

DENGE SOLUSYONLARINDAN ELDE EDİLEN BAZI PARAMETRİK DEĞERLERİN TOPRAKLARIN POTASYUM SAĞLAMA GÜÇLERİNİ BELİRLEMEDE KULLANILMASI(1)

Yıldırım Sezen(2)

ÖZET

Bu çalışmada toprak-solusyon dengelenmesine ilişkin bazı parametrik değerlerin toprakların bitkiye potasyum sağlama gücünü belirlemede bir ölçü olup olmayacağı araştırılmıştır. Bu amaçla alluviyal oluşumlu Pasinler ve Iğdır ovalarından dokuzar adet toprak örneği alınmıştır.

Denemede mısır bitkisi kullanılmıştır. Topraklarda ve bitkilerde uygun bulunan analizler yapılmıştır. Toprakların 0.002 M CaCl₂ solusyonlarında dengelendirmelerinden sonra deneme öncesi ve deneme sonrası durumlarda denge potasyumu, aktivite oranı, potasyum potansiyeli serbest enerji değerleri ve kantite-itansite ilişkileri v.b. gibi parametrik değerler belirlenmiştir.

Toprakların elverişli potasyumlarını belirlemede bugüne değin ölçü olarak alınan potasyum formlarıyla toprak-solusyon dengelenmesinden elde edilen parametreler istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Ayrıca potasyum formları ve toprak solusyon dengelenmesine ait parametrik değerlerle mısır bitkisinin kaldırdığı potasyum miktarları arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Sonuçta toprakların bitkiye potasyum sağlama güçlerini belirlemede potasyum formları gibi, toprak -solusyon dengelenmesinden elde edilen parametrelerden potasyum aktivite oranı, potasyum potansiyeli ve potasyum serbest enerji değerlerinin ölçü olabilecekleri ortaya çıkmıştır. Bu parametreler arasında bitkiye elverişli potasyum formları ve bitkinin kaldırdığı potasyumla yüksek düzeyde pozitif korelasyonlar veren aktivite oranının tarla denemeleriyle sınır değerler belirlenmek kaydıyla öncelikle kullanılabileceği anlaşılmaktadır.

(1) Doçentlik tezi özeti olup, 19-20/3/1979 tarihinde kabul edilmiştir.

(2) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak İlimi Bölümü Öğretim Üyesi.

GİRİŞ

Toprakların potasyum düzeylerinin uygun bir gübreleme için bilinmesi gerekir. Bugüne değin toprakların elverişli potasyumunu belirlemede potasyum formları ile bitkilerin kaldırdıkları potasyum miktarı arasındaki ilişkiler ölçü alınmıştır. Fakat, son yıllarda değişik parametreler üzerinde durulmaktadır. Bu değerlerden bazıları toprakla dengelendirilmiş denge solusyonlarındaki K'un Ca + Mg ile yer değiştirmesinden elde edilen potasyum aktivite oranı, potasyum potansiyeli ve serbest enerji değerleridir. Ayrıca, değişebilir potasyumdan kaynaklanan potasyum kantitesi (Q) ile denge solusyonunun potasyum potansiyeli veya aktivite oranı olarak bilinen potasyum intansitesi (I) arasındaki kantite-intansite (Q/I) ilişkilerinden de yararlanılmaktadır. Bu ilişkiye "potasyum izotermi"de denilmektedir. (Beckett, 1964, a.b; Beckett ve Nafady, 1967 ve Wild ve birlikte çalışanlar 1969). Bu araştırma doçentlik tezi olarak sunulmuştur. Tez özeti olarak hazırlanan bu yazıda daha çok denge solusyonlarından elde edilen parametreler üzerinde durulmuştur. Diğer kısımlara da tezin özüne uygun olarak yer verilmiştir.

Aktivite Oranı

Woodruff (1955 a,b) aktivite oranı ($AR_0^K = a_K / \sqrt{a_{(Ca+Mg)}}$) potasyumun kalsiyumla yer değiştirme enerjisinin veya bir katyonun karşılığı olarak değişim yüzeylerinde ortaya çıkan katyonlar grubunun dengelenmesinin bir ölçüsü olarak tanımlamıştır. Beckett'e (1964 a,b) AR_0^K 'ını topraktaki değişik iki iyonun kimyasal potansiyelleri arasındaki fark şeklinde ifade ederek, Ca ve Mg düzeyleri birbirlerine benzer olan topraklarda elverişli potasyum için iyi bir ölçü olabileceğini ileri sürmüştür.

Aktivite oranının çözünebilir ve değişebilir potasyumla ilişkili olduğunu Acquaye ve McLeau (966); ince tekstürlü topraklarda daha yüksek olduğunu ve kolloidlerden potasyum uzaklaşmasıyla düşeceğini Zandstra ve Mackenzie belirlemişlerdir. Beckett ve Clement (1973) aktivite oranının başlangıçtaki elverişli potasyumu yüksek olan topraklarda daha hızlı düştüğünü saptamışlardır.

Wild ve birlikte çalışanlar (1969), aktivite katsayısının bitki gelişmesini sınırlayıcı bir faktör olduğunu, değişik topraklarda K ve Ca + Mg miktarları farklı olsada AR_0^K 'nin aynı olabileceğini, ancak bitkiye sağlayacakları potasyum miktarlarında farklılıklar görülebileceğini belirtmişlerdir.

Potasyum Potansiyeli

Genel anlamda aktivite oranının logaritmik ifadesi olan potasyum potansiyeli ($a_K / \sqrt{a_{(Ca+Mg)}} = pK - 1/2p(Ca + Mg)$) toprakla denge halinde olan katyonla-

rın aktivitelerinden yararlanılarak belirlenmekte ve toprağın bitkilere potasyum sağlama gücünü ortaya koymada bir ölçü olarak kullanılabileceği üzerinde durulmaktadır (Le Roux ve Summer, 1968 a,b). Ulrich (1961), potasyum potansiyeli ile bitkinin potasyum alımı arasında ters bir ilişkinin bulunduğunu belirtmiştir.

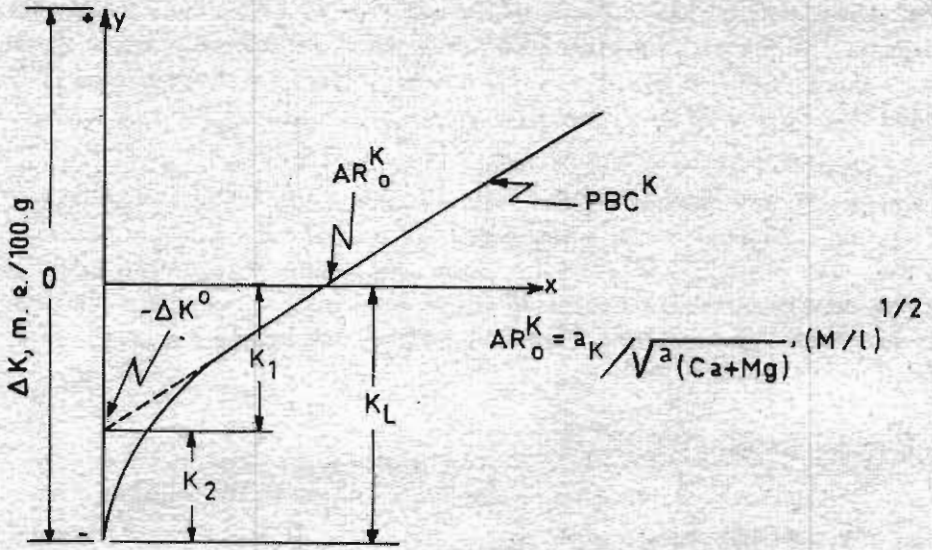
Woodruff (1955 b), bitkilere optimum düzeyde potasyum sağlamak için toprağın potasyum potansiyel değerlerinin 1.8-2.2 arasında, 2.6'ın üzerine çıkarsa potasyum noksanlığı, 1.5'un altına düşerse oransal olarak kalsiyum noksanlığı, dolayısıyla potasyum fazlalığının olacağını ifade etmiştir. Değişik araştırmalardan potasyum potansiyeli ile potasyum formları ve bitkinin kaldırdığı potasyum arasında önemli korelasyonlar bulunmuştur (Acquaye ve birlikte çalışanlar, 1967; Le Roux ve Sumner, 1968 a)

Serbest Enerji

Woodruff (1955 a), topraktaki potasyumun kalsiyumla yer değiştirmesi anında açığa çıkan veya gerek duyulan serbest enerjinin ($\Delta \bar{G} = RT \ln a_K / \sqrt{a_{(Ca+Mg)}}$) topraktaki potasyumun elverişliliğinin ortaya koymada bir ölçü olabileceğini ileri sürmüştür. Zandstra ve Mackenzie (1968), üzerinde çalıştıkları topraklarda Ca+Mg'a karşılık K'un değiştirilmesinde açığa çıkan serbest enerjinin -4 ile -2.3 KCal arasında değiştiğini saptamışlardır.

Kantite-İntansite İlişkileri

Kantite-intansite ((Q/I) ilişkisinin kuramsal durumu Çizim 1'de verilmiştir. Çizimde y eksenini kantiteyi, x ekseninde intansiteyi göstermektedir. Q/I ilişkisinin x ekseninin üzerinde kalan kısmı doğrusal, altındaki ise y eksenine asimtotik bir görünümündedir (Beckett, 1964 a,b). Bu ilişkinin doğrusal kısmı kil yüzeylerinde adsorbe edilen ve değişik düzeylerdeki aktivite oranı değerlerine göre ortaya çıkacak olan değişebilir potasyumu, eğri kısım ise toprakla dengeye gelen solusyonlardaki denge potasyumunu vermektedir (Beckett, 1964 a,b; Le Roux ve Sumner, 1968 a). Denge potasyumu (K_L), kil yüzeyleri ile killerin diğer yerlerinden gelen (hegzagonal boşluklarda ve kırılmış uclarda adsorbe edilmiş) potasyum olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Kantite-intansite ilişkisinin doğrusal kısmının uzantısının y eksenini kestiği nokta ($-AK^0$) ile başlangıç arasında kalan kısım (K_1) kil yüzeylerinden gelen potasyumu, K_L ile K_1 arasındaki fark (K_2) ise killerin diğer yerlerinden gelen potasyumu göstermektedir. Bu ilişkinin x eksenini kestiği, noktadaki aktivite oranında (AR_0^K) toprakla solusyon arasında potasyum geçişinin olmadığı kabul edilmektedir. Söz konusu ilişkinin doğrusal kısmının eğimine potasyum potansiyel tamponlama kapasitesi (PBC^K) denilmekte ve bunun Gapon tipi denkleme uygunluk gösterdiği bildirilmektedir (Beckett, 1964 b; Beckett ve Nafady, 1967 ve Moss, 1967).



Çizim 1. Kantite-intarsite ilişkisi (Beckett ve Nafady, 19567)

Figure 1. Relation de quantite-intensite.

Moss (1967), kantite-intansite ilişkisinin toprakların, bazı genç topraklar dışında genel olarak değişmez bir özelliği olduğunu, bu ilişkinin topraklarda çoğunlukla benzerlik gösterdiğini belirtmiştir. Beckett ve Clement (1973)'te yaptıkları araştırmalarda benzer sonuçlara varmışlardır.

Kantite-intansite ilişkisinin doğrusal kısmının eğimi olan potansiyel tamponlama kapasitesinin (PBC^K) toprakların çok az değişen bir özelliği olduğu, bu değerler yüksek olduğunda bitkilerin potasyum alımının azaldığı, düşük olduğunda ise arttığı belirtilmektedir (Beckett, 1964 b; Acquaye ve McLean, 1966). Beckett'te (1972) AR_0^K ile PBC^K arasında ters bir ilişkinin bulunduğunu ifade etmiştir.

MATERYEL VE YÖNTEM

Deneme Pasinler ve İğdir ovalarına ait dokuzar adet toprak örneği ile kurulmuştur (Çizelge 1). Fırın kurusu ağırlık esasına göre plastik saksılara yerleştirilen 2 kg toprak örneğine önceden çimlendirilmiş dört adet mısır tohumu ekilmiştir. Saksılar devamlı damıtık su ile sulanmıştır. Üç aylık büyüme sonunda toprak üstü kısmı hasat edilen bitkiler 70°C de kurutulup öğütülmüştür. Deneme saksılarından hasat sonrası değişebilir potasyum tayını için toprak örneği alınmıştır. Ayrıca toprak örneklerinde ve bitkilerde uygun bulunan bazı analizler yapılmıştır.

Çizelge 1. Toprak örneklerinin alındığı yerler.

Tableau 1 Les localites du prélevément des échantillos de sol.

Pasinler ovası toprakları	Iğdır ovası toprakları
Pertek köyü	Bayraktutan köyü
Ova köyü	Kasımcan köyü
Korucuk köyü	Zirai Araştırma Enstitüsü
Çakmak köyü	Melekli köyü
Çögönder köyü	Kıra yolu yöresi
Pasinler Merkez	Evcı köyü
Altınbaşak köyü	Zülfikâr köyü
Epmence köyü	Taşburun bucağı

Denge Solusyonlarının Hazırlanması, Dengelenme İşlemi ve Denge Solusyonlarındaki Katyonların Belirlenmesi

Dengelenmede ana solusyon olarak 0.002 M CaCl₂ solusyonu hazırlanmıştır. (Tinker, 1964 a; Le Roux ve Sumner, 1968 a). Bu solusyon içerisinde litrede 0, 0.0005, 0.001, 0.01, 0.02, 0.04, 0.06, 0.08, 0.10, 0.12 ve 0.14 m. e. KCl içeren değişik denge solusyonları hazırlanmıştır (Beckett, 1964 b; Tinker, 1964 a ve Le roux ve Sumner, 1968 a).

Tekrarlamalı olarak 100 ml'lik plastik tüplere tartılan 5 gr toprak örneği üzerine 50 ml denge solusyonu ilave edilmiştir. Elde edilen karışım 1 saat çalkalanıp, 25 °C ye ayarlı fırında 16 saat bekletildikten sonra süzölmüştür (Beckett, 1964 b). Denge solusyonlarının içeriğindeki K Alev fotometresiyle, Ca+Mg da EDTA ile titrasyonla belirlenmiştir. Bu işlemler her toprağın deneme öncesi ve sonrası durumu için ayrı ayrı yapılmıştır.

Aktivite Oranı

Aktivite oranını belirlemek için önce aktivite katsayılarının belirlenmesi gerekmektedir. Aktivite katsayılarının bulunmasında anyonlar ve katyonlar birlikte değerlendirilmektedir (Ulrich, 1961). Değişik değerlikli katyonlar için eşdeğer ölçüde bir değerlikli anyonlar kullanılmaktadır. Bu amaçla K, Ca ve Mg katyonlarına karşılık Cl anyonu kullanılmıştır. Ulrich aktivite katsayısını $f=a/c$ denklemi ile göstermiştir. Bunun hesaplanmasında Debye-Hückel eşitliğinden yararlanılmaktadır. Burada f =Aktivite katsayısını, a =İyonik aktiviteyi ve c =İyonik konsantrasyonu göstermektedir. Debye-Hückel eşitliği:

$$-\log f_i = \frac{A \cdot z^2 \cdot \sqrt{I}}{1 + \sqrt{I}}$$

A=İyon büyüklüğü (25°C için 0.51 alınmaktadır),
z=Solusyondaki anyon ve katyonların değerliliği,
i=İyon çeşiti ve I= İyonik güçtür. İyonik güçte
I=1/2 Σc_iz_i denklemi ile saptanır.

Aktivite oranı üsteki verilerden yararlanılmak suretiyle hesaplanır. Burada denge solusyonlarındaki K ve Ca+Mg iyonlarının konsantrasyonlarıyla aynı iyonlara ilişkin aktivite katsayılarından yararlanılmaktadır (Moss, 1967).

$$AR_0^K = \frac{K}{\sqrt{Ca+Mg}} \times \frac{f_K}{\sqrt{f_{(Ca+Mg)}}} = \frac{a_K}{\sqrt{a_{(Ca+Mg)}}}$$

AR₀^K = Başlangıç aktivite oranı.

Potasyum Potansiyeli

Potasyum potansiyeli aktivite oranının negatif logaritması olarak alınmaktadır (Ulrich, 1961; Acquaye ve birlikte çalışanlar, 1967).

$$\frac{a_K}{\sqrt{a_{(Ca+Mg)}}} = pK - \frac{1}{2} p(Ca+Mg)$$

Üniversal gaz sabitesi (1.986 Cal/°K) ve 25°C için mulak sıcaklık (298.16 °K) değerleri ile e tabanına göre logaritmanın 10 tabanına çevrilmesi sonucu elde edilen sayıdan (2.303) yararlanılarak denge solusyonunun serbest enerjisi aşağıdaki eşitliklerden KCal olarak bulunmuştur (Ulrich, 1961).

$$\Delta \bar{G} = RT \ln \frac{a_K}{\sqrt{a_{(Ca+Mg)}}}$$

$$\Delta \bar{G} = 1.364 \log \frac{a_K}{\sqrt{a_{(Ca+Mg)}}} = -1.364 [pK - \frac{1}{2} p(Ca+Mg)]$$

ΔḠ = Serbest enerji, R = Üniversal gaz sabitesi ve

T = Mutlak sıcaklık.

Kantite - İntansite İlişkisi

Değişik düzeylerde KCl içeren 0.002 M CaCl₂ denge solusyonlarından m.e./100 gr toprak olarak elde edilen potasyum miktarlarından, KCl uygulanmadan sadece 0.002 M CaCl₂ ile dengeye getirilen başlangıç solusyonuna ait potasyum miktarı çıkartılarak belirlenen ΔK değerleri düşey eksene (kantite eksenine) ve aktivite oranlarında yatay eksene (intansite eksenine) konularak söz konusu ilişki (Q/I) çizilmiştir (Beckett, 1964 b).

Potansiyel Tamponlama Kapasitesi

Kantite-intansite ilişkisinin doğrusal kısmının eğimi bulunarak, potansiyel tamponlama kapasitesi elde edilmiştir (Nash, 1971).

$$PBC^K = -\Delta K^\circ / AR_0^K \quad \text{Burada}$$

PBC^K = Potansiyel tamponlama kapasitesi,

$-\Delta K^\circ$ = Kantite-intansite ilişkisinin doğrusal kısmının uzantısının düşey eksenini kestiği yerdeki değer.

AR_0^K = Başlangıç denge solusyonunun aktivite oranıdır.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Araştırmada kullanılan toprakların tekstür sınıfı, kireç, pH, organik madde, kation değişim kapasitesi, değişebilir potasyum, toplam potasyum ve deneme sonucu elde edilen bitki miktarları Çizelge 2'de görülmektedir. Çizelgede yer almayan potasyum fiksasyon değerleri ile IN nitrik asitle serbest hale geçen potasyum (Pasinler 3.38 m.e. K/100 g, Iğdır 2.03 m.e. K/100 g) pasinler ovası topraklarında Iğdır ovası topraklarına oranla daha yüksektir.

Toprak-Solusyon Dengelenmesi ile İlgili Parametreler ve Kantite-İntansite İlişkileri

Toprak solusyon dengelenme işlemleri sonunda sadece 0.002 M $CaCl_2$ solusyonuyla elde edilen K ve $Ca+Mg$ 'dan hesaplanan parametrelere ait bulunan başlangıç değerleri Çizelge 3'te verilmiştir. Ayrıca değişik düzeylerde KCl uygulanarak belirlenen kantite-intansite ilişkileri ve bunlara dayanılarak bulunan potansiyel tamponlama kapasiteleri incelenmiştir.

Denge Potasyumu

Denge potasyumu (ΔK°) toprağın belli bir konsantrasyondaki solusyonla dengelenmesi sonucu killerin değişim yüzeylerinden ve diğer kısımlarından gelen potasyum olarak tanımlanmaktadır (Le Roux ve Sumner, 1968 a). Çizelge 3 incelendiğinde toprakların ΔK° miktarları 100 g toprakta Pasinler ovasında 0.078-0.210 m.e. arasında, Iğdır ovasında ise 0.112-0.380 m.e. arasında değişmektedir. Bitki yetiştirilmesiyle bu değerler düşmüştür. Pasinler ovası topraklarında ortalama düşüş oranı % 58.84 olduğu halde, Iğdır ovası topraklarında % 68.60'a düşmüştür. ΔK° daki düşüş değişebilir potasyumu yüksek olan topraklarda daha yüksek olmuştur. Iğdır ovası topraklarındaki düşüşün yüksek olması buna bağlanabilir.

Cizelge 2. Pasinler ve Iğdır ovalarından alınmış toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile bitki miktarları ve bitkilerdeki potasyum yüzdeleri.

Tableau 2. Certaines propriétés physiques, chimiques des échantillons de sol, prélevés dans les plaines Pasinler et Iğdır et la criténauce en % K du maïs cultivé sur ces sols.

Toprak örneği	Tekstür sınıfı	Kireç %	pH 1:1	Organik Madde %	Katyon Değişim Kapasitesi me/100 g.	Değiş- bilir K m.e./ 100 g.	Toplam K %	Bitki miktarı g./Sak.	Bitkideki K %	
Pasinler Ovası	Pertek köyü	Killi tın	3.80	7.80	2.76	49.11	2.21	1.38	46.4	2.25
	Ova köyü	Killi tın	2.45	7.35	1.42	26.85	0.96	1.68	48.3	1.30
	Korucuk köyü	Kumlu killi tın	5.47	8.00	1.52	19.40	0.70	2.00	52.9	1.47
	Çakmak köyü	Kumlu killi tın	6.11	7.55	1.36	28.88	1.77	1.51	51.0	1.48
	Çögender köyü	Killi tın	3.89	7.70	1.19	30.44	1.54	1.63	39.9	1.68
	Alvar köyü	Kil	10.43	7.50	2.02	40.41	1.69	1.05	39.8	1.42
	Ketvan yolu	Kil	0.36	7.15	1.69	38.41	0.93	1.15	94.7	0.93
	Altınbaşak köyü	Killi tın	3.71	7.70	1.77	32.97	0.99	1.25	41.6	1.33
	Epeşmece köyü	Killi tın	0.21	7.00	1.35	24.79	1.57	2.52	53.4	1.64
	Ortalama		3.99	7.53	1.67	32.36	1.38	1.58	51.0	1.50
Iğdır Ovası	Bayraktutan k.	Kil	6.90	7.83	1.19	21.60	1.08	1.36	51.9	1.30
	Kasımcan köyü	Kil	8.03	7.70	1.86	23.16	1.74	1.34	51.6	1.55
	Zir. Arş. Enst.	Kil	13.74	7.80	2.76	38.81	1.58	1.10	44.3	2.63
	Melekli köyü	Killi tın	11.36	7.85	2.20	24.17	1.85	1.34	53.0	2.40
	Kıra yolu	Killi tın	7.34	7.92	1.29	19.64	1.58	1.26	43.1	2.51
	Kazancılar kö.	Killi tın	8.13	7.80	1.30	23.37	0.95	1.28	26.0	2.85
	Evcî köyü	Killi tın	8.66	8.25	1.29	23.12	1.86	1.30	52.0	2.24
	Zülfikar köyü	Kil	7.67	8.34	1.88	27.99	2.30	1.88	45.4	2.18
	Taşburun bucağı	Killi tın	7.79	8.60	1.14	14.92	2.28	1.55	37.8	3.20
		Ortalama		8.85	8.01	1.66	23.99	1.69	1.38	45.0

Aktivite Oranı

Toprakların aktivite oranları (AR_O^K), oransal olarak ΔK° değerlerine benzer durumda olup Pasinler ovası topraklarında $0.00184-0.00525 (M/1)^{1/2}$, Iğdır ovası topraklarında da $0.00278-0.01075 (M/1)^{1/2}$ arasında değişmektedir. Bitki yetiştirilme sonucunda aktivite oranları düşmüştür. Düşüşlerin topraklara göre farklı oldukları, hatta başlangıçta AR_O^K aynı olan topraklarda dahi bitki yetiştirilmesi sonunda farklı seviyede düşmeler görülmektedir. Beckett'in (1964 b) bulgularında da benzer sonuçlara rastlanmaktadır. Düşüşler ΔK° 'da olduğu gibi Iğdır ovası topraklarında Pasinler ovası topraklarına oranla daha yüksek olmuştur.

Potasyum Potansiyeli

Toprakların potasyum potansiyelleri ($pK-1/2 p (Ca+Mg)$) denge potasyumları ve aktivite oranlarının aksine bitki yetiştirilmesiyle yükselmektedir (Çizelge 3). Bu sonuç potasyum elverişliliği ile potasyum potansiyeli arasında ters bir orantının varlığını göstermektedir. Toprakların potasyum potansiyel değerlerinin artması potasyum sağlama güçlerinin azalacağını ortaya koymaktadır.

Toprak örneklerinin $pK-1/2 p (Ca+Mg)$, değerleri Pasinler ovasında $2.28-2.73$, Iğdır ovası topraklarında $1.96-2.56$ arasında bulunmuştur. Bu değerler bitki yetiştirilme sonucunda sırası ile $2.64-3.02$ ve $2.41-3.17$ değerlerine yükselmiştir. Başlangıçtaki $pK-1/2 p (Ca+Mg)$ değerleri dikkate alındığında Woodruff'un (1955 b) sınıflandırmasına göre araştırmada yer alan topraklardan beşinde potasyum yeterli, üçünde yetersiz, diğerleride bu iki grup arasındadır. Iğdır ovası topraklarının $pK-1/2 p (Ca+Mg)$ değerlerinin bitki yetiştirilmesi sonucunda daha fazla yükselmeleri, potasyum sağlama güçlerinin daha çabuk düşeceği anlamına gelebilir.

Serbest Enerji

Serbest enerji değerleri de ($\Delta \bar{G}$), potasyum potansiyel değerlerinde olduğu gibi bitki yetiştirilmesiyle yükselmiştir. Eşdeyişle $\Delta \bar{G}$ değeri yükseldikçe toprakların bitkiye potasyum sağlama güçleri azalmıştır. Yani Çizelge 3'ten de görüldüğü gibi $\Delta \bar{G}$ ile potasyum elverişliliği arasında ters bir orantı çıkmıştır.

Kantite-İntansite İlişkisi

Toprakların AR_O^K değerlerinde bitki yetiştirme ile düşüşler saptanmış olmasına karşılık, kantite-intansite (Q/I) ilişkilerinde büyük bir değişim ortaya çıkmamıştır. Bitki yetiştirilmeden önceki ve sonraki durumlarda elde edilen Q/I ilişkilerinde genellikle bir paralellik görülmüştür. Bu sonuçta bitki yetiştirilmesiyle AR_O^K 'da ortaya çıkacak değişimlerin Q/I ilişkisindeki değişime önemli ölçüde

Çizelge 3. Pasinler ve İğdir ovaları deneme öncesi ve sonrası toprak örneklerinde başlangıç denge solusyonundan hesaplanan bazı parametrik değerler.

Tableau 3. Certaines valeurs paramétriques, calculées à partir des solution d'équilibre de commencement avant et après l'expérience dans les échantillons de sol des plaines de Pasinler et d'İğdir.

	Toprak Örnekleri	Denge Potasyum (AK°), m.e./100 g.		Aktivite Oranı (AR _o ^K), (M/l) ^{1/2}		Potasyum Potansiyel (pK- $\frac{1}{2}p$ (Ca+Mg		Serbest Enerji (A \bar{G}), KCal	
		I	II	I	II	I	II	I	II
Pasinler Ovası	Pertek Köyü	0.175	0.089	0.00444	0.00231	2.64	2.64	-3.21	-3.60
	Ova Köyü	0.206	0.082	0.00535	0.00218	2.28	2.64	-3.11	-3.66
	Korucuk Köyü	0.125	0.062	0.00317	0.00153	2.50	2.78	-3.41	-3.80
	Çakmak Köyü	0.210	0.072	0.00305	0.00177	2.30	2.72	-3.14	-3.71
	Çöğender Köyü	0.090	0.037	0.00218	0.00087	2.67	3.02	-3.64	-4.12
	Alvar Köyü	0.132	0.047	0.00309	0.00112	2.51	2.95	-3.42	-4.03
	Kelvan Yolu	0.078	0.039	0.00184	0.00088	2.73	3.02	-3.72	-4.12
	Altınbaşak Köyü	0.102	0.048	0.00252	0.00113	2.61	2.92	-3.56	-3.98
	Epsence Köyü	0.190	0.042	0.00470	0.00111	2.33	2.95	-3.19	-4.02
	Ortalama	0.143	0.058	0.00359	0.00144	2.47	2.85	-3.38	-3.89
İğdir Ovası	Bayraktutan Köyü	0.112	0.026	0.00278	0.00067	2.56	3.17	-3.49	-4.33
	Kasımcan Köyü	0.213	0.055	0.00549	0.00130	2.26	2.88	-3.08	-3.92
	Zir.Araş. Enst.	0.210	0.067	0.00480	0.00161	2.33	2.76	-3.18	-3.76
	Melekli Köyü	0.337	0.075	0.00888	0.00182	2.06	2.70	-3.81	-3.49
	Kira Yolu	0.270	0.063	0.00683	0.00150	2.17	2.79	-2.96	-3.80
	Kazancılar Köyü	0.182	0.086	0.00476	0.00205	2.32	2.65	-3.16	-3.62
	Evcı Köyü	0.237	0.088	0.00696	0.00220	2.17	2.66	-2.96	-3.63
	Zülfikar Köyü	0.236	0.082	0.00651	0.00208	2.19	2.65	-2.98	-3.61
	Taşburun Bucağı	0.380	0.143	0.01075	0.00363	1.96	2.41	-2.67	-3.28
	Ortalama	0.242	0.076	0.00648	0.00187	2.22	2.74	-3.03	-3.74

I: Deneme öncesi; II Deneme sonrası.

etkili olmadığını göstermektedir. Bu ilişkilerle ilgili çizimler bu araştırmanın orijinalinde yer almaktadır. Q/I ilişkilerinin elde edilmesinde saptanan noktaların dağılımı Iğdır ovası topraklarında daha düzenli bir seyir takip etmiştir.

Kantite-İntansite ilişkilerinden hesaplanan araştırma topraklarına ait potasyum potansiyel tamponlama kapasitesi (PBC^K) değerleri mahsül yetiştirilmekle çok düşük oranlarda artışlar göstermiştir. PBC^K değerleri Pasinler ovası topraklarında daha yüksek çıkmıştır. Ancak bitki yetiştirilmesi sonucunda PBC^K değerlerinde ortaya çıkan yükselme Iğdır ovası topraklarında daha fazla olmuştur. Bu durum Pasinler ovası topraklarının bitkiye potasyum sağlamanın Iğdır ovasından daha yavaş, fakat daha düzenli olduğunu ortaya koymaktadır.

Toprak-Solusyon Dengelenmesinden Hesaplanan Parametreler ile Potasyum Formları Arasındaki İlişkiler

Toprakların elverişli potasyum düzeylerini ölçmede genellikle bugüne değin, ölçü olarak alınan korelasyon katsayıları Çizelge 4'te verilmiştir.

Potasyum formları ile aktivite oranı, potasyum potansiyeli ve serbest enerji değerlerinin tamamı arasında önemli korelasyonlar elde edilmiştir. Aktivite oranıyla elde edilen korelasyon katsayıları pozitif, diğerleri negatiftir. Denge potasyumu ve potasyum potansiyel tamponlama kapasitesi ile potasyum formları arasındaki ilişkiler ise farklılıklar göstermiştir.

Bulunan r değerleri dikkate alındığında halen potasyum elverişliliğinde ölçü olarak alınan potasyum formları gibi, aktivite oranı, potasyum potansiyeli ve potasyum serbest enerji değerleri gibi parametrelerin de ölçü olabilecekleri ortaya çıkmaktadır.

Mısır Bitkisinin Kaldırdığı Potasyum ile Topraktaki Potasyum Formları ve Toprak Solusyon Dengesine İlişkin Parametreler Arasındaki İlişkiler

Bitki materyeli ile bitkideki % K miktarları arasında bir ilişki bulunamamıştır. Bu durum toprakların elverişli potasyum seviyelerine göre değişmektedir. Örneğin, elde edilen ürün miktarı en düşük olan Iğdır-Kazancılar köyü toprağından elde edilen mısır bitkisindeki K miktarı % 2.5 olduğu halde en yüksek düzeyde ürün elde edilen Pasinler-Ketvan yolu toprağında bu miktar % 0.94'tür. Ketvan yolu toprağının potasyum seviyesinin diğer topraklara oranla düşük olmasına karşın, üzerinde yetişen mısır bitkisinin en fazla olması Pasinler ve Iğdır ovası topraklarının potasyumca fakir olmadığını ortaya koymaktadır.

Mısır bitkisinin Pasinler ve Iğdır ovası topraklarından kaldırdığı potasyum miktarı ile potasyum formları ve toprak-solusyon dengeleme sisteminde elde edilen parametrelerle aralarındaki istatistiksel ilişkiler araştırılmış önemli bulunanlar Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 4. Pasinler ve Iğdır ovası topraklarının toprak-solusyon dengelenmesinden elde edilen parametreler ile toprakların potasyum formları arasındaki ilişkiler.

Tableau 4. Les relations entre le potassium des sol et des paramètres obtenus de l'équilibre sol-solution des sols de plaine d'Iğdır et de Pasinler.

Kullanılan Parametreler		Çözünebilir K	İN Amonyum asetatla ekstrakte edilebilir K		İN Nitrik asit ile serbest hale geçen K	İN Nitrik asitle ekstrakte edilebilir K
			I	II		
Denge Solusyonu	I	$r = -0.756^{xxx}$	$r = 0.326$	$r = 0.241$	$r = 0.476^x$	$r = 0.467^x$
	II	$r = -0.547^x$	$r = 0.517^x$	$r = 0.559^x$	$r = 0.567^x$	$r = 0.607^{xx}$
Aktivite Oranı	I	$r = -0.750^{xxx}$	$r = 0.616^{xx}$	$r = 0.602^{xx}$	$r = 0.709^{xxx}$	$r = 0.702^{xxx}$
	II	$r = -0.551^x$	$r = 0.537^x$	$r = 0.521^x$	$r = 0.598^{xx}$	$r = 0.641^{xx}$
Potasyum Potansiyel	I	$r = -0.775^{xxx}$	$r = -0.590^{xx}$	$r = -0.517^x$	$r = -0.619^{xx}$	$r = -0.644^{xx}$
	II	$r = -0.699^{xx}$	$r = -0.876^{xxx}$	$r = -0.513^x$	$r = -0.622^x$	$r = -0.570^x$
Serbest Enerji	I	$r = -0.809^{xxx}$	$r = -0.628^{xx}$	$r = -0.500^x$	$r = -0.677^{xx}$	$r = -0.990^{xxx}$
	II	$r = -0.648^{xx}$	$r = -0.476^x$	$r = -0.552^x$	$r = -0.801^{xxx}$	$r = -0.962^{xxx}$

I: Deneme öncesi, II: Deneme sonrası; x: % 5, xx: % 1 ve xxx: % 01 düzeyinde önemli

Çizelge 5. Pasinler ve Iğdır ovalarından alınan toprak örneklerinde yetiştirilen mısır bitkisinin toprakta kaldırdığı potasyum ile potasyum formları ve hesaplanan parametreler arasındaki ilişkiler.

Tableau 5. Les relations entre les parametres celules de l'équilibre sol-solution et des formes du K et du K prélevé par le maïs cultivé dans les sols de la plaines d'Iğdır et de Pasinler.

y		x	Mısır bitkisinin kaldırdığı K	y		x	Mısır bitkisinin kaldırdığı K
Suda çözünebilir K			$r=9.703^{xxx}$	Aktivite oranı, AR_o^k	I		$r=0.735^{xxx}$
IN Amonyum asetat ile ekst. edilen K	I		$r=0.785^{xxx}$		II		$r=0.972^{xxx}$
	II		$r=0.869^{xxx}$	I		$r=0.692^{xx}$	
IN Nitrikasit ile serbest hale geçen K	I		$r=0.680^{xx}$	Deuge potasyumu, $pK-1/2 p(Ca+Mg)$	II		$r=-0.692^{xx}$
		II				$r=-0.610^{xx}$	
IN Nitrik asit ile ekst. edilen K	I		$r=0.743^{xx}$	Serbest enerji, $\Delta \bar{G}$	I		$r=-0.727^{xxx}$
	II				II		$r=-0.703^{xx}$
Denge potasyumu Δ, K^o		II	$r=0.591^x$				

x: % 5, xx : % 1 ve xxx: % 1 düzeyinde önemli. I: Deneme öncesi, II: Deneme sonrası.

Birçok araştırmadan (Pratt ve Morse, 1954; Tabatabai ve Hanway, 1969, Ögüş, 1972 ve Sezen, 1975) potasyum formlarının, toprakların potasyum elverişliliğini belirlemede ölçü alabilecekleri mısır bitkisinin kaldırdığı potasyumla verdikleri önemli ilişkilerden de ortaya çıkmıştır. Aynı biçimde seçilen parametrik değerlerle de mısır bitkisinin kaldırdığı potasyum miktarları arasında önemli ilişkiler elde edilmiştir (Çizelge 5). Bu ilişkiler toprakların AR_0^K' ıyla pozitif, $pK-1/2 p (Ca+Mg)$ ve $\Delta\bar{G}$ değerleriyle de negatif korelasyonlar vermiştir. Korelasyon katsayıları % 1— % 0.1 arasında değişen düzeylerde önemli bulunmuştur.

Sonuç olarak Pasinler ve Iğdır ovaları alluvial topraklarının mısır bitkisi kullanılarak bitkiye potasyum sağlama güçlerini saptamada bazı potasyum formları gibi toprak solusyon dengelenmesinden elde edilen AR_0^K' , $pK-1/2 p (Ca+Mg)$, ve $\Delta\bar{G}$ gibi parametrelerinde ölçü olabilecekleri anlaşılabilir. Bu parametreler içerisinde öncelikli olarak bitkilerin kaldırdığı potasyumla pozitif ve yüksek düzeyde korelasyon veren AR_0^K' ninin ölçü olarak alınabileceği anlaşılmaktadır. Ancak yapılacak verimlilik denemeleriyle parametreler için bölgesel sınır değerlerinin belirlenmesi gerekmektedir.

APPLICATION DE CERTAINES PARAMETRES OBTENUS A PARTIR DES SOLUTIONS EQUILIBREES DANS LA DETERMINATION DE LA CAPACITE D'APPROVISIONNEMENT DU POTASSIUM DES SOLS

Résumé

Cette étude est réalisée par but de rechercher si certaines valeurs paramétriques relatives à l'équilibre de sol-solution peuvent être le centre pour la capacité d'approvisionnement du potassium aux plantes. Pour ce but, les neuf échantillons de sol sont prélevés dans les plaines d'origine alluviale de Pasinler et d'Iğdır. Une expérimentation de pots est ainsi établie par suite de l'ensemencement des grains de maïs. Les analyses sont effectuées sur sol et plante choisie. Par suite de l'équilibre les sols avec 0.002 M $CaCl_2$. Les valeurs paramétriques, comme les relations de quantité-intensité les taux d'activité de potassium d'équilibre, les valeurs de l'énergie libre sont déterminées après et avant l'expérimentation. Les formes du potassium prises comme la mesure jusqu'à présent, de déterminer les niveaux disponibles du potassium les sols sont comparés, statistiquement avec les paramètres obtenus par suite de l'équilibre de sol solution. En outre les relations entre la quantité de potassium prélevé par le maïs et les valeurs paramétriques relatives à l'équilibre des solutions du sol et aux formes de potassium sont recherchées. En conclusion, en terme de la capacité de, d'approvisionnement de potassium des sols aux plantes, le taux de l'activité du potassium, la puissance du potassium et les valeurs de l'énergie

libre du potassium, ceux-ci étant obtenus par suite de l'équilibre sol-solution, peuvent être pris, les formes du potassium, comme les critères valables. Parmi ces paramètres le taux d'activité qui donne des corrélations importantes avec la quantité prélevée du potassium et le potassium disponible aux plantes peut être préalablement utilisé à condition de déterminer les valeurs extrêmes par suite des essais de champs.

KAYNAKLAR

- Acquaye, D. K. and A.J. McLean. 1966. Potassium potential of some selected soils. *Can. J. Soil Sci.* 46: 177-184.
- Acquaye, D.K., A.J. McLean and H.M.Rice. 1967. Potential and capacity of potassium in some representative soils of Ghana. *Soil Sci.* 103: 103-114.
- Beckett, P.H.T. 1964 a. Studies on soil potassium I. Confirmation of the ratio law: Measurement of potassium potential. *J. Soil Sci.* 15: 1-8.
- Beckett, P.H.T. 1964 b. Studies on soil potassium: II. The immediate Q/I relation of labile potassium in the soil. *J. Soil Sci.* 15: 9-23.
- Beckett, P.H.T. and M.H.M. Nufady. 1967. Effect of K release and fixation on the ion exchange properties of illite. *Soil Sci.* 103: 410-415.
- Beckett, P.H.T. and C.R. Clement. 1973. K-activity ratios and the uptake of potassium by ryegrass in the field. *J. Soil Sci.* 24: 82-93.
- Le Roux, J. and M.E. Sumner. 1968 a. Labile potassium in soils I. Factors affecting the quantity-intensity (Q/I) parameters. *Soil Sci.* 106: 35-41.
- Le Roux, J. and M.E. Sumner. 1968 b. Labile potassium in soil II. Effect of fertilization and nutrient uptake on the potassium status of soils. *Soil Sci.*, 106: 331-337.
- Moss, P. 1967. Independence of soil quantity-intensity relationships to changes in exchangeable potassium similar potassium exchange constants for soils within a soil type. *Soil Sci.* 103: 194-201.
- Ögüş, L. 1972. Erzurum ovası topraklarının mahsul yetiştirilerek ve kimyasal ekstraksiyonla tayin olunan serbest hale geçen potasyum. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ziraat Dergisi, Cilt: 1, Sayı: 153-165.
- Pratt, P.E. and H.M. Morse. 1954. Potassium release from exchangeable and non-exchangeable form in Ohio Soils. Ohio Agriculture Experiment Station research Bulletin 747. Ohio.
- Sezen, Y. 1975. Doğu Anadolunun değişik yerlerinden alınan toprak örneklerinin bitkiye potasyum sağlama durumları üzerinde bir araştırma. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 195.

- Tabatabai, M.A. and J.J. Hauway. 1969. Potassium supplying Power of Iowa soils at their "mineral" levels of exchangeable potassium. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 33: 105-109.
- Tinker, P.B. 1964 a. Studies on soil potassium III: Cation activity ratios in acid Nigerian soils. *J. Soils Sci.* 15: 24-34.
- Tinker, P.B. 1964 b. Studies on soil potassium IV: Equilibrium cation activity ratio and responses to potassium fertilizer of Nigerian oil palmes. *J. Soil Sci.* 15:
- Ulrich, B. 1961. *Die Wechselbeziehungen von Boden und Pflanze.* Ferdinand Enke Verlag Stuttgart.
- Wild, A., D.R. Rowell and M.M. Ogunfowors. 1969. The activity ratio as a measure of the intensity factor in potassium supply to plants. *Soil Sci.* 108: 432-439.
- Woodruff, C.M. 1955 a. Ionic Equilibrium between clay and dilute salt solutions. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 19: 36-40.
- Woodruff, C.M. 1955 b. The energies of replacement of calcium and potassium in soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 19: 167-171.
- Zandstra, H.C. and B.F. MacKenzie. 1968. Potassium exchange equilibria and yield response of oats, barley and corn on selected Quebec soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 32: 76-79.