

## ÇELTİK (*Oryza sativa* L.)'TE ÇİNKO-DEMİR İLİŞKİSİ

Mehmet ALPASLAN<sup>1</sup>,

Süleyman TABAN<sup>1</sup>

**Özet:** Çeltikte çinko-demir ilişkisini belirlemek amacıyla, alüviyal büyük toprak grubundan alınan ve bitkiye elverişli çinko kapsamı 0.4 ppm Zn olan toprak ile sera koşullarında deneme yürütülmüştür. Toprağa çinko,  $ZnCl_2 \cdot 7H_2O$  şeklinde 0, 2.5, 5.0 ve 10.0 ppm Zn düzeylerinde, demir,  $FeSO_4$  şeklinde 0, 5.0, 10.0 ve 15.0 ppm Fe düzeylerinde uygulanmıştır.

Çeltik bitkisinin kuru madde miktarları artan çinko uygulamasıyla % 21, 34 ve 44, artan demir uygulaması ile de % 7, 11 ve 6 oranında artmıştır.

Deneme bitkisinin çinko kapsamı uygulanan çinkolu gübrelemeye bağlı olarak % 49.6, 89.5 ve 126.0 artarken, demir kapsamı ise % 16.1, 27.2 ve 36.2 azalmıştır.

Demirli gübreleme ile çeltik bitkisinin demir kapsamı % 26.1, 66.0 ve 105.9 artmış, buna karşılık çinko kapsamı % 15.7, 28.6 ve 42.6 azalmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Çeltik, çinko, demir.

### THE RELATIONSHIPS BETWEEN ZINC AND IRON ON RICE (*Oryza sativa* L.) PLANT

**Summary:** Zinc-iron relationships in rice plants were investigated under greenhouse conditions with taken from aluvial soil which has been contained available of 0.4 ppm zinc. Zinc and iron were applied in the amounts of 0, 2.5, 5.0 and 10.0 ppm Zn levels as  $ZnCl_2 \cdot 7H_2O$ , and 0, 5.0, 10.0 and 15.0 ppm Fe levels as  $FeSO_4$ .

Dry weights of the rice plants were increased by the zinc treatments, 21 %, 34 % and 44 %, and the iron treatments increased it, 7 %, 11 % and 6 %, respectively.

Increasing levels of zinc increased zinc contents of the experimental plants, 49.6 %, 89.5 % and 126.0 %, While iron contents were decreased, 16.1 %, 27.2 % and 36.2 %, by the zinc treatments.

Iron treatments increased iron content of the rice plants, 26.1 %, 66.0 % and 105.9 %, However, it decreased zinc content, 15.7 %, 28.6 % and 42.6 %, respectively.

**Key Words:** Rice, zinc, iron.

### Giriş

Bir çok bitkide çinko-demir interaksiyonunun var olduğu bilinmektedir. Bitki kök bölgesinde  $Fe^{+3}$  ve  $Zn^{+2}$  iyonları arasında absorpsiyon için bir yarış olduğu Lee ve ark. (1969) tarafından ortaya konmuştur. Demirin çinko alımı üzerine engelleyici etkisi, demir düzeylerinin artması ile çinkonun taşınım birikmesini azaltmaktadır. Bunun sonucunda ise kök tarafından çinkonun alınması azalmaktadır (Brar ve Sekhon 1976). İndirgen koşullarda bitkiler tarafından çinkonun absorpsiyonuna bağlı olarak çinko nosanlığı görüldüğü, elverişli demir miktarının ise arttığı bildirilmiştir (Brar ve Sekhon 1976, Tanaka ve Yoshida 1970).

Aydeniz ve ark. (1978) Çoru, Edirne ve Ankara yöresinde çeltik tarımı yapılan alanlardan alınan topraklarda yaptıkları denemede, çeltik bitkisinin kuru madde üzerine toprağa artan miktarlarda verilen çinko sülfat ve Zn-EDDHA'nın önemli bir etkisi olamamasına karşın deneme bitkisinin çinko kapsamını artırdığını belirlemişlerdir.

Sinha ve Sakal (1983) kireçli topraklarda yetiştirilen çeltik bitkisinin gelişmesi üzerine çinko ve demirin birlikte etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları denemede, bitkiye çinkoyu 0 ve 5 ppm Zn  $ZnSO_4$  şeklinde ve demiri 0, 5, 10 ve 20 ppm Fe  $FeSO_4$

şeklinde uygulamışlardır. Araştırmacılar bitkinin kuru madde miktarını çinko ve demir uygulamalarının göreceli olarak artırdığını ve bu artışın 5 ppm Zn ve 10 ppm Fe uygulamalarında daha belirgin olduğunu saptamışlardır.

Gurmani ve ark. (1984) killi topraklarda farklı bitki besin maddelerinin çeltik bitkisinin gelişmesi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla kurdukları denemede, toprağa değişen miktarlarda Zn, Fe, Mn ve Cu uygulamışlardır. Uygulamalardan Fe ve Cu'nun dane ürününü % 12 artırdığını, Zn ve Mn'nin ise önemli bir artış sağlamadığını saptamışlardır.

Duraisamy ve ark. (1988) sodyumlu toprakta yetiştirdikleri çeltik bitkisinde Zn ve Fe alımı üzerine 0, 10 ve 20 ppm Zn düzeylerinde uygulanan çinkonun etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları denemede, artan miktarlarda uygulanan çinkoya bağlı olarak çeltik bitkisinin dane bve sapında Zn kapsamının ve Zn alımının arttığını, buna karşın Fe kapsamının azaldığını belirlemişlerdir.

Chaudhry ve Wallace (1976) çeltik bitkisiyle yaptıkları çalışmada, çinkonun bitki kökleri tarafından alınıp gövdede taşınımının demir tarafından engellendiğini ve bu etkinin gövdede daha belirgin olduğunu ortaya koymuşlardır.

Rashid ve ark. (1976) yaptıkları çalışmada çeltik bitkisinde çinkonun kökler tarafından

<sup>1</sup>Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü-Ankara

absorpsiyonunun demir tarafından güçlü bir şekilde engellendiğini belirlemişlerdir.

Bu çalışmada; çeltik yetiştiriciliğinde önemli beslenme sorunlarından olan Zn ve Fe arasındaki karşılıklı etkilerin gelişme üzerine ne denli yansıtıldığına çalışılmıştır.

### Materyal ve Yöntem

Araştırmada kullanılan toprak örneği, Orta Anadolu Bölgesinde yaygın olarak çeltik tarımı yapılan Çorum yöresinden verimlilik ilkesine göre ve mikro-element (minibesin) bulaşmasına yol açmayacak şekilde alınmıştır. Alüvyal büyük toprak grubundan alınan deneme toprağının özelliklerini ortaya koyan bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1 de toplu olarak sunulmuştur.

Siltli kil tekstüre sahip ve alkali tepkimeli olan deneme toprağının kireç kapsamı orta düzeydedir. Organik madde yönünden yoksul, katyon değişim kapasitesi ve değişebilir katyonlar yönünden varsıldır. Bitkiye elverişli fosfor kapsamı orta düzeydedir. Lindsay ve Norvell (1969) tarafından belirlenen sınır değerlerine göre deneme toprağı çinkoca yoksul, Fe, Cu ve Mn yönünden ise zengindir.

Rastgele parselleri deneme düzenine göre 4 yinelemeli olarak yürütülen sera denemesinde saksılara mutlak kuru toprak ilkesine göre 1600 g toprak konulmuştur. Çinko ve demir miktarları değişken olarak ele alınan denemede, saksıların tümüne ekimden önce

Çizelge 1. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Özellikler	
Tekstür	Siltli kil
Kum, %	5.1
Silt, %	49.8
Kil, %	45.1
Tarla kapasitesi, %	20.8
pH, (1:2.5 suda)	8.1
CaCO <sub>3</sub> , %	10.6
Organik madde, %	1.3
Toplam azot, %	0.14
KDK, me/100 g	28.8
Değişebilir katyonlar :	
Na <sup>+</sup> , me/100 g	0.84
K <sup>+</sup> , me/100 g	0.23
Ca <sup>++</sup> , me/100 g	20.25
Mg <sup>++</sup> , me/100 g	6.04
Bitkiye elverişli:	
P, ppm	9.4
Zn, ppm	0.4
Fe, ppm	19.6
Mn, ppm	3.9
Cu, ppm	5.3

çözelti halinde üre şeklinde 100 ppm N ve KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> şeklinde 80 ppm P ve 100 ppm K verilmiştir.

Deneme topraklarına çinko ZnSO<sub>4</sub> 7 H<sub>2</sub>O, demir ise FeSO<sub>4</sub> şeklinde ve artan miktarlarda olmak üzere aşağıda belirtildiği gibi uygulanmıştır.

Çinko düzeyleri: Demir düzeyleri:

- |                                  |                                 |
|----------------------------------|---------------------------------|
| 1. Zn <sub>0</sub> (kontrol)     | 1. Fe <sub>0</sub> (kontrol)    |
| 2. Zn <sub>1</sub> ( 2.5 ppm Zn) | 2. Fe <sub>1</sub> ( 5 ppm Fe)  |
| 3. Zn <sub>2</sub> ( 5.0 ppm Zn) | 3. Fe <sub>2</sub> ( 10 ppm Fe) |
| 3. Zn <sub>3</sub> (10.0 ppm Zn) | 4. Fe <sub>3</sub> ( 15 ppm Fe) |

Kuvars kumunda 1:10 oranında sulandırılmış Hogland besin çözeltisinde çimlendirilen 20 günlük çeltik (varyete Ribe) fidelerinden 4 adet yeknesak gelişme gösteren bitkiler deneme saksılarına fidelemiştir. Fideleme işleminden sonra saksılar arı su ile göllendirilmiştir.

Deneme süresince belirli aralıklarla fenolojik gözlemler yapılarak, bitkilerin gelişme durumu ile çinkolu ve demirli gübrelemeye olan tepkimeleri izlenmiştir. Bitkiler 8 haftalık bir gelişme sonunda toprak yüzeyinden kesilmek suretiyle hasat edilmiş, yıkanmış, kurutulmuş ve kuru ağırlıkları (ürün miktarları) belirlenmiştir. HNO<sub>3</sub> + HClO<sub>4</sub> (4:1) karışımı ile yaş yakılan bitki örneklerinde toplam Zn ve Fe Perkin Elmer Model 300 Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi ile belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarının istatistik hesaplamaları ise Minitab paket programına göre yapılmıştır.

### Bulgular ve Tartışma

Çeltik bitkisinin kuru madde miktarı üzerine toprağa uygulanan çinkonun ve demirin gerek karşılıklı gerekse doğrudan etkileri istatistiki yönden önemli (p<0.01) bulunmuştur (Çizelge 2).

Çinko ve demirin birlikte uygulanması çeltik bitkisinin kuru madde miktarını artırmıştır. Tüm demir uygulamalarında bitkinin kuru madde miktarı uygulanan çinkolu gübrelemeye bağlı olarak belirgin bir şekilde ve sürekli artmıştır (Çizelge 2). Çinko verilmeyen saksılarda yetiştirilen çeltik bitkisinin oluşturduğu ortalama kuru madde miktarı 2.25 g/saksı iken çinkolu gübrelemenin etkisi ile bu miktar Zn<sub>1</sub> uygulamasında (2.5 ppm Zn) % 21 lik bir artışla 2.72 g/saksı, Zn<sub>2</sub> uygulamasında (5 ppm Zn) % 34 lük bir artışla 3.02 g/saksı ve Zn<sub>3</sub> uygulamasında (10 ppm Zn) % 44 lük bir artışla 3.25 g/saksı olmuştur (Çizelge 3). Deneme bitkisinin çinkolu gübrelemeye tepki göstermesi, deneme toprağının bitkiye elverişli çinko kapsamının sınır değerden (Lindsay ve Norvell 1969) düşük olması ile açıklanabilir. Carvalho ve ark. (1975) ve Bhuiya ve ark. (1981) bitkiye elverişli çinkoca yoksul toprakla yaptıkları denemede, artan miktarlarda verilen çinkonun çeltik bitkisinin ürün miktarını artırdığını yine benzer şekilde Das (1986), Mandal ve Mandal (1986), Verma ve Tripathi (1983), Kacar ve ark. (1993) yaptıkları denemelerde uygulanan çinkolu gübrelemeye bağlı olarak çeltik bitkisinin kuru madde miktarının arttığını belirlemişlerdir.

Çizelge 2. Artan miktarlarda verilen çinko ve demirin çeltik bitkisinin kuru madde miktarı ( g/saksı) ile çinko (ppm Zn) ve demir (ppm Fe) kapsamı üzerine etkisi.

Uyg	Kuru Madde					Çinko Kapsamı					Demir Kapsamı				
	Fe <sub>0</sub>	Fe <sub>1</sub>	Fe <sub>2</sub>	Fe <sub>3</sub>	Ort.	Fe <sub>0</sub>	Fe <sub>1</sub>	Fe <sub>2</sub>	Fe <sub>3</sub>	Ort.	Fe <sub>0</sub>	Fe <sub>1</sub>	Fe <sub>2</sub>	Fe <sub>3</sub>	Ort.
Zn <sub>0</sub>	2.11 <sup>1</sup>	2.23	2.37	2.29	2.25	15.78	13.13	10.55	8.68	12.03	99.25	125.00	175.75	205.00	151.25
Zn <sub>1</sub>	2.67	2.71	2.81	2.71	2.72	23.23	18.20	16.73	13.85	18.00	85.25	109.75	134.25	178.25	126.88
Zn <sub>2</sub>	2.87	3.05	3.15	3.00	3.02	29.11	25.78	20.08	16.58	22.88	72.00	92.75	120.25	155.25	110.06
Zn <sub>3</sub>	2.97	3.33	3.46	3.23	3.25	34.28	29.15	25.68	19.65	27.19	67.75	81.25	108.00	129.00	96.50
Ort.	2.65	2.83	2.95	2.81		25.59	21.56	18.26	14.69		81.06	102.19	134.56	166.88	
Zn	**					**					**				
Fe	**					**					**				
Znx Fe	**					**					**				

1. Değerler 4 yinelemenin ortalamasıdır \*\* p&lt;0.01

**Çizelge 3.** Çinkolu ve demirli gübreleme ile çeltik bitkisinin kuru madde miktarında kontrole göre sağlanan artışlar

Çinko Uyg.	Artış, %	Demir Uyg.	Artış, %
Zn0	-	Fe0	-
Zn1	21	Fe1	7
Zn2	34	Fe2	11
Zn3	44	Fe3	6

Uygulanan tüm çinko düzeylerinde bitkinin kuru madde miktarı demirli gübrelemeye bağlı olarak Fe<sub>2</sub> (10 ppm Fe) düzeyine kadar sürekli artmış ve Fe<sub>3</sub> (15 ppm Fe) uygulamasında ise azalmıştır. Ancak bu azalış kontrol uygulamasının üstünde olmuştur (Çizelge 2). Demirli gübrelemeye bağlı olarak çeltik bitkisinin oluşturduğu kuru madde miktarında kontrol uygulamasına göre artışlar sırasıyla % 7, 11 ve 6 olmuştur (Çizelge 3). Sinha ve Sakal (1983), ve Acar (1993) çeltik bitkisi ile; Taban ve Alpaslan (1993), Taban ve Turan (1987) mısır bitkisi ile yaptıkları denemelerde artan miktarlarda uygulanan demirin deneme bitkilerinin kuru madde miktarlarını önemli ölçüde artırdığını saptamışlardır.

Çeltik bitkisinin çinko ve demir kapsamı üzerine toprağa artan miktarlarda uygulanan çinko ve demirin karşılıklı ve doğrudan etkileri istatistiki olarak güvenilir düzeyde önemli (p<0.01) bulunmuştur (Çizelge 2).

Çeltik bitkisinin çinko kapsamı toprağa uygulanan çinkolu gübrelemeye bağlı olarak sürekli ve belirgin bir artış göstermiştir (Çizelge 2). Çinko uygulanmayan saksılarda yetiştirilen deneme bitkisinin çinko kapsamı 15.78 ppm Zn olarak saptanmıştır. Kontrol saksılarında yetiştirilen bitkilerde belirlenen bu değer, genel olarak bitkilerde çinko noksanlığı için kabul edilen sınır değerine (Bohle ve Lindsay 1969) yakın olması nedeniyle, deneme süresince yapılan fenolojik gözlemlerle de bitkilerde çinko noksanlık belirtileri izlenmiştir. Toprağa artan miktarlarda çinko verilmesiyle deneme bitkisinin ortalama çinko kapsamı kontrole göre tüm çinko düzeylerinde belirgin bir artış göstermiştir ve artışlar sırasıyla %49.6, 89.5, 126.0 olmuştur. Aydeniz ve ark. (1988), Verma ve Tripathi (1983), Chatterjee ve Mandal (1985), Mandal ve ark. (1988), Taban ve Kacar (1991) çeltik bitkisiyle yaptıkları denemelerde de benzer yönde sonuçlar elde etmişlerdir.

Artan çinkolu gübrelemeye bağlı olarak deneme bitkisinin demir kapsamı belirgin bir şekilde azalmıştır (Çizelge 2). Bitki kök bölgesinde Fe<sup>+3</sup> ve Zn<sup>+2</sup> arasındaki absorpsiyon için oluşan yarış, çinkolu gübreleme ile ortamda çinko konsantrasyonunun artmasıyla denge çinko lehine bozulmuş ve bitkinin demir alımı olumsuz yönde etkilenmiştir. Çinkolu gübrelemeyle deneme bitkisinde elde edilen en düşük demir kapsamı Zn<sub>3</sub> Fe<sub>0</sub> uygulamasında (67.75 ppm Fe) elde edilmiş ve bu durum yukarıda açıklanmaya çalışılan Zn x Fe interaksyonunu doğrular nitelikte olmuştur. Uygulanan çinkoya bağlı

olarak çeltik bitkisinin ortalama demir kapsamı kontrole göre sırasıyla % 16.1, 27.2 ve 36.2 azalmıştır. Benzer yönde bulgular Draisamy ve ark. (1988), Kacar ve ark. (1993), Taban ve Kacar (1991), Deb ve Zeliang (1975) tarafından da çeltik bitkisiyle yaptıkları çalışmalarda elde edilmiştir.

Çeltik bitkisinin çinko kapsamı uygulanan demirli gübrelemeye bağlı olarak belirgin bir biçimde azalmıştır (Çizelge 2). Deneme toprağının demirce varlık olması yanında artan miktarlarda uygulanan demirin, bitki kök bölgesinde demir konsantrasyonunun artmasını sağlamakta ve bunun sonucu aynı aktif yörelerce alındıkları varsayılan Zn ve Fe'nin birbirleriyle olan yarışlarında durum demir lehine bozulmakta, böylece bitki tarafından Zn alımı olumsuz yönde etkilenmektedir. Deneme bitkisinde en düşük çinko kapsamı Zn<sub>0</sub>Fe<sub>3</sub> uygulamasında 8.68 ppm Zn olarak belirlenmiştir. Gerçekten de deneme toprağının bitkiye elverişli çinko kapsamının düşük oluşu (0.4 ppm Zn) yanında bitkiye elverişli demir kapsamının yüksekliği (19.6 ppm Fe) ve buna ek olarak 15 ppm Fe uygulanması çeltik bitkisinin çinko alımını olumsuz yönde etkilemiş ve artan miktarlarda uygulanan demirli gübrelemeye bağlı olarak deneme bitkisinin çinko kapsamı sürekli olarak azalmıştır. Chaudhry ve Wallace (1976), çeltik bitkisiyle; Taban ve Alpaslan (1993), Rathore ve ark. (1974) mısır bitkisiyle; Wallace ve ark. (1976) fasulye bitkisiyle yaptıkları denemelerde uygulanan demire bağlı olarak deneme bitkilerinin çinko kapsamlarında önemli azalmalar saptamışlardır.

Değişik düzeylerde uygulanan demir, çeltik bitkisinin demir kapsamını sürekli ve belirgin bir biçimde artırmıştır (Çizelge 2). Deneme bitkisinin en yüksek demir kapsamı Zn<sub>0</sub>Fe<sub>3</sub> uygulamasında elde edilmiş ve elde edilen bu değer (205 ppm Fe), Tanaka ve Yoshida (1970) tarafından açıklanan ve çeltik bitkisinde bronlaşma olarak bilinen zehir etki değerinin (300 ppm Fe) altında olmuş ve dolayısıyla deneme bitkisinde demir toksitesi fenolojik olarak görülmemiştir. Verma ve Tripathi (1983), Sakal ve ark. (1984) çeltik bitkisiyle yaptıkları denemelerde de demirli gübrelemeye bağlı olarak deneme bitkisinin demir kapsamının arttığını belirlemişlerdir.

Toprağa artan miktarlarda uygulanan demirli gübreleme kontrole göre çeltik bitkisinin ortalama çinko kapsamını sırasıyla % 15.7, 28.6 ve 42.6 azaltırken; ortalama demir kapsamını sırasıyla % 26.1, 66.0 ve 105.9 artırmıştır.

#### Kaynaklar

- Acar, Y., 1993. Değişik Demir Kaynaklarının Çeltik Bitkisinin (*Oryza sativa* L.) Gelişmesi ve Demir Alımı Üzerine Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, A.Ü. Fen Bilimleri Ens. Toprak Anabilim Dalı
- Aydeniz, A., Danışman, A.R. Brohi, 1978. The Reponse of Zine to Rice Plant Grown on Calcareous Soil under Flooded Condition. Proceeding of IAEA at Boger, Indonesia, Sept. 11-15

- Aydeniz, A., S. Danışman, A.R. Brohi, 1988. Efficiency of Different Sources and Method of Application of Zinc Fertilizer to Flooded Rice. Cumhuriyet Üniv. Tokat Ziraat Fakültesi Dergisi 4:127-146.
- Bhuiya, Z.H., M. Idris, M.J. Uddin, 1981. Respons of IRS to Zinc Fertilizer. Int. Rice Research Newsletter, 6.
- Bohle, J.Jr., W.L. Lindsay, 1969. Micronutrients. The Fertilizer Shoe-Nails, Part 6, in the Limelight-Zinc, Fertilizer Solitions 13: 6.
- Brar, M.S., G.S. Sekhon, 1976. Interaction of Zinc With Other Micronutrient Cations II. Effect of Iron on Zinc<sup>65</sup> Absorption by Rice Seedlings and its Translocation Within the Plants. Plant and Soil 45: 145-150.
- Carvalho, Y. De., J.X. De. Almeida Neto, L.C. Walladares, R.A. Barbosa, C.A. Ribbero, L.C. Das. Neiva, 1975. Effect of Zinc Level on Rice Grown in Cerrado Soil. Anais De Escola De Agronomiae Veterinaria, 5: 31-41.
- Chatterjee, A.K., L.N. Mandal, 1985. Zinc Sources for Rice in Soil at Different Moisture Regime and Organic Metter Levels. Plant and Soil 87:393-404.
- Chaudry, F.M., A. Wallace, 1976. Responses of Earlyrose Rice to Iron, Zinc and BPDS When Grown on Calcereous Soil. Commun. In Soil Sci. and Plant Analysis 7: 89-91.
- Chaudry, F.M., A. Wallace, 1976. Zinc Uptake by Rice as Effected by Iron and a Chelator of Ferrous Iron. Plant and Soil 45: 697-700.
- Das, D.K., 1986. A Study on Zinc Application to Rice. Journal of Meharashtra Agricultural Universities 1: 120-121.
- Deb, D.L., C.R. Zeliang, 1975. Zinc-Iron Relationship in Soil as Measured by Crop Response. Soil and Plant Anal. Tech. 12: 126-130.
- Duraisamy, P., G.V. Kothandaraman, S. Chellamathu, 1988. Effect of Amendments and Zinc on Availability, Content and Uptake of zinc and Iron by Rice Bhavani in Sodic Soil. Madras Agricultural Journal, 75: 119-124.
- Gurmani, A.H., A. Bhatti, H. Rehman, 1984. Responses of Rice to Some Trace Elements. International Rice Research Newsletter 9.
- Kacar, B., G. Füleky, S. Taban, M. Alpaslan, 1993. Değişik Miktarlarda Kireç Kapsayan Topraklarda Yetiştirilen Çeltik Bitkisi (*Oryza sativa L.*) nin Gelişmesi İle Zn, P, Fe ve Mn Alımı Üzerine Çinko-Fosfor İlişkisinin Etkisi. A.Ü. Araştırma Fonu 91.11.10.01 Nolu Proje. Kesin Rapor.
- Lee, C.R., G.R. Craddock, H.E. Hammer, 1969. Factor Affecting Plant Growth in High Zinc Medium. I. Influence of Iron on Growth of Flax at Various Zinc Levels. Agronomy Journal 61: 562-565.
- Lindsay, W.L., W.A Norvell, 1969. Development of D.T.P.A. Micronutrient Soil Test. Agron. Abstr., 84.
- Mandal, B., G.C. Hazra, A.K. Pal, 1988. Transformation of Zinc in Soils Under Submerged Condition and its Relation with Zinc Nutrition of Rice. Plant and Soil 106: 121-126.
- Mandal, L.N., B. Mandal, 1986. Zinc Fractions in Soils in Relation to Zinc Nutrition of Lowland Rice. Soil Science 142: 141-148.
- Rashid, A., F.M. Chaudry, M. Sharif, 1976. Micronutrient Availability to Cerales From Calcereous Soils III. Zinc Absorption by Rice and its Inhibition by Important Ions of Submerged Soils. Plant and soil 45:613-623.
- Rathore, V.S., J.C. Kandala, D. Sharma, 1974. Zinc-Iron Interactions in Maise Plants. Symposium on Use of Radiation and Radio-isotope in Studies of Plant Productivity Held at Pantnagar, pp 82.
- Sakal, R., B.P. Singh, R.B. Sinha, 1984. Assesment of Some Extractants for Available Zinc in Relation to Response of Rice to Applied Zinc in Sub-Himalayan Hill and Forest Soils. Plant and Soil 79: 417-428.
- Sinha, R.B., R. Sakal, 1983. Effect of Zinc and Iron Application in Calcereous Soil on Zinc and Iron Nutrition of Rice. Journal of The Indian Society of Soil Science 31:527-533.
- Taban, S., B. Kacar, 1991. Orta Anadolu'da Çeltik Yetiştirilen Toprakların Mikroelement Durumu Doğa, Tr.J.of Agric. and Forestry, 15: 129-145.
- Taban, S., C. Turan, 1987. Değişik Miktarlardaki Demir ve Çinkonun Mısır Bitkisininin Gelişmesi ve Mineral Madde Kapsamları Üzerine Etkileri. Doğa, TU. Tar. Ve Or. D. 11: 448-456.
- Taban, S., M. Alpaslan, 1993. Değişik Form ve Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Gelişmesi ve Bazı Mineral Madde Kapsamları Üzerine Etkileri. Doğa Tr. J. of Agriculture and Forestry 17: 169-184.
- Tanaka, A., S. Yoshida, 1970. Nutritional Disorders of the Rice Plant in Asia. Intern. Rice Res., Inst., Technical Bulletin 10.
- Verma, T.S., B.R. Tripathi, 1983. Zinc and Iron Interaction in Submerged Paddy. Plant and Soil72: 107-116.
- Wallace, A., R.T. Mueller, G.V. Alexander, 1976. Hight Levels of Four Heavy Metals on the Iron Status of Plants. Commun. In Soil Sci. And Plant Analysis 7: 43-46.

Eserin kabul tarihi: 03.07.1996