

# DOĞANIN NORMAL ELEMENTLERİ OLAN NİTRAT ( $\text{NO}_3$ ), NİTRİT ( $\text{NO}_2$ ) OLUŞUMU VE ET ÜRÜNLERİNE KATILAN $\text{NO}_3$ ve $\text{NO}_2$ KORKUSU

Hüsni Yusuf Gökalp (1)

## ÖZET

Nitrojenin, hayatiyetin temel yapı taşlarından biri olduğu bilinmektedir. En ilkel canlı formlarında dahi amino asitlerin esas ve zorunlu yapı birimleri olduğu belirtilmiştir. İlk olarak biyosfer içerisinde  $\text{NO}_3$  oluşumu, elektromagnetik radyasyonların atmosfer içerisindeki  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  ve  $\text{NH}_3$ 'a etkisi ile olmuştur. Bugünkü çevre koşulları altında  $\text{NO}_3$  ve  $\text{NO}_2$  amonyum iyonundan ( $\text{NH}_4$ ) iki aşamalı biyolojik oksidasyon reaksiyonları ile oluşmakta ve canlının ayrılmaz bir parçası halinde bulunmaktadır. İnsan bünyesine çok çeşitli yollardan  $\text{NO}_3$  ve  $\text{NO}_2$  alınmasına karşın, özellikle son yıllarda dünyanın çeşitli yörelerinde ve yurdumuzda et ürünlerine ilave edilen  $\text{NO}_3$  ve  $\text{NO}_2$ 'te karşı bilgili veya bilgisizce bir mücadele sürdürülmektedir. Bu yazıda  $\text{NO}_3$  ve  $\text{NO}_2$ 'in oluşumu ve canlıların bünyesine çok çeşitli yollardan alındığı ve et ürünlerine yöneltilen hücumun esasları açıklanmıştır.

## 1. GİRİŞ

Bilindiği gibi HAYATİYETİN esas bir elementi şüphesizki nitrojendir. 1976 yılının temmuz ayında VİKİNG SPACE uydusu Mars yüzeyine Mars'da yaşayan organizma olup olmadığını ve diğer ilmi ölçümleri yapmak için gönderilmiştir. Viking üzerine yerleştirilmiş olan hassas aletlerle toplanan bilgilerin radyo dalgaları ile dünya yüzeyine aktarılması devam etmektedir. Bugüne kadar, Mars atmosferinde nitrojenin varlığı saptanamamıştır (Jukes, 1976). İlim adamları, eğer Mars'da fonksiyonel miktarda nitrojen yoksa, bu gezegende hayatın olabilme ihtimalinin olmadığını belirtmektedirler. Canlılığın orijini hakkındaki teoriler en ilkel canlı formunda dahi amino asitlerin esas ve zorunlu yapı taşları olduklarını belirtmektedir (Lehninger, 1977; Orgel, 1968). Uzaydan dünyamıza gelen Gök Taşları'nda çok az miktarda da olsa amino asitlerin saptanması, ileri sürülen görüşleri daha da desteklemektedir (Jukes, 1976; Lehninger, 1977).

1 Ata. Üni. Zir. Fak. Tarım Ürünleri Teknoloji Bölümü Doçenti. Erzurum.

## 2. PİRİMİTİF ATMOSFER ve NİTRATIN OLUSUMU

Hayatın orijiniindeki ilk faktör, şüphesizki atmosferin oluşumudur. Pirimitif atmosferin oluşumu hakkındaki esas ve geçerli teori, dünyanın iç kabuğundan kaçan gazdan oluştuğu ve esas olarak su ( $H_2O$ ), metan ( $CH_4$ ) ve amonyak ( $NH_3$ ) tarafından oluşturulup domine edildiği görüşüdür (Anon, 1978; Orgel 1968). Bu ilk atmosferde serbest oksijenin ( $O_2$ ) olmadığı, fakat karbondioksidin ( $CO_2$ ) olma olasılığının olduğu ileri sürülmektedir. Dünyanın evrim tarihinde, pirimitif atmosferin oluşumu ile başlayan veya hemen onu takip eden en önemli olay FOTOSENTEZ olayıdır. Fotosentez, yaklaşık 2 milyar sene önce başlamış ve  $O_2$ 'nin dünya atmosferine girmesini sağlamıştır. Bunu takiben, elektromagnetik radyasyonların atmosfer içerisindeki  $O_2$ ,  $H_2O$  ve  $NH_3$  halindeki nitrojene etkileri sonucunda biyosfer içerisinde nitrat ( $NO_3$ ) oluşmuştur (Çizelge 1). Başlangıçta çoğunlukta olan fotosentetik organizmalar mavi-yeşil algler olmuştur. Algler;  $H_2O$  ve  $CO_2$ 'den serbest  $O_2$  oluşturmakta ve bünyelerinde nitrojen genellikle  $HN_3$  şekline bulunmaktaydı (Anon, 1978; Lehninger, 1977). Dünya yüzeyinde fotosentezin görünmeye başlamasından önce yaşayan organizmalar, kimyasal enerjiyi moleküler oksijenin yokluğunda, anaerobik fermentasyon yolu ile meydana gelen değişik organik moleküllerden sağlamaktaydılar. Bugün, dünya yüzeyinde obligate anaerob (tam anaerob) olarak yaşayan birçok bakteri, bu adı geçen reaksiyonu yaygın bir şekilde kullanmakta ve bunlar için  $O_2$  öldürücü olmaktadır. Örneğin, gazlı gangirene yakalanan yaralı ve hastalar oksijen çadırına konurki bulaşıcı *Clostridia* öldürülebilir. Atmosferik oksijenin ulaşamadığı göl diplerinin derin çamur tabakaları gibi kendisine uygun ekolojik yerlerde yaşayarak yok olmaktan korunan ve *Clostridia*'ya yakinen benzeyen bir bakteri ilkel mikroorganizmaların evrimsel atası olarak kabul edilmektedir. Buna karşılık, dünya üzerindeki şimdiki hayat formlarının pek çoğu, yaklaşık 2 milyar sene önce, biyosferde klorofilin meydana gelmesi ve sonuçta  $O_2$ 'nin atmosfere girmesine uyum sağlayabilen ebeveynlerden evrim yolu ile meydana gelmiştir. Bu uyumluluk, oksidatif fosforilasyon olayına iştirak eden ve moleküler  $O_2$ 'ni kullanabilen mitokondrial enzimlerin gelişim seyri ile mümkün olmuştur (Deatherage, 1978; Jukes, 1976; Raff, 1972).

Organizmalar, mitokondrial enzimlerin gelişmesine, fotosentez sonucu atmosfere giren  $O_2$ 'nin ve gök fırtınaları ve olayları sonucunda oluşan  $NO_3$ 'ün varlığına kendilerini adapte etmek zorunda kalmışlardır. Bu nedenle, canlıların bazı formları yeşil bitkiler dahil,  $NO_3$ 'ü  $NH_3$ 'ga indirgeyen enzim sistemleri geliştirmişlerdir. Diğer organizmalar bitkisel yiyeceklerden aldıkları  $NO_3$  ve nitriti ( $NO_2$ ) dışarı atmak için özellikle böbreklerin fonksiyoner olduğu boşaltım sistemleri geliştirmişlerdir (Lehninger, 1977a).

## 3. NİTROSOMONAS, NİTROBACTER ve ZAMANIMIZDAKİ NİTROJEN SIKLUSU

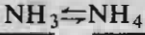
Geçen 2 milyar senenin bazı zaman dilimlerinde, toprak içerisinde yaygın

bir şekilde bulunan *Nitrosomonas* ve *Nitrobacter* olarak bilinen iki geniş sınıf toprak bakterisi oluşmuştur.

*Nitrosomonas*'lar  $\text{NH}_3$ 'lı bileşikleri  $\text{N}\bar{\text{O}}_2$ 'te okside ederler. Meydana gelen  $\text{N}\bar{\text{O}}_2$  ise *Nitrobacter*'ler tarafından  $\text{N}\bar{\text{O}}_3$ 'ta okside olur. Bu olaylar siklusu "Nitrifikasyon" olarak adlandırılır. Çizelge 1'de, nitrifikasyon olaylar siklusunun piri mitif atmosfer koşulları altındaki cereyan ediş şeklinden başlamak üzere, zamanımızdaki atmosfer ve çevre koşulları altında cereyan eden nitrojen siklusuna nasıl ulaşıldığı özetlenmiştir.

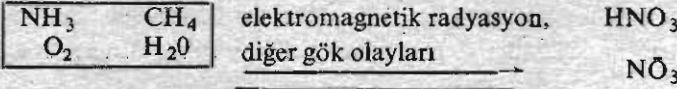
Çizelge 1. Dünyanın Evrim Süreci İçerisinde Nitrojen Siklusu Nitrat ve Nitritlerin Oluşumu.

a. Pirimitif Atmosfer ( $\text{O}_2$  yok, bugünkü miktarın % 1'den daha az).

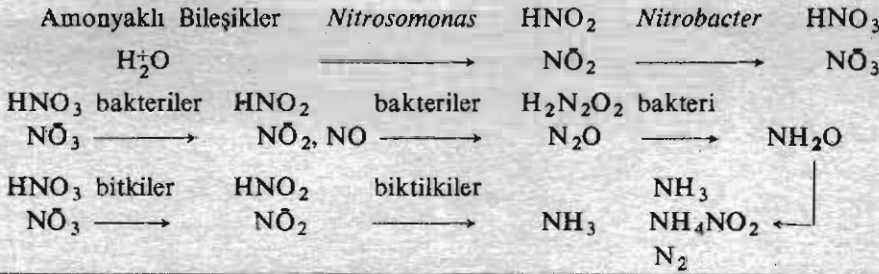


nitrojen kaynağı aspartik asitten

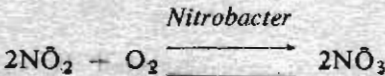
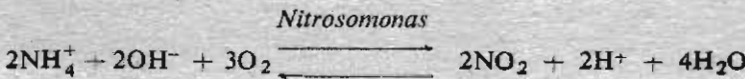
b. Fotosentezin İlk Başladığı Zamanki Atmosfer



c. *Nitrosomonas* ve *Nitrobacter*'lerin Oluşumu ve Bugünkü Atmosfer



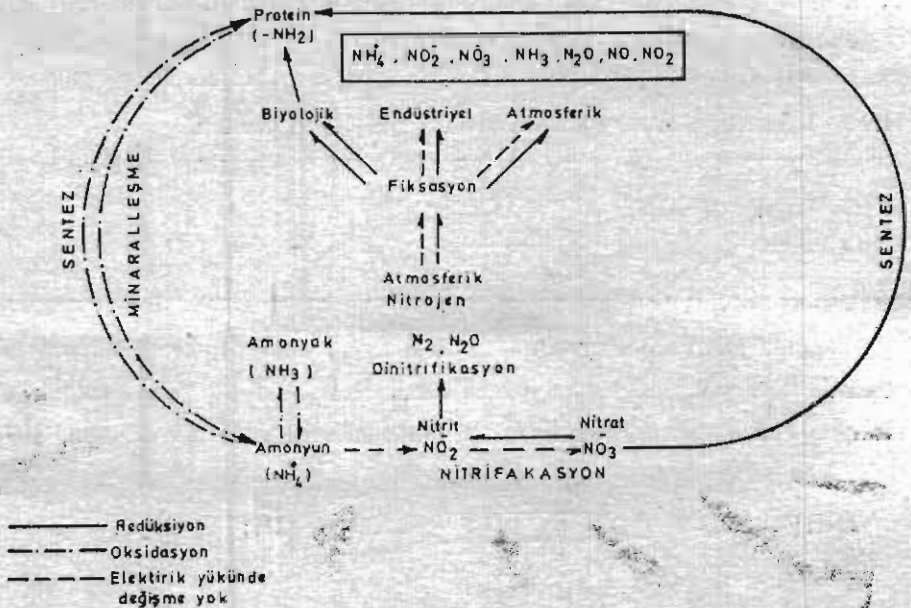
Bugünkü çevre koşulları altında, özellikle toprak içerisinde ve suların yüzey tabakalarında  $\text{N}\bar{\text{O}}_3$ , amonyum iyonunundan ( $\text{NH}_4^+$ ) iki aşamalı biyolojik oksidasyon (nitrifikasyon) reaksiyonları sonucunda oluşmaktadır (Anon, 1978).



Belirtilen bu reaksiyonlar ile  $\text{NO}_3$  oluşur iken, ara ürünler olarak  $\text{NO}_2$ 'de oluşur. Son ürün olarak meydana gelen  $\text{NO}_3$  diğer bakteriler tarafından redüksiyona uğrarak moleküler nitrojene ( $\text{N}_2$ ) dönüştüğü gibi bitkiler tarafından absorbe edilerek iki ayrı reaksiyonla önce  $\text{NO}_2$ 'e ve sonra da  $\text{NO}_2$ 'in indirgenmesi ile amonyaka ( $\text{NH}_3$ ) dönüşürebilir. Diğer bazı grup bakteriler de vardır ki, bunlar  $\text{NO}_3$  ve  $\text{NO}_2$ 'i indirgeyerek nitrojen oksit ( $\text{NO}$ ) oluştururlar.

Çizelge 2'de, zamanımızdaki atmosfer ve çevre koşulları altında cereyan eden nitrojen siklusu ayrıntıları ile belirtilmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi atmosferik ve yerel nitrojenin birbirlerine dönüşümü hava, su, toprak, mikroorganizmalar, bitki, hayvan ve insan gibi pek çok farklı yollarla olmaktadır. Nitrojenin çeşitli formlara dönüşümündeki esas faktörler; iklim koşulları, hayvan ve bitki türü ve yoğunluğu, tarımsal işletmecilik ve endüstrileşmenin durumudur. İnsan toplumunun tarımsal ve endüstriyel aktivitelerinin sonucu doğadaki nitrojen siklusu önemli bir modifikasyon süreci geçirmiştir.

Atmosferik nitrojen, dinitrojen ( $\text{N}_2$ ) şeklindeki bir yapıdadır ve çok kuvvetli  $\text{N}=\text{N}$  bağı nedeniyle kimyasal olarak aktif değildir. Atmosferik nitrojenin belirli bir kısmı mikrobiyel dönüşüme uğrarak canlı organizmaların bünyelerine girerki, bu olaya "Nitrojen Fiksasyonu" adı verilir. Nitrojen fiksasyonu ile yıllık 150 milyon ton nitrojenin bağmlandığı tahmin edilmektedir. (Anon, 1978; Jukes, 1976).



Çizelge 2. Zamanımızdaki Atmosfer ve çevre Koşullarındaki Nitrojen siklusu

$\text{N}\ddot{\text{O}}_3$  ve  $\text{N}\ddot{\text{O}}_2$  gelişmiş hayvanların bünyelerine nitrojen siklusunda cereyan eden olaylar sonucunda istenilmeyen bileşikler olarak evrimin doğal seyri ile girmiştir. Hayvanların  $\text{N}\ddot{\text{O}}_3$ 'larla temasları  $\text{N}\ddot{\text{O}}_3$  içeren yeşil bitkilerin tütüketilmesi ve  $\text{N}\ddot{\text{O}}_3$ 'lu suların içilmesi ile olmaktadır.  $\text{N}\ddot{\text{O}}_3$  ve  $\text{N}\ddot{\text{O}}_2$ 'in hayvanlar için hiçbir besin değeri yoktur ve böbrekler vasıtasıyla boşaltım yoluyla dışarı atılmaktadır (Lehninger, 1977 a; Orgel, 1968).

#### 4. DÜNYADAKİ $\text{N}\ddot{\text{O}}_3$ BİRİKİMİ

Dünya yüzeyindeki  $\text{N}\ddot{\text{O}}_3$  birikiminin en meşhuru, Güney Amerika'da Şili'deki  $\text{N}\ddot{\text{O}}_3$  depolanmalarıdır.  $\text{N}\ddot{\text{O}}_3$  tuzlarının Antartika Kıtası'nda da geniş alanları kapladığı saptanmıştır. Bu depolanmanın okyanusların üst yüzeyinden atmosfere yükselen ve buradan presipitasyon yolu ile tekrar yer yüzeyine dönen  $\text{N}\ddot{\text{O}}_3$  depolanmalarından ileri geldiği belirtilmektedir (Jukes, 1976). Nitrojen ve nitrojenli bileşikler atmosfer içerisindeki seyir sırasında  $\text{N}\ddot{\text{O}}_3$ 'a okside olabilmekte ve Antartika Kıtası'nın üzerinde kar ile birlikte yere düşebilmektedir. Buradan tekrar kar ile beraber sublimasyona uğruyarak veya eriyip evaporasyon yolu ile havaya geçebilmektedir. Antartika Kıtası'nda  $\text{N}\ddot{\text{O}}_3$ 'ların yıkanarak uzaklaşması veya herhangi bir biyolojik aktivite yoktur. Dünyanın diğer pekçok yöresinde  $\text{N}\ddot{\text{O}}_3$ 'lar yıkanarak uzaklaşabilmekte veya mikroorganizmalar tarafından kullanılabilir. Şili'de çok uzun seneler sonucunda meydana gelmiş olan geniş  $\text{N}\ddot{\text{O}}_3$  depolanmaları ise, bir istisnadır. Şili Çölü'nün toprağının ortalama  $\text{N}\ddot{\text{O}}_3$  konsantrasyonu düşük olup, % 0.1-0.2 arasındadır. Dünyanın diğer çöllerinde de ortalama bu civardadır. Bu durum,  $\text{N}\ddot{\text{O}}_3$ 'ün genel olarak organik kalıntıların oksidatif bozunmaları, volkan aktiviteleri ve bunlara bağlı atmosferik olaylar sonucunda meydana geldiği teorisine uygunluk göstermektedir (Anon, 1978).

Dünyada yıllık ortalama nitrojen fiksasyonunun ne kadar ve hangi yollarla olduğunu belirlemek için bazı tahminler yapılmıştır. Örneğin, 1974 yılı dünya toplam nitrojen fiksasyonu 237 milyon ton olarak tahmin edilmiştir. Bu fiksasyonun yaklaşık % 63'ünün tarımsal, ormanlık ve kullanılmayan kara parçası üzerindeki doğal işlemlerle; % 24'ünün endüstriyel fiksasyon ve artıklarla; % 9'unun atmosferdeki çeşitli kimyasal olaylarla; % 4'ünün uzaydaki elektromagnetik radyasyon yolu ile oluştuğu tahmin edilmiştir. Okyanuslar yolu ile olan fiksasyon, toplam fiksasyonun % 1'den daha az olabilmektedir (Jukes, 1976).

#### 5. ET ÜRÜNLERİNE KATKI MADDESİ OLARAK KATILAN

##### $\text{N}\ddot{\text{O}}_3$ ve $\text{N}\ddot{\text{O}}_2$ KORKUSU

Yukarıda çok kısa olarak evrim süreci ve oluşumunu verdiğimiz,  $\text{N}\ddot{\text{O}}_3$  ve  $\text{N}\ddot{\text{O}}_2$ 'tin zehirleyici ve kanserojenik etkileri hakkında, bilhassa son yıllarda dünya kamuoyunda ve memleketimizde bir korku ve tedirginlik belirmiştir. Özellikle et

ürünlerine ilave edilen  $\text{NO}_3$  ve  $\text{NO}_2$  'tin et içerisinde ve insan midesinde N-nitroso bileşiklere dönüşerek karaciğer, yemek borusu ve sindirim sisteminde kanserojenik tümörlere neden olduğu belirtilerek, tüketici ve üreticinin dikkati fazlasıyla çekilmiş ve korkutulmuştur. Hatta, A.B.D.'de  $\text{NO}_3$  ve  $\text{NO}_2$ 'tin et ürünlerine katılmasının zamanla önlenmesi gereği ileri sürülmüş, günlük gazetelerde; et ürünleri,  $\text{NO}_3$  ve  $\text{NO}_2$  ile N-nitrosaminler ve bunların kanserojenik etkileri hakkında yarım ve eksik bilgilere dayanan haberler sergilenmiştir. Zaten kanser fobisi olan halk, paniğe sevk edilmiş ve mesele günlük doğal konuşmalara konu olmuştur.

Batı toplumlarında yaygın olan kanser fobisi ve bazı et ürünlerine belirli oranlarda ilave edilen  $\text{NO}_3$  ve  $\text{NO}_2$  'tin kansere neden olduğu fikri ve gerçeği son yıllarda memleketimize de erişerek, önce üniversite ve ilim çevrelerinde ve içinde bulunduğumuz yıllarda ise artık halk arasında da konuşulan konular olmaya başlamıştır.

Nedir bu  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_2$  ve N-nitroso bileşiklerinin canlılarda ve insanda zehirlenmelere ve kansere neden olmaları? Et ürünlerinden aldığımız  $\text{NO}_2$  ve N-nitrosaminlerin diğer gıdalarla özellikle bol yapraklı sebzeler, içme suları ve kendi öz tükrüğümüz ile aldıklarımıza oranı nedir? Acaba yeşil yapraklı sebzeler, havuç,  $\text{NO}_3$  ve  $\text{NO}_2$  katılmış et ürünleri yememeli, tarımsal alanlarda nitrojenli gübreler kullanmamalı ve tükrüğümüzü yutmamalmıyız? Nedir bu kanser fobisi? İşte bu ve bunlara benzer soruların cevaplarını diğer yazılarımızda açıklamaya çalışacağız.

#### KAYNAKLAR

1. Anonymous, 1978. Nitrates, Nitrites and N-Nitroso Compounds. Environmental Health Criteria 5. Published by World Health Organization. Geneva, 1977.
2. Deatherage, F.D., 1978. "Man and His Food and Nitrite" Ed. Pork Ind. Group National Live Stock and Meat Board, Chicago, ILL., USA.
3. Jukes, T.H., 1976. Nitrates and Nitrites As Components of the Normal Environment. Meat Ind. Res. Conf. March 25-26; 41-48.
4. Lehninger, A.L., 1977 a. Formation of Nitrogenous Excretion Products. In "Biochemistry" Pages: 579-584. Ed. Worth Publishing Inc. New York, N.Y. USA.
5. Lehninger, A.L., 1977. The Origin of Life. In "Biochemistry" Pages: 1031.
6. Raff, R.A. and Mahler, H.R., 1972. The Nonsymbiotic Origin of Mitochondria. Science 177: 575-582.
7. Orgel, L.E. 1968. Evolution of the Genetic Apparatus. A Comparison of Life Without Nucleic Acids vs. Life Without Proteins. J. Mol. Biol. 38:381-393