

Alüviyal Bir Toprakta Amonyum – Potasyum Fiksasyon İlişkileri *

Hüseyin EROĞLU¹

Sadık USTA²

Geliş Tarihi : 01.03.2002

Özet: Bu çalışmada toprakta amonyum ve potasyum fiksasyonuna amonyumlu ve potasyumlu gübrelemenin karşılıklı etkileri inkübasyon çalışması yapılarak araştırılmıştır. Bu gübrelerin toprağa tek başlarına verilmeleri amonyum veya potasyumun fiksasyonunu artırmış ancak diğer iyonun yararıyı azaltmıştır. Doz artışına bağlı olarak fiksasyon da artmıştır. Amonyum ve potasyumlu gübreler toprağa birlikte verildiğinde; potasyum fiksasyonu amonyum fiksasyonundan yüksek bulunmuştur. Fiksasyon tek başlarına uygulamalara göre amonyumda azalırken potasyumda fazla değişmemiştir. Önce amonyumun toprağa verilip on gün sonra potasyumun verilmesi veya tersi uygulandığında, potasyum fiksasyonu açısından herhangi birinin önceliği istatistiği olarak önemli bulunmamıştır. Ancak amonyum fiksasyonu açısından öncelik önemli bulunmuştur. En düşük amonyum fiksasyonu önce potasyum sonra amonyum uygulamasında görülmüştür. Buna göre toprakların gübrelenmesinde amonyum ya da potasyum fiksasyonu önemli bir önceliğe sahip değilse; potasyumlu gübrelerin amonyumlu gübrelerden daha önce verilmesi bu iki iyonun da fiksasyon miktarını azaltabileceği ileri sürülebilir.

Anahtar Kelimeler : amonyum, potasyum, fiksasyon, alüviyal toprak

Ammonium – Potassium Fixation Relationships in Alluvial Soil

Abstract: This incubation study investigated the effects and interactions of ammonium and potassium fertilization on their fixation by soil. Fixation of the ammonium or potassium increased when applied alone, which however making the other more available. In this case, increase in the fertilizer dose resulted in increased fixation. When the fertilizers were applied together, the potassium fixation was greater than that of ammonium. When compared with the single application, the amount of ammonium fixed by soil was less, and that of potassium remained similar. In case of applying the ammonium first and the potassium ten days later, or vice versa, the fixation of potassium was not statistically altered. On the other hand, applying the potassium first significantly decreased the ammonium fixation. Experimental results have shown that application of first potassium than ammonium to a soil might reduce the fixations of these ions if the priority of fixation of potassium or ammonium is not crucial.

Key Words: ammonium, potassium, fixation, alluvial soil

Giriş

Toprak çözeltisinde bulunan çeşitli elementlerin, kil mineralleri tarafından kil tabakaları arasında hapsedilerek, bitkilere yararıyız ya da az yararıyız hale dönüşmesi olayına, genel olarak fiksasyon denir. Toprakta fiksasyona uğrayan elementlerin başında amonyum ve potasyum gelmektedir. Bu iki elementin iyonik yarıçaplarının sonucu olarak, toprakta fikse olma olasılığı çok yüksektir.

Toprağa gübrelerle verilen amonyum ve potasyum iyonlarının, toprak özelliklerine bağlı olarak bir bölümü fikse edilmektedir. Fikse edilmiş durumdaki bu iyonlardan bitkiler ve mikroorganizmalar çok az yararlanabilmektedir. Fikse durumdaki bitki besin maddelerinin, bitkiler tarafından ne kadarlık bir süre sonunda yararlanabilir bir duruma geleceği konusunda yeterli inceleme olmasa da, bitkilerin fikse edilmiş durumdaki amonyum ve potasyumdan yararlanması toprakta bu elementlerin konsantrasyonlarıyla ilgili olmaktadır. Toprağa yeterince amonyumlu ve potasyumlu gübreler verilmezse, bitkilerin fikse durumdaki bu elementlerden yararlanma hızı artmaktadır (Ünal ve Başkaya 1981).

Toprakta azot ve potasyum makro besin elementleri arasında yer alıp, bugün bütün dünyada çok kullanılan gübre elementleridir. Türkiye’de potasyumlu gübrelemeye fazla yer verilmesi de, bugün artık pek çok topraklarımızda potasyumlu gübreler kullanılmaya başlanmış ve bu konuda pek çok araştırma yapılmaktadır. Bütün bunlardan dolayı topraktaki amonyum ve potasyum fiksasyon mekanizmasının bilinmesinin yanında, toprağa ilave edilen amonyumlu ve potasyumlu gübrelerin ne şekilde, hangi şartlarda ve ne kadarının fikse edildiğinin bilinmesi, uygulama yönünden büyük fayda sağlayacaktır.

Bugüne kadar yapılan çalışmalarda ise birbirinden farklı pek çok görüş ileri sürülmüştür. Kullanılan gübrelerdeki amonyum ve potasyum iyonlarının bir kısmının toprak tarafından fikse edilmesi, verimlilik ve ekonomik açıdan istenmeyen bir durum olduğu yönünde fikir beyan edenler olduğu gibi (Lumbanraje ve Evangelou 1994, Chen ve Mackenzie 1992, Ünal ve Başkaya 1981, Sağlam 1974); kimi araştırmacılar ise fiksasyonu yikanmaya karşı korunma, amonyak gazı şeklinde azot

*Yüksek Lisans Tezi’nden hazırlanmıştır

¹ Ziraat Yüksek Mühendisi

² Ankara Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bölümü-Ankara

kaybının önlenmesi ve rezerv besin maddesi kaynağı olarak bakılmaktadır (Dou ve ark. 1991, Mamo ve ark. 1993). Ayrıca bir çok bilim adamı ve araştırmacı ise amonyumlu gübrelerle potasyumlu gübrelerin birlikte kullanılmasının amonyumlu gübrelerin yararlılığını arttırdığını ve bunun için bu elementlerin gübrelemede birlikte verilmesi gerektiği yönünde görüş beyan etmektedirler (Yan ve ark. 1996, Kacar ve ark. 1995, Nommik ve Vohtras 1982). Buna karşılık bu iki elementin toprağa birlikte verilmesinin verimlilik açısından hiçbir etkisinin bulunmadığı yönünde fikir ilere sürenler de vardır (Drury ve Beauchamp 1991).

Bu çalışmada, amonyum ve potasyum fiksasyonu hakkında şimdiye kadar yapılan ve değişik sonuçlar veren çalışmaların ışığında; Orta Anadolu Bölgesi'nde pancar münavebesinde yer alan vermikulit ve illit kil minerallerince zengin alüvyal toprak örneği üzerinde öncelikle amonyum ve potasyum iyonlarının toprakta fiksasyonlarında karşılıklı etkileşimlerini, buna bağlı olarak amonyumlu ve potaslı gübrelemede koşullara göre önceliğin hangisinde olması gerektiğini irdelemektir. Buradaki amaç uygulamaya da dönük olup toprağa çeşitli dozlarda ilave edilen amonyum ve potasyumun ne kadarının fikse olduğu, doz farklılıkları ve uygulama zamanlarının birbirlerine olan etkileri araştırılmaya çalışılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırmanın amacına uygun toprak örneğinin seçiminde daha önce Munsuz ve ark. (1996)'nın yaptıkları çalışmada belirlenmiş 2:1 tipi kil minerallerinin hakim olduğu, vermikulit ve illit kil minerallerince zengin, Orta Anadolu Bölgesi'nde, Ankara Şeker Fabrikası pancar ekim sahasında, Polatlı ilçesi Yenice Köyünde yer alan alüvyal bir tarla toprağı tercih edilmiştir.

Toprak örneği belirlenen bu yeri temsil edecek şekilde Jackson (1962) tarafından belirtilen ilkelere uygun olarak yüzeyden alınıp, polleli torbalar içerisinde laboratuara nakledilmiştir. Toprak örneği analize hazır hale getirildikten sonra mevcut amonyum ve potasyum iyonlarının sömürülmesi amacıyla çim bitkisi ekilmiştir. Bir kaç biçim yapıldıktan sonra topraktan çim bitkisi sökülmüş ve toprak tekrar analize hazır hale getirilmiştir. Bu toprak örneği üzerinde toprağı tanımlayıcı rutin analizlerin yanında araştırma konusunu oluşturan deneme de yürütülmüştür.

Toprak örneği üzerinde yapılan tanımlayıcı rutin analizlerden tekstür analizi, hidrometre yöntemi ile belirlenmiş ve tekstür üçgeninden yararlanılarak tekstür sınıfı saptanmıştır (Bouyoucos 1951). Toprak reaksiyonu (pH); 1:2,5 oranında toprak-su karışımında Grewelling ve Peech (1960) tarafından bildirildiği şekilde cam elektrotlu pH-metre ile belirlenmiştir. Elektriksel iletkenlik (EC); toprak-su karışımından (1:2,5) elektriksel iletkenlik aleti ile ölçülerek tayin edilmiştir (Richards 1954). Kireç içeriği Çağlar (1949) tarafından bildirildiği şekilde Scheibler kalsimetresi ile belirlenmiştir. Organik madde (O.M); Jackson (1962) tarafından bildirildiği şekilde yapılmıştır.

Toplam azot Bremner (1965) tarafından bildirildiği şekilde kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir. Katyon değişim kapasitesinde ise (KDK) Na-asetat yöntemi ile Chapman (1965)'e göre yapılmıştır.

Analize hazır hale getirilen toprak örneklerinden 150 ml' lik plastik kaplara 60 g FKT hesabıyla toprak tartılıp, üzerine 60 ml (NH₄)₂SO₄ ve K₂SO₄ çözeltileri Çizelge 1' de gösterilen tesadüf parselleri deneme planına göre ilave edilmiştir. Toprak örneği karıştırılıp laboratuvar koşullarında, tarla kapasitesinde, her muameleden sonra 15 gün olacak şekilde, oda sıcaklığında (20-25°C), inkübasyona bırakılmıştır. Deneme sekiz tekrürlü olarak düzenlenmiş olup; bunlardan dördünde fikse amonyum, diğer dördünde ise fikse potasyum analizleri yapılmıştır. Tanık için aynı muameleler tekrar edilmiştir. Inkübasyon süresi sonunda, örneklerin yarısına 80ml 2M KCl ilave edilmiş çalkalanıp karıştırıldıktan sonra santrifüj edilerek süzük atılmış geri kalan toprak örneği 60°C' de kurutulup, 60mesh' lik elekten elenip, bunun üzerinde Silva ve Bremner (1965) ile Fleige ve ark. (1971)' e göre fikse amonyum analizi uygulanmıştır. Kontrol toprağının fikse amonyum değeri örneklerden elde edilen değerlerden düşürülerek yeni fikse miktar elde edilmiştir. Potasyum fiksasyonu için; inkübasyon sonunda kalan diğer dört örnek üzerine 50ml 0,05M EDTA ile 1M NH₄AC çözeltilisi ilave edilip çalkalanmış ve sonra santrifüj edilip üzerindeki berrak kısımlar 250 ml' lik balonlarda toplanmıştır. Bu işlem üç sefer tekrar edildikten sonra (Cl⁻ giderilene kadar), balon derecesine tamamlanmıştır. Bu süzükler üzerinde fleymfotometrik yöntemle değişebilir potasyum belirlenmiş ve aşağıdaki formülden yararlanılarak fikse olan potasyum bulunmuştur (Yan ve ark. 1996).

$$Kf = Ki + Kdk - Kdt$$

Kf : Fikse olan potasyum miktarı (mg kg⁻¹)

Ki : Inkübasyondan önce ilave edilen potasyum miktarı (mg kg⁻¹)

Kdk : Kontrol toprağında okunan değişebilir potasyum miktarı (mg kg⁻¹)

Kdt : Analiz sonucu örneklerde okunan değişebilir potasyum miktarı (mg kg⁻¹)

Deneme sonucu üzerinde durulan özellikler bakımından, uygulamalar arasında bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla varyans analizi, ANOVA yöntemine göre yapılmış ve çoklu karşılaştırma yöntemlerinden DUNCAN testi kullanılmıştır. Tüm istatistik hesaplamalar MINITAB ve MSTAT paket programında yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Denemede kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 2' de toplu olarak verilmiştir. Toprak bünye analizi sonuçlarına göre killi tın tekstür sınıfından olup hafif alkalin özellik göstermekte ve tuzluluk sorunu bulunmamaktadır. Anonim (1991)'e göre fazla kireçli, organik maddece fakirdir. Toplam azot içeriği ANONYMOUS (1990)' a göre yeterli düzeyde olduğu görülmektedir. Katyon değişim kapasitesi (KDK)

Çizelge 1. Araştırmada uygulanan deneme planı

No	Uygulama simgesi	N/K ekivalent oranı	Uygulama şekli ve miktarı*	
			İnkübasyon başlangıcında verilen azot ve potasyum miktarı	İnkübasyon başlangıcından 10 gün sonra ilave verilen azot veya potasyum miktarı
1	N ₁ K ₀	-	0,50 cmol N kg ⁻¹ tek başına	-
2	N ₂ K ₀	-	1,00 cmol N kg ⁻¹ tek başına	-
3	K ₁ N ₀	-	0,25 cmol K kg ⁻¹ tek başına	-
4	K ₂ N ₀	-	0,50 cmol K kg ⁻¹ tek başına	-
5	N ₁ K ₁	2	0,50 cmol N kg ⁻¹ + 0,25 cmol K kg ⁻¹ birlikte	-
6	N ₁ K ₂	1	0,50 cmol N kg ⁻¹ + 0,50 cmol K kg ⁻¹ birlikte	-
7	N ₂ K ₁	4	1,00 cmol N kg ⁻¹ + 0,25 cmol K kg ⁻¹ birlikte	-
8	N ₂ K ₂	2	1,00 cmol N kg ⁻¹ + 0,50 cmol K kg ⁻¹ birlikte	-
9	N ₁ +K ₁	2	0,50 cmol N kg ⁻¹	0,25 cmol K kg ⁻¹
10	N ₁ +K ₂	1	1,00 cmol N kg ⁻¹	0,50 cmol K kg ⁻¹
11	N ₂ +K ₁	4	1,00 cmol N kg ⁻¹	0,25 cmol K kg ⁻¹
12	N ₂ +K ₂	2	0,25 cmol K kg ⁻¹	0,50 cmol K kg ⁻¹
13	K ₁ +N ₁	2	0,25 cmol K kg ⁻¹	0,50 cmol N kg ⁻¹
14	K ₁ +N ₂	4	0,50 cmol K kg ⁻¹	1,00 cmol N kg ⁻¹
15	K ₂ +N ₁	1	0,50 cmol K kg ⁻¹	0,50 cmol N kg ⁻¹
16	K ₂ +N ₂	2	1,00 cmol N kg ⁻¹	1,00 cmol N kg ⁻¹

* Azot (NH₄)₂SO₄, potasyum K₂SO₄ halinde verilmiştir

Çizelge 2. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Tekstür				pH (Top:su)	EC (Top:su)	CaCO ₃	O.M.	Toplam N	KDK
(%) Kum	(%) Kil	(%) Silt	Sınıfı						
28.83	33.18	37.99	CL	7,7	0,232	16,2	1,20	965	32,46

32.46 cmol(+)⁻¹kg⁻¹ olarak bulunmuştur.

Deneme sonucu elde edilen ortalama, toplam fikse amonyum, toplam değişebilir potasyum, gübre uygulamaları sonucu fikse olan amonyum ve potasyum değerleri ile fiksasyon oranları Çizelge 3' de toplu olarak verilmiştir. Uygulamalar sonrası topraklarının toplam fikse amonyum değerleri 161.47 mg kg⁻¹ ile 193.98 mg kg⁻¹ arasında değişmekte olup, tanıkta bulunan doğal fikse amonyum değeri 168.25 mg kg⁻¹ bulunmuştur. En yüksek amonyum fiksasyonu, amonyumlu gübrenin tek başına verildiği uygulamalarda meydana gelmiştir. Amonyumun ikinci dozu uygulamasında (N₂K₀) 25.73 mg kg⁻¹ amonyum fiksasyonu meydana gelmiştir. Ancak fiksasyon oranı birinci dozda %25.8 iken ikinci dozda %18.4 olmuştur. Sağlam (1974), Özgümüş ve Kacar (1980), Usta ve Başkaya (1985), Taban vd (1993)'da yaptıkları araştırmalarda benzer sonuçları elde etmişlerdir. Deneme sonrası değişebilir potasyum değerleri en yüksek K₂ + N₂ uygulamasında 697,6 mg kg⁻¹ en düşük değer ise N₂K₀ uygulamasında 487 mg kg⁻¹ elde edilmiştir (Çizelge 3). Fikse olan potasyum değerlerine baktığımızda en az fiksasyonun N₁K₀ uygulamasında olduğu, burada elde edilen değişebilir potasyumun tanık değerden 28,8 mg kg⁻¹ yüksek bulunduğu görülmektedir. En yüksek potasyum fiksasyonu N₁K₂ uygulamasında 55,7 mg kg⁻¹ olarak elde edilmiştir. Bunu 52,6 mg kg⁻¹ ile K₂N₀ uygulaması izlemektedir. İlave olandan fikse olan yüzde potasyum miktarlarına bakacak olursak en yüksek fiksasyonun % 39,3 olduğu görülür. Katkat (1977) ve Kütük ve ark.

(1998)' da yaptıkları denemelerde bu durumu teyit etmektedirler.

Deneme sonucu, verilen amonyumlu ve potaslı gübreden fikse olan amonyum ve potasyum değerleri üzerinde yapılan varyans analizi sonucunda uygulamalar arasında istatistik olarak önemli düzeyde farklılık bulunmuştur. Bu farklılığın hangi uygulamalar arasında olduğunu belirlemek için Duncan Testi uygulanmış ve sonuçları Çizelge 4 de verilmiştir. Tanıklarda amonyum fiksasyon değerleri arasındaki fark istatistik olarak önemsiz (p:0.870) bulunduğundan tanıkların ortalaması doğal fikse amonyum değeri olarak alınmıştır. Ancak iki ayrı uygulama dönemlerindeki tanık değişebilir potasyum değerleri arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunduğundan (p:0.011) ilk uygulama dönemi için tanık-1 ikinci uygulama dönemi için tanık-2 değeri hesaplama için esas alınmıştır. Genel olarak deneme topraklarının ilave edilenden fikse olan amonyum fiksasyon değerleri, ilaveden fikse olan potasyum fiksasyonun değerlerinden düşük olarak bulunmuştur. Bu durum Yan ve ark. (1996) tarafından ileri sürülen amonyumun tercihli bir şekilde toprakta fiksasyona uğradığı şeklindeki ifadesi ile uyumsuzsa da, denemedeki, önce amonyum on gün sonra potasyum veya tersi uygulamalarda potasyum fiksasyonlarında çok önemli düşüşler meydana gelmiştir. Ayrıca Türkiye topraklarının gübrelemesinde potasyumlu gübrelere fazla yer verilmediğinden, potasyuma karşı aç olabileceğini de düşünmeliyiz.

Çizelge 3. Deneme toprağına amonyumlu ve potasyumlu gübre ilavelerinin NH_4^+ ve K^+ fiksasyonuna etkisi

Uygulama no	Uygulama	N/K oranı	Toplam fikse NH_4^+ miktarı (mg kg^{-1})	Uygulama sonucu fikse NH_4^+ durumu (mg kg^{-1})	İlave edilenden fikse olan NH_4^+ oranı (%)	Toplam değişebilir K^+ miktarı (mg kg^{-1})	İlave edilenden tanığa göre fikse olan net K^+ miktarı (mg kg^{-1})	İlave edilenden fikse olan K^+ oranı (%)
1	N_1K_0		186.33	18.08	25.8	527.3	-28.79	-
2	N_2K_0		193.98	25.73	18.4	487.0	11.55	-
3	K_1N_0		163.76	-4.49	-	570.3	25.80	26.4
4	K_2N_0		161.47	-6.78	-	640.9	52.61	27.0
5	N_1K_1	2	170.62	2.37	3.39	557.7	38.28	39.3
6	N_1K_2	1	171.90	3.65	5.21	637.8	55.70	28.6
7	N_2K_1	4	175.21	6.96	4.97	569.7	26.30	27.0
8	N_2K_2	2	182.43	14.18	10.13	655.6	37.90	19.4
9	N_1+K_1	2	175.78	7.53	10.75	614.6	-7.59	-7.8
10	N_1+K_2	1	176.59	8.34	11.91	695.7	8.75	4.5
11	N_2+K_1	4	175.80	7.55	5.39	609.8	-2.81	-2.9
12	N_2+K_2	2	178.50	10.25	7.32	688.6	15.90	8.2
13	K_1+N_1	2	170.69	2.44	3.2	602.4	4.56	4.7
14	K_1+N_2	4	168.38	0.13	0.0	595.1	11.85	12.2
15	K_2+N_1	1	167.49	-0.78	1.4	695.4	9.04	4.7
16	K_2+N_2	2	168.60	0.35	0.2	697.6	6.87	3.5

Not : Tanıkta belirlenen toplam fikse amonyum miktarı 168,25 mg kg^{-1} , değişebilir potasyum miktarı birlikte uygulamalarda 498,5 mg kg^{-1} , on gün arayla uygulananlarda 509,5 mg kg^{-1} dir.

Çizelge 4. Deneme sonucu elde edilen ortalama fikse olan amonyum, potasyum değerleri ile bu değerlerde yapılan Duncan testi sonuçları

No	Uygulama	Fikse olan amonyum (mg kg^{-1})	Duncan testi								Fikse olan potasyum (mg kg^{-1})	Duncan testi					
			A	B	C	D	E	F	G	H		A	B	C	D	E	F
1	N_1K_0	18.08		B							-28.79						F
2	N_2K_0	25.73	A								11.55			C	D	E	
3	K_1N_0	-4.49								G	H	25.80		B	C	D	
4	K_2N_0	-6.78									H	52.61	A	B			
5	N_1K_1	2.37					E	F				38.28	A	B	C		
6	N_1K_2	3.65					E	F				55.70	A				
7	N_2K_1	6.96				D	E					26.30		B	C	D	
8	N_2K_2	14.18		B	C							37.90	A	B	C		
9	N_1+K_1	7.53				D	E					-7.59					E
10	N_1+K_2	8.34				D	E					8.75			C	D	E
11	N_2+K_1	7.55				D	E					-2,81			D	E	F
12	N_2+K_2	10.25			C	D						15.9			C	D	E
13	K_1+N_1	2.44					E	F				4.56				D	E
14	K_1+N_2	0.13						F	G			11.85			C	D	E
15	K_2+N_1	-0.78						F	G			9.04			C	D	E
16	K_2+N_2	0.35						F	G			6.87			D	E	

Sx:1.4265

LSD:5.41114

Sx:6.8246

LSD:25.8871

Amonyum ve potasyumun toprağına tek başına verilmesinin amonyum ve potasyum fiksasyonuna etkisi: Amonyumun toprağına tek başına ve artan dozlarda uygulanması amonyum fiksasyon değerlerini arttırmaktadır (Çizelge 3, Şekil 1). Amonyumun birinci dozunda ilaveden fikse olan amonyum 18.08 mg kg^{-1} , amonyumun ikinci dozunda 25.73 mg kg^{-1} olmaktadır. Her ne kadar fiksasyon miktarı artsa da ilaveden fikse olan oran (% 25,8 dan % 18,4' e) azalmaktadır. Tek başına potasyum uygulamalarında toprakta belirlenen fikse amonyum değerleri tanık değerinin altına düşmektedir. Burada

potasyumun birinci doz uygulamasında 4,49 mg kg^{-1} , ikinci doz uygulamasında 6,78 mg kg^{-1} serbest hale geçen amonyumdan söz edilebilir. Duncan testi sonucunda (Çizelge 4) amonyumun birinci dozunda elde edilen fiksasyon değeri ile ikinci dozunda elde edilen arasındaki fark önemli bulunmuştur. Buna karşılık uygulanan potasyum dozlarının amonyum fiksasyonuna etkisi yine önemli fakat dozlar açısından aralarındaki fark önemli olmamıştır (Çizelge 4). Elde edilen bu sonuç, Nomnik (1957), Chen ve Mackenzie (1992) başta olmak üzere Ting ve ark. (1995), Yan ve ark. (1996), Liu ve ark. (1997),

Saltali ve ark. (1999) gibi bir çok araştırmacıların bulguları ile uyum göstermektedir. Ayrıca Chappell ve Evangelou (2000) de bu iki iyonun ilave edilen miktarına bağlı olarak fiksasyonda bir değişikliğin görülmeyeceğini vurgulamışlardır.

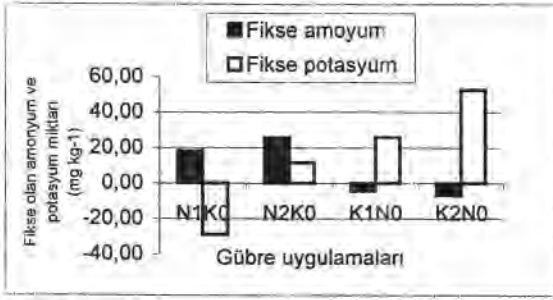
Potasyum fiksasyon değerlerine gelince, uygulanan amonyumun birinci dozunda 28.8 mg kg^{-1} serbest hale geçen potasyum söz konusudur. Bu durumu toprağa amonyum uygulanması ile kil tabakaları arasındaki doğal fikse potasyumun serbest hale geçmesi olarak açıklayabiliriz. Amonyumun artan ikinci dozunda ise elde edilen değişebilir potasyum değeri tanıya göre 11.5 mg kg^{-1} düşük bulunmuştur. Amonyum doz artışının konsantrasyonun bir etkisi mi olduğu veya kil mineralleri katları arasındaki değişebilir potasyum iyonlarının amonyum iyonlarıncı hapsedilmesi mi olduğu doğrusu üzerinde durulması gerekli bir konudur. Diğer taraftan potasyumun birinci dozunda 25.7 mg kg^{-1} , ikinci dozunda 52.6 mg kg^{-1} tanıya göre net fikse potasyum görülmektedir. Bu durumda toprağa verilen potasyum tek başına ve artan dozlarda olursa fikse olan potasyum miktarı artmaktadır. Yalnız ilave edilenden fikse olan oran çok fazla değişmemektedir (sırasıyla %26.4 ve %27.0). Duncan testinde (Çizelge 4) potasyum fiksasyonu açısından potasyum dozları arasında fark başına ve artan dozlarda olursa fikse olan potasyum miktarı artmaktadır. Yalnız ilave edilenden fikse olan önemli bulunmazken azot dozları arasındaki fark önemli bulunmuştur. Schneider (1997), Oskay ve Çağatay (1976) ile Katkat (1977) gibi araştırmacılar yaptıkları oran çok fazla değişmemektedir (sırasıyla %26.4 ve %27.0). Duncan testinde (Çizelge 4) potasyum fiksasyonu açısından potasyum dozları arasında fark çalışmalarda toprağa artan miktarda potasyum ilavesinin potasyum fiksasyon kapasitesini azalttığını, Conti ve ark. (2001) ise Arjantin'de, kil cinsi ve miktarına bağlı olarak araştırma topraklarının fiksasyon yaptıklarını bunun doza bağlı olmadığını saptamışlardır. Bu da elde edilen sonuçlarla uyum göstermektedir.

Amonyum ve potasyumun toprağa birlikte verilmesinin amonyum ve potasyum fiksasyonuna etkisi: Amonyum ve potasyumun beraber uygulamalarında (Çizelge 3, Şekil 2) amonyum fiksasyon değerleri potasyum dozuna bağlı olmaksızın tanı değerine yakın bulunmuştur. Duncan Testi sonucunda bu dört uygulamadan N_2K_2 hariç diğer uygulamalar arasındaki fark istatistikî olarak önemsiz bulunmuş ve aynı grupta yer almıştır (Çizelge 4). N_2K_2 uygulaması ise tek başına amonyum uygulamaları yapılmış olanlara yakın bir sonuç vermiş ve N_1K_0 uygulaması ile aynı grupta bulunmaktadır. Chen ve Mackenzie (1992) ve Kılıç (1994) yaptıkları çalışmalarda bulduğumuz bu sonuçla paralel sonuçlar elde etmişlerdir. Sağlam (1974) ve Saltali ve ark. (1999) gibi diğer araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda amonyum ve potasyumun birlikte verilmesiyle fikse amonyum miktarının arttığını, Nielsen (1971) ise değişmediğini bildirmiştir. Dou ve ark. (1991), etiketlenmiş üre azotu ile yaptıkları sera çalışmalarında amonyum ve potasyumun toprağa birlikte verilmesi durumunda amonyum fiksasyonunun daha az olduğu ve amonyum fiksasyonu ile birlikte NH_3 gazı şeklindeki kayıpların da azaldığını bildirmişlerdir. Azot ve potasyumun birlikte uygulamalarında potasyum fiksasyon değerleri ile tek başına potasyum uygulanan muamelelerden elde edilen

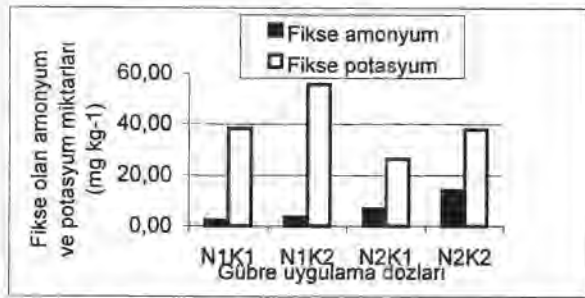
potasyum fiksasyon değerleri Duncan testinde aynı dozlarda aynı grupta yer almakta, N_1K_2 ile N_2K_1 uygulamaları ise ayrı grupta yer almışlardır (Çizelge 4). Şekil 2 de görüldüğü gibi potasyum fiksasyonunda en önemli etken potasyum dozu olmaktadır. Bu durumu N/K oranlarında da görmek mümkündür (Çizelge 3). En yüksek potasyum fiksasyon miktarı N/K oranı 1 olan uygulamada, en düşük fiksasyon miktarı ise N/K oranı 4 uygulamalarda görülmektedir. Birlikte uygulamalarda potasyum oranının artması bu iyonun fiksasyonunu da artırmaktadır. Bu sonuçlardan birlikte uygulamalarda amonyum ve potasyum dozlarının birlikte artmasıyla veya amonyum oranının yükselmesi ile potasyum fiksasyon oranının azaldığını görmekteyiz. Oskay ve Çağatay (1976), Katkat (1977), Kacar vd (1979) ile Ünal ve Başkaya (1981) de bu iki elementin birlikte uygulanması ile potasyum fiksasyonunda azalma görüleceğini belirtmişlerdir.

Toprağa on gün arayla önce amonyum sonra potasyumun verilmesinin amonyum ve potasyum fiksasyonuna etkisi: Deneme toprağına başlangıçta amonyum verilip on gün sonra potasyum verilmesi ile elde edilen amonyum fiksasyon değerleri; amonyumun ve potasyumun birlikte verildiği uygulamalardan elde edilen amonyum fiksasyon değerlerine göre nispeten yüksek, buna karşılık tek başına amonyum uygulaması sonucu elde edilen amonyum fiksasyon değerlerine göre düşük bulunmuştur (Çizelge 3 ve Şekil 3). Duncan testine göre (Çizelge 4) bu dört uygulama istisnasız aynı bulunmuştur. Sağlam (1974) de yaptığı çalışmada toprağın amonyumla doyurulup sonra potasyum verilmesiyle amonyum fiksasyonunun azaltılabildiğini bildirmiştir. Öte yandan bu uygulamanın potasyum fiksasyonuna etkisine bakıldığında en düşük potasyum fiksasyonunun, diğer önce potasyum sonra amonyum uygulamaları ile bu uygulamalardan elde edildiği görülmektedir. Liu ve ark. (1997) de önceden amonyum ilavesinin potasyum fiksasyonunu azalttığını belirtmişlerdir. Potasyum fiksasyonunu öncelikle potasyum dozu olmak üzere amonyum dozu doğrudan etkilemekte (Çizelge 3) ve fiksasyonu nispeten artırmaktadır (N_1+K_2 de 8.75 mg kg^{-1} den N_2+K_2 de 15.9 mg kg^{-1} a, N_1+K_1 de -7.59 mg kg^{-1} den N_2+K_1 de -2.81 mg kg^{-1} a değiştirmiştir). Bu grup uygulamada elde edilen fikse potasyum değerleri arasında ki fark büyük olsa da istatistikî olarak önemli çıkmamıştır (Çizelge 4).

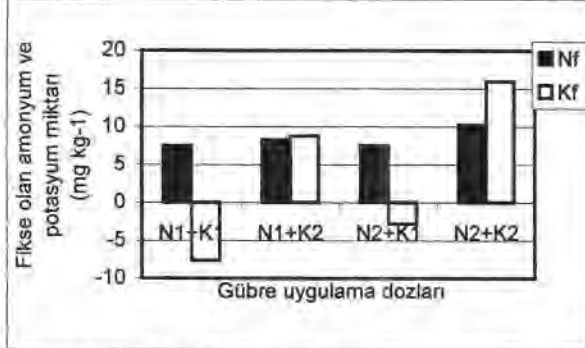
Toprağa on gün arayla önce potasyumun sonra amonyum verilmesinin amonyum ve potasyum fiksasyonuna etkisi: Diğer uygulamalara göre toprağa on gün önceden potasyum verilip sonra amonyum verilmesi toprakta amonyum fiksasyonunu önemli oranda azaltmaktadır (Çizelge 3, Şekil 4). Duncan Testinde (Çizelge 4) bu farklı dört doz uygulamaları aynı grupta yer almış ve aralarındaki fark önemsiz bulunmuştur. Sağlam (1974), Nielsen (1971), Taban ve ark. (1993), Lumbanraje ve Evangelou (1994), Scherer ve Weimar (1994), Kacar (1994), Kılıç (1994), Scherer ve Schneiders (1995), Usta (1995), Saltali ve ark. (1999) ve Chappell ve Evangelou (2000) gibi pek çok araştırmacı önceden potasyum ilavesinin amonyum fiksasyonunu azalttığı konusunda fikir birliğine sahiptirler. Liu ve ark. (1997) ise uzun süreli yapılan potasyum gübrelemesinin hem amonyum hem de potasyum fiksasyon kapasitelerini düşürdüğünü savunmuş



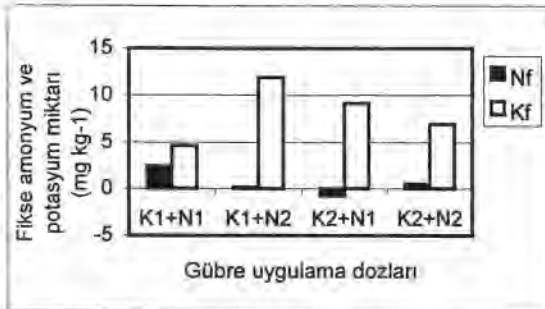
Şekil 1. Amonyum ve potasyumun tek başlarına uygulanmasının toprakta amonyum ve potasyum fiksasyonuna etkisi



Şekil 2. Birlikte amonyum ve potasyum uygulamalarının toprakta amonyum ve potasyum fiksasyonuna etkisi



Şekil 3. Toprağa önce amonyum uygulanıp on gün sonra potasyum uygulanması durumunda meydana gelen amonyum ve potasyum fiksasyonu



Şekil 4. Toprağa önce potasyumlu on gün sonra amonyumlu gübre uygulamasından sonra meydana gelen amonyum ve potasyum fiksasyonu

amonyumlu gübrelemenin böyle bir etkiye sahip olmadığını buna karşılık önceden amonyum verilmesinin potasyum fiksasyonunu azalttığını belirtmişlerdir. Drury ve Beauchamp (1991) ise toprağın önce potasyum ile doyurulmasının amonyum fiksasyonunu 6 saat için azalttığını, fakat sonuçta bir etkisinin olmadığını belirtmektedir. Yan ve ark. (1996) ise önce potasyum uygulamasından elde edilen fikse amonyum miktarının daha az olduğunu belirtmişlerdir. Bu grup uygulamaların hepsinde yapılan gübreleme sonucu bir miktar potasyum fiksasyonu meydana gelmiştir. Ancak meydana gelen potasyum fiksasyonu, hem tek başına potasyum uygulaması hem de birlikte uygulamalarda elde edilen potasyum fiksasyon değerlerine göre daha az olmuştur. Çizelge 3' de görüldüğü gibi en düşük fikse potasyum değeri K_1+N_1 uygulamasında görülmüştür ($4,56 \text{ mg kg}^{-1}$). En yüksek potasyum fiksasyonu ise K_1+N_2 uygulamasında görülmüştür ($11,85 \text{ mg kg}^{-1}$). Potasyumun birinci dozunda amonyumun doz artışı ile potasyum fiksasyonun da yine artış olmuş ve önceki uygulamalarda görülen bu durum burada da gözlenmiştir. Amonyumun yüksek dozunun potasyum fiksasyonunu artırması amonyum iyonlarının değişebilir potasyum iyonlarını kil minerallerinin katları arasına hapsedmesi olarak düşünülebilirse de üzerinde durulması ve araştırılması gerekli bir konu olduğu görülmektedir.

Duncan Testi (Çizelge 4) sonucunda potasyumun önce veya sonra verilmesi uygulamaları arasındaki fark potasyum fiksasyonu açısından önemsiz bulunmuştur.

Sonuç

Araştırma sonucu elde edilen bulgulardan araştırmanın amacına dönük olarak aşağıdaki değerlendirmelerde bulunmak mümkündür. Türkiye topraklarının kil kapsamları genellikle yüksek olduğundan, topraklarımızda amonyum ve potasyum fiksasyonu önemli bir sorun olarak görülmektedir. Bu araştırma sonucuna göre uygulamalara bağlı olarak verilen amonyumlu gübrenin yaklaşık 6 kg da^{-1} a varan kısmının, potasyumlu gübrenin de 12 kg da^{-1} a varan kısmının fikse olduğu düşünülürse bitki beslemesi açısından konunun ne kadar önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Bunun yanında son yıllarda özellikle 2:1 tipi kil minerallerince zengin toprakların gübrenmesinde, amonyumlu gübrelemenin yanında potasyumlu gübrelemenin de gerekliliği konusunda tüm araştırmacılar neredeyse görüş birliğine varmaktadır. Bu araştırmada potasyum fiksasyon değerlerinin amonyum fiksasyon değerlerinden genelde yüksek bulunması bu görüşleri doğrulamaktadır. artmakla beraber fiksasyon oranı buna paralel artmamaktadır. Bu iki iyonun toprağa tek başına verilmesi aynı zamanda gübrelemenin amacına da pek uygun düşmemektedir. Çünkü toprağa verilen gübrenin önemli bir kısmı (bu araştırmada uygulanan K_1 dozunun % 39,3'lere varan bir kısmı) fikse edilerek bitkinin yararlanamayacağı bir forma dönüşmektedir. Bu da ekonomik olarak daha fazla girdi ve iş gücü olduğu gibi, aşırı da tuzlanma ve çevre kirliliğine de yol açabilmektedir. Ayrıca aşırısının potasyum yayayışlılığını azalttığını dikkate almalıyız. Bu sakıncalarına karşın her birinin

toprağa tek başına verilmesiyle diğerinin fiksasyonu azaltılabilmektedir. Bu durumdan yararlanarak fiksasyon gücü yüksek toprakların gübrelenmesinde bu konu dikkate alınarak gerekirse bu tip gübrelemeye yer verilmelidir.

Deneme sonuçlarına göre her iki iyonun toprağa aynı zamanda verilmesi durumunda potasyum fiksasyonu değerleri diğer grup uygulamalardan fazla bulunmuştur. Buna karşılık amonyum fiksasyonu, tek başına ve on gün önceden amonyum sonra potasyum verilen gruplara göre daha az bulunmuştur. Bu iyonların toprağa birlikte uygulamasında doz farklarının da dikkate alınması gerekmektedir. Zira araştırma sonucuna göre birlikte uygulamada uygulanan amonyum dozu arttırdığında potasyum fiksasyonu bir miktar düşmekte, buna karşılık amonyum fiksasyonu ise artmaktadır.

Diğer taraftan bu elementlerin toprağa belli bir süre arayla verilmesinin fiksasyonu çok yönlü değiştirdiği görülmektedir. Genel olarak önce potasyumun toprağa verilip sonra amonyumun verilmesi potasyum fiksasyonunu, hem tek başına amonyum uygulaması hem de amonyum ve potasyumun birlikte uygulamalarına göre gerilemiş, tanık değerine yaklaştırmış, amonyum fiksasyonunu da azaltarak tanık değerleriyle aynı grupta yer almasını sağlamıştır (Çizelge 4). Buna karşılık önce amonyumun verilip sonra potasyumun verilmesiyle, amonyum fiksasyonu, sadece tek başına amonyum uygulamasına göre azalmaktadır. Potasyum fiksasyonu da tek başına potasyum uygulaması ve amonyum ve potasyumun birlikte aynı zamanda uygulamalarından daha düşük bulunmuştur. Her ne kadar toprağa önce potasyum verilip sonra amonyum verilmesiyle potasyum fiksasyonunda amonyum fiksasyonuna göre bir artış görülse de, elde edilen bu sonuçlar birlikte ve tek başına yapılan uygulamalardan elde edilen potasyum fiksasyon değerlerinden düşük seviyededir. Buna göre toprakların gübrelenmesinde amonyum yada potasyum fiksasyonu önemli bir önceliğe sahip değilse, toprağa önce potasyumlu gübrelerin verilip sonra amonyumlu gübrelerin verilmesi her iki elementin fiksasyonunu azaltacağını söylememiz olanaksız değildir. Eğer toprak bu iki elementin herhangi birisine karşı öncelikli öneme sahipse, buna göre gübrelemenin yapılması önerilir.

Kaynaklar

- Anonim, 1991. Türkiye toprakları verimlilik envanteri. Tarım Orman ve Köyleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü yayınları, Ankara.
- Anonymous, 1990. Micronutrient, assesment at the country level: an international study. FAO Soils Bulletin 63. Roma.
- Bouyoucos, G. D. 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soil. *Agronomy J.* 43, 434-438.
- Bremner, J. M. 1965. Methods of Soil Analysis. Part II. Chemical and microbiological properties. In ed.C. A. Black. American Soc. Agron. Inc, Agron. Series. No:9. Madison, USA.
- Chapman, H. O. 1965. Cation-exchange capacity. Methods of Soil Analysis (Gd. C.A. Black et al.) *Agronomy No:9, Part 2*, pp 899-900 Madison, Wisconsin USA.
- Chappell, M. A. and V. P. Evangelou, 2000. Influence of added K⁺ on inducing ammonium fixation and inhibiting nitrification. *Soil Sci.*, 0038-075C/00/16505-420-426.
- Chen, J. S. and A. F. Mackenzie, 1992. Fixed ammonium and potassium as affected by added nitrogen and potassium in three Quebec soils. *Communications in Soil Sci. and Plant Anal.*, 23, 11-12, 1145-1159.
- Conti M. E., A. M de la Horra, D. Effron and D. Zourarakis, 2001. Factors affecting potassium fixation in Argentine agricultural soils. *Communications in Soil Sci. and Plant Analysis*, 32 (17-18) 2679-2690.
- Çağlar, K. Ö. 1949. Toprak Bilgisi. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayın No: 10, Ankara.
- Dou, H., D. Steffens, and H. T. Dou, 1995. Recovery of 15N labelled urea as affected by fixation of ammonium by clay minerals. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde*, 158 (4) 351-354.
- Drury, C. F. and E. G. Beauchamp, 1991. Ammonium fixation release nitrification and immobilization in high and low fixing soils. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 55 (1) 125-129.
- Fleige, H., B. Mayer, and H. Scholz, 1971. Fraktionierung des stickstoffs für N Haushaltsbilanzen, *Göttinger Bodenkundl. Ber.*18,1-37.
- Grewelling, T. and M. Peech, 1960. Chemical soil tests. Cornell University. Agr. Expt. Station Bull.
- Jackson, M. L. 1962. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall, Inc. Eng. Cliff, USA.
- Kacar, B. 1994. Gübre Bilgisi Ders Kitabı, 4. Baskı. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay. No: 1383. Ders Kitabı, No:397.
- Kacar, B., M. A. Malik, ve S. Taban, 1995. Orta Anadolu Bölgesi'nde çeltik tarımı yapılan topraklarda amonyum fiksasyonu. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 19, 51-58.
- Katkat, A. V. 1977. Antalya Kıyı Yöresi Topraklarında Potasyum Adsorbsiyon ve Fiksasyonu ile Bunları Etkileyen Önemli Etmenler Üzerine Bir Araştırma. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Toprak Anabilim Dalı. Doktora Tezi. Ankara.
- Kılıç, K. 1994. Tokat Yöresi Büyük Toprak Gruplarında Amonyum Fiksasyonu ve Amonyum Fiksasyonunu Etkileyen Bazı Etmenler. Çukurova Üniv. Fen Bil. Ens. Toprak Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Adana.
- Külük, C., S. Taban, H. Özcan, Ç. Olgun ve B. Kacar, 1998. Fixation of potassium in the rice growing soils of Central Anatolia. Department of Soil Science Faculty of Agriculture, University of Ankara, Turkey.
- Liu, Y. J., D. A. Laird and P. Barak, 1997. Release and fixation of ammonium and potassium under Long-Term fertility management. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61, 310-314.
- Lumbanraja, J. and V. P. Evangelou, 1994. Adsorption desorption of potassium and ammonium at low cation concentrations in three Kentucky subsoils. *Soil Sci.*, 157 (5) 269-278.
- Mamo, M. R., W. Taylor, and J. W. Shuford, 1993. Ammonium fixation by soil and pure clay mineralys. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 24 (11-12) 1115-1126.

- Munsuz, N., G. Çaycı, A. Sueri, M. Turhan ve K. Erel, 1996. İç Anadolu Bölgesi Şeker Fabrikaları Pancar Ekim Alanı Topraklarının Kil Mineralleri ile Potasyum Sağlama Kapasiteleri Arasındaki İlişkiler. Türkiye Şeker Fabrikası A.Ş. yayın no: 219. Ankara.
- Nielsen, J. D. 1971. Fixation and release of ammonium in Danish soils. *Tidsskr. for Planteavl*, 75, 239-255.
- Nommik, H. 1957. Fixation and defixation of ammonium in soils. *Acta Agric.Scand.*, 7, 395-436.
- Nommik, H. and K. Vahtras, 1982. Retention and Fixation of Ammonium and Ammonia in Soils. In Stevenson, F. J. Led, Nitrogen in Agricultural Soils. Am. Soc. Agron. Madison, Wis. Pp. 123 – 171.
- Oskay, K. S. ve M. Çağatay, 1976. Meriç Havzası Topraklarında Potasyum Adsorbsiyon ve Fiksasyonu İle Bunları Etkileyen Önemli Etmenler Üzerine Bir Araştırma. (Doktora Tezi). Ankara Üniv. Ziraat Fak. Bitki Bes. Kürs. Ankara.
- Özgümiş, A. ve B. Kacar, 1980. Çukurova yöresi topraklarında amonyum fiksasyonu ve bunu etkileyen etmenler üzerine bir araştırma. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Doktora Tez Özetleri. 1, 593-605.
- Richards, L. A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. U.S.D.A. Handbook, 60.
- Sağlam, M. T. 1974. Erzurum, Hasankale ve Erzincan Ovası Topraklarında Amonyum Fiksasyonu, Amonyum Fiksasyonu ile Potasyum Arasındaki Bazı İlişkiler, Mineralize Olan Nitrojen ve Nitrojen Kayıpları Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. (Basılmamış), Erzurum.
- Scherer, H. W. and S. Weimar, 1994. Significance of the K content of the soils and the proportion of expandable clay minerals of the total clay fraction on the dynamics of the nonexchangeable NH_4^+ -N after slurry application. *gribo. Res.*, 47 (2) 124-139.
- Saltalı, K., M. R. Deric ve K. Kılıç, 1999. The ammonium fixation in great soil groups of Tokat region and some factors of potassium on ammonium fixation. *Tr. J. of Agr. and Forestry.*, 23, 673-678.
- Scherer, H. W. and M. Schneiders, 1995. Availability of non exchangeable ammonium to soil microorganisms. *Agribiological Research.*, 48 (2) 138-145.
- Schneider, A. 1997. Release and fixation of potassium by a loamy soil as affected by initial water content and potassium status of soil samples. *E.J. of Soil Sci.*, J., 48, 263-271.
- Silva, J. A. and J. M. Bremner, 1966. Determinate and isotope ratio analysis of different forms of nitrogen in soils: V. Fixed ammonium. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 30, 587-594.
- Taban, S., M. A. Malik ve B. Kacar, 1993. Orta Anadolu Bölgesinde çeltik tarımı yapılan topraklarda amonyum fiksasyonu. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 19, 51-58.
- Ting, D. H., D. Steffens, and H. T. Dou, 1995. Recovery of ^{15}N labelled urea as affected by fixation of ammonium by clay minerals. *Zeitschrift für pflanzenernahrung und Bodenkunde*, 158 (4) 351-354.
- Usta, S. 1995. Toprak Kimyası. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay. No: 1387. Ankara.
- Usta, S. ve H. S. Başkaya, 1985. Ankara Yöresi Buğday/Nadas Ekim Nöbeti Uygulanan ve Ahır Gübresi Verilen Tarla Toprağında Azot Formlarının Tüm Ekim Nöbeti Boyunca Dağılımları Üzerinde Bir Araştırma. *Doğa Bilim Dergisi*, 9 (1) 51-60.
- Ünal, H. ve H. S. Başkaya, 1981. Toprak Kimyası. Ankara Üniv. Ziraat. Fak. Yay. No: 759. Ders Kitabı No: 218.
- Yan, T., F. Ke and Y. Shixue, 1996. Preferential fixation of ammonium to potassium by soils. *Pedosphere*, 6 (1) 35-38.

İletişim adresi:

Sadık USTA

Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü-Ankara

Tel: 0 312 317 05 50/1185

Fax: 0 312 317 84 65

E-mail: usta@agri.ankara.edu.tr