

RİZE ZİRAAT TOPRAKLARINDA YIKANMA İLE VUKU BULAN NİTROJEN KAYBI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA (1)

Saim KARAKAPLAN (2)

Ö Z E T

Bu araştırma Rize ziraat topraklarında amonyum nitrat, amonyum sulfat ve üredeki nitrojenin yıkanma seyri ve yıkanabilecek nitrojen miktarı ile bunlara kireçlenmenin etkisini tespit etmek amacıyla yapılmıştır.

Rize Çay Araştırma Enstitüsü fidanlıklarından silindirlerle alınan toprak örnekleri üzerinde yapılan bu çalışmada 12 yıkama işlemi sonunda yıkanan toplam nitrojenin, ($\text{NO}^-_3 + \text{NH}^+_4$), ortalama olarak % 88,4 - 98,6' sının nitrat formunda olduğu tespit edilmiştir.

Genellikle, üre ve amonyum sulfattan yıkanan nitrat formundaki nitrojen miktarı, denemenin başlangıcında kontrolden pek farklı olmamış, daha sonra artarak 8. yıkamada en yüksek değere ulaşmış, sonra azalmıştır. Amonyum nitratta ise denemenin başlangıcından itibaren nitrat formunda fazla miktarda nitrojen yıkanmış ve sonraki yıkama işlemlerinde yıkanan nitrat nitrojeni miktarı gittikçe azalmıştır.

Kireçleme, 12 yıkama işlemi sonunda yıkanan nitrat nitrojeni formundaki nitrojenin büyük kısmının, denemenin başlangıcında meydana gelmesine sebep olmuştur.

G İ R İ Ş

Yağışlı bölgelerde bitki besin elementlerinin bir kısmı yüzey akışla, diğer bir kısmı da toprakta derinlere sızan sularla yıkanarak kaybolma temayülündedir.

Bitki besin elementleri içerisinde yıkanmaya en az dayanıklı olan element nitrojendir. Bu nedenle, nitrojenin ziraatta daha etkili kullanılması, yıkanan nitrojen miktarının bilinmesiyle mümkündür.

Bitki besin elementlerinin topraktan yıkanarak kaybolması olayı yağışın miktarı ile yakından ilgilidir (Owens, 1960 ; Ergene, 1961). Araştırmaya konu olan Rize bölgesi bu yönden büyük bir problem göstermektedir. Toprakların asit rekksiyonlu oluşuda bu topraklarda yıkanmanın vuku bulduğunun açık bir delilidir. Bu bölgede, özellikle çay üreti-

(1) Prof. Dr.A. Ergene, Prof. Dr. H. Ertuğrul ve Doç. Dr. H. Çelebi'den kurulu jüri tarafından doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

(2) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak İlmî Bölümü Asistanı

minde her yıl bol miktarda nitrojenli gübre kullanılmaktadır. Şüphesiz, toprağa tatbik edilen bu nitrojenin bir kısmında yıkanma yolu ile kabyolmaktadır.

Araştırma konusu topraklardaki nitrojen kaybını araştırmak üzere amonyum nitrat, amonyum sulfat ve üre gibi nitrojenli gübreler denemeye alınmıştır. Nitrojenli gübrelerin kimyasal bileşimleri birbirlerinden farklı olduğundan bu gübrelerin toprakla olan reaksiyonları, toprak mikroorganizmalarından etkilenme durumları ve yıkanmaya olan hassasiyetleri değişiktir. Bu araştırma denemeye alınan nitrojenli gübreler içerisindeki nitrojenin araştırma konusu topraklardaki yıkanma seyri ve yıkanabilecek nitrojen miktarının tespiti amacıyla yapılmıştır. Ayrıca, kireçlemenin nitrojen kaybına etkisi de araştırılmıştır.

Toprakta kök bölgesinden daha derine yıkanan bitki besin elementlerine kaybolmuş gözü ile bakılmaktadır. Zira, Conrad ve Adams (1940), yaptıkları çalışmada, toprak sütununa solüsyon halindeki üreyi tatbik ettikten sonra bu sütunu bölümlere ayırarak her bölüm üzerinde bitki yetiştirmişlerdir. Araştırmacılar deneme sonunda toprak sütununun tabanına yakın bölümlerden daha fazla mahsul elde ederek bu durumu nitratların toprak sütununda aşağıya doğru yıkanmış olmasıyla izah etmişlerdir.

Besin elementlerinin topraktan yıkanması olayı ile bitki beslenmesi yönünden son derece önemli olan elementlerin büyük bir kısmı zayi olmaktadır (Çelebi, 1971).

Birçok araştırmacılar muhtelif nitrojenli gübrelerle yapmış oldukları lizimetre çalışmalarında, amonyum nitrojeninin nitrat nitrojenine oranla top-

rakta daha hareketsiz olduğunu tespit etmişler ve sonuç olarak birincisinin ikincisinden daha az yıkandığını kaydetmişlerdir (Bizzell, 1926; Ayres ve Hagihara, 1963; Olsen ve arkadaşları, 1970).

Morgan ve arkadaşları (1942), nitrojenli gübrelerden fizyolojik asit karakterde olan gübreleri kireçleme materyali ile nötralizasyon esasına göre kurdukları bir lizimetre çalışmasında senelik yıkanan nitrat miktarının büyük bir kısmının denemenin başlangıcında meydana geldiğini tespit etmişler ve bunu nötralizasyon işleminin nitrifikasyon hızını artırmaya atfetmişlerdir.

Reaksiyonları orta derecede asit ile hafif alkalin arasında değişen topraklarda, nitrojen kaynağı olarak üreyi denemeye alan Simpson ve Melsted (1963), 400 milyonda kısım (ppm.) üre nitrojeninin nitrifikasyona uğraması için gerekli zamanın sekiz hafta olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı araştırmacılar üre hidrolizinin fazla alkalin topraklarda daha hızlı cereyan ettiğini müşahade etmişlerdir.

Yedi çeşit nitrojenli gübre ile ince kumlu tınlı bir toprakta yıkanabilir nitrojen miktarı ile ilgili olarak bir araştırma yapılmış ve söz konusu toprak iki kısma ayrılarak her birine farklı miktarda kireçleme materyali uygulanmıştır. Nitrojenli gübreler toprakla iyice karıştırıldıktan sonra Buhner hunisine yerleştirilmiş ve oda sıcaklığında deneme süresince muhafaza edilmiştir. Topraklar tarla kapasitesinde tutulmuş ve belirli zaman aralıklarında saf su ilave edilerek vakum ile yıkanmışlardır. İlk üç hafta sonunda amonyum sulfat nitrojeninin büyük bir kısmının yıkandığı ve üreden yıkanabilen nitrojen miktarının ise amonyum sulfattakinden biraz daha az

olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni, ürenin hidroliz ve nitrifikasyonunun gecikmesine atfedilmiştir (Bredakis ve Steckel, 1963).

Boswell ve Anderson (1964), toprağa farklı seviyede potasyum nitrat tatbik ederek belli zamanlarda toprağın farklı derinliklerinden örnekler almışlar ve düşük seviyede gübre verilen parsellerde nitrojen hareketinin daha hızlı olduğunu bulmuşlardır. Aynı araştırmacılar, potasyum nitratın yüksek seviyede verilmesi halinde nitrojen hareketinin yavaşladığını tespit etmişler ve bu durumu potasyum iyonunun dispersleştirme özelliğine atfetmişlerdir.

Kumlu toprağa sonbaharda verilen nitrojenin hareket durumunu araştıran Krause (1968), nitrojen kaynağı olarak amonyum nitratı kullanmış ve amonyum iyonunun nitrat iyonuna oranla çok az yıkandığını tespit etmiştir. Bu araştırmacı diğer taraftan, topraktan yıkanan nitratın başlangıçta çok fazla olduğunu ve daha sonra azaldığını kaydetmiş ve yıkanarak kaybolan nitrat miktarındaki ikinci bir artışın amonyum nitratındaki amonyumun nitrifikasyona uğ-

rama hızı ile ilgili olabileceğine işaret etmiştir.

Kumludan ince kumlu tına kadar değişen topraklarda çeşitli nitrojenli gübrelere yıkanmaya karşı hassasiyetlerini araştıran Benson ve Barnette (1939), küçük tip lizimetrelerde mevcut toprakları saf su ile, yıkayarak sodyum, kalsiyum ve amonyum nitratındaki bütün nitrojenin çok hızlı; buna mukabil, amonyum sulfat, üre ve amonyum fosfattaki nitrojenin orta derecede; amonyum karbonattakinin biraz daha yavaş ve organik bileşiklerdekinin ise çok daha yavaş yıkandığını tespit etmişlerdir.

Toprak tekstürünün yıkanan nitrojen miktarı üzerine olan etkisini araştıran Joens (1942), yıkanan nitrojen miktarının toprağın tekstürüne bağlı olduğunu sonucuna varmıştır. Olson ve arkadaşları da (1964), buna benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Aynı zamanda, Boswell ve Anderson (1964), tekstür bakımından birbirinden tamamen farklı iki toprak tipinde tatbik edilen nitrojenin hareketini incelemişler ve neticede her iki toprak profilinde de nitrojenin killi tabakaya ulaştıktan sonra hareketinin yavaşladığını tespit etmişlerdir.

MATERYAL ve METOT

Toprak örnekleri; Rize Çay Araştırma Enstitüsüne bağlı Merkez, Yukarı Hayrat ve Fener fidanlıklarından alınmıştır.

Toprak örneklerinin alınması : Toprak örneklerinin alınmasında yüksekliği 30 cm. ve çapı 12 cm. olan galvanizli sacdan yapılmış silindirler kullanılmıştır. Bu gaye ile arazide uygun yerlerde kâfi büyüklükte bir çukur açılarak bunun bir tarafına silindirler sıra halinde

çakılmış, 0-30 cm ve 30-60 cm. olmak üzere aynı yerlerde birinci ve ikinci katman örnekleri alınmıştır. Merkez fidanlığında ise sadece 0-30 cm. den toprak örnekleri alınmıştır. Ayrıca fiziksel ve kimyasal analizlerde kullanmak üzere de toprak örnekleri alınmıştır. Silindirlerle alınan toprak örnekleri toplam olarak 105 adettir.

Araştırmada kullanılan gübreler ve kireçleme materyali : Ele alınan nitro-

jenli gübrelerin memleketimizde üretilen gübreler olmasına dikkat edilmiş ve bu nedenle, araştırma konusu bölgede halen çiftçiler tarafından bol miktarda kullanılan amonyum sulfat gübresinden başka, amonyum nitrat ve yakın gelecekte de üretilmesi düşünülen üre demeye alınmıştır.

Amonyum sulfat, küçük taneler halinde olup % 20-21 arasında amonyum formunda nitrojeni havidir. Amonyum nitrat, kirli beyaz taneler halinde olup bileşiminde yarı yarıya amonyum ve nitrat formunda % 20-21 arasında nitrojen ihtiva eder. Küçük taneler halinde bulunan ürede ise % 46 oranında nitrojen bulunmaktadır.

Araştırmada kireçleme materyali olarak Rize, Pazar Kazası, Suçatı Köyü civarından alınan kireçtaşı kullanılmıştır. Bu taş öğütüldükten sonra 0,297 mm. çaplı elekten geçirilmiştir. Yapılan analiz sonucu bu taşın CaCO_3 ekivalantı % 71,43 bulunmuştur.

Araştırmanın uygulanması : Laboratuvara getirilen silindirler, özel sehpalara yerleştirilmiş ve altlarına huniler konulmuştur. Hunilerin üzerine plastik bir elek ve yıkanmış temiz kum konulmuştur. Bu suretle, hazırlanan huniler üzerine 0-30 cm. ve 30-60 cm. den alınan toprak örneklerini havi silindirler sırayla üst üste yerleştirilmiş ve birleşme yerleri parafinle tamamen kapatılmıştır.

Silindirlere dekara 25 kg. nitrojen hesabıyla nitrojenli gübre ve toprağın üst 16 cm. lik kısmının kireç ihtiyacı tayin edilerek kireçtaşı verilmiştir.

Araştırmada takip edilen işlemler şunlardır: 1) Kontrol, 2) Amonyum sulfat, 3) Amonyum nitrat, 4) Üre, 5) Amonyum sulfat + kireç, 6) Amonyum nitrat + kireç ve 7) Üre + kireç.

Bu işlemler silindirlere şansa bağlı olarak üç tekerrür halinde uygulanmıştır. İşlemler uygulanmadan önce silindirlerdeki topraklara saf su ilâve edilerek toprağın uygun bir rutubet seviyesine gelmesi temin edilmiş ve sonra silindirler içerisindeki toprağın üst 8-10 cm. lik kısmına gübre veya gübre + kireç karışımı uygulanmıştır. İşlemlerin uygulanmasını müteakip 13 gün arayla, birer litre saf su ile, silindirlerdeki topraklar yıkanmıştır. Süzükler silindirlerin altına yerleştirilen erlenmayerlerde toplanmıştır. Süzüklerdeki bakteriyel faaliyeti önlemek için süzüklerle "tuluol" ilave edilmiştir. Daha sonra, miktarları ölçülen süzüklerde nitrat ve amonyum tayinleri yapılmıştır.

Laboratuvar analiz metotları : Tektür tayini, Bouyoucos'un "Hidrometre" metodu ile yapılmıştır (Bouyoucos, 1951). Toprak reaksiyonu (pH), 1:2,5 luk toprak-su karışımında cam elektrodlu pH metre kullanılarak ölçülmüştür (Jakson, 1964). Organik maddenin tayininde Smith-Weldon metodu kullanılmıştır (Hocaoğlu, 1966). Toplam değişebilir bazik kanyonlar, asit reaksiyonlu topraklar için uygun görülen sulandırılmış hidroklorik asit ekstraksiyon metoduna göre tayin edilmiştir (Jackson, 1964). Değişebilir hidrojen ve alüminyum, titrasyon yolu ile tayin edilmiştir (McLean, 1965). Katyon değişim kapasitesi, asit reaksiyonlu topraklar için toplam değişebilir bazik kanyonlar ile değişebilir asitliğin toplamından hesap edilmiştir (Chapman, 1965). Kireç ihtiyacı tayininde kalsiyum asetat metodu kullanılmıştır (Pratt, 1966).

Kireç taşının kalsiyum karbonat değeri, Akalan'a (1966) göre Russel tarafından vazedilen metot esas alınarak yapılmıştır.

Süzüklerdeki nitratın tayininde, fenoldisulfonik asit metodu kullanılmıştır (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954).

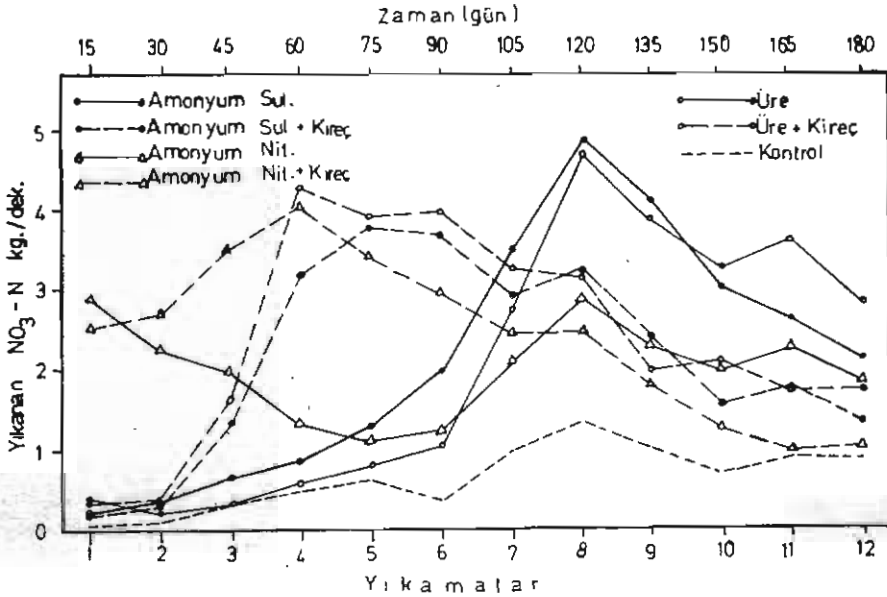
Amonyum tayininde ise Kjeldahl metodu kullanılmıştır (Jakson, 1964).

SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Merkez fidanlığı toprağında nitrojen kaybı : Muhtelif işlemlerde yıkamalarla kaybolan nitrat formundaki nitrojen miktarı esas alınarak çizilen grafik (şekil 1) de görülmektedir. Diğer taraftan muhtelif işlemler altında 12 yıkama sonunda toplam olarak, yıkanan nitrojenin % 95,9-98,6'sının nitrat formunda olduğu tespit edilmiştir.

Amonyum sulfat grafiğinde (şekil 1), yıkanan nitrat formundaki nitrojen miktarı başlangıçta yavaş bir seyir takip ederek tedricen artmakta, sekizinci yıkamada en yüksek bir değere (4,902 kg./

dek.) ulaşmakta ve bu noktadan itibaren azalmaya başlamaktadır. Dördüncü yıkamaya kadar kaybolan nitrojen miktarının az olması, amonyum sulfat gübresindeki nitrojenin hepsinin amonyum formunda olmasına ve nitrifikasyonun da çok yavaş bir şekilde seyretmesine atfedilmektedir. Kayıpların tedricen artması, amonyumun nitrifikasyon ile kolayca yıkanabilen nitrate dönüşmesi ile izah edilmektedir. Sekizinci yıkamadan sonra kayıplar yine azalmaktadır. Gasser (1959) de yapmış olduğu çalışmada buna benzer sonuçlar elde etmiştir.



Şekil 1. Merkez fidanlığı toprağında muhtelif işlem ve yıkamalarla kaybolan nitrat formundaki nitrojen miktarlarına ait grafik.

Amonyum nitrat grafiğinde de görüleceği üzere, nitrat formundaki nitrojen yıkanması başlangıçta en yüksek (2,925 kg./dek.) bir seviyeden başlayarak beşinci yıkamaya kadar bir azalma göstermektedir. Beşinci yıkamadan sonra grafikte bir yükselme görülmekte ve sekizinci yıkamada yine yüksek bir seviyeye (2,921 kg./dek.) ulaşmaktadır. Amonyum nitrattaki nitrojenin yarısı nitrat diğer yarıda amonyum formunda olduğu için başlangıçta nitrat nitrojeni topraktan kolayca yıkanmıştır. Daha sonra husule gelen artış söz konusu gübredeki amonyumun zamanla nitrifikasyona uğrayarak nitrat haline dönüşerek yıkanması ile açıklanabilir. Bundan sonra grafikte bir düşme kaydedilmektedir. Krause (1968) da buna benzer mahiyette sonuçlar elde etmiştir.

Şekil(1)de, üreye ait grafikten görüleceği gibi, yıkanan nitrat formundaki nitrojen ikinci yıkamaya kadar nispeten azalmış ve bundan sonra altıncı yıkamaya kadar tedricen artarak sekizinci yıkamada en yüksek bir değere (4,704 kg. /dek.) varmıştır. Müteakip yıkamalarda yıkanan nitrat formundaki nitrojenin azaldığı müşahede edilmiştir. Bu hususta yapılmış olan araştırmalar ürenin topraktan kısa zamanda, üreaz enziminin etkisiyle hidrolize olarak amonyum karbonata dönüşmesi sebebiyle az yıkanıldığını ve daha sonra nitrifikasyon olayı ile amonyum karbonattaki amonyumun nitrata dönüşerek topraktan çabucak yıkanıldığını ortaya koymuştur (Conrad ve Adams, 1958).

Amonyum sulfat ile birlikte toprağa kireç verildiği takdirde şekil (1) deki grafikten görüleceği üzere, ikinci yıkamadan sonra yıkanan nitrat formundaki nitrojen miktarı artarak beşinci yıkamada

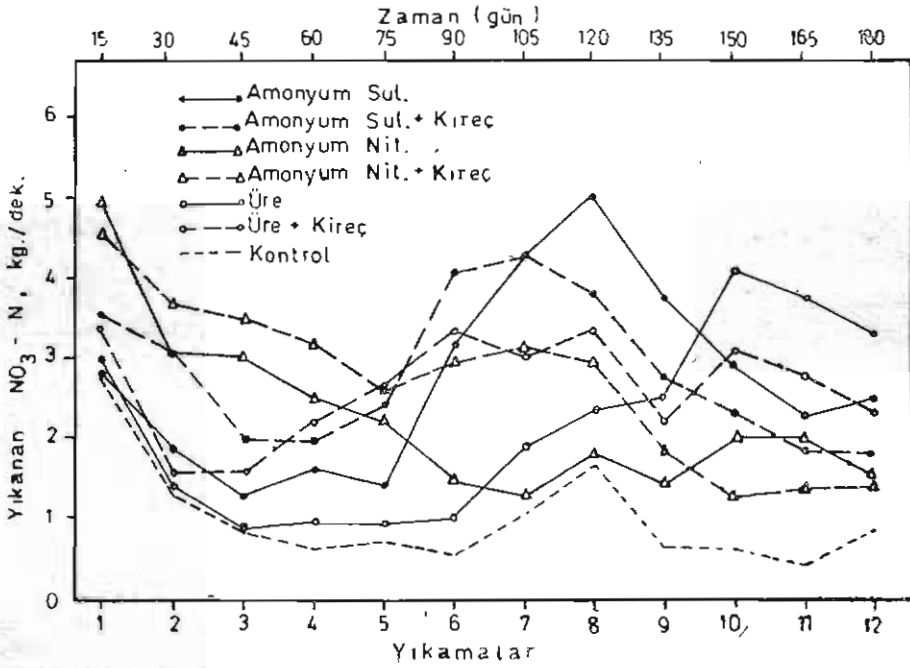
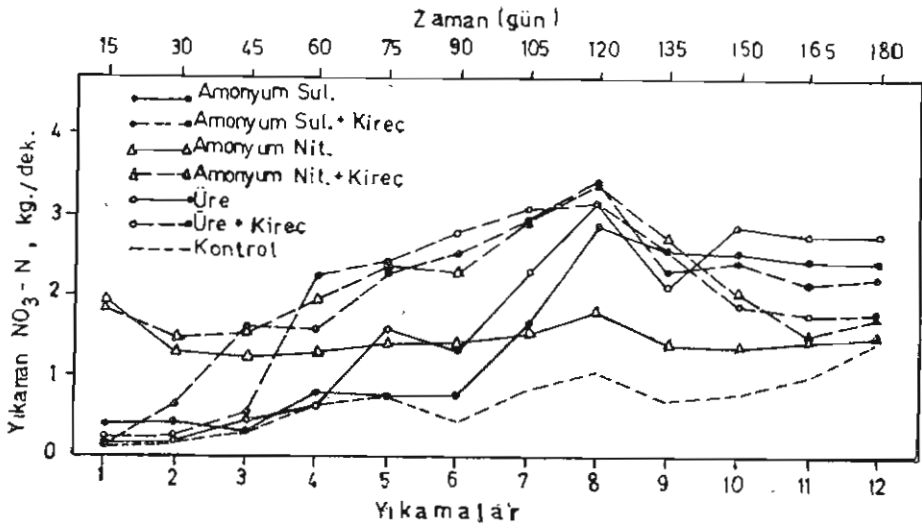
en yüksek bir değere (3,799 kg./dek.) ulaşmış ve müteakiben azalmıştır. Bu durumdan da anlaşılacağı gibi, amonyum sulfatın kireçle birlikte toprağa verilmesi, yalnız başına verilmesine oranla nitrat formundaki nitrojenin yıkanmasını hızlandırmaktadır. Zira, kireç toprakta pH seviyesini yükselterek mikroorganizma faaliyetini, dolayısıyla nitrifikasyon olayını hızlandırmıştır. Bu durum birçok araştırmacılar tarafından da tespit edilmiştir (Morgan ve Arkadaşları, 1942 ; Bredakis ve Setckel, 1963).

Amonyum nitrat + kireç karışımına ait grafikte, nitrat formunda yıkanan nitrojen miktarı dördüncü yıkamada en yüksek bir değer (4,068 kg./dek.) göstermiş ve müteakiben azalmıştır. Bu durum, aynen amonyum sulfat + kireç karışımında olduğu gibi izah edilmektedir.

Ürenin kireçleme materyali ile birlikte toprağa tatbiki sonunda nitrat formunda yıkanan nitrojen miktarı ikinci yıkamadan sonra hızla çoğalarak dördüncü yıkamada en yüksek bir değere (4,290 kg./dek.) ulaşmakta ve müteakiben azalmaktadır. Bu durum, kirecin nitrifikasyonu hızlandırdığını göstermektedir. Morgan ve arkadaşları (1942) da bu hususta benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Amonyum formunda yıkanan nitrojen miktarında nitrat nitrojeninde olduğu gibi büyük farklar tespit edilmemiştir. Zira 12 yıkama sonunda topraktan yıkanan amonyum nitrojeni miktarları nitrat formundaki nitrojene oranla çok az olup bu değer % 1,4 ile % 4,1 arasında değişmektedir.

Yukarı Hayrat fidanlığı ve Fener fidanlığı toprağında nitrojenin yıkanma durumu merkez fidanlığı toprağında



benzerdir. Muhtelif işlemlere ve yıkamalara bağlı olarak kaybolan nitrat formundaki nitrojen miktarları Yukarı Hayrat fidanlığı ve Fener fidanlığı topraklarında sırayla şekil (2) ve şekil (3) de görülmektedir. Fener fidanlığı toprağında kontrole ait grafikten de görüleceği gibi nitrat formunda yıkanan nitrojen miktarı diğer iki toprağa nazaran bu toprakta yüksek bir seviyeden başlayarak (2,782 kg./dek.) ikinci yıkamaya doğru azalmaktadır. Bu durum söz konusu toprağın başlangıçta bol miktarda nitrat formunda nitrojen ihtiva ettiğini göstermektedir.

Sonuç olarak denilebilirki araştırmaya konu Merkez, Yukarı Hayrat ve Fener fidanlıklarına ait toprakların tümünde amonyum sulfat ve üreden yıkanan nitrojen miktarı; genél olarak, ilk 2-3 aylık zaman zarfında az olup, daha sonra hızla artarak 4 ay sonunda (8. yıkama) en yüksek bir değere ulaşmakta ve sonra tedricen azalmaktadır. Bu gübrelere kireçle birlikte verilmeleri halinde, yıkanan nitrojen miktarının genellikle ilk 1,5-2,5 aylık zaman zarfında az olduğu ve sonra çabucak arttığı ve tedricen azıldığı tespit edilmiştir. Amonyum nitratı ise, nitrojenin yarısı nitrat formunda olduğu için, yıkanan nitrojen miktarı başlangıçta çok fazla olup sonra azalmaktadır. Araştırma konusu topraklarda nitrat formunda yıkanan nitrojen miktarı amonyuma oranla daha fazla olup, genellikle bu değer % 90'ın üzerinde olmuştur.

Amonyum sulfata benzer bir yıkama göstermesi, amonyum sulfata nazaran toprağı çok daha az asitleştirmesi ve araştırma konusu topraklarında asit reaksiyonda olmaları nedeniyle bu topraklarda ürenin amonyum sulfat yerine kullanılması tavsiye edilebilir.

A Research Upon The Losses Of Nitrogen By Leaching In The Culture Soils Of Rize

This investigation was undertaken to determine the occurring nitrogen loss by leaching from the culture soils of Rize.

The investigation area involves Merkez, Yukarı Hayrat and Fener Nurseries of the Tea Research Institute in Rize, Turkey.

The cylinders having soil taken from the bench terraces at the nurseries were subjected to various treatments and leaching at the laboratory and the amounts of nitrate- and ammonium-nitrogen leached from the soils were determined.

In this investigation, treatments are as follows: Control, ammonium sulfate, ammonium nitrate, urea, ammonium sulfate + lime, ammonium nitrate + lime and urea + lime.

On these three soils studied, the amounts of nitrate - nitrogen leached from ammonium sulfate and urea were very small at the beginning of leaching; however, then these amounts rised very quickly. On the other hand, in the case of ammonium nitrate which has half nitrate - nitrogen and half ammonium-nitrogen the amounts of nitrogen leached were very high at the beginning, but later small. When the fertilizers used in this investigation were applied with lime it was seen that nitrogen leached very quickly.

On these three nurseries, under several treatments and at the end of the twelfth leaching, 89.4 - 98.6 % of the total amounts of nitrogen leached is in nitrate form and the rest in ammonium form. This indicates that the amount of

the nitrogen leached in nitrate form was greater than the ammonium form.

For these soils which are acid in reaction, urea may be recommended instead of ammonium sulfate, since urea shows a leaching like ammonium sulfate.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Akalan, İ., 1966. Toprak öğrencileri için laboratuvar klavuzu (Russel 'dan çeviri). Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları. No. 260, s: 73-74.
- Ayres, A.S. and Hagihara, H.H., 1963. A lysimeter study of losses of nitrogen and potassium. Hawaiian Planters' Record. 56, s: 255-275.
- Benson, N.B. and Barnette, R.M., 1939. Leaching studies with various sources of nitrogen. J. Amer. Soc. Agron. 31, s: 44-54.
- Bizzell, J.A., 1926. Removal of plant nutrients in drainage waters. J. Amer. Soc. Agron. 18, s: 130-136.
- Boswell, F.E. and Anderson, O.E., 1964. Nitrogen movement in undisturbed profiles of fallowed soils. Agron. J. 56, s: 278-281.
- Bouyoucos, G.J., 1951. A recalibration of the hydrometer for making mechanical analysis of soils. Agron. J. 43, s: 434-438.
- Bradakis, E.J. and Steckel, J.E., 1963. Leachable nitrogen from soils incubated with turfgrass fertilizer. Agron. J. 55, s: 145-147.
- Chapman, H.D., 1965. Cation-exchange capacity. Methods of soil analysis, part 2. C.A. Black, editor in-chief. Agronomy 9. Amer. Soc. Agron., Inc. Publisher Mad. Wis. U.S.A. s: 900.
- Conrad, J.P. and Adams, C.N., 1940. Retention by soils of the nitrogen of urea and some related phenomena. Agron. J. 32, s: 48-54.
- Çelebi, H., 1971. Toprak erozyonu. Atatürk Üniversitesi, Yayınları. No. 90, s: 59-60.
- Ergene, A., 1961. Toprakta nitrojen muvazenesi. Atatürk Üniversitesi, 1961 Yılı, s: 125-135.
- Gasser, J.K.R., 1959. Soil nitrogen. IV. - Transformation and movement of fertilizer nitrogen in a light soil. J. Sci. Fd. Agric. 10, s: 192-197.
- Hocaoğlu, Ö.L., 1966. Toprakta organik madde, nitrojen ve nitrat tayini. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Araştırma Enstitüsü Teknik Bülteni No. 6, s: 14-16.
- Jackson, M.L., 1964. Soil chemical analysis. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J. s: 183-193, 70-71, 46.
- Jones, R. J., 1942. Nitrogen losses from Alabama soils in lysimeters as influenced by various systems of green manure crop management. J. Amer. Soc. Agron. 34, s: 574-583.

- Krause, H.H., 1968. Movement of fall-applied nitrogen in sandy soil. Canadian J. Soil Sci. 48, s: 363-365.
- McLean, E.O., 1965. Aluminium, Methods of soil analysis, part 2. C.A. Black, editor in -chief. Agronomy 9. Amer. Soc. Agron. Inc. Publisher Mad. Wis. U.S.A. s: 978-998.
- Morgan, M.F., Jacobson, H.G.M. and Street, O.E., 1942. The neutralization of acid-forming nitrogenous fertilizers in relation to nitrogen availability and soil bases (Areport of Windsor Lisimeter series D). Connecticut Agr. Exp. Sta., New Hawen, s: 127-148.
- Olsen, R.J., Hensler, O.J.A., Witzel, S.A. and Peterson, L.A., 1970. Fertilizer nitrogen and crop rotation in relation to movement of nitrate nitrogen through soil profiles. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 34, s: 448-452.
- Olson, R. A., Frank, K.D. and Dreier, A.F., 1964. Losses of fertilizer nitrogen from soils. 8 th International Congress of Soil Sci. Commission. IV, Bucharest, Romania. s: 1023-1032.
- Owens, L.D., 1960. Nitrogen movement and transformations in soils as evaluated by a lysimeter study utilizing isotopic nitrogen. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 24, s: 372-376.
- Pratt, P.F., 1966. Rapid chemical methods of estimation of lime requirement, Uni. of Calif. Department of Soils and Plant Nutrition. Riverside. Calif. U.S.A. s: 43-58.
- Simpson, D.M.H. and Melsted, S.W., 1963. Urea hydrolysis and transformation in some Illinois soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 27, s: 48-50.
- U.S. Salinity Lab. Staff, 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Agr. Handbook 60. U. S. D. A. s: 100.