besin maddelerinin yapraklar vasıtasıyla absorbsiyonu, yaprağın yaşına göre de değişebilmekte ve genellikle yaşlı yapraklardan absorbsiyon, genç yapraklara göre daha düşük olmaktadır. Bu olayın çeşitli nedenleri vardır. Metabolik aktivitedeki gerileme, kutikula tabakasının kalınlaşması, yaprak hücrelerine besin temin eden apoplastlarda besin iyonları miktarının yükselmesi bu nedenlerden bazılarıdır.

Işık, köklerden absorbsiyonun tersine olarak yapraklardan besin absorbsiyonunu hızlandırır. Işığın yeşil yapraklardan besin absorbsiyonu üzerine doğrudan etkisi olumlu olmakla beraber, pratikte durum oldukça farklı olabilmektedir. Işığın fazla olduğu gündüz saatlerinde hava sıcaklığının artması nisbi nemi düşürmekte, bu ise püskürtme çözeltilerinin

Çizelge 1. Püskürtülerek uygulanan bitki besin maddelerinin absorbsiyon süreleri (Alpaslan, 2000).

Besin Elementi	Uygulanan Bitki	%50 Absorbsiyon için geçen süre
Azot (Üre Halinde)	Narenciye	1-2 saat
Fosfor	Elma	7-11 saat
Potasyum	Fasulye, Kabak	1-4 gün
Kalsiyum	Fasulye	4 gün
Magnezyum	Elma	%20'si 1 saat
Kükürt	Fasulye	8 gün
Klor	Fasulye	1-2 gün
Demir	Fasulye	%8'i 24 saat
Mangan	Fasulye, Soya fasulyesi	24 saat
Molibden	Fasulye	% 4'i 24 saat

hızla buharlaşarak kurumalarına yol açtığından, absorpsiyonu azaltmaktadır. Yaprak gübrelere bulunan çeşitli tuzların çözünürlük ve higroskopisitesindeki farklılıklar da ışığın dolaylı etkisini absorpsiyona yansıtırlar. Çözünürlüğü ve higroskopisitesi yüksek tuzlardan ışık altında iyonların absorpsiyonları, çözünürlüğü ve higroskopisitesi düşük olan tuzlara göre daha fazla olmaktadır (Aktaş, 1996).

YAPRAK GÜBRESİNİN YARAR VE SAKINCALARI

Yaprak gübresinin başlıca yararları aşağıda belirtilmiştir:

1. Yaprak yoluyla verilen gübrelere miktarlarının az olmalarına karşılık bunlardan bitkinin yararlanma oranı köke göre daha yüksektir. Topraktaki gibi bağlanma tutunma yıkanma gibi kayıplar olmaz. Sömürme gücü söz konusu değildir.
2. Özellikle ağır metallerin toprakta fiks edilmeleri nedeniyle köklerle alımının sınırlandığı koşullarda, yaprak yoluyla yapılan uygulamalar çabuk cevap vererek sorunun kısa sürede çözülmesi mümkün olmaktadır. Gübre ile toprak arasında çeşitli karmaşık tepkimeler ortaya çıkmak-tayken toprakta bu durum gözlenmez.
3. Topraktan yapılacak gübrelemede sulama zorunluluğu bulunmakta, yaprak gübrele-mesinde bu zorunluluk ortadan kalkmaktadır.
4. Yapraktan gübreleme az etkin madde ile daha çok yarar sağlar; topraktaki denge ve düzeni bozma gibi bir sorun yoktur.
5. Yaprak gübrelere toprağa uygulamaya oranla 5-10 kat tasarruf sağlamaktadır.
6. Kurak iklim, düşük organik madde, yüzlek profil, yüksek kil ve kireç kapsamı, alkali reaksiyon gibi topraktan sömürmeyi güç-leştiren etkenlerin egemen olduğu yörelerde yaprak gübrelere önemlidir.
7. Bazı besin maddelerinin yapraktan alımın hızları topraktan alım hızından çok daha fazladır. Bu sayede noksanlıklar hemen giderilebilir.
8. Tarımsal mücadele ilaçlarıyla karıştırılarak püskürtüldüğünde çiftçiye ek iş gücü getirmez.
9. Yaprak gübresi ile bitkide metabolizma ve asimilasyonu teşvik edilerek stres hali ortadan kaldırılabilir.
10. Yaprak gübrelere zararlı çevreye zararı yoktur.

Yaprak gübresinin başlıca sakıncaları

aşağıda belirtilmiştir:

1. Yaprak gübrelere ile verilen besin elementinin toksik etkisinin görülme olasılığı yüksektir.
2. Besin maddesi bitkinin her yanına eşit miktarda düzenli bir şekilde verilemeyebilir.
3. Çoğunlukla yaprağa yapılan uygulamanın bir kaç defa tekrarlanması gerekir.
4. Yaprak gübrelere sadece belirli bir gelişme evresinden sonra verilebilir.
5. Yaprak gübresi kapsamı ve çeşidi ile uygulama zamanı, sayısı ve dozunun toprak-bitki-iklim ilişkileri göz önünde tutularak düzenlenmesi gerekmektedir.
6. Yapraktan uygulanan çözeltilerin yağmurla ya da rüzgarla akıp gitmesi ya da hızla kuruyarak toksik etki yapma olasılığı vardır.
7. Özellikle kalsiyum gibi translokasyonu düşük olan besin elementlerinin uygulanması durumunda, uygulandığı yerden bitkinin diğer kısımlarına iletimi düşük olmaktadır.
8. Makro elementler bir defada uygulanmayacak kadar yüksek konsantrasyonlarda gerek duyulur.

SONUÇ

Yukarıdaki bilgiler ışığında bitki beslemede yaprak gübresinin kullanılması bitkiler için oldukça faydalıdır. Ekonomik ve çevresel yararları nedeniyle göz önüne alınması gereken önemli bir yöntemdir. Ancak uygulama aşamasında karşılaşılan güçlüklerin aşılması için daha ileri araştırmalar yapılması gereklidir.

KAYNAKLAR

- Aktaş, M. 1996. Bitkilerde yapraktan beslenme. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, **20**, 7-11.
- Alpaslan, M. 2000 Yaprak Gübrelere. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Ders Notları. Ankara
- Böhm, J. 1877. Über die Aufnahme von Wasser und Kalksalzen durch die Blätter der Landwirtschaftl. Versuchs-Station. Nobbe.
- Franke, W. 1985. The basis of foliar absorption of fertilizers with special regard to the mechanisms. Foliar Fertilization. *Proceedings of the First International Symposium on Foliar Fertilization*, Berlin
- Hiltner, L. 1909. Die Beeinflussung des Wachstums der Pflanzen durch Bespritzung und Bestäubung mit giftigen aoder

- düngenden Stoffen. Blätter Pflanzbau und Pflanzenschutz.
- Hiltner, L. 1912. Über die Ernährung der Pflanzen mit mineralischen Stoffen über die Blätter. Prakt. Blätter Pflanzenbau und Pflanzenschutz.
- Johnson, M.O. 1916. The spraying of yellow pineapple plants with iron sulfate solutions. *Hawai Agr. Exp. Sta. Press Bull*, 51.
- Kacar, B. 1986. *Gübreler ve Gübreleme Tekniği*. T.C. Ziraat Bankası Kültür Yayınları. No. 20. Ankara.
- Kacar, B. ve Katkat, A.V. 1999. Gübreler ve gübreleme tekniği. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yay. No:144, VIPAŞ Yy. No:20, Bursa, s. 276-282.
- Kacar, B., Katkat A. V.ve Öztürk Ş. 2002. *Bitki Fizyolojisi*. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 198, Vipaş A. Ş. Yayın No: 74.
- Mariotte, E. 1676. De la vegetation des Plantes. *Essais de Physique Paris*.
- Sağlam, M. T. 2005. *Gübreler ve Gübreleme*. T. Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Yayın No:149, Ders Kitabı No: 74. Tekirdağ.
- Wittwer, S.H., Bukovac, M.J. ve Tukey, H.B. 1963. Advances in Foliar Feeding of Plant Nutrients in Fertilizer Technology and Usage. *Amer. Soc. of Agronomy*, 429-453.
- Zabunoğlu, S. ve Karaçal, İ. 1986. *Gübreler ve Gübreleme*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 993, Ders Kitabı: 293. Ankara