

**Topraklardan Nitrojen Kaybı ve Bu Kaybı Önlemede
Nitrifikasyonu Önleyici Maddeler İle Yavaş
Ayrışan Nitrojenli Gübreler**

Abdüsselam Ergene /1

Ö Z E T

Bitkilerin fazla miktarlarda ihtiyaç duymaları, oldukça pahalı olması ve çeşitli yollarla topraktan kolaylıkla uzaklaşabilmesi bakımından toprağa nitrojen temini ve bundan azami şekilde faydalanılması özel bir önem taşımaktadır. Bitkiler gübre ile toprağa verilen nitrojenin ancak belirli bir kısmından faydalanabilmektedir. Bu bakımdan başarılı bir tarımda nitrojenin etkinliğinin artırılması önemli bir sorun haline gelmiştir. Nitrojenin etkinliğinin artırılması için gübrelerin şartlara göre verilme şekli, zamanı, bölünerek verilmesi ve yapraklara uygulanması gibi hususlar meyanında geçen 5-10 sene içinde nitrifikasyonu önleyici maddeler ile yavaş ayrışan nitrojenli gübreler üzerinde önemle durulmakta ve geniş kapsamlı çalışmalar yapılmaktadır. Bu maddelerin çoğunun nitrojen kayıplarını azalttığı ve üretimi önemli surette arttırdığı saptanmıştır.

Gerek nitrifikasyonu önleyici maddeler, gerekse yavaş ayrışan nitrojenli gübrelerin kullanılmalrı, gereği kadar yaygınlaşmamıştır. Bunun sebebi bu maddelerin çoğunun henüz fabrikasyon şeklinde imaline geçilememiş olmasıdır. Pilot fabrikasyon üretiminde fiatların çok yüksek olacağı doğaldır. Halen fiatlarının yüksek oluşu bu maddelerin kullanılmalrını sınırlandıran bir faktördür. Bu maddelerin kullanılması nitrojen kayıplarının önlenmesinde ve üretimin artırılmasında istikbâl vadetmektedir..

G İ R İ Ő

Nitrojen bitki, hayvan ve insanların hayatı yönünden son derece önemli fonksiyonları olan bir elementtir. As-

lında bütün hayatsal fonksiyonlar doğrudan doğruya nitrojenle ilgili bulunmaktadır.

1/ Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak İlimi Bölümü Öğretim Üyesi.

Bitkilerin fazla miktarlarda ihtiyaç duymaları, oldukça pahalı olması ve çeşitli yollarla topraktan kolaylıkla uzaklaşabilmesi bakımından toprağa nitrojen temini ve bundan azami şekilde faydalanılması özel bir önem taşımaktadır. Bitkiler gübre ile toprağa verilen nitrojenin ancak belirli bir kısmından faydalanabilmektedir. Bu bakımdan başarılı bir tarımda nitrojenin etkinliğinin artırılması önemli bir sorum haline gelmiştir. Nitrojenin etkili bir şekilde kullanılması eskidenberi birçok araştırma ve uygulamaya konu olmuştur. Burada topraktan nitrojen kayıplarını azaltmada nitrifikasyonu önleyici maddeler ile yavaş ayrılan nitrojenli gübrelerle ilgili son aşama ve çalışmalar özetlenmeye çalışılacaktır.

Topraktan Nitrojen Kaybının Mekanizması

Şimdiye kadar yapılan çalışmalar topraklardaki nitrojenin % 90'dan fazlasının organik nitrojen şeklinde olduğunu göstermiştir. Topraklardaki nitrojenin pek az bir kısmı bitkilerin faydalanabileceği inorganik nitrojen formundadır. Fakat bazı alt topraklardaki toplam nitrojenin % 40'tan fazlasının fikse olmuş (mübadil olmayan) NH_4^+ şeklinde olduğu saptanmıştır. Bu miktar üst topraklarda nadiren % 8'i geçmektedir.

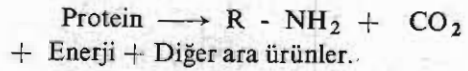
Topraklarda organik formdaki nitrojenin yıkanması söz konusu değildir. Bu şekildeki nitrojenin topraktan kaybolması mikroorganizmalar ve bunların salgıladıkları enzimlerle şekil değiştirerek inorganik NH_4^+ ve NO_3^- formlarına dönüşmesi ile mümkün olur. Topraklara ticaret gübreleri ile sağlanan çeşitli şekillerdeki nitrojen de aynı şekilde

nitrifikasyonla NO_3^- formuna dönüşükten sonra çeşitli yollarla topraktan uzaklaşabilir.

Topraklarda gerek organik formlardaki nitrojen ve gerekse gübrelerle sağlanan nitratlar dışındaki nitrojen aşağıdaki olaylar sonucunda nitrat formuna dönüşür.

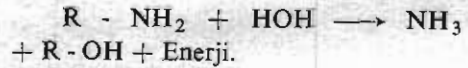
Aminizasyon

Aminizasyon ile protein ve diğer nitrojenli bileşiklerin bünyesindeki nitrojen aminler şekline döner.

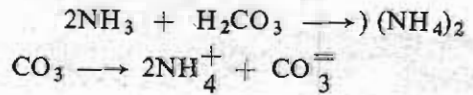


Ammonifikasyon

Ortaya çıkan aminler başka bir grup heterotrofik bakterilerin etkisi ile amonyak haline getirilir.



Burada açığa çıkan amonyak su, karbonik asit veya diğer asitlerle birleşerek NH_4^+ iyonuna dönüşür. Hasıl olan amonyak pek nadir hallerde amonyak gazı olarak topraktan uçabilir.

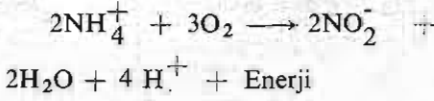


Amonyum iyonu kil mineralleri tarafından tutulur.

Nitrifikasyon

Gerek organik formdaki nitrojenin ayrışması ve gerekse ticaret gübreleri ile toprağa verilen NH_4^+ şeklindeki nitrojen kil mineralleri tarafından iyi tutulmalarına rağmen oldukça kısa bir süre içinde önce NO_2^- sonra da NO_3^- formuna dönüştürülür.

İlk safhada Nitrosomonas ve Nitrosococcus grubu bakterileri tarafından NH_4^+ oksitlenerek NO_2^- 'te çevrilir:



İkinci safhada NO_2^- Nitrobakter grubu tarafından oksitlenerek NO_3^- 'ta çevrilir.



Nitrifikasyon optimum şartlar altında (nötre yakın toprak reaksiyonu, iyi havalanma, tarla kapasitesine yakın toprak nemi, 35 °C sıcaklık ve uygun besin elementleri) süratle cereyan eder. Organik bileşiklerdeki nitrojenin çok büyük kısmının nitrifikasyonu üç haftalık bir zaman içinde tamamlanabilmektedir. Üre, amonyak ve amonyumlu gübreler için bu süre daha kısadır. Hernekadar amonyum değişebilir formda toprak kolloidleri tarafından tutulmakta ise de nitrifikasyon ile kısa sürede NO_3^- ta dönüşerek yıkanabilir duruma dönüşmektedir (Tisdal-Nelson, 1956).

Topraktaki amonyumun bir kısmı 2:1 tipi kil mineralleri, özellikle illit ve vermikülit tarafından kristal ünitelerindeki silis tabakaları arasındaki boşluklarda, potasyumda olduğu gibi fikse edilmektedir. Bu şekilde fikse olmuş NH_4^+ bitkiler tarafından kolaylıkla istifade edilebilir durumda olmadığı gibi mikroorganizmaların etkisinden de büyük ölçüde uzaktır.

Amonyanın önemli bir kısmı da toprak organik maddesi tarafından

fikse edilmektedir. Amonyak-organik madde kompleksi ayrışmaya fazlasıyla mukavimdir.

Topraklardan Çeşitli Yollarla Nitrojen Kaybı

Organik ve inorganik orijinli gübrelerdeki nitrojen nitrifikasyon ile bitkiler tarafından kolaylıkla alınabilir NO_3^- haline dönerken çeşitli yollarla topraktan kolaylıkla uzaklaşabilir duruma da gelmiş olur. Nitrojenin topraktan uzaklaşma şekillerini şöylece özetleyebiliriz:

A) Erozyonla topraktan nitrojen kaybı

Erozyonla topraktan nitrojen kaybının önemli miktarlara eriştiği eldeki bilgilerden anlaşılmaktadır. Allison'un (1955) Lipman ve Conybear'e atfen verdiği bilgilere göre A.B.D'deki tarım arazisinden her sene erozyon ile taşınarak uzaklaşan nitrojenin yaklaşık olarak tarım ürünleri ile kaldırılan nitrojene eşit olduğu tahmin edilmiştir. Wisconsin'un çeşitli bölgelerinde yapılan bir çalışmada erozyonla taşınan materyalin orijinal toprağa nazaran 2.7 misli daha fazla nitrojen kapsadığı saptanmıştır.

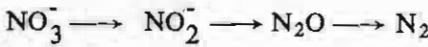
Ülkemizdeki 28.356000 hektarlık tarım arazisinden 12.432.000 hektarı teraslama tedbirleri alınmadan kullanılmaması gereken arazi (% 8-15 eğimli ve 3.000.000 hektarı da ziraat altına alınmaması gereken (% 15'ten daha fazla eğimli) arazinin hiçbir tedbir alınmadan pulluk altında olduğu düşünülecek olursa ülkemizde erozyonla toprak ve nitrojen kaybının ne kadar ciddi ve önemli olduğunu tahmin etmek mümkündür (Ergene, 1976).

B) *Gaz şekline dönerek topraktan uzaklaşan nitrojen*

Topraklardan gaz şeklinde nitrojen kaybı çeşitli yollarla olmaktadır:

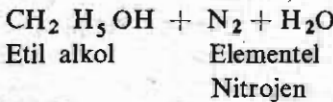
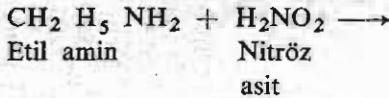
a) *Denitrifikasyon*

Denitrifikasyon toprakta anaerobik şartlar ve oksijen azlığı durumunda nitratlardaki oksijenin alınması, önce NO_2^- te, daha sonra N_2O de ve sonunda da elementel N'e çevrilmesidir. Böylece N topraktan uzaklaşmış olur.



Denitrifikasyonla topraktan nitrojen kaybının drenajı yetersiz sahalarında ve pirinç ziraatında önemli olduğu saptanmıştır. Bu gibi yerlerde denitrifikasyonla nitrojen kaybının bir vejetasyon döneminde dekara 10 kg.'a kadar olabileceği tesbit edilmiştir (Thompson, 1957),

b) *Nitröz asit ile aminler veya monyumun karşılıklı etkileri sonucunda elementel nitrojenin açığa çıkması:*



Bu reaksiyonla nitrojen kaybının önemli olduğuna ilişkin belirtiler fazla değildir.

c) *Amonyak halinde topraktan nitrojen kaybı*

Toprakta amonyak organik nitrojenli bileşiklerin ayrışması ile oluşabileceği gibi amonyumlu gübreler ile de toprağa verilmektedir.

Amonyak halinde topraktan nitrojen kaybının alkalın şartlar altında

daha fazla olduğu bilinmektedir. Alkalın şartlar altında hasil olan NH_4OH stabil değildir, su ve amonyağa dönüşerek topraktan uzaklaşır. Asit şartlarda ise amonyakın stabil olan tuzları oluşur.

Toprağa sulu amonyak (aqua amonia) veya sıvı amonyak (anhydrous amonia) gereken şartlarda uygulanmadığı zaman NH_3 şeklindeki kayıpların önemli olduğu, bazan bu kayıpların % 25'ten fazla olduğu saptanmıştır. Amonyak gazı halinde topraktan nitrojen kaybını kolaylaştıran şartlar; amonyakın yüzeyde bulunması, pH'nin 7'den yukarı olması, sıcaklığın fazlalığı ve buharlaşma ile su kaybının fazlalığıdır.

C) *Yıkanma İle Toprakdan Uzaklaşan Nitrojen*

Yağışlı bölgelerde yıkanma ile nitrojen kaybı, özellikle kışın toprağın donmadığı hallerde ekonomik yönden fazlasıyla önem taşımaktadır. Nitrat üst topraktan alta doğru suda çözülmüş şekilde taşınır, kök bölgesinin alt kısımlarına inerek taban suyuna karışır.

A.B.D. tarım topraklarından yıkanma ile yılda hektara 26 kg. nitrojenin kaybolduğu tahmin edilmiştir. Bu miktar, ürün ile hektar başına kaldırılan 28 kg. lik nitrojene yakındır (Allison, 1955).

Rize bölgesinde topraklardan yıkanma ile nitrojen kaybını tesbit amacı ile yaptığı çalışmada Karakaplan (1971) vejetasyon dönemini içine alan 6 aylık bir surede düşen 1000 mm. lik bir yağışa tekabül eden yıkanmanın toprağa çeşitli gübrelerle verilen nitrojenin yıkanan miktarlarını saptanmıştır. Çalışmanın yıkanma ile ilgili

Cetvel: 1- Rize tarım topraklarında çeşitli gübrelerle dönüme 25 kg. nitrojen olarak verilen gübrelerden 1000 mm. yağışa tekabül edecek yıkanma ile topraktan nitrojen kayıpları.

Nitrojen Kaynağı	Yıkanan Nitrojen Formu	Yıkanan Toplam Nitrojen kg/Dönüm	Yıkanmayan Nitrojen %	Yıkanan Nitrojen İle Kontrol Arasındaki Fark kg/Dönüm	Gübreten Yıkandığı Farzedilen % N
Ammonyum Sülfat	NO ₃ -N	25.51	95.22		
	NH ₄ -N	1.28	4.78		
	Toplam	26.79	100.00	16.71	68.40
Amonyum Nitrat	NO ₃ -N	22.94	96.38		
	NH ₄ -N	0.86	3.62		
	Toplam	23.80	100.00	13.72	54.88
Üre	NO ₃ -N	23.69	93.85		
	NH ₄ -N	1.55	6.15		
	Toplam	25.24	100.00	15.16	60.64
Amonyum Sülfat + Kireç	NO ₃ -N	27.99	95.52		
	NH ₄ -N	1.31	4.48		
	Toplam	29.30	100.00	19.22	76.88
Amonyum Nitrat + Kireç	NO ₃ -N	29.14	96.14	96.97	
	NH ₄ -N	0.91	3.03		
	Toplam	30.05	100.00	19.97	79.88
Üre + Kireç	NO ₃ -N	24.44	95.24		
	NH ₄ -N	1.22	4.76		
	Toplam	25.66	100.00	15.58	62.32
Kontrol	NO ₃ -N	9.42	93.45		
	NH ₄ -N	0.66	6.55		
	Toplam	10.08	100.00	—	—

sonuçları Cetvel : 1'de gösterilmiştir. Cetvelden görüleceği gibi toprağa çeşitli gübrelere dönüme 25 kg. N olarak verilen gübrelerdeki azotun yıkanma sonucunda, büyük kısmının topraktan uzaklaştığı görülmektedir. Her çeşit gübre ile sağlanan nitrojenden daha fazlasının yıkandığı dikkati çekmektedir Gübre verilmemiş topraklardan da dönüme 10 kg. nitrojenin yıkandığı saptanmıştır. Gübre verilmemiş kontrol parsellerinden yıkanma ile kaybolan nitrojen miktarı yıkanan toprak nitrojeninden düşülecek olursa gübrelere sağlanan nitrojenin % 54.88-79.88'nin yıkanma ile kaybolduğu hesaplanmıştır.

Yıkanma ile topraktan kaybolan nitrojenin çok büyük kısmı nitrat halindedir. Black (1968), Collison ve Menching'in lizimetre çalışmalarına dayanarak verdiği bilgilere göre yıkanan nitrojenin % 99'dan fazlasının NO_3^- , % 1'den azının NH_4^+ ve eseri

miktarının da NO_2^- olduğunu bildirmektedir. Karakaplan'da (1971) Rize topraklarından yıkanma ile kaybolan nitrojenin % 88,4-98,6'sının NO_3^- , ve % 1,4-11,6'sının da amonyum formunda olduğunu saptamıştır (Cetvel: 1).

Yıkanma ile topraktan nitrojen kayıplarına etki yapan birçok faktörler vardır:

- 1) Toprağın tekstürü, geçirgenliği ve su tutma kapasitesi;
- 2) Topraktaki bitki yetiştiriciliği;
- 3) Yağış miktarı;
- 4) Nitrifikasyon oranı.

Kaba tekstürlü, kumlu bir toprak üzerinde bir bitki örtüsü olmadığı zaman, permeabilitesinin fazlalığı ve su tutma kapasitesinin düşük olması ne-

deni ile nitrojen kaybına fazlasiyle müsait durumdadır. İnce tekstürlü topraklarda yıkanma ile nitrojen kaybı azdır.

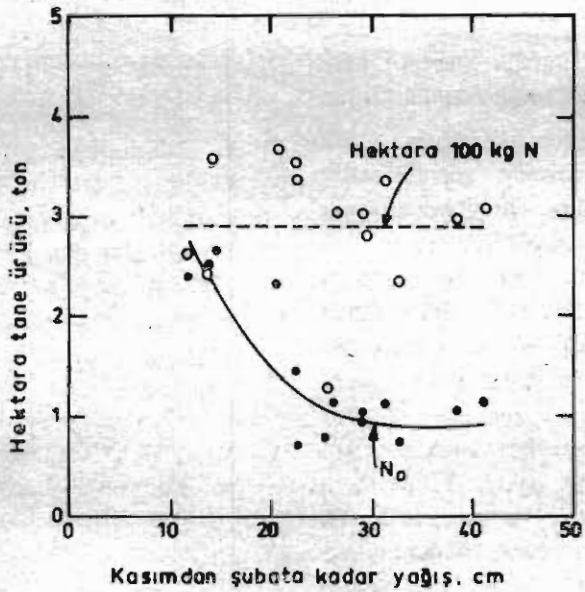
Toprağın boş bırakılması, nadasa terkedilmesi veya bitki ile örtülü bulunması, nitrojenin yıkanması bakımından önemli farklar yaratmaktadır. Bunu Cetvel: 2'de açıkça görmek mümkündür. Cetveldeki rakamlardan anlaşılacağı üzere arazi boş bırakıldığı zaman yıllık nitrojen kaybı hektara 71.3 kg. olduğu halde, münavebede bu rakam 8, çayır örtüsü altında ise 2.6 kg. dır.

Yıkanma ile nitrojen kaybının sebeplerinden biri de topraktaki NO_3^- miktarının fazlalığı ve nitrifikasyon oranının yüksek oluşudur. Uygun şartlar altında toprakta çeşitli şekillerde bulunan nitrojenli bileşikler sür'atle NO_3^- şekline dönüşüp toprağın alt katlarına taşınacaktır. Bunun sebebi bitki örtüsü altında yıkanabilecek nitrojenin bitkiler tarafından alınması ve toprak altına sızacak suyun bitkiler tarafından kullanılmasıdır.

Topraktaki nitrojenin yıkanması ile yağış miktarı arasında önemli ilişki vardır. Nitrojenin yıkanması, ürün miktarı ve özellikle üründen evvelki kış aylarındaki yağış arasındaki ilişkiler üzerinde Kuzey Avrupa ülkelerinde birçok araştırmalar yapılmıştır. Şekil: 2 van der Paauv tarafından Hollanda'da yapılan bir araştırmanın sonuçlarını göstermektedir. Nitrojenli gübre verilmediği zaman 14 senelik bir dönem içinde Kasım'dan Şubat'a kadar düşen yağışların artması ile çavdar ürününün düştüğü saptanmıştır Fakat kış yağışları ile yıkanan nitrojene karşılık hektara 100 kg lık bir

nitrojen uygulandığı zaman üründe bir düşme olmamıştır. Bu durum yıkan-

ma ile nitrojenin önemli bir kısmının taşındığını göstermektedir.



Şekil : 1-14 Yıllık bir dönem içinde Hollanda'da gübresiz ve nitrojenli gübre ile elde edilen çavdar ürününe kış yağışlarının etkisi. Deneme organik maddece zengin, alt toprağı peat olan bir kumlu toprakta van der Paaub tarafından yapılmıştır (Black, 1968).

Yıkanma ile nitrojen kaybının sebeplerinden biri de topraktaki NO₃ miktarının fazlalığı ve nitrifikasyon oranının yüksek oluşudur. Uygun şartlar

altında toprakta çeşitli şekillerde bulunan nitrojenli bileşikler sür'atle NO₃ şekline dönüşüp toprağın alt katlarına taşınacaktır.

Cetvel: 2- Çeşitli toprak idare yöntemleri altında nitrojen kayıpları (Dunkirk siltli killi tınında lizimetre çalışmaları) (Thompson, 1957).

Toprağa uygulanan Tarım Sistemi	Yıllık nitrojen kaybı Kg/Ha.
Boş	71.3
Münavebe	8.0
Çayır	2.6

Çeşitli kaynaklardan sağlanan nitrojenin sür'atle NO₃'a dönmesini önleyici tedbirler nitrojenin topraktan

yıkanmasını önlemede üzerinde önemle durulması gereken bir konudur.

Oldukça kurak iklim koşulları altında nitrojen fazla kayba uğramadan toprakta uzun süre kalabilir.

Gübrelerle Toprağa Verilen Nitrojenin Bitkiler Tarafından Alınma Oranı

Toprağa verilen gübrelerden, ürün ile kaldırılan nitrojen genellikle % 50'den daha azdır. Bu değer bitkinin çeşidi, toprağın tekstürü, tarım sistemi, iklim koşulları ve ilave edilen nitrojen oranına bağlı kalarak geniş ölçüde değişir. Eğer bitki örtüsü toprak işlemesine lüzum göstermeyen ve senelerce toprağı işgal eden devamlı çayır ise gübreden ürün ile alınan nitrojen miktarı % 70'ten fazladır. Nitrojenin bu şekilde yüksek oranda ürün ile kaldırılması yıkanmanın önlenmiş olması ve bitkilerin toprak üstü kısımlarının tamamen hasat ile kaldırılmasına atfedilebilir. Böyle bir sistemde toprağa ilave edilen nitrojen bitkiler tarafından kısa sürede assimile edileceği için yıkanma ve gaz halinde kaybolma imkânı bulamaz. Eğer uygulanan tarım sistemi toprağı senenin önemli bir kısmında boş bırakacak şekilde ise gübrelerdeki nitrojenin alınma oranı % 50'nin çok altındadır. Russel ve Watson'ın Rothamsted Deneme İstasyonunda yaptıkları araştırmalara atfen Bartholomew ve Clark (1965) buğday yetiştirilmesine ayrılmış parsellere Amonyum Sülfat olarak verilen nitrojenin sadece % 35'inin bitkiler tarafından alındığını bildirmektedirler.

A.B.D. ve İngiltere'de yapılmış olan lizimetre denemelerinin sonuçlarını özetleyen Allison (1965) bitkilerinin nitrojenli gübrelerdeki nitrojenin % 21-79'unu aldıkları sonucuna varmıştır. Pirincin uygulanan gübreden en az

nitrojen kaldıran bitkiler arasında bulunduğu Sanchez ve de Calderon'a atfen bildirilmektedir (Prasad ve çalışma arkadaşları, 1971). Çeşitli bitkilerin gübrelerden aldıkları nitrojen miktarları Cetvel: 3'te verilmiştir.

Gübrelerle toprağa verilen nitrojenin bu şekilde belirli bir kısmının bitkiler tarafından alınabilmesi bir dereceye kadar amonyumun fiksasyonu ile de ilgilidir. Önemli bir kısmının alınamamasının sebebi de bilinen veya hesabedilemiyen kayıplardan ileri gelmektedir.

Bir ürün için verilen gübrenin ertesi yıl ekilen bitkiye olan kalıcı etkisini incelemek üzere birçok denemeler yapılmıştır. Hollanda'da van der Paauv bir ürün yılında uygulanan gübrenin ertesi yılki ürüne etkisinin Kasım ile Şubat arasındaki yağış miktarı 20 cm. olduğu zaman % 15, 30 cm. olduğu zaman sıfır olduğu sonucuna varmıştır (Black, 1968).

Kış yağışlarının nisbeten fazla ve toprağın kışın donmadığı durumlar nitratın yıkanmasını arttıracaktır. Kış yağışlarının az ve toprağın kışın önemli bir kısmında don yaptığı yerlerde nitrojenin kalıcı etkisi oldukça yüksektir (% 17-68).

Nitrojen Kayıplarını Azaltma Tedbirleri

Gübrelerle verilen nitrojen kayıpları gübrenin gereken şekilde uygulanması, zamanında verilmesi ve bazı hallerde yapraklara tatbiki ile azaltılabilir. Uygulamalar toprağa, bitki çeşidine, iklime, sulamaya, nitrojenin kaynak ve seviyesine göre değişir.

Cetvel: 3- Çeşitli bitkilerin gübrelerdeki nitrojenden aldıkları miktarlar (Prasad, R. ve Çalışma Arkadaşları, 1971).

Bitki	N Kaynağı	Uygulanan N Miktarı	Alınan %	Denemenin Referans Yeri
A. Tarla Dene- meleri				
Buğday	—	65Kg/Ha	23-39	Rothamsted, Widdowson et al. (1964)
		130	27-35	
Buğday	Amonyum Sülfat	60-140Kg/Ha	34-39	Yeni Delhi Dutta (Hindistan) (1967)
Mısır	—	80-240Kg/Ha	35-75	" Bomme Gowda (1968)
Sorghum	—	50-100Kg/Ha	25-32	Yeni Delhi Srivastava (1966)
Sorghum	Üre	120Kg/Ha	58,5	Yeni Delhi Ray (1969)
Pirinç (Dikim)	Üre	180 Kg/Ha	10-30	Lambayeque Sanchez and (Peru) de Calderon(1971)
Pirinç (Dikim)	Üre	150 Kg/Ha	34.3	Yeni Delhi Lakhdiva (1968)
	Sodyum nitrat	40-120Kg/Ha	19.4	— —
	Amonyum Sülfat	40-120Kg/Ha	39.6	— —
Pirinç (Dikim)	Üre	50-150 Kg/Ha	28-34	Yeni Delhi Rajale (10970)
Pangolaprass (Digitoria decumhens)	Üre	118 Kg/Ha	53-68	Trinidad (W. İndies) Weir (1969)
B. Saksı dene- meleri				
Mısır	—	100-800mg/Saksı	62-93	Muscle Shoals (U.S.A.) Termen and Brown (1968)
Sudanotu	Amonyum Sülfat (Labeled)	37,5-600 mg/Saksı	37-76	— Legg and Allison (1959)
Rhodesgrass (Chloris gayana)	Nitrat (Labeled)	25-400 mg/Saksı	38-61	Brisban J.P. Martin (1963) (Avustralya)

Üre veya amonyum ihtiva eden gübrelerin toprak yüzeyine verilmesin-

den ortaya çıkacak kayıplar bu gübrele-
rin toprağın içine verilmesi veya anhidrus

ammonia'nın uygun rutubette gereken derinliğe enjeksiyonu ile önlenabilir. Pirinç ziraatında gübreler toprağın alt kısmındaki indirgenme tabakasına verilecek olursa nitrojen kayıpları önemli ölçüde azaltılmış olur.

Nitrojenli gübrelerin uygulama zamanı kayıpları önlemede önemli bir faktördür. Duruma göre güz veya ilkbahar uygulaması daha uygundur. Ayrıca buna gübrelerin bir sefer yerine iki defada verilmesini de ekleyebiliriz. Bundan maksat bitkilere gerekli nitrojeni en çok kullandıkları büyüme ve meyve bağlama zamanı vermektir. Gübrelerin bölünerek verilmesi ılıman ve tropik bölgelerde yetişen bitkilerin çoğuna tavsiye edilebilir.

Ürenin toprağa verme yerine yapraklara püskürtülmesi bir alternatiftir. Yapraklarda kâfi kalınlıkta bir örtü teşkil edecek şekilde püskürtülürse nitrojen kayıpları büyük ölçüde azaltılmış olur. Uygulanan ürenin büyük kısmı 2 saat içinde yaprakların içine girmek suretiyle çabucak absorbe olur. Absorpsiyon işlemi pratik olarak 2 günde tamamlanmış olur. Hindistanda birçok araştırmacılar pirinç ve buğdayda nitrojenin toprak yerine yapraklara verilmesinin daha etkili olduğu sonucuna varmışlardır (Prasad P. ve çalışmaları, 1971).

Nitrifikasyonu geciktiriciler ve yavaş Ayrışan Nitrojenli Gübreler Kavramı

Nitrojenli gübrelerde yıkanma ve denitrifikasyon ile ilgili kayıplar esas itibarıyla nitrat formunda uygulandığı veya nitrat formuna dönüştükten sonra vukubulmaktadır. Bu itibarla amonyum veya amid şeklinde verilen gübrelerde nitrifikasyonun önlenmesi ve

geriletilmesi kayıpları azaltacak ve nitrojenin etkinliğini arttıracaktır. Buna dayanılarak nitrifikasyonu önleyici maddelerle karıştırılmış gübrelerin yapımına geçilmiştir.

Bununla ilgili diğer bir yaklaşım da yavaş ayrışan nitrojenli gübrelerin yapımı cihetine gidilmesi olmuştur. Bundan maksat zamanla ayrışan veya çözeltiye çok az miktarlarda geçerek gelişen bitkiler tarafından kullanılan N temin eden ve böylece nitrojen kayıplarını azaltacak gübre materyali geliştirmektir. Bunu temin için de iki yol tutulmuştur.

a) Yavaş ayrışma niteliğindeki kimyasal maddelerin bu maksatla kullanılması;

b) Çözünebilir gübre granüllerinin üzerinin Semipermeable bir örtü tabakası veya inert bir materyal ile kaplanması.

Tarımda Kullanılan Kimyasal Maddelerin Nitrifikasyonu Geciktirici Özellikleri

Bazı kimyasal maddeler yabancı otlar böcekler, parazitler ve hastalıklarla mücadele maksadı ile doğrudan doğruya veya dolaylı olarak toprağa geçmektedir. Özel bir hastalıkla mücadele için kullanılan maddeler parazit olmayan toprak mikroorganizmalarına da etki yaparak aktivitelerini azaltırlar. Nitrifikasyon bakterileri de bazı ilaçlara hassasiyet göstermektedir. Özel bir kimyasal maddenin toksik etkisi, dozuna, toprağın özelliklerine ve çevre faktörlerine bağlı bulunmaktadır. Genellikle toprak fumigantları ve fungusitler nitrifikasyon bakterilerini in-sektisit ve herbisitlere nazaran geniş

ölçüde önleyici olarak etkilerler. Tarımsal ilaçların nitrifikasyonu önleyici etkileri çok önceden tesbit edilmiş olmasına rağmen nitrifikasyonu geriletmeleri sebebiyle ortaya çıkan faydalı etkileri üzerinde fazla durulmamıştır.

Herbisitler

Yabancı otlar için kullanılan normal dozları nitrifikasyonu önleyici etkiye sahip değildir. Mesela 2,4-D'nin yüksek konsantrasyonları (500ppm) nitrifikasyon bakterilerini ciddi şekilde zarara uğratmıştır.

Insektisidler

Normal dozlarda nitrifikasyonu önleyememektedirler. Ancak BHC, Aldrin ve Chlordan gibi insektisitler normal dozlarının 5 misli uygulandıkları zaman nitrifikasyonu geriletici etkileri görülmektedir. Bunların nitrifikasyonu önleme etkileri geçicidir. DDT nitrifikasyon bakterilerine az toksiktir.

Fungisidler

Fungisidler normal dozlarda uyguladıkları zaman bile nitrifikasyonu önlemede çok etkilidirler. Dithiocarbomate bileşiklerinin etkileri detaylı olarak incelenmiştir. Mesala Ferbam'ın 3.5×10^{-4} mol/kg toprak dozundaki miktarı nitrifikasyonu 28 gün geriletmiştir. Vapam'ın hektara 224 kg.lık dozunun nitrifikasyonu 4-8 hafta önlediği saptanmıştır.

Fumigantlar

Fumigantlar uygulanmalarını müteakip derhal toprak kütesinin çok büyük kısmı ile temas etmeleri sonucu büyük ölçüde nitrifikasyonu önleme etkisine sahiptirler. Mesala Dowfume-85'in

hektara 89 litrelik dozunun nitrifikasyonu 4-8 hafta önlediği saptanmıştır.

Nitrifikasyonu Önleyici Maddeler

Geçen 5-10 sene içinde pek çok sayıda kimyasal maddenin nitrifikasyonu önleme özellikleri denenmiştir. Bunlardan fiziksel ve kimyasal özellikleri geniş ölçüde denenmiş olan nitrifikasyonu geçiktirici önemli beş kimyasal madde üzerinde duracağız. Bunlar;

- 1- N- Serve, 2-Chloro-6-(trichlorometyl) pyridine
- 2- AM. 2- Amino-4-chloro-6-metylprimidine
- 3- Dicyandiamide
- 4- Thioure
- 5- ST, 2- Sulfanilamidothiazole'dir.

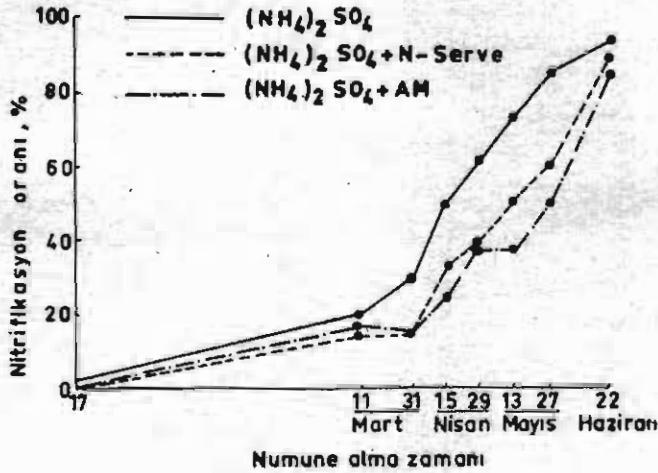
Bunların hepsi de beyaz kristalin veya amorf katı maddelerdir. Genellikle toprak asitliği ve organik madde miktarı arttıkça bu maddelerden daha fazla kullanmak gerekmektedir.

A. N- Serve

(2-Chloro-6-(trichlor metyl) pyridine

N- Serve en fazla kullanılan nitrifikasyonu önleyici maddelerden biridir. A.B.D. Dow Chemical Company tarafından imal edilmektedir.

Laboratuvar ve tarla şartları altında amonyumlu ve amidli gübrelerde nitrifikasyonu, uygulanan nitrojenin % 0,2-2,0'si arasında değişen dozlarda uygulandığı zaman önlediği tesbit edilmiştir. Sabey (1968) tarafından N- Serve ve AM için elde edilen sonuçlar Şekil 2'de gösterilmiştir. Nitrifikasyon oranının Kasımdan Mart'a kadar 4 ay süreyle yavaş seyrettiği 1 Mart'tan itibaren hızlandığı, ancak N-Serve ve gerekse AM'in nitrifikasyon oranını önemli ölçüde geriletmediği görülmektedir.



Şekil 1:- N-Serve ve AM'in amonyum sülfat verilmiş topraklarda nitrifikasyon oranı üzerine etkisi
N-Serve (1 ppm toprak esası), AM (3 ppm, toprak esası)
x) Nitrifikasyon oranı, toplam nitrojenin yüzdesi olarak gösterilmiştir.

N-Serve'in nitrifikasyonu gerilemesinin amonyumu okside eden otoraf Nitrosomonas cinsi bakterilere toksik etkisinden ileri geldiği saptanmıştır. N-Serve'in ayrıca ototraf nitrobakter türlerine de zehirli olduğu ve topraktaki diğer bazı organizmalar için de düşük oranda zehir etkisine sahip olduğu tesbit edilmiştir. N-Serve'in yüksek dozlarının (20 ppm) bazı baklagillerde çimlenme ve nodüllerde morfolojik değişmelere ve köklerde deformasyona sebep olduğu da tesbit edilmiştir.

N-Serve'in etkisi zamanla azalırken toksik etkisi de tedricen kaybolmakta ve sonunda mikro organizma popülasyonu eski şekline dönmektedir. Fakat normal duruma dönüş zamanla olmaktadır.

N-Serve ile nitrifikasyon kısmen kontrol altına alınabilmektedir. Bütün toprak kütlesi ile temas imkânı olmadığı için nitrifikasyonu tamamen durdurması mümkün görülmemektedir. N-Serve ve nitrojenli gübrelere karıştırılmakta

veya gübrelerin üzerine kaplanmaktadır. Gübrenin dağıldığı toprak tabakasındaki konsantrasyonu öldürücü dozda değildir. N-Serve ve NH₄NO₃ kullanıldığı zaman her ikisinin de yıkanma ve gaz halinde kaybolma durumu gözönünde tutularak toprak yüzeyi yerine içine verilmeleri iyi sonuç vermektedir.

Hindistanda ürenin N-Serve ile muamele edilerek kullanılması sonucunda periyodik ıslanma kurumalara maruz kalan pirinç tarlalarından çeşitli pirinç varyetelerinde hektara 680, 660 ve 270 kg daha fazla pirinç danesi elde edilmiştir (Rajandra, 1971).

Sulanan şeker pancarı, tatlı mısır, pamuk ve ıspanakta da amonyak, üre ve amonyum sülfatın N-Serve ile muamelesi ile ürünün önemli miktarda arttığı saptanmıştır.

N-Serve'in bitkilerde fazla miktarda nitrojen birikimini de önlediği bildirilmektedir.

Rize Çay Araştırma Enstitüsü Fener Fidanlığında nitrojen kaynağı olarak $(NH_4)_2 SO_4$ kullanılmak suretiyle çay ürününe N-Serve'in etkisi Ögüş ve Sezen (1975) tarafından yapılan bir araştırma ile tespiti çalışmıştır. Dekara 8, 16, 24 ve 32 Kg amonyum sülfat nitrojeni ve uygulanan nitrojenin % 0.5, % 1 ve % 2'i oranında N-Serve gübreye karıştırılarak toprağa verilmiştir. Altı hasat sonucunun toplamı üzerinden yapılan değerlendirme de N-Serve verilen parsellerdeki ürünün daha fazla olmasına rağmen sonuçlar istatistikî bakımından önemli bulunmamıştır.

B. 2-Amino-4-chloro-6-Metylpyrimidine (AM)

N-Serve'de olduğu gibi AM de, amonyumu nitrate oksitleyen, ototrof Nitrosomonas cinsi bakterilere zehirli bir maddedir. AM'in hektara 5-6 kg dozunda, gübre ile karıştırılarak kullanılması ürede nitrifikasyonu yavaşlattığı ve nitrojenin yıkanmasını önlediği bildirilmektedir.

Japonya'da amonyaklı gübrelerle hektara 5-6 kg AM kullanılması pirinç mahsulünü arttırdığı tesbit edilmiştir. Hindistan'da da benzer sonuçlar alınmıştır. AM Japonya'nın Mitsui-Toatsu İnduries şirketi tarafından imal edilmekte olup, fazla miktarlarda kullanılmaktadır.

C. Dicyandiamide (Cyanoguanidine)

Dicyandiamid'in nitrifikasyonu önleyici etkisi aşımızın başından beri bilinmektedir. Gübre nitrojeninin % 5,5-24'ü oranında kullanılan dicyandiamid'in nitrifikasyonu kullanılan miktarla ilgili olarak geriletildiği saptanmıştır.

tır. Kışın nitrifikasyonun 5 ay durduğu ve nitrojenin yıkanmasının % 67 oranında azaldığı Soubies ve çalışma arkadaşlarına atfen bildirilmektedir (Prasad, 1971). Dicyandiamid'in amonyom sülfatta nitrifikasyonu bütün dozlarda (5-25 ppm) geriletildiği, tam nitrifikasyonun uzun bir süreden sonra cereyan ettiği Reddy'e atfen bildirilmektedir (Rajendra, P. ve mesai arkadaşları, 1968). Dicyandiamid organik maddesi fazla olan topraklarda çabuk ayrışmakta ve etkisini kaybetmektedir. Dicyandiamid ile muamele edilmiş amonyum sülfatın muamele edilmemiş amonyum sülfata nazaran pirinç ürünü % 19 arttırdığı bildirilmektedir.

Bitki türüne bağlı kalmak üzere dicyandiamid bitkilere zehirlidir. Yulaf, çavdar, darı, pamuk yüksek dozdaki (16.7 ppm) dicyandiamid'den orta derecede, domatesin ise ileri derecede zarar gördüğü tesbit edilmiştir.

D. Thioüre

Thioüre organizmaları öldürmeden Nitrosomonas'ın çoğalma periyodu öncesini uzatarak nitrifikasyonu geçiktirir

Japonya'da 8 ayrı yerde yapılan denemede thioüre ile muamele edilmiş amonyum sülfatın pirinç ürününe thioüre ile muamele edilmemiş amonyum sülfata nazaran % 18 arttırdığı International Rice Commission'e atfen bildirilmektedir (Prasad, 1971).

E. 2- Sülfanilomidothiazol (ST)

Piyasaya yeni sürülmüş bir maddedir. ST toprağa milyonda 1-10 kısım arasında verildiği zaman ürede nitrifikasyonu geriletmektedir. Pirinç, arpa ve ıspanakta ST'nin kullanılması ürünü arttırmıştır.

Nitrifikasyonu yavaşlatıcı maddelerin çoğunun imalat fiatları bilinmemektedir. Meselâ N-Serve'in ABD'de piyasa fiatı galonu 14.5 dolardır, 1 Galonu takriben 10-15 dönüm (2.67-4.00 Acre) için kullanılmaktadır. Bu maddelerin çoğu az miktarlarda imal edildiği için mevcut fiatlar ekonomik kullanıma olanaklarını değerlendirmeye yeterli değildir. Geniş çapta üretildikleri zaman fiatlarının düşeceği de gerçektir.

YAVAŞ AYRIŞAN NİTROJENLİ GÜBRELER

Yavaş ayrışan nitrojenli gübrelerin geliştirilmesinin gayesi büyükmekte olan bitkilerin ihtiyacı oranında nitrojenin serbest hale geçmesi ve böylece nitrojen kayıplarının önlenmesidir. Bu geyeye erişebilmek için iki genel yol izlenmektedir:

a) Kimyasal maddelerin düşük oranlarda çözünebilecek şekilde sentezlenmesi;

b) Suda çözünebilir gübre parçacıklarının üzerlerinin kaplanması veya üzerine rutubetle temaslarını azaltacak bir engel teşkil edilmesi. Yavaş çözünebilen önemli bazı gübre materyallerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri Cetvel: 4'te verilmiştir. Bu maddelerin çoğunda daneciklerin dış yüzey alanı çözünme oranını tayin eder. Bu sebeple parçacıkların büyüklüğü çözünme oranını belirler. Parçacıkların çapı büyüdükçe nitrojen daha yavaş serbest hale geçer. Bununla beraber üre-form ve triazin gibi bazı maddelerin yavaş ayrışması mikrobiyal ayrışmaya karşı dirençlerine bağlıdır.

A. Üre-Form

Üre Form ticarı olarak üre ile formaldehitin reaksiyona girerek birleşmesi sonucunda elde edilmektedir. Üre Formaldehit oranına bağlı kalarak nispeten çözünebilir maddelerden tamamen çözünmeyen maddelere kadar değişen bileşiklerin elde edilmesi mümkündür. Üre-Form'un mineralizasyonu genel olarak üre/Formaldehit oranına bağlıdır ve Ü:F oranı arttıkça çözünürlük oranı artar Ü:F 1'den küçük ise toprağa uygulandığı zaman ayrışmaya çok fazla direnç gösterir ve bu yüzden de bir nitrojenli gübre olarak bir değer taşımaz. Ü:F oranı 1.5-3 olduğu zaman makul mineralizasyon cereyan etmektedir. Üre-Form' mineralizasyonu aynı zamanda molekül büyüklüğüne bağlıdır. Molekül büyüdükçe mineralizasyon yavaşlar, Toprak sıcaklığı ve pH'da Üre-Form'un ayrışmasını etkilemektedir. Nötrün altındaki pH değerlerinde çözünme daha fazladır. 15 °C tın altındaki sıcaklıklarda uygulanması pratik bir önem taşımaz.

Üre-Form esas itibarıyla gelişme mevsiminin uzun olduğu ve nitrojen kullanımının kararlı olduğu çayırliklar ve çim alanları topraklarında kullanılmaktadır.

B. Oxamid

Oxamid oksalik asitin bir diamidi olup, % 31.8 nitrojen ihtiva eder. Oxamid ne toksik, ne higroskopik ve ne de patlayıcı bir madde değildir. Toprakta tane büyüklüğüne göre değişen oranlarda çözünür. Daneler küçüldükçe çözünme artar, büyüdükçe azalır. Bu yüzden dane büyüklüğü nitrojen alınımını ve ürünü etkilemektedir. Rotterdam'de İngiliz çimi (rygrass) ile

Cetvel: 4 Yavaş ayrışan bazı nitrojenli gübrelerin önemli fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Adı	Formülü	% N	Suda çözünürlük (g/100 cm ³)
Üre-Form	—	38	eser
Oxamid	(CONH ₂)	31.8	0.02
İsobutyendiüre (IBDU)	(CH ₃) ₂ CH-CH(NHCONH ₂) ₂	32.2	0.01-0.1
Üre-asetaldehit (Urea-Z)	—	31.38	
Crotonylidene diüre (CD-Üre veya Floramid)	—	32.5	0.12
Difurfurylidene- tiureid	—	24.99	Güçlkle çözü- nebilir.
Glycoruril	C ₂ H ₂ (CON ₂ H ₂) ₂	39.4	0.1 17 °C'de
Ammeline	(CN) ₃ (NH ₂) ₂ OH	49.4	0.008 23 °C'de
Cyanurik asit	(HNCO) ₃ .2 H ₂ O	32.1	0.27 17 °C
Melamin	C ₃ N ₃ (NH ₂) ₃	64.9	Ergime noktası 360 °C'den yukarı
Metal Amonyum Fosfatlar			Ergime noktası 250 °C'den yukarı
Kobalt NH ₄ Fosfat	CONH ₄ PO ₄ .H ₂ O	6.9	—
Bakır NH ₄ Fosfat	CuNH ₄ PO ₄ .H ₂ O	7.0	—
Demir NH ₄ Fosfat	Fe NH ₄ PO ₄ .H ₂ O	7.0	0.095
Magnezyum NH ₄ Fosfat	MgNH ₄ PO ₄ .H ₂ O	8.3	0.14
Manganez NH ₄ fosfat	Mn NH ₄ PO ₄ .H ₂ O	7.2	—
Çinko NH ₄ Fosfat	Zn (NH ₄ PO ₄ .H ₂ O)	7.5	—
N'ce zenginleş- tirilmiş kömür	—	9.19	—

yapılan denemelerde amonyum nitrat ve toz halindeki oxamidin birinci biçimde yüksek verim, fakat 2-4 mm

ve 7-9mm'lik daneli oxamidin 2. ve 3. biçimlerde daha yüksek ürün verdiği tesbit edilmiştir. Üçüncü biçim sonun-

da bitkilerin granüle oxamiddeki nitrojenin tümüne yakın kısmını absorbe ettiği anlaşılmıştır.

Oxamid'in yüksek olan maliyet fiatı fazla kullanılmasını engellemektedir. Gelecekte kullanılma imkânlarının artırılması için üretim masraflarının azaltılması gerekmektedir.

C. İzobutylendiüre (İBDU)

İBDU, üre ile izobütiraldehitin 2/1 mol oranında muamele edilmesiyle elde edilmektedir. İBDU suda eseri miktarda çözünür, higroskopisitesi ve yumaklaşma eğilimi azdır. Kuvvetli asit süperfosfat hariç diğer bütün gübrelerle karıştırılabilir. İBDU deki nitrojenin ayrışarak bitkilere faydalı formlara dönüşmesine tanelerinin büyüklüğü ve sertliği kuvvetle etki yapmaktadır. Ayrışma oranı, danelerin küçülmesi, pH'nın düşmesi, sıcaklığın ve toprak veriminin yükselmesi ile artmaktadır. Çözünmeye mikrobiyal aktivite etki yapmamaktadır. Japonya'da yapılan çalışmalarda pirinç ziraatında İBDU'nun pirinç ürününü amonyum sülfata nazaran % 20 artırdığı tesbit edilmiştir. Hindistan'da benzer sonuçlar alınmıştır.

D. Guanilyüre

Guanilyüre kalsiyum siyanamidin asitle muamelesinden elde edilmektedir. Çeşitli guanilyüre yapılmakta ise de en önemlileri sülfatlı ve fosfatlı olanlarıdır. Guanilyüre suda oldukça çözünür özelliktedir. Toprak kolloidleri tarafından tutulduğu için yıkanma kaybı pek azdır. Guanilyürefosfat molekülünün tümü ile toprak kolloidleri tarafından adsorbe edildiği saptanmıştır. Bu maddenin bir özelliği de su altında kalan topraklarda ana-

erobik mikroorganizmalar tarafından kolayca ayrıştırılmasıdır. İyi havalandırılan topraklarda mineralizasyon 50 günlük bir inkübasyondan sonra başladığı halde su ile doymuş topraklarda çok daha çabuk olmuştur. Su altındaki topraklara uygulanan guanilyürenin % 80 kadarının 20-30 günlük bir inkübasyon döneminde mineralize olduğu bildirilmektedir. Bu özellikleri dolayısıyla su altındaki pirinç için iyi bir gübre olarak tavsiye edilmektedir.

Guanilyürede de fiat yüksekliği kullanılmasını sınırlayan bir faktördür.

E. Üre-Asetaldehit

Üre ve asetaldehitin birleşmesi sırasında elde edilmektedir. Üre-Z adı da verilmektedir. Bazı araştırmalar üre kadar etkili olduğunu göstermektedir. Henüz deneme safhasındadır. Petrol endüstrisinde asetaldehitin nihai ürün olarak çok ucuz fiata ve bol miktarda elde edilmesi gelecekte geniş ölçüde kullanılma imkânını arttırmaktadır.

F. Crotonylenediüre (CDU) - Floronid

Krotonaldehit ile ürenin muamelesinden elde edilen bu maddenin bileşimi (2-OXO-4--metyl-6-ureidoheksahidroksiprimidine'dir. Floronid ticari adı altında imal edilmektedir. Kaba bünyeli topraklarda bitkilere üreye nazaran daha yavaş nitrojen sağladığı tesbit edilmiştir. Çözünme oranı danelerinin iriliğine bağlıdır.

G. Triazinler

Üre ve amonyakın sıcaklık ve basınç altında reaksiyonu sonucunda Cyanürük asit ammelid, ammelin ve melamin gibi halka şeklinde bileşikler elde edilmektedir.

Triazinler % 32-66 oranında nitrojen ihtiva ederler ve başlangıçta çok yavaş fakat 10-15 hafta sonra sür'atle nitrifikasyona uğrarlar. Nitrifikasyonu dane büyüklüğü etkilemektedir. Triazinlerin bitkilere nitrojen sağlama oranları çok düşük olduğundan gübre olarak fazla istikbal vadedmemektedir.

H. Metal Amonyum Fosforlar

Birçok divalan matellerin amonyum fosfatla meydana getirdikleri bileşiklerdir. Mg, Fe, Zn, Mn, Cu, Co ve Mo'nin amonyum fosfat bileşikleri hem yavaş nitrojen sağlayan gübre ve hem de bitki besin elementleri katyonlarının kaynağı olarak özellikle üzerinde durulan maddelerdir.

Zn, Cu, Mn ve Mo ile olan bileşikleri fazla kullanıldığı zaman zehirli olduğu için Mg AP ve Fe AP tın üzerinde önemle durulmaktadır. Metal amonyum fosfatlar düşük oranlarda nitrojen ihtiva ederler (% 7 civarında). Bunlardaki nitrojenin bitkilere faydalılığı çözünürlükten çok nitrifiye olma özelliklerine bağlıdır. Nitrifikasyon oranı dane büyüklüğü ile de ilgilidir. Bitkiler tarafından kullanılmaları da dane büyüklüğü ile ilgilidir. Metal amonyum fosfat bileşiklerindeki nitrojenin % 41-63'ünün ilk altı hafta içinde mısır bitkileri tarafından alındığı bir saksı denemesinden anlaşılmıştır. İkinci altı hafta içinde ise verilen nitrojenin % 53-77 si bitkiler tarafından alınmıştır.

Bu gruptaki gübreler fidan yetiştirme çiçekçilik ve çim kapağı oluşturan bitkiler için özel bir önem taşımaktadır.

İ. Nitrojence Zenginleştirilmiş Kömür

Kömürün nitrojence zenginleştirilmesi suretiyle yavaş ayrışan nitrojenli gübre yapımı girişimleri Hindistan ve Kanada'da denenmiştir. Bunda esas, kömürün önce oksitlenmesi ve sonra amonyak ile reaksiyona girmesidir. Bu şekilde elde edilen nitrojence zenginleştirilmiş kömürde % 14-22 oranından nitrojen bulunmakta ve bunun ancak 1/3'ü bitkiler tarafından alınabilir formdadır. Nitrojence zenginleştirilmiş kömürün nitrojenli bir gübre olarak durumu münakaşa konusudur. Bazı araştırmacılar bunun amonyum sülfattan daha etkili bir madde olduğunu iddia ederlerken bir kısmı da bunun zayıf bir nitrojen kaynağı olduğunu bildirmektedir. Üstünlüğü kalıcı etkisinin uzun sürmesine humus ihtiva etmesine bağlanmaktadır. Yapılan bir araştırmada toprağa verilen amonyum nitratın % 79 u bitkiler tarafından alındığı halde nitrojence zenginleştirilmiş kömürdeki nitrojenin ancak % 39'u bitkiler tarafından alınmıştır. Pirinç için iyi bir nitrojen kaynağı olmadığı tesbit edilmiştir. Nitrojence zenginleştirilmiş kömürde nitrifikasyonun çok yavaş olduğu ve 40 günlük inkübasyondan sonra ancak nitrifikasyon oranının % 15 olduğu saptanmıştır. Çok yavaş ayrışması, imâlinin masraflı oluşu ve taşıma masraflarının yüksek oluşu nedeni ile nitrojenli gübre olarak fazla önem taşımadığı anlaşılmaktadır.

KAPLANMIŞ GÜBRELER

Gübrelerin kaplanması birçok araştırmalara konu olmuş ve çok sayıda kaplama maddesi ve metodu denenmiştir. Kaplanmış danelerin içindeki güb-

renin serbest hale geçmesi aşağıdaki şekillerde mümkün olmaktadır:

1) Kabuğun içine giren su buharının içindeki ozmotik basıncı artırarak kabuğu çatlatması;

2) Mikrobiyal ve aşınma etkileriyle kabuğun bozulması;

3) Kabuk içindeki çözünmüş tuzların hareketinin kabuktaki ince gözenekler vasıtasıyla sınırlandırılması ve engellenmesi.

İlk iki durumda kaplama bir kere parçalanınca bütün gübre dışarı atılmış olur. Üçüncü mekanizma yavaş ayrılan gübre yönünden daha fazla önem taşımaktadır. Bu mekanizmada su ince gözeneklerden içeri girer ve gübre çözülmesini deliklerden dışarı çıkar. Böylece bitki besin maddesi belirli seviyede ve azalan oranlarda serbest hale geçer. Danenin içinde sıcaklığın ve basıncın artması serbest hale geçen gübreyi artırır. Sıcaklığın artması aynı zamanda bitkiler tarafından besin elementlerinin de alınımı hızlandıracağından bitki besin maddelerinin temini bitki ihtiyacına uyandırılmış olur. Bu tip kaplamada bitki besin elementlerinin serbest hale geçmesi pH, mikrobiyolojik aktivite ve diğer ortam faktörlerinin etkisi altında gerçekleşir.

A. Kükürt İle Kaplanmış Üre

Kükürt ile kaplanmış üre Tennessee Valley Authority ve Thiokol Chemical Corporation'ın çalışmaları sonucunda geliştirilmiştir. TVA'nin kükürt kaplanmış gübre imalindeki yapılan işlemleri oldukça basittir. Kaplama işlemi üzerinde gübre granülleri bulunan, dönen bir madeni satıh üzerinde yapılmaktadır. Gübre granülleri üzerine ergimiş kükürt

püskürtülmektedir. Daha sonra diğer madeni bir satıh üzerine geçen kükürt kaplanmış granüller örtü tabakasını çabucak parçalıyacak mikroorganizmaları öldürecek bir yağ ile (% 0,5 coaltar oil) ile muamele edilmektedir. Bu işlem oldukça ucuz olmasına rağmen üredeki nitrojenden % 25-50 oranında daha pahalıya mal olmaktadır.

Kükürt kaplanmış üreden nitrojenin serbest hale gelmesi, kaplamanın kalınlığına, gübrenin toprağa verilme durumuna, mikrop öldürücü maddelere sıcaklığa ve toprak ile temas süresine bağlı bulunmaktadır. Kükürt ile kaplanmış ürenin toprağa verilmesinin gününden itibaren her gün nitrojenin % 1 oranında serbest hale geçtiğinin Lunt tarafından tesbit edildiği bildirilmektedir. S-kaplanmış ürenin bir defada uygulanması ile, üç parti halinde uygulanan üreden alınan mahsül kadar iyi mahsül alındığı saptanmıştır. Ayrıca toprağın fazla yıkandığı şartlar altında S- kaplanmış üre ile elde edilen mısır ürünü üreden elde edilen üründen fazla olmuş ve bitkilerin topraktan kaldırdıkları nitrojen de daha fazla olmuştur. Burada S- Kaplanmış üre kullanmanın en önemli etkisi yaprak ürününü mevsimin sonlarına kadar uzatması ve mevsim boyunca proteinin iyi bir şekilde dağılımını sağlamasıdır.

Üre bazı şartlar altında bitkilerde yanmaya sebep olduğu halde S- kaplanmış ürenin yakıcı etkisi yoktur. Sıraya verilmiş üre (112 kg/Ha N) çimlenen bütün mısır bitkilerini öldürdüğü halde S- kaplanmış üre hiç bir hasara sebep olmamıştır.

Kaplarda yetiştirilen süs bitkileri için S- kaplanmış gübre ideal bir nitrojen kaynağı kabul edilmektedir. Bir

defada uygulanan S- kaplanmış gübre, uzun zaman gelişmeyi sağlayacak nitrojen temin etmektedir.

S- kaplanmış üre ile yapılan deneyler istikbal vadetmektedir. Kükürt bir bitki besin elementi olduğundan diğer kaplama materyallerine nazaran üstünlük taşımaktadır. Fakat kaplama işlemlerinde çözümlenmesi gereken bazı problemler vardır.

B. İnert Maddelerle Kaplanmış Gübreler

Kontrollu ayrışmayı sağlamak maksadı ile üre ve amonyum nitrat granüllerinin üzerini daha ziyade inert, suya dayanıklı bir örtü tabakası veya bir gısa ile kaplamaya teşebbüs edilmiştir. Kaplama maddesi olarak polietilen, akrilik asetat ve diğer reçineler, yağlar, parafinler, sakızlar, asfaltik maddeler ve vakumda buharlaştırılmış metaller kullanılmıştır.

Bu şekilde kaplanmış amonyum nitrat granüllerinden nitrojenin serbest hale geçmesi kaplamanın kalınlığı ve

sıcaklığın etkisine bağlı bulunmuştur. Fakat toprak pH'sı ve mikrobiyal aktivite ayrışmayı önemli surette etkilememiştir. Kaplanmış gübrelerin fazla yıkanan şartlar altında verimi arttırdığı ve yıkanan nitrojeni kontrol ettiği tesbit edilmiştir. Patrick ve çalışma arkadaşları (1964) plastik madde ile kaplanmış amonyum sülfat ve ürenin toprak altına verilmek suretiyle, kaplanmamış gübrelerle kıyasla piriñ ürününü arttırmada üstün olduğu ve asfalt ile kaplanmış olanların kaplanmamış gübrelerden de az etkili olduğunu bildirmekteler. Asfalt kaplı olanın etkisinin azlığını, bitkilerin ihtiyacının altında nitrojen açığa çıkardıklarına yormuşlardır. Reçine ile kaplanmış amonyum sülfat ve ürenin piriñ ürününde kaplanmamış gübrelerden daha etkili olduğu bildirilmektedir.

Nitrojenli gübrelerde kaplama işlemi, ucuz maliyet fiatı ile yapılabilirse gerek nitrojen kayıplarını önlemede ve gerekse verilen nitrojenin etkinliğini arttırmada tesirli bir yol olarak görünmektedir.

SONUÇ

Yapılan araştırmalar bitkilerin uygulanan nitrojenin sadece belirli bir kısmını kullanabildiklerini göstermektedir. Nitrojenin bitkiler tarafından alınan kısmı sıcak ve fazla yağışlı bölgelerde oldukça düşüktür. Periyodik ıslanma ve kuruma etkisinde kalan piriñ tarlaları bu bakımdan özel bir önem taşımaktadır. Bu bölgelerde nitrifikasyonu önleyici maddeler ve yavaş ayrışan nitrojenli gübrelerin kullanılması istikbal vadetmektedir. Bu maddelerin gelişt-

rilmesi ile ilgili çalışmalar sınırlı olmakla beraber cesaret vericidir.

Bu maddelerin ekonomik olarak kullanılmaları ile ilgili çalışmaların yapılması mümkün olamamaktadır. Zira bu maddelerin çoğu halen gelişme safhasında olup pilot fabrikasyon esasına göre üretilmektedir. Fabrikasyon şeklinde üretim ile tecrübe üretiminin maliyet bakımından tamamiyle ayrı şeyler olduğu tabiidir.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Allison, F.E. 1955. The Enigma of Soil Nitrogen Balance Sheets. *Advances in Agronomy*. Vo. 7, 213-250. Academic Press-New York and London.
- Barthelomew and Clark, 1965. Soil Nitrogen, 1-606. American Society of Agronomy Inc. Publisher Madison, Wis. USA.
- Black, C.A. 1968. Soil Plant Relationships S. 1-773. John Wiley and Sons Inc. New York
- Ergene, A. 1961. Toprakta Nitrojen Muvazenesi. Atatürk Üniversitesi 1961 Yılı S. 125-136.
- Ergene, A. 1975. -Türkiye'de Tarımsal Üretimin Arttırılması ve Gübre Sorunu. *Ziraat Dergisi*, Cilt: 6, Sayı: 2.
- Karakaplan, S. 1971. Rize Topraklarında Yıkanma İle vukubulan Nitrojen Kaybı Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi, Basılmamıştır.
- Öğüş, L. ve Sezen, Y. 1975. Yayınlanmamış araştırma sonuçları.
- Patrick. W. H., and Wyatt, R., 1964. Soil Nitrogen Loss as a Result of Alternate Submergence and Drying. *Soil Science Society Amer. Proc.* 28, 647-653.
- Prasad, R., Rajale, G.B. and Lakhdive, B. A. 1971. Nitrification Retarders and Slow-Release Nitrogen Fertilizers. *Advances in Agronomy*, Vo.; 23, 337-383.
- Sebey, B.R. 1968. The Influence of Nitrification Suppressants on the Rate of Ammonium Oxidation in Midwestern USA Field Soils. *Soil Scie Soc. Amer. Proceedings*, 32, 675-679
- Thompson, L.M. 1957. Soils and Soil Fertility 1-441, (S. 229).
- Tisdal, S.L. ve Nelson, L.W. 1956. Soil Fertility and Fertilizer, 1-430. The MacMillan Company, New York.