

BİTKİLERDE DEMİR NOKSANLIĞININ GÜBRELERLE DÜZELTİLMESİ

Orhan Aydemir (1)

ÖZET

Öteki mikrobesein elementleri ile ilgili gübrelemede olduğu gibi, demir gübrelemesinde de, yeni demir kaynaklarının geliştirilmesi ve demir gübrelerinin yeni uygulama yöntemlerinin bulunuşu nedeniyle, demir gübrelemesi giderek karmaşık bir nitelik kazanmaktadır. Bu yazıda demir gübresi olarak kullanılan kaynaklar, demir gübrelerinin uygulanmasında kullanılan veya kullanılması düşünülen yöntemler, değişik bitki çeşitleri için önerilen demir gübresi düzeyleri, demir gübrelerinin kalıntı veya artık etkileri ve en son olarak da, yüksek düzeyde Fe-gübresi uygulamasından kaynaklanan demirin zehir etkileri gözden geçirilmiştir.

1. Giriş

Asit tepkimeli topraklarda zaman zaman Fe-noksantığı olaylarıyla karşılaşılmakta ise de, bu olay asal olarak kalkerli topraklarda çok sık görülür. Değişik kaynaklar, tarla koşulları altında mısır, fasulye, darı, meyva ağaçları, çayır bitkileri (Bermuda çayırı, mavi çayır, sudan çayır), baklagiller, pirinç, sert çekirdekli ve kabuklu meyva ağaçları, domates ve sebze bitkilerinin Fe-noksantığından zarar gördüğünü ve demir uygulamasına olumlu tepki gösterdiğine değinmektedirler. Bitkilerde Fe-noksantığına yol açan toprak koşulları, Lucas ve Knezek (1972) tarafından toprağın düşük Fe içeriği, serbest CaCO_3 , yüksek HCO_3^- konsantrasyonu, çok yüksek ve çok düşük toprak nemi düzeyleri, ağır metallerin toprakta yüksek konsantrasyonlarda bulunması, yüksek toprak fosforu, kötü havalanma veya toprak havasında yüksek CO_2 , sıcaklık ekstremeleri, alkalın toprakların organik gübrelerle aşırı derecede gübrenmesi, asit topraklarda organik madde azlığı, aşırı toprak asitliği ve kök zararlanması başlıkları altında özetlenmektedir. Topraklarda Fe noksanlığının varlığı belirlendiği durumlarda, optimum ekonomik ürünün elde edilmesi, ancak ve sadece Fe-noksantığını düzeltici önlemlerin alınmasıyla mümkündür.

(1) Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak İlimi Bölümü Öğretim Üyesi (Doç.Dr.) Erzurum.

2. Gübre Olarak Kullanılan Demir Kaynakları

Bitkilere Fe sağlamak üzere veya Fe gübresi olarak kullanılmak amacıyla çok sayıda inorganik demir bileşiği kullanılmıştır. Demir gübresi olarak kullanılan inorganik demir kaynakları arasında $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{Fe}(\text{SO}_4)_3$, FeO , Fe_2O_3 , $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ve demir firitleri sayılabilir (Sachelli, 1969).

Üzerinde ayrıntılı araştırmalar yapılan demirin organik kaynakları, değişik poliflavonoid ve ligninsülfonat bileşikleri yanında bazı yapay kilyetleri içerir. Yukarıda değinilen ve demir gübresi olarak kullanılan organik ve inorganik Fe kaynakları, Çizelge 1'de sergilenmiştir. Yapay demir gübreleri yanında, demir noksanlığı gösteren tarım topraklarında kullanılmak üzere, doğal kökenli organik gübrelerin Fe kaynağı olarak önemli bir yeri olduğu da unutulmamalıdır.

Çizelge 1. Demir gübresi olarak kullanılan maddeler (Murphy ve Walsh, 1972).

Kaynak	Formülü	% Fe kapsamı
Demir sülfat	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	19
Ferrik sülfat	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	23
Demir oksit	FeO	77
Ferrik oksit	Fe_2O_3	69
Demir amonyum fosfat	$\text{Fe}(\text{NH}_4)\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	29
Demir amonyum sülfat	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	14
Demir firitleri	Değişken	Değişken
Demir amonyum polisfosfat	$\text{Fe}(\text{NH}_4)\text{HP}_2\text{O}_6$	22
Demir kilyetleri	NaFeEDTA	5—14
	NaFeHEDTA	5—9
	NaFeEDDHA	6
	NaFeDTPA	10
Demir poliflavonoidler	—	9—10
Demir ligninsülfonatlar	—	5—8
Demir metoksifenilpropan	FeMPP	4

3. Uygulama Yöntemleri ve Uygulama Düzeyleri

3.1. Toprağa Uygulama

Toprağa uygulanan demir ve toprak bileşenleri arasında cereyan eden inorganik ya da yapay organik demir kaynaklarının Fe-noksanlığını düzeltme açısından etkililikleri çok büyük değişiklikler göstermektedir.

Farklı inorganik demir bileşik veya kaynaklarının toprağa uygulanması, bir çok sorunu da birlikte getirmektedir. Deneme bitkisi olarak kum darısı bitkisinin yetiştirildiği bir sera denemesinde, demir gübresi olarak değişik demir oksitlerle de-

mir sülfatı karşılaştıran Olsen (1951), demir kaynağı olarak demir oksitlerin hiçbir etkiye sahip olmadığı sonucuna varmıştır. Hektara 1120 kg. $FeSO_4$ 'a eşdeğer uygulama, artan Fe alımı sonucu, bitkilerde klorofil üretimini artırmıştır. Oksitlenebilir Fe uygulamaları demir klorozunun şiddetini azaltmış, ancak bitki Fe alımını etkilememiştir. Sülfirik asit uygulaması ürün verimini artırmış ve kloroz belirtilerini azaltmıştır. Son iki işlem, doğal toprak demirinin bitkilere yarıyışlılığı üzerine artan toprak asitliğinin etkisini sergilemektedir.

Demir, Cu, Zn ve manganın kükürtle olan füzyon ürünlerinin bitkilere yarıyışlılığı üzerinde araştırmalar yapan Sharpee, Ludwick ve Attoe (1969) tarafından Plainfield kumlu toprağı ile gerçekleştirilen saksı denemesinin sonuçları, mısır bitkisi için bu tür bir kaynağın yavaş serbestlenen ve uzun süreli etki gösterebilen Cu, Zn ve Mn kaynağı olarak görev yapabildiğini, fakat demir için aynı şekilde olumlu sonuç vermediğini vurgulamaktadır. Elde edilen bu bulguyu araştırmacılar, Fe-S füzyon ürününden serbestlenen demirin hızla çökeldiği ve çökelen bu demirden bitkilerin yeterince yararlanmadıkları biçiminde yorumlamışlardır.

Toprağına uygulanan inorganik demir kaynaklarının bitkilerde ortaya çıkan demir noksanlığını düzeltmede başarılı olabilmesi için, söz konusu demir tuzlarından toprağına çok yüksek düzeylerde uygulanması gerektiği Mathers'in (1970) kum darı bitkisi ile gerçekleştirdiği deneme sonuçlarından açıkça anlaşılmaktadır. Mathers'e göre (1970), $FeSO_4$ biçiminde 112 ve 560 kg. Fe/ha dozları, tarla koşulları altında bitki ürün verimini önemli düzeyde artırabilmiştir.

Serada gerçekleştirdikleri denemelerde Mortvedt ve Giorgano (1971), demirce yoksul topraklarda yetiştirilen bitkiler için sıvı polifosfat gübrelerini, demir sülfatlar için etkili bir taşıyıcı olabileceğini saptamışlardır. Araştırmacılar, değişik granüler fosfatlar içinde uygulanan demir sülfatların, darı bitkisi için etkili birer demir kaynağı olmadıklarına işaret etmektedirler. Ayrıca denemeye alınan inorganik demir kaynakları [$FeSO_4$, $Fe_2(SO_4)_3$, Fe_2O_3], yalnız başlarına toprağına uygulandıkları durumda da bitki tepkisi çok düşük düzeyde gerçekleşmiştir. Buna karşın $FeSO_4$ ve $Fe_2(SO_4)_3$ gibi inorganik demir kaynakları, 11-16-0 (11-37-0) gübresi ile birlikte uygulandığı zaman, en yüksek Fe uygulama düzeyi olan 16 ppm Fe işleminde kuru madde verimi hemen hemen iki kat artış göstermiştir. İnorganik biçimdeki demir kaynaklarının bu uygulama düzeyleri, aynı düzeydeki FeDDHA kilyeti ile karşılaştırıldığı zaman, ürün verimi ve bitki Fe alımı kilyetleşmiş demir kaynağının daha etkili bir demir kaynağı veya gübresi olduğunu ortaya koymaktadır.

Yukarda sözü edilen ve tartışılan araştırma bulguları, demirin toprağına uygulanmasında karşılaşılan sorun ve güçlükleri açıkça sergilemektedir. İnorganik demir kaynaklarının toprağına uygulanmasında ortaya çıkan sorunlar nedeniyle inorganik kaynaklar yerine, demir kilyetlerinin kullanılması yönünden önemli sayıda çalışma yapılmış ve yapılmaktadır. İnorganik demir bileşiklerine kıyasla bitkilere Fe sağlama açısından yapay demir kilyetlerinin daha etkili ve üstün ol-

duklarının genellikle kabul edilmiş olmasına karşın, demir kilyetlerinin toprağa uygulanması her zaman ekonomik yönden uygulanabilir bulunmamaktadır.

Holmes ve Brown'a göre (1955), 17 kalkerli toprakta yetiştirilen soya fasulyesi bitkisinde görülen Fe-klorozunu düzeltmede, denemeye alınan demir kilyetlerinden (EDTA, HEDTA, CDTA, DTPA ve EDDHA) sadece ikisinin (DTPA ve EDDHA) etkili olduğu saptanmıştır. EDDHA-Fe³⁺ kilyetinin toprağa uygulanması, bitkilerde Fe noksanlığını düzeltme açısından umut verici görünmektedir (Kroll, 1957).

Arizonada Fe-klorozu gösteren limon ve portakal ağaçları için, değişik demir kilyetlerinin toprağa uygulanması durumunda etkililiklerini araştıran Kuykendall, Hilgeman ve Van Horn (1957), FeEDDHA biçiminde ağaç başına 12 ve 24 g. Fe uygulamasının, bitkilerin çabuk ve hemen tümüyle yeniden yeşillenmesiyle sonuçlandığını haber vermektedirler. Fe-DTPA ve Fe-HEDTA kilyetlerine bitki tepkisi, Fe-EDDHA kilyetine kıyasla daha düşük düzeyde gerçekleşmiştir.

Steward ve Leonard (1957), Floridadaki asit tepkimeli kumlu topraklarda yetiştirilen turuncgil ağaçlarının hemen hemen yarısına varan bir bölümünün, bu yıllarda Fe-noksanlığından zarar gördüklerini gözlemişlerdir. Araştırmacılar, Fe-EDTA'nın toprağa uygulanmasının, Fe noksanlığını düzeltme açısından iyi sonuç verdiğini ve söz konusu demir kaynağının Florida için hazırlanan yapay gübrelerin kapsamına alındığını haber vermektedirler. Söz konusu bu koşullar altında Smith ve Neher (1956), Fe noksanlığını düzeltmek için Fe HEDTA, FeDTPA veya FeEDDHA biçiminde ağaç başına 100 ile 200 g. Fe dozunu önermektedirler.

Beş değişik demir kilyetinin 2.2-9.0 kg. Fe/ha dozlarında ve ekimden önce toprağa uygulanmasının etkilerini araştıran Ellis ve çalışma arkadaşları (1970), bu uygulamanın darı bitkisi ürün veriminde önemli artış sağlamadığı gibi, yaprağın Fe kapsamında da bir değişiklik yapmadığını saptamışlardır. Batı Kansasta yapılan bir araştırmada FeSO₄, Fe₂(SO₄)₃ ve FeHEDTA'nın şeride uygulanması, darı bitkisi ürün veriminde etkili olmamıştır (Murphy ve çal. ark. 1970). Denetimli büyütme odası koşullarında gerçekleştirilen son deneysel çalışmalar, Murphy ve Walsh'a göre (1972), yapay Fe-kilyetleri, Fe-poliflavonoid bileşikleri ve Feligninsülfonat bileşiklerinin toprağa uygulanma durumunda, darı bitkisine Fe sağlama yönünden etkili olduklarını göstermekte ve daha önce elde edilen aynı paraleldeki deneysel bulguları doğrulamaktadır. Ancak bu uygulamalara elde edilen bitki tepkisi, ekonomik olmayan Fe uygulama düzeylerinde elde edilebilmiştir.

Yukarda tartışılan deneysel çalışma sonuçları, demir gübrelerinin toprağa uygulanmasının, toprağın bileşimi ve bitkinin yetiştirme koşullarına bağlı olarak değişik zaman aralıkları içerisinde etkili olabileceğini göstermektedir. Ancak, bitki tepkisi elde edilebilmesi için yüksek dozda Fe uygulama zorunluluğu, bu tür uy-

gulamaların çok pahalı olduğunu ve sadece ekonomik değeri yüksek bitkilere uygulanabileceğini gösterir. Schneider, Chesnin ve Jones (1968), doruk düzeyde ürün tepkisi elde edebilmek için, Fe-noksanlığının, bitki büyümesinin erken dönemlerinde düzeltilmesi zorunluluğunu vurgulamaktadırlar. Adı geçen araştırmacılar ayrıca, organik biçimdeki Fe-gübrelerinin toprağa uygulanmasının ekimden önce ve ekim sırasında yapılmasını ve bitkilerin Fe alım etkililiğini artırmak için azotlu gübrelerle birlikte uygulanmasını da önermektedirler.

3.2. Demir Gübrelerinin Püskürtme Yoluyla Yapraklara Uygulanması

Wallace ve çalışma arkadaşları (1957), kileyterin püskürtme yoluyla yapraklara uygulanmasının daha ekonomik olacağını önermektedirler. Adı geçen bu araştırmacılar, demirin toprağa uygulanmasına kıyasla, püskürtme yoluyla yapraklara uygulanmasının genel olarak aşağıdaki üstünlüklere sahip olduğunu savunmaktadırlar. Bunlar: (1) Karmaşık toprak tepkimelerinin ortadan kaldırılması; (2) Demir bileşiklerinin kök bölgesine ulaşmasını sağlamak için sulama gibi ek bir işleme gerek kalmayışı; (3) Gübre materyalinde sağlanan tasarruf; (4) Uygulanan gübre demiriğe daha çabuk tepki elde edilmesi. Öte yandan aynı araştırmacılar, demirin yapraklara püskürtme yoluyla uygulanmasının, zehirlilik olasılığında artma, tekdüze bir uygulamanın yapılamaması ve dolayısıyla tekdüze bitki tepkimesinin elde edilemeyişi, noksanlığın düzeltilebilmesi için uygulamaların sık sık yinelenmesi zorunluluğu gibi kusurlu yönlerinin bulunduğu da değinmektedirler.

Deneme bitkisi olarak darı bitkisinin yetiştirildiği denemelerde Withee ve Carlson (1959), demirin toprak ve yapraklara uygulanmasını karşılaştırmışlar ve toprağa uygulamanın ekonomik açıdan uygulanabilir olmadığı sonucuna varmışlardır. Öte yandan, hektara 280 litre % 4'lük $FeSO_4$ çözeltisinin püskürtme yoluyla yapraklara uygulanması, dane ürün veriminde etkili bulunmuştur.

California'da gerçekleştirdikleri deneysel çalışmalarına ve onlardan elde ettikleri bulgulara dayanarak Krantz ve Brown (1967), kum darı bitkisinde Fe-noksanlığının, % 3'lük $FeSO_4$ çözeltisinin bitkiyi nemlendirecek düzeyde uygulanmasıyla önlenebileceği sonucuna varmışlardır. Araştırmacılar ayrıca, yapraklara püskürtme yoluyla uygulamada, aynı konsantrasyonlardaki $(NH_4)_2 SO_4$ - $FeSO_4 \cdot 6H_2O$ çözeltisinin $FeSO_4$ çözeltisi ile eş etkililikte olduğunu da belirtmektedirler. Püskürtme yoluyla yapraklara ve toprağa uygulamada demir noksanlığını düzeltme açısından FeEDDHA, FeDTPA, FeHEDTA, FeNTA kileyterleri, Fe-poliflavonoidler ve Fe-ligninsülfonat bileşiklerinin etkililikleri karşılaştırılmıştır (Murphy ve Walsh, 1972). Sauchelli (1969), Californiada gerçekleştirilen yukardaki çalışmadan elde edilen bulgulara dayanılarak, orta derecede Fe noksanlığı durumlarında darı bitkisi için ekimden 25 gün sonra bir püskürtme uygulamasının, şiddetli noksanlık durumlarında ise, iki veya üç püskürtme uygulamasının önerildiğini kaydetmektedir.

Richardson (1967), Fe-poliflavonoid bileşiklerinin darı bitkisinde Fe-klorozunu önlemede etkili olduğunu, ancak çok şiddetli noksanlık durumlarında, yapraklara püskürtme yoluyla uygulamanın bile etkili olmadığına değinmektedir.

Reus ve Lindsay'e göre (1963) demirin toprağa uygulanması, demir noksanlığını düzeltme açısından tarla koşullarında etkili olmamaktadır. Bu nedenle araştırmacılar, tarla bitkilerinde Fe-noksanlığının düzeltilmesi için, yapraklara püskürtme uygulamayı önermekte ve düzeltici önlemlerin, noksanlık belirtileri gözlenir gözlenmez hemen başlaması gerektiği ve demir çözeltilerinin iki haftalık aralıklarla noksanlık belirtisi ortadan kalkıncaya kadar devam etmesi gerektiğine işaret etmektedirler. Aynı araştırmacılara göre, nemlendirici bir maddeyi içeren % 3'lük $FeSO_4$ çözeltisinden, hektara 190-280 litre uygulanması iyi sonuç vermektedir. Çizelge 2'de verilen değişik uygulama düzeyleri dikkate alınırsa, bitkilerde demir noksanlığını düzeltmede demir bileşiklerinin çözelti içinde püskürtme yoluyla yapraklara uygulanmasının, toprağa uygulama biçimine kıyasla daha ekonomik ve etkili bir yol olduğu açıkça görülür.

3.3. Sulama Suyu İle Uygulama

Wallace ve North (1966), FeEDDHA kilyetinin portakal ağaçları için yaklaşık olarak 0.28, 0.66 ve 1.35 kg. Fe/ha dozlarında sulama suyu ile uyulanabilirliğini önermektedirler. Yağmurlama sulama sistemindeki gelişmeler, demir gübrelere sulama yolu ile uygulanması olasılığını daha da artırmaktadır. Yağmurlama sulama sistemleri ile uyum sağlayabilecek demir gübrelere, büyük bir olasılıkla püskürtme yoluyla yapraklara uygulanan demir kaynaklarıyla aynı olacaktır. Böyle bir uygulama yöntemi, yapraklara püskürtme yöntemine bir yaklaşım olarak düşünülebilir. Ancak bu yöntemde, püskürtme yöntemine kıyasla daha fazla demirin toprağa ulaşacağı gözden uzak tutulmamalıdır. Sulama suyu ile yapılacak aynı düzeydeki demir uygulamasından bitkilerin, toprağa uygulama yöntemine kıyasla daha iyi, püskürtme uygulama yöntemine göre ise daha düşük düzeyde yararlanacağı açıktır.

Demir gübrelere sulama suyu ile uygulanmasına yönelik olarak Murphy, Axelton ve Callagher (1970) tarafından gerçekleştirilen bir deneysel çalışmanın sonuçları Çizelge 3 te verilmiştir. Çalışmaya konu olan toprak, bitkilere yararlı Fe açısından (DTPA testine göre) düşük olduğu gibi, gözlem yoluyla da bitkilerde Fe noksanlığının varlığı saptanmıştır. Yapılan bu çalışmada, Fe-ligninsülfonat bileşiği değişik düzeylerde sadece toprağa, başka bir işlemde ise, hem toprağa ve hem de 4.5 kg. Fe/ha düzeyinde deneme bitkisi olarak seçilen darı bitkisi 10-12 yaprak döneminde iken sulama suyu ile uygulanmıştır. Çizelgenin incelenmesinden de görüleceği gibi ürün verimi, toprağa uygulama yöntemine kıyasla önemli artışlar göstermiştir. İki işlem arasında yaprakların Fe kapsamında görülen büyük farklar, adsorbe olmamış fakat yapraklar üzerinde birikmiş demirin iyi yıkanmamış olmasından kaynaklanabilir.

Çizelge 2. Değişik bitkiler için önerilen Fe uygulama düzeyleri ve uygulama yöntemleri.

Bitki	Fe kaynağı	Doz	Uygulama yöntemi	Kaynak
Darı	FeSO ₄ (NH ₄) ₂ .FeSO ₄ .6H ₂ O	12.5 kg Fe/100 H ₂ O	Yaprağa püskürtme	Krantz ve Brown, 1967
Sebze bitkileri Turunçgiller	Fe-kilyetleri Fe-kilyetleri	0.5-1.1 kg Fe/ha 12-24 g Fe/ha	Yaprağa püskürtme Toprağa serpme	Lucas ve Davis, 1967 Kuykendall ve çal. ark., 1957
Darı	FeSO ₄ .7H ₂ O	790 g. Fe/100	Yaprağa püskürtme	Withee ve Carlson, 1959
Darı (Fasülye)	FeSO ₄ .7H ₂ O	595 g Fe/100 l.H ₂ O 190-280 l/ha	Yaprağa püskürtme İki hafta aralıkla noksanlık yok oluncaya kadar	Reuss ve Lindsay, 1963
Yaprağını döken meyva ağaçları	Fe-poliflavonoid	60-100 g Fe: 100 l. H ₂ O	Yaprağa püskürtme	Benson, 1967.

Demir gübrelerinin sulama suyu ile uygulanması yöntemi uygulanabilirlik, toprağa ve püskürtme yoluyla yapraklara uygulama yöntemlerine kıyasla etkililik yönünden ve ayrıca demir gübresi olarak kullanılan bileşiklerin yağmurlama sistemleriyle uyum sağlayabilmesi yönlerinden ayrıntılı olarak araştırılması ve kesin sonuçlar elde edildikten sonra bu yöntemin uygulanmaya başlanması gerekir.

Çizelge 3. Demir uygulama yöntemi ve düzeylerine bağlı olarak kum darı bitkisinin ürün verimi ve yaprak bileşimi (Murphy, Axelton ve Gallagher, 1970).

Uygulama biçimi ve dozu		Yaprakta	Yaprakta	Dana ürün verimi
Toprağa	Sulama suyunda	P	Fe	kg/ha
	kg/ha	%	ppm	
0	—	0.23	274	5582
2.2	—	0.22	219	5582
4.5	—	0.22	242	5896
9.0	—	0.22	272	5896
0	4.5	0.22	902	6021
2.2	4.5	0.18	915	6272
4.5	4.5	0.20	872	6272
9.0	4.5	0.19	827	6523

4. Demir Gübrelerinin Kalıntı ve Toksik Etkileri

Toprağa uygulanan demir gübrelerinin Fe-noksanlığını düzeltme açısından genellikle iyi sonuç vermemesi nedeniyle, demir gübrelerinin kalıntı veya artıklar konusunda fazla bilgiye sahip değiliz. Benson (1967), yaprağını döken meyva ağaçları için, Fe çözeltilerinin toprağa uygulanması durumunda, toprak koşullarına bağlı olarak 1-2 yıl etkili olabileceğini savunmaktadır. Sharpee ve çalışma arkadaşları (1969), Fe-S füzyon ürünlerinin yavaş serbestlenen ve uzun süre etkili Fe gübreleri olduğunu, fakat bu demir kaynağının bitki Fe beslenmesi yönünden yeterince etkili olmadığını bildirmektedirler. Araştırmacılar, Fe-S füzyon ürünlerinden serbestlenen demirin, çok çabuk yarayışsız biçimlere dönüştüğü görüşünü savunmaktadırlar. Aynı yazgı, toprağa uygulanan öteki inorganik ve organik demir kaynakları için de geçerlidir. Bu etki, toprağa uygulanan Fe gübrelerinin kalıntı etkisini hızla ortadan kaldırmaktadır.

Özellikle toprağa uygulanan demirin hızla çözünmeyen ve bitkilere yarayışsız bileşikler biçimine dönüşmesi, demir gübrelemesinden kaynaklanan zehirlenme olasılığını hemen tümüyle ortadan kaldırmaktadır. Bazı topraklar % 5 düzeyinden fazla Fe içerdikleri halde bile, herhangi bir demir zehirlenmesi görülmemektedir.

Kaynaklar

- Benson, N. R., 1967. Deciduous fruit. The micronutrient manual. Farm tech. 23: No. 6.
- Ellis, R., M. Mikesell., L. S. Murphy and G. Herron, 1970. Evaluation of experimental iron sources for irrigated grain sorghum. Kansas Fertilizer Res. Prog. Rep., Kansas Agr. Exp. Sta., p. 131-132.
- Holmes, R. S. and J. C. Brown, 1955. Chelates as correctives of chlorosis. Soil Sci. 80: 167-179.
- Krantz, B. A., and A. L. Brown. 1967. Corn, vegetables and other western crops. The micronutrient manual. Farm Tech. 23: No. 6.
- Kroll, H. 1957. The ferric chelate of ethylenediamine di (o-hidroksi) phenylacetic acid for treatment of lime induced chlorosis. Soil Sci. 84: 51-53.
- Kuykendall, J. R., R. H. Hilgeman and C. W. Van Horn. 1957. Responses of chlorotic citrus trees in Arizona to soil applications of iron chelates. Soil. Sci. 84: 77-86.
- Lucas, R. E., and B. D. Knezek, 1972. Climatic and soil conditions promoting micronutrient deficiencies in plants. Micronutrients in Agriculture, J. J. Mortvedt ed., p. 265-288. Soil Sci. Soc. Amer. Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Ludwick, A. E., and O. J. Attoe. 1968. Manganese-sulphur fusions as a source of manganese for crops. Agron. j. 60: 232-234.
- Mortvedt, J. J., and P. M. Giordano. 1971. Response of grain sorghum to iron sources applied alone or with fertilizers. Agron. j. 63: 758-762.
- Murphy, L. S., and L. M. Walsh. 1972. Correction of micronutrient deficiencies with fertilizers. In: J. J. Mortvedt ed. Micronutrients in Agriculture. p. 347-387. Soil Sci. Soc. Amer. Inc., Madison USA.
- Murphy, L. S., M. C. Axelton and P. J. Callagher. 1970. Iron fertigation of grain sorghum. 1970 Kansas Fert. Res. Prog. Rep., Kansas Agr. Exp. Sta. p. 133-135.
- Olson, R. V. 1951. Effects of acidification. Iron oxide addition and other soil treatments on sorghum chlorosis and iron absorption. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 15: 97-101.
- Reuss, J. O., and W. L. Lindsay. 1963. The Colorado crops need zinc and iron. Colorado Agr. Exp. Sta. Pamphlet 59.

- Richardson, G. L. 1967. deficiency in sorghum. The micronutrient manual. Farm Tech. 23: No. 6.
- Sauchelli, V. 1969. Trace elements in agriculture. Van Nostrand Reinhold Co., New York.
- Schneider, E. O., L. Chesnin and R. M. Jones. 1968. Micronutrients-The fertilizer shoenails-The elements in agriculture. Van Nostrand Reinhold Co., New York.
- Sharpee, K. W., A. E. Ludwick and O. j. Attoe, 1969. Availability of zinc, copper and iron in fusions with sulfur, Agron, j. 61: 764-659.
- Stewart, I., and C. D. Lenoard, 1957. Use of chelates in citrus production in Florida. Soil Sci. 84: 87-97.
- Wallace, A., L. M. Shannon, O.R. Lunt and R. L. Impey. 1957. Some aspects of the use of metal chelates as micronutrient fertilizers sources. Soil Sci. 84: 27-41.
- Wallace, A. and C.P. North, 1966. Supplying FeEDDHA to orange trees in irrigation water. In Current Topics in Plant Nutrition, A. Wallace ed. Edwards Bros., Ann Arbor, Mich. p. 15.
- Withee, L. V. and C. W. Carlson, 1959. Foliar and soil application of iron compounds to control iron chlorosis of grain sorghum. Agron. j. 51: 474-476.