

Farklı Tahıl Türlerinde Tane Fitin Asidi Konsantrasyonu ve Fitin Asidi/Çinko Oranları Üzerine Bazı Toprak Özelliklerinin Etkisi

Ibrahim Erdal¹

Geliş Tarihi : 01.03.1999

Özet: Araştırma farklı iki bölgede (Konya ve Eskişehir) yürütülmüş olup, bazı toprak özelliklerinin tahıl tanelerindeki fitin asidi (FA) ve FA/Zn oranları üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Her iki bölgede yürütülen denemelerde 10 ekmeklik (Kıraç-66, Bolal, Gerek-79, Atay-85, ES-14, Gün-91, Kırkpınar, Kate-a, Bezostaja, BDME-10) ve 2 makamalık (Kunduru, Kızıltan) buğday ile 10 arpa (Tokak, Cumhuriyet, Hamidiye, Erginel, Obruk, Anadolu, Bülbül, Yasevi, YEA-1868, Tarm-92) çeşidi yetiştirilmiştir. Çinko uygulamasının tane Zn konsantrasyonu ve FA/Zn oranına etkisini görmek amacıyla topraklara 23 kg Zn/ha olacak şekilde Zn uygulanmıştır.

Kireç miktarı fazla, yarayırlı fosfor içeriği düşük Eskişehir bölgesinde yetiştirilen tahılların P ve FA konsantrasyonları ile FA/Zn oranları Konya'dan elde edilen değerlerin oldukça altında gerçekleşmiş, buna bağlı olarak Zn'nun biyolojik yararıllılığının daha fazla olduğu belirlenmiştir.

anahtar Kelimeler: Toprak fosforu, kireç, tahıllar, P konsantrasyonu, fitin asidi, Zn uygulaması

The Effect of Some Soil Properties on Grain Phytic Acid Concentration and Phytic Acid/Zinc Ratio in Different Cereal Species

Abstract: This study was carried out to determine the effect of some soil properties on grain phytic acid and phytic acid/zinc ratio in two different regions (Konya and Eskişehir). In order to see the effect of Zn on grain Zn concentration and phytic acid/Zn ratio, 23 kg Zn/hec. was applied to the soils. In both region, 10 bread (Kıraç-66, Bolal, Gerek-79, Atay-85, ES-14, Gün-91, Kırkpınar, Kate-a, Bezostaja, BDME-10) and 2 durum (Kunduru, Kızıltan) wheats and 10 barley (Tokak, Cumhuriyet, Hamidiye, Erginel, Obruk, Anadolu, Bülbül, Yasevi, YEA-1868, Tarm-92) genotypes were used. In order to see the effect of Zn on grain Zn concentration and phytic acid/Zn ratio, 23 kg Zn/hec. was applied to the soils.

Concentrations of P and FA and FA/Zn ratio of cereals grown in Eskişehir region, which has higher lime and lower available P, were lower than that of Konya. Depending on these results, it can be said that, bioavailability of Zn obtained from Eskişehir is higher.

Key Words: Soil phosphorus, lime, cereals, P concentration, phytic acid, Zn application

Giriş

Gerçekte toprakların toplam Zn konsantrasyonu oldukça yüksek olmasına rağmen bitkilerce alınabilir Zn'nin düşük olması ülkemiz topraklarında sıklıkla rastlanan bir beslenme sorunu olarak karışımıza çıkmaktadır. Toprakların bitkiye yarayırlı çinkoca yetersiz olması, bitkisel üretimde düşümlere yol açmakla birlikte, bu bitkilerle beslenen insan ve hayvanlarda bazı sağlık sorunlarını ortaya çıkarmaktadır (Arcasoy 1998, Doğan 1998). Çinkoya dayalı beslenme sorunları, özellikle tahıla dayalı beslenmenin yoğun olduğu bölgelerimizde kendini göstermektedir. Dünya gıda tüketiminde buğday, çeltik ve mısırın payı %54 iken, ülkemiz gibi gelişmekte olan ülkelerde bu oranın %90 civarında olması (Graham ve ark. 1994) durumu ciddiye açısından oldukça önem taşımaktadır.

Tahıl kökenli gıdalar bir yandan Zn yönünden fakir, diğer yandan başta fitin asidi olmak üzere lignin, sellüloz, hemisellüloz gibi, içerdikleri çinkonun insan ve hayvan hücrelerinde kullanılabilirliğini sınırlandıran maddelerce zengindir (Çakmak ve ark.1996). Fitin asidi Zn'yi kompleksleyerek onu hücre metabolizmasında kullanılamaz

forma sokmakta, sonuçta bünyede Zn olmasına rağmen Zn eksikliği çekilmektedir.

Fitin asidinın tanedeki fosforun bir depo formu olması nedeniyle ortamdaki P miktarı fitin asidini doğrudan etkiler niteliktedir. Nitekim, bu konuya yönelik yapılan çalışmalarda fosfor miktarı fazla olan tahıl tanelerindeki fitin asidi konsantrasyonunun da fazla olduğu belirlenmiştir (Erdal ve ark. 1998, Lokas ve Markurkis 1975, Zhou ve ark. 1992). Fitin asidi miktarı insan ve hayvanlarda Zn beslenmesi açısından tek başına anlam ifade etmemekte, buna karşılık Zn ile birlikte anılmaktadır. Diğer bir deyişle Zn beslenmesi için tanede belirlenen FA ve Zn'nun oransal değeri önemli olmakta ve FA/Zn molar oranlarının 20-25'ten büyük olması durumunda Zn'nun biyolojik yarayırlılığının şiddetle düştüğü bildirilmektedir (Oberleas ve Harland 1981). için tanede belirlenen FA ve Zn'nun oransal değeri önemli olmakta ve FA/Zn molar oranlarının 20-25'ten büyük olması durumunda Zn'nun biyolojik yarayırlılığının şiddetle düştüğü bildirilmektedir (Oberleas ve Harland, 1981).

¹ Yüzüncü Yıl Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bölümü-Van

Topraktaki fosfor bir yandan tane P konsantrasyonunu artırırken, diğer yandan fizyolojik süreçler sonunda bitki dokularındaki Zn'yu bağlamakta ve çözünemez Zn-fosfat bileşiklerine dönüştürerek inaktif hale getirmektedir (Soltanpour, 1969; Yaungdahl, 1977; Marschner ve Çakmak, 1986). Çinko uygulamasıyla ise durumun tersine geliştiği ve Zn uygulamalarına bağlı olarak bitki yeşil aksamında ve anedeki P konsantrasyonunun gerilediği belirlenmiştir (Dhillon ve ark. 1994, Erdal, 1998).

Bitkideki P konsantrasyonunu etkileyen faktörlerin araştırıldığı çalışmalarda topraktaki kireç miktarının bitki P konsantrasyonunu azaltıcı etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Değişik miktarlarda kireç vererek Minnesota toprakları üzerinde mısır bitkisi yetiştiren Shercan (1983), mısır ve fiğ bitkisi yetiştiren Çağatay ve ark. (1970) toprağa artan miktarlarda verilen kireçle ilgili olarak bitkilerdeki P konsantrasyonunun sürekli azaldığını tesbit etmişlerdir. Yine Turan ve ark. (1989) tarafından asit toprakta yürütülen bir çalışmada artan kireç uygulamalarına bağlı olarak mısır bitkisi ve kökünün P konsantrasyonunun azaldığı belirlenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulan denemeler 1994-1995 ekim döneminde Konya ve Eskişehirde yürütülmüştür. Denemelerde, 6 sıralı 8 m uzunluğunda ve sıra arası 20 cm olan parsellere m²'ye 550 tohum ekilmiştir.

Bir önceki yıl nadasa bırakılmış olan her iki bölgede de 10 ekmeklik (Kıraç-66, Botal, Gerek-79, Atay-85, ES-14, Gün-91, Kırkpınar, Kate-a, Bezostaja, BDME-10) ve iki makarnalık (Kundur, Kızıltan) buğday ile 10 arpa çeşidi (Tokak, Cumhuriyet, Hamidye, Erginel, Obruk, Anadolu, Bülbül, Yasevi, YEA-1868, Tarm-92) yetiştirilmiştir.

Denemenin yürütüldüğü her iki bölgenin topraklarında allüvyial toprak grubuna dahil olup, ekim döneminde Eskişehirde 307, Konya'da ise 314 mm yağış belirlenmiştir.

Temel gübreleme olarak her iki ekim alanına 30 kgP/ha (TSP), 25 kgN/ha (DAP) olacak şekilde gübreleme yapılmış, erken ilkbaharda da 55 kgN/ha (AS) olacak şekilde üst gübreleme uygulanmıştır. Böylece toprağa toplam olarak 52 kg/ha P ve 80 kg/ha N uygulanmıştır. Yetiştirilen bitkiler K'ye gereksinimi az olan bitkiler sınıfına girdiği (Zabunoğlu ve Karaçal, 1986) ve ayrıca bu bölgelerde K'li gübrelemeye gereksinimi olmadığı (Ülgen ve Yurtsever, 1988) temel gübreleme için K'li gübreleme yapılmamıştır. Temel gübreleme yanında tane Zn konsantrasyonuna bağlı olarak FA/Zn oranlarındaki değişimleri görmek amacıyla 0 ve 23 kgZn/ha (ZnSO₄ · 7 H₂O) olacak şekilde 2 dozda Zn uygulaması yapılmıştır. Deneme topraklarına ilişkin bazı fiziksel ve kimyasal analiz değerleri Çizelge 1'de verilmiş olup, topraklarda ekstrakte edilebilen Zn, Lindsay ve Norvell 1978; bitkiye yarayışlı P, Olsen ve ark. 1954, tarafından bildirildiği gibi belirlenmiştir. Diğer analizlerde bilinen rutin yöntemler kullanılmış, istatistik analizleri ise Costat paket programı kullanılarak yapılmıştır. Kuru yakma yöntemine göre yakılan tane örneklerinde P, Jackson 1962 'ye göre vanadomolibdofosforik sarı renk yöntemine göre, çinko ise AAS' de okunarak belirlenmiştir. Tanede fitin asidi aşağıda tarif edildiği şekilde belirlenmiştir.

Fitin asidi ölçümü (FA): Wolfgang ve Lantzech 1983' ün bildirmiş olduğu esaslar temel alınarak modifiye edilmiştir. Buna göre; 65 °C' de kurutulmuş tane örnekleri taş değirmende un inceliğine kadar öğütülmüş ve 0.5 g alınarak pH'sı 0.3'e ayarlanmış 25 ml HCl ile 3 saat süre ile çalkalanmıştır. Çalkalanan örnekler üzerine 25 ml saf su ilave edilmiş ve karıştırıldıktan sonra bir miktar alınarak (20-30ml) 30 dakika 5000 d/dak.'da santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen örnekler-den 1 ml alındıktan sonra deney tüplerine konulmuş ve üzerine 2 ml ferric solüsyon (Amonyum-İron III Sulphate 12 H₂O) eklenerek 30 dakika kaynar su banyosunda tutulmuştur. Bu süre sonunda buz banyosunda oda sıcaklığına kadar soğutulan örnekler santrifüj edildikten sonra 1 ml alınarak 3 ml 2-2¹ biprydine solüsyonu ile renklendirilmiş ve 5-30 mg/l arasında fitin asidi içeren referans çözeltilere karşı 519 nm'de Spektrofotometrede okunmuştur.

Fitin asidi/Çinko oranları (Molar bazda): Belirlenen fitin asidi ve Zn konsantrasyonları molar değerlere çevrilmiş ve oranlanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

a) Tane çinko konsantrasyonu

Çinko eksikliği bulunan her iki toprakta yetiştirilen tahıllardaki tane Zn konsantrasyonlarının hem Zn uygulaması hem de Zn uygulanmamış koşullardaki değerleri birbirlerine yakın bulunmuştur. Her iki bölgede de Zn uygulaması ile tane Zn konsantrasyonları artış gösterirken, tahıl türlerindeki ortalama artışın Konya örneklerinde daha fazla olduğu görülmüştür. Her iki bölge için de türler göre bir değerlendirme yapılacak olursa, Zn uygulamasına bağlı olarak en fazla Zn artışının arpada olduğu görülmüştür (Çizelge 2).

b) Tane fitin asidi konsantrasyonları

Çinko eksikliği durumunda Konya'dan alınan tahıllardaki FA konsantrasyonlarının ekmeklik ve makarnalık buğdaylarda 11, arpada ise 9 mg/g olduğu, buna karşılık Eskişehirde bu değerlerin sırasıyla 4.9, 5.0 ve 3.9 mg/g olarak gerçekleştiği belirlenmiş, böylece Konya örneklerinin 2 kat daha fazla FA içerdiği görülmüştür. Çinko uygulamasıyla her iki bölgeden alınan FA değerleri gerilerken, bu gerileme Konya örneklerinde çok daha fazla olmuş, buna rağmen Eskişehir örnekleri ile arasındaki fark fazla değişikliğe uğramamıştır (Çizelge 3).

c) Tane fosfor konsantrasyonları

Çinko uygulanmış ve uygulanmamış koşullarda her iki lokasyondan elde edilen tane P konsantrasyonları Çizelge 4'te sunulmuştur. Çizelgenin incelenmesinden de görüleceği üzere, -Zn (kontrol) koşullarında Konya'dan elde edilen P değerleri, ekmeklik ve makarnalık buğdaylarda ortalama %0.42, arpa çeşitlerinde ise %0.39 olarak belirlenirken, Eskişehir'den alınan örneklerde bu değerler ekmeklik ve makarnalık buğdaylarda ortalama %0.21, arpada ise %0.20 olarak gerçekleşmiştir. Buradan alınan sonuçlara göre, Eskişehir'den alınan örneklerin yaklaşık olarak %50 daha az P içerdiği belirlenmiştir. Çinko uygulanmış koşullarda ise, Konyadan alınan örneklerdeki tane P konsantrasyonlarının ekmeklik buğdaylar ile arpa çeşitlerinde azaldığı, buna değişimin olmadığı saptanmıştır. Çinko uygulamasına bağlı

Çizelge 1. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

	pH	Tuz(%)	Organik mad. (%)	CaCO ₃ (%)	Yarayışlı Zn (mg/kg)	P ₂ O ₅ (kg/da)	Tekstür sınıfı
Eskişehir toprağı	7.9	0.08	1.2	32	0.09	8,07	Kil
Konya toprağı	8.0	0.08	0.7	15	0.09	11.7	Kil

Çizelge 2. Farklı bölgelerde yetiştirilen değişik tahıl tür ve çeşitlerinin tane çinko (Zn) konsantrasyonu

Tür	Genotip	-Zn		+Zn	
		Zn (mg/kg)		Zn (mg/kg)	
		Konya	Eskişehir	Konya	Eskişehir
Ekm. Buğ.	Kıraç	9	11	14	14
	Bolal	8	8	11	10
	Gerek	8	9	11	12
	Atay-85	9	9	11	11
	ES-14	8	9	12	16
	Gün-91	8	10	15	13
	Kırkpınar	9	10	11	11
	Kate-a	9	9	13	11
	Bezostaja	8	10	13	12
	BDME-10	8	9	13	12
	<i>Ortalama</i>		8	9	12
Mak. Buğ.	Kundurur	9	10	13	14
	Kızıltan	10	10	15	12
	<i>Ortalama</i>		10	15	13
Arpa	Tokak	8	9	17	14
	Cumhuriyet	8	10	15	15
	Hamidiye	8	10	16	15
	Erginel	8	10	13	12
	Obruk	8	9	15	15
	Anadolu	8	10	16	14
	Bülbül	8	13	13	12
	Yasevi	7	10	15	15
	YEA-1868	7	10	17	14
	Tarm	7	10	14	15
	<i>Ortalama</i>		8	10	15

Çizelge3. Farklı bölgelerde yetiştirilen değişik tahıl tür ve çeşitlerinin tane fitin asidi (FA) konsantrasyonu

Tür	Genotip	-Zn		% Fark	+Zn		% Fark
		FA (mg/g)			FA (mg/g)		
		Konya	Eskişehir		Konya	Eskişehir	
Ekm. Buğ.	Kıraç	11	5.0	55	6	5.2	13
	Bolal	9	5.0	44	7	5.0	29
	Gerek	10	4.3	57	7	4.7	33
	Atay-85	11	4.5	59	7	4.5	36
	ES-14	12	5.2	57	9	4.2	53
	Gün-91	9	5.2	42	10	4.5	55
	Kırkpınar	13	4.5	65	9	4.5	50
	Kate-a	10	4.5	55	9	4.5	50
	Bezostaja	12	4.8	60	9	5.1	43
	BDME-10	11	5.5	50	7	4.5	36
	<i>Ortalama</i>		11	4.9	55	8	4.7
Mak. Buğ.	Kundurur	10	5.5	45	7	4.5	36
	Kızıltan	12	4.5	63	8	4.8	40
	<i>Ortalama</i>		11	5.0	54	8	4.7
Arpa	Tokak	9	4.5	50	7	4.5	36
	Cumhuriyet	8	4.5	44	6	3.3	45
	Hamidiye	12	4.0	67	7	3.8	46
	Erginel	9	3.8	58	6	3.3	45
	Obruk	10	3.8	62	6	3.0	50
	Anadolu	9	4.0	56	7	3.3	53
	Bülbül	9	3.3	63	6	2.8	53
	Yasevi	8	3.5	56	7	3.0	57
	YEA-1868	8	3.5	56	7	2.8	60
	Tarm	9	3.8	58	7	2.8	60
	<i>Ortalama</i>		9	3.9	57	7	3.3

Çizelge 4. Farklı bölgelerde yetiştirilen değişik tahıl tür ve çeşitlerinin tane fosfor (P) konsantrasyonu

Tür	Genotip	-Zn			+Zn		
		P (%)		% Fark	P (%)		% Fark
		Konya	Eskişehir		Konya	Eskişehir	
Ekm. Buğ.	Kıraç	0.43	0.21	51	0.30	0.21	30
	Bolal	0.34	0.20	41	0.25	0.19	24
	Gerek	0.41	0.19	54	0.24	0.18	25
	Atay-85	0.40	0.20	50	0.25	0.22	12
	ES-14	0.41	0.20	51	0.31	0.21	32
	Gün-91	0.48	0.21	56	0.39	0.21	46
	Kırkpınar	0.48	0.22	54	0.27	0.22	19
	Kate-a	0.36	0.21	42	0.34	0.20	41
	Bezostaja	0.45	0.21	53	0.30	0.20	33
	BDME-10	0.42	0.25	40	0.29	0.22	24
	<i>Ortalama</i>	<i>0.42</i>	<i>0.21</i>	<i>50</i>	<i>0.29</i>	<i>0.21</i>	<i>28</i>
Mak. Buğ.	Kunduru	0.36	0.21	39	0.36	0.18	50
	Kızıltan	0.47	0.21	38	0.48	0.19	60
	<i>Ortalama</i>	<i>0.42</i>	<i>0.21</i>	<i>49</i>	<i>0.42</i>	<i>0.19</i>	<i>55</i>
Arpa	Tokak	0.43	0.20	53	0.32	0.19	41
	Cumhuriyet	0.39	0.21	46	0.33	0.17	48
	Hamidiye	0.44	0.19	57	0.32	0.20	38
	Erginel	0.40	0.20	50	0.26	0.19	27
	Obruk	0.47	0.20	57	0.32	0.18	44
	Anadolu	0.38	0.18	53	0.32	0.19	41
	Bülbül	0.35	0.20	43	0.28	0.19	32
	Yasevi	0.33	0.20	39	0.31	0.18	42
	YEA-1868	0.36	0.17	53	0.32	0.17	47
	Tarm	0.39	0.21	46	0.26	0.16	38
	<i>Ortalama</i>	<i>0.39</i>	<i>0.20</i>	<i>50</i>	<i>0.30</i>	<i>0.18</i>	<i>40</i>

Çizelge 5. Farklı bölgelerde yetiştirilen değişik tahıl tür ve çeşitlerinin tanedeki fitin asidi/Zn oranları

Tür	Genotip	-Zn			+Zn		
		FA/Zn		% Fark	FA/Zn		% Fark
		Konya	Eskişehir		Konya	Eskişehir	
Ekm. Buğ.	Kıraç	122	45	63	43	37	14
	Bolal	113	63	56	64	50	22
	Gerek	125	48	62	64	39	39
	Atay-85	122	50	59	64	41	36
	ES-14	150	58	61	75	26	65
	Gün-91	113	52	54	67	35	48
	Kırkpınar	144	45	69	82	41	50
	Kate-a	111	50	55	69	41	41
	Bezostaja	150	48	68	69	43	38
	BDME-10	138	61	56	54	38	30
	<i>Ortalama</i>	<i>128</i>	<i>52</i>	<i>59</i>	<i>65</i>	<i>39</i>	<i>40</i>
Mak. Buğ.	Kunduru	111	55	50	54	32	41
	Kızıltan	120	45	63	53	40	25
	<i>Ortalama</i>	<i>116</i>	<i>50</i>	<i>57</i>	<i>54</i>	<i>36</i>	<i>33</i>
Arpa	Tokak	113	55	56	41	32	22
	Cumhuriyet	100	45	55	40	22	45
	Hamidiye	150	40	73	44	25	43
	Erginel	113	38	66	46	28	39
	Obruk	125	42	67	40	20	50
	Anadolu	113	40	64	44	20	55
	Bülbül	113	25	78	46	25	46
	Yasevi	114	35	69	47	20	57
	YEA-1868	114	35	69	41	20	51
	Tarm	129	38	71	50	19	62
	<i>Ortalama</i>	<i>118</i>	<i>39</i>	<i>67</i>	<i>44</i>	<i>23</i>	<i>48</i>

Çizelge 6. Farklı bölgelerden elde edilen P, FA, Zn ve FA/Zn değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Kaynak	Ser. Der.	F Değerleri			
		P	FA	Zn	FA/Zn
Blok	3	-	-	-	-
Bölge x çeşit	1	628.178***	832.28***	11.37*	420.4***
H ₁	3	-	-	-	-
Çeşit	21	4.08***	17.54***	3.17***	4.206***
Bölge	21	2.88**	4.01**	3.23**	1.67*
H ₂	126	-	-	-	-
Doz	1	138.87***	94.58***	654.22***	755***
DozxBölge	1	68.74***	46.28***	117.73***	367***
DozxÇeşit	21	2.29**	1.639*	1.5 ⁰⁰	1.29 ⁰⁰
DozxÇeşitxBölge	21	1.82*	1.28 ⁰⁰	1.05 ⁰⁰	1.28 ⁰⁰
H ₃	132	-	-	-	-

Öd: önemli değil

*: 0.05 düzeyinde önemli

** : 0.01 düzeyinde önemli

***: 0.001 Düzeyinde önemli

karşılık Eskişehir'den alınan örneklerde ise pek bir olarak Konya örneklerindeki P konsantrasyonlarının genelde gerilemiş olmasına rağmen yinede Eskişehir örneklerinden daha fazla P içerdiği görülmüştür.

d) Fitin asidi/çinko oranları

Her iki bölgeden elde edilen FA/Zn oranlarının tane P konsantrasyonları ile doğru, tane Zn konsantrasyonları ile ters orantılı olduğu belirlenmiştir. Tane P, dolayısıyla FA konsantrasyonu Eskişehir örneklerine göre yaklaşık 2 kat daha fazla olan Konya örneklerinde -Zn koşullarında 100'ün üzerinde olan FA/Zn oranlarının, Zn uygulamasıyla bütün tür ve çeşitlerde ortalama yarı yarıya gerilediği, buna karşılık Eskişehir örneklerindeki azalmanın o kadar fazla olmadığı saptanmıştır. Eskişehir örneklerindeki gerilemenin Konya örneklerindeki kadar olmamasına rağmen yinede bu iki bölge arasında ekmeclik buğdaylarda %40, makarnalık buğdaylarda %33 ve arpada %48 oranında bir farklılığın olduğu görülmüştür (Çizelge 5).

Deneme sonunda Zn noksanlığı bulunan [<0.5 mg/kg toprak, Lindsay and Norvell 1969] ve farklı miktarlarda CaCO_3 ve P içeren iki bölgeden elde edilen sonuçlar topluca değerlendirildiğinde, başta tane fosforu ve buna bağlı olarak FA değerlerinin Konya toprağında daha fazla olduğu açık olarak görülmüştür. Toprak reaksiyonu, tuz, tekstür ve yarayışlı Zn'nun her iki bölgede de aynı olması, iklim faktörlerinin her iki bölgede de benzer etkiye sahip olması, topraktaki CaCO_3 miktarı ve fosforunun FA üzerindeki etkisini açıkça ortaya koymaktadır. Yani, CaCO_3 miktarı düşük buna karşılık P miktarı yüksek olan Konya toprağında yetiştirilen bitkilerdeki tane P konsantrasyonu daha fazla olmuştur (Erdal ve ark., 1998; Lokas ve Markurkis, 1975; Zhou ve ark., 1992).

Elde edilen sonuçlara göre tane P konsantrasyonu üzerine toprakta bulunan CaCO_3 'ün oldukça etkin bir

rolünün olduğu görülmektedir. Şöyleki, her ne kadar Eskişehir toprağındaki yarayışlı P miktarının daha düşük olmasının tanedeki P konsantrasyonunu azaltıcı etki göstermiş olmasına rağmen, asıl etkinin topraktaki CaCO_3 'ün P yarayışlılığını engellemesinden kaynaklandığı tahmin edilmektedir (Shercan, 1983; Çağatay ve ark., 1970; Turan ve ark.,1989). Bu konuya yönelik yapılan diğer bazı çalışmalarda bu değerlendirmeyi doğrular niteliktedir. (Dean, 1949; Olsen 1953; Hemwall. 1957a; Kacar, 1968b; Bashour ve ark., 1985; Chand ve ark., 1991; Kacar ve Katkat, 1997).

Tanedeki FA miktarının düşük olması, Eskişehir örneklerindeki FA/Zn oranlarının Zn'nin biyolojik yarayışlığı açısından kritik değer kabul edilen değerlere yaklaştırdığı (Oberleas ve Harland, 1981) ve bu oranın Zn uygulamasıyla daha da azaldığı gözlenmiş, buna karşılık uygulanan Zn dozunun yine de yetersiz olduğu saptanmıştır. Konya'da ise durumun çok daha kötü olduğu belirlenmiş, hem tane FA konsantrasyonunun yüksek hem de Zn konsantrasyonunun düşük olması karşımıza çok yüksek FA/Zn oranları çıkarmıştır.

Bütün parametreler göz önüne alınarak yapılan istatistiki çözümlere göre bölge, çeşit ve Zn uygulaması ile bu varyasyonların karşılıklı interaksiyonlarının P, FA, Zn ve FA/Zn değerleri üzerine olan etkileri değişik önemlilik derecelerinde etkili olmuştur. Bu durum Çizelge 6'da görülmektedir.

Sonuç olarak, yarayışlı P konsantrasyonu çok yüksek olan [>9.0 kg P_2O_5 /da (Kacar ve Katkat, 1997)] Konya bölgesi gibi alanlarda tahıl tanelerindeki FA/Zn oranlarının düşürülerek Zn'nun biyolojik yarayışlılığından söz edilebilmesi için, fosforlu gübrelemenin ihtiyaca göre verilmesi ve hatta gerekli değilse verilmemesi, buna ilaveten Zn uygulamasına daha fazla önem verilmesi gerektiği ortaya çıkmıştır.

Kaynaklar

- Arcasoy, A., 1998. İnsan Sağlığında Çinkonun Önemi, 1. Ulusal Çinko Kongresi, Eskişehir, 11-17.
- Bashour, I. I., D. Prasad and A. A. Jaloud, 1985. Phosphorus Fractions in Some Soils of Arabia. *Geoderma*, 36, 307-315.
- Chand, T., N. K. Tomar and J. P. Singh, 1991. Effect of Soil Properties on the Forms of Inorganic Phosphorus in Alkaline Calcareous Soils of Different Agroclimatic Zones. *Arid Soils Research and Rehabilitation*, 5(3), 190-210.
- Çağatay, M., B. Kacar ve A. Sönmez, 1970. Asit Reaksiyonlu Toprağa Verilen Değişik Miktarlardaki Kalsiyumlu ve Fosforlu Gübrelere Verilen Değişik Miktarlardaki Kalsiyumlu ve Fosforlu Gübrelere Verilen Yulaf, Mısır ve Fiğ Bitkilerinin Gelişmeleri Üzerine Etkileri. A.Ü.Z.F. Yayınları 403, Bilimsel Araştırma ve İnceleme 253, 1-95.
- Çakmak, İ., B. Torun, B. Erenoğlu, M. Kalaycı, A. Yılmaz, H. Ekiz, ve H. J. Braun, 1996. Türkiyede Toprak ve Bitkilerde Çinko Eksikliği ve Bitkilerin Çinko Eksikliğine Dayanıklılık Mekanizmaları. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 20:13-23.
- Dean, L. A., 1949. Fixation of Soil Phosphorus. *Advances in Agronomy*, 13:19-411. Academic Press, New York.
- Dhillon, K. S., I. M. Chiba, S. K. Dhillon ve V. K. Noyyar, 1994. Utilisation of Zinc by Wheat and Maize as Influenced by Different Levels of Applied Phosphorus in Soil. *Journal of Agr. and Biol.* 23: 233-237.
- Doğan, K., 1998. Çinkonun Hayvan Beslenmesindeki Yeri ve Önemi. 1. Ulusal Çinko Kongresi, Eskişehir, 25-30.
- Erdal, İ., B. Torun, B. Erenoğlu, M. Kalaycı, H. Ekiz ve İ. Çakmak, 1998. Türkiyede Yetiştirilen Buğdayların Çinko ve Fitin Asidi İçerikleri ve Çinkonun Biyolojik Yararışığı. 1. Ulusal Çinko Kongresi, Eskişehir, 71-77.
- Erdal, İ., 1998. Orta Anadolu Bölgesinde Farklı Çinko Uygulamalarının Tahıl Türleri ve Buğday Çeşitlerinde Tanede Çinko ve Fitin Asidi Konsantrasyonuna Etkisi. A.Ü.F.B.E. Toprak ABD. Yayınlanmamış Doktora Tezi.
- Graham, R. and R. M. Welch, 1994. Breeding for Staple Food Crops with High Micronutrients Density. Long Term Sustainable Agricultural Solutions to Hidden Hunger in Developing Countries. In: IFPRI Workshop on Agricultural Technology Improve Diet Quality and Nutrition. Jan. 10-12, Annapolis, M.D.
- Hemwall, J. B., 1957a. The Fixation of Phosphorus by Soils. Inc. New York *Advances in Agronomy*. Ed. By A.G. Norman, Vol. IX. Academic Press.
- Jackson, M. L., 1962. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall, Inc. Eng. Cliffs, N.J. USA.
- Kacar, B., 1968b. Türkiyenin Bazı Topraklarında Fosfor Fiksasyonu ve Fosfor Fiksasyonuna Tesir Eden Bazı Faktörler Üzerinde Bir Araştırma. A.Ü.Z.F. Yılığ. 17(2): 215-234.
- Kacar, B. ve A. V. Katkat, 1997. Tarımda Fosfor. Bursa Ticaret Odası Yayınları. No:5.
- Lindsay, W. L. and W. A. Norvell, 1978. Development of DTPA Soil Test for Zinc, Iron Manganese and Copper. *Soil Sci. Soc. Am.J.* 42: 424-428.
- Lindsay, W. L. and W. A. Norvell, 1969. Development of DTPA Micronutrient Soil Test. *Soil Sci. Am. Proc.*, 35: 600-602.
- Lokas, G. M. and P. Markurkis, 1975. Phytic Acid and Other Phosphorus Compounds of Beans (*Phaseolus Vul. L.*). *J. Agric. Food Chan.* 23: 13-15.
- Marschner, H. and İ. Çakmak, 1986. Mechanism of Phosphorus-Induced Zinc Deficiency in Cotton. II. Evidence for Impaired Shoot Control on Phosphorus Uptake and Translocation under Zinc Deficiency. *Physiol. Plant.* 68: 491-496.
- Oberleas, D. and B. F. Harland, 1981. Phytate Content of Foods. Effect on Dietary Zinc Bioavailability. *J. Am. Diet. Assoc.* 79: 433-436.
- Olsen, S.R., A. V. Cole, F. S. Watanable and L. A. Dean, 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soil by Extracting with Sodium Bicarbonate. U.S. Dept. of Agric. Circ. 939 Washington D.C.
- Olsen, S. R., 1953. Inorganic Phosphorus in Alkaline and Calcareous Soils. In: *Soil and Fertiliser Phosphorus in crop Nutrition*. Vol. IV. Ed. W.H. Pierre and Norman, pp. 89-122. Academic Press Inc., Publishers, New York, N.Y.
- Shercan, K., R. Ellis, D. A. Whitney and C. E. Wassom, 1983. Response of Genetic Sources of Corn to Acidic Soils. *Agronomy Journal*, 75, 993-996.
- Soltanpour, P. N., 1969. Effect of N,P and Zn Placement on Yield and Composition of Potato. *Agron. J.* 61: 288-289.
- Turan, C., S. Taban ve A. Korkmaz, 1989. Artan Miktarlardaki Kirecin Asit Toprakta Yetiştirilen Mısır Bitkisinin ve Kökünün Gelişmesi İle Al, P,Ca ve Mn Kapsamları Üzerine Etkisi. *Doğa, Tu Tar. Ve Or. D.* 13, 2, 427-437.
- Ülgen, N. ve N. Yurtsever, 1988. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehber. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları. Genel Yayın No:151.
- Wolfgang, H. and H. J. Lantzch, 1983. Sensitive Method for the Rapid Determination of Phytate in Cereals and Cereal Products. *J. Sci. Food Agric.* 34: 1423-1426.
- Yaungdahl, L. J., L. V. Suec, W. C. Leibhart and M. R. Teel, 1977. Changes in the Zinc⁶⁵ Distribution in Corn Root Tissue with a Phosphorus Variable. *Crop Sci.* 17:66-69.
- Zabunoğlu, S. ve İ. Karaçal, 1986. Gübrelere ve Gübreleme. A.Ü.Z.F. Yayınları. Genel Yayın No: 993. Ders Kitabı No:293.
- Zhou, J. R., E. Fordyce, V. Raboy, D. B. Dickinson, M. S. Wong, A. R. Burns and J. W. Erdman, 1992. Reduction of Phytic Acid in Soybean Products Improves Zinc Bioavailability in Rats. *American Ins. of Nutrition*.