

## IV. TERCÜMELER



## TOPRAĞIN ORGANİK FRAKSİYONU TARAFINDAN AMONYAĞIN FİKSASYONU 1/

M. Turgut SAĞLAM 2/

*Toprağın organik fraksiyonunun oldukça fazla miktarda  $NH_3$  fikse etme kapasitesine sahip bulunduğu ve organik madde-  $NH_3$  komplekslerinin parçalanmaya karşı son derece dayanıklı olduğu, birçok araştırmacı tarafından tesbit edilmiştir. Amonyak-organik madde reaksiyonunun mekanizması ve tarımsal önemi tam olarak anlaşılmış değildir. Serbest  $NH_3$  ihtiva eden (susuz  $NH_3$  ve azot solusyonları gibi) gübrelere büyük ölçüde kullanılması ve bazı gübre materyallerinin üre gibi parçalanarak  $NH_3$  meydana getirmesi gibi nedenlerle,  $NH_3$  fiksasyonu büyük önem taşımaktadır. Bu konudaki literatürlerin 1957 yılına kadar olan kısmı Mortland (1958) tarafından özetlenmiştir.*

*Bu yazıda kullanılan fikse  $NH_3$  terimi; asit veya nötral tuz solusyonları ile yıkama ve ekstraksiyona karşı, toprak organik maddesi tarafından ilave edilen  $NH_3$  tan tutulan amonyağı ifade etmektedir.*

### A. Fiksasyon Reaksiyonunun Tabiatı ve Şartları

Toprak organik maddesinin amonyağı fikse etme özelliği hakkındaki ilk bilgiler, ticari gübre olarak kullanılmak üzere azotlu organik bir materyalin istihali üzerindeki çalışmalardan elde edilmiştir. Pit (peat) ve bitki ori-

jinli diğer maddelerin  $NH_3$  ile muameleleri yönünden birçok işlemler geliştirilmiştir. Erasmus (1928), selüloz ve şeker gibi bitkisel orijinli karbonhidratları basınç altında  $NH_3$  ile ıstıtmış ve % 20 ye kadar azot ihtiva eden ürünler elde etmiştir. Ehrenberg ve Heimann (1932), muhtelif katalizatörler ve ok-

1/ Nommik, H., 1965. Ammonium Fixation and other reactions involving a nonenzymatic immobilization of mineral nitrogen in soil. In Bartholomew and Clark (Ed.). Soil Nitrogen, Agronomy 10: 240 — 248. Amer. Soc. Agron. Madison, Wisconsin, U.S.A.

2/ Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Öğretim Üyesi.

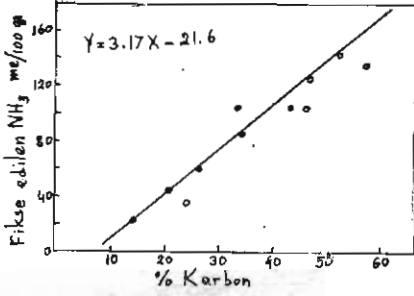
topraktaki  $\text{NH}_3$  fiksasyonu için oksijen mevcudiyetinin şart olmadığını göstermiştir. Anaerobik (havasız) şartlarda dahi önemli miktarda  $\text{NH}_3$  fikse edildiği müşahade edilmiştir. Kısa devrede yapılan (24 saat) denemelerde, farklı kısmi oksijen basıncının herhangi bir etkiye sahip olmadığı anlaşılmıştır. Bu durumda toprak organik maddesi, oksijen yokluğunda  $\text{NH}_3$  fikse etmeyen orkinol, hidrokinon ve pirogallol gibi saf polifenolik bileşiklerden farklı bir davranış göstermiştir. Bu hususu dikkate alan Broadbent ve çalışma arkadaşları (1961),  $\text{NH}_3$  fiksasyonu meydana gelmeden önce polifenolik bileşiklerin kısmen bir oksidasyona maruz kalmaları gerektiğine işaret etmektedirler. Araştırmacılar,  $\text{NH}_3$  fikse etme kabiliyetinde olan ve polifenollerin oksidasyonu neticesinde ortaya çıkan kinon gibi aktif grupların toprakta normal olarak mevcut olmasının, anaerobik şartlar altındaki fiksasyonu izah edebileceğini ileri sürmektedirler. Bu duruma göre, bu aktif gruplar kullanıldığı zaman yeni bir fiksasyonun olabilmesi için, oksidasyon suretiyle yeni grupların ortaya çıkması gerekmektedir. Sözü edilen bu görüşün doğruluğu, 7 gün gibi uzun devrede yapılan ve oksijen mevcudiyetinde, oksijenin mevcut olmamasına oranla daha fazla  $\text{NH}_3$  in fikse edildiği deneme sonuçları tarafından desteklenmiştir.

Sığır gübresi, çiftlik gübresi ve kanalizasyon sularının kendiliğinden oksitlenmesi esnasında kullanılan oksijen ve  $\text{NH}_3$  fiksasyonu üzerinde çalışan Jansson (1960); hümsü teşekkülünün, ligninli komplekslerin alkalın bir ortamda oksitlenmesi ile müşterek özelliklere sahip bulunduğunu müşahade

etmiştir. Bununla beraber biyolojik oksidasyon, alkalın bir ortamdaki kimyasal oksitlenmeden çok daha yavaş cereyan etmektedir. Jansson;  $\text{NH}_3$  fiksasyonunun mekanizması ile ilgili olarak, oksidasyon suretiyle kinonaminlerine bağlanan amino fenollerin teşekkülü halinde,  $\text{NH}_3$  in öncelikle fenolik hidroksil gruplarına bağlanabileceğini ileri sürmüştür. Laatsch (1948) i örnek gösteren Jansson, bu bileşiklerin stabil olmadığını ve imino gruplarının, heterosiklik zincirlerin teşekkülü halinde zincirler veya bitişik gruplar ile kolaylıkla reaksiyona girebileceğini dikkate almıştır. Halka teşekkülü, fikse  $\text{NH}_3$  in kuvvetli asit ve alkalilere karşı dayanıklılığı hakkında tatminkar bir izah tarzı vermektedir.

Burge ve Broadbent (1961) tarafından yapılan ve tarımsal yönden büyük önem taşıyan müşahadelere göre, organik topraklardaki  $\text{NH}_3$  fiksasyonu ile toprakların C muhtevası arasında doğrusal bir ilişki mevcuttur. (Şekil 1). Daha yüksek karbon muhtevasında, genellikle daha fazla  $\text{NH}_3$  fikse edilmektedir (Mendez, 1963; Nommik ve Nilsson, 1963b; Sohn ve Peech, 1958). Deneme şartları altında; aerobik çevre şartlarında her 29 karbon atomu için 1 molekül  $\text{NH}_3$ , anaerobik çevre şartlarında ise her 45 karbon atomu için 1 molekül  $\text{NH}_3$  fikse edilmektedir. Sohn ve Peech (1958), en yüksek  $\text{NH}_3$  fiksasyon kapasitesini, fazla organik madde ihtiva eden asit topraklarda bulmuşlardır.

Fiksasyon reaksiyonunda  $\text{NH}_4$  değilde amonyağın rol oynamasından dolayı,  $\text{NH}_3$  in fikse olma derecesi için ortamın pH değeri önemli bir faktör olabilir. Bu ilişki bir çok a-

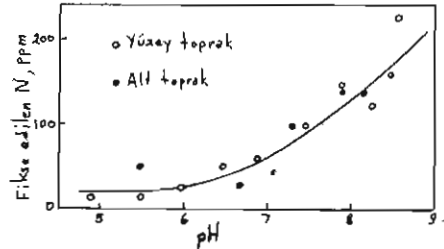


Şekil 1. Aerobik şartlar altında organik topraklardaki amonyak fikseasyonu ile karbon muhtevası arasındaki ilişki (Burge ve Broadbent, 1961).

araştırıcı tarafından dikkatli şekilde tetkik edilmiştir. Mattson ve Koutler—Anderson (1943), hümüsün NH<sub>3</sub> fikse etme kapasitesinin pH 7 de ihmal edilebilir ölçüde olduğunu ve pH değerinin artması ile fikseasyonun da arttığını müşahade etmişlerdir. Bu araştırmada elde edilen farklı pH değerleri, değişik miktarlarda ilave edilen NH<sub>3</sub> in bir sonucudur. Bu nedenle sadece pH değil, toplam NH<sub>3</sub> konsantrasyonu da değişik olmuştur.

Shoji ve Matsumi (1961) ve Nomik ve Nilsson (1963 b), amonyak tutulması üzerine pH'nın etkisini araştırmak maksadı ile organik toprakları denemeye almışlar ve denemelerinde sabit bir seviyedeki amonyum tuzlarını kullanmışlardır. Bu araştırmalara göre, toprağın NH<sub>3</sub> fikse etme kapasitesi, muamele edilen örnekteki H<sup>+</sup> iyonu konsantrasyonu ile yakinen ilgilidir. pH değerinin 7 den aşağı olması halinde, fikseasyon ölçülmeyecek kadar azdır ve önemli değildir. Bu durum; asit ham hümüsü, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile muamele ederek fikse olan N miktarını ölçen ve sadece, kreçleme ile pH değeri 7 nin üzerine çı-

karılan örneklerdeki organik azotun önemli ölçüde arttığını müşahade eden Themlitz(1956 a) in buluşları ile uygunluk göstermektedir. Fiksasyonunun büyük ölçüde pH ya bağlı olduğu, Broadbent ve çalışma arkadaşları (1961) tarafından da belirlenmiştir. N<sup>15</sup> kullanılarak fikseasyon oranının ölçüldüğü çalışmada, nötral noktadan sonra geniş ölçüde fikseasyon meydana gelmiş ve daha yüksek pH değerlerinde ise, pH ile fikse edilen azot arasındaki ilişki doğruya yaklaşan bir durum göstermiştir (Şekil 2). Daha önce verilen araştırmalara zıt olarak Broadbent ve çalışma arkadaşları (1961), 6 ve daha düşük pH değerlerinde dahi ilave edilen NH<sub>3</sub> in az bir miktarının fikse edildiğini ve bunun ölçülebildiğini tesbit etmişlerdir.



Şekil 2. Bir pitli mak'ın pH değeri ile amonyak fikseasyonu arasındaki ilişki. pH değerindeki değişiklik, farklı miktarda Ca(OH)<sub>2</sub> ilave edilerek elde edilmiştir (Broadbent ve çalışma arkadaşları, 1961).

Önceden de değinildiği gibi, sadece susuz ve sıvı NH<sub>3</sub> değil, aynı zamanda toprakta parçalanarak NH<sub>3</sub> meydana getiren üre ve kalsiyum siyanamid gibi bileşikler de toprağın organik fraksiyonu tarafından fikse edilebilirler. Üre için bu önerinin doğruluğu Jung (1959) tarafından tesbit edilmiş ve üre tatbik edilmesi halinde

meydana gelen  $\text{NH}_3$  fiksasyonunun, gaz  $\text{NH}_3$  tatbiki durumundaki fiksasyonla aynı olduğu bulunmuştur. Bununla beraber, benzer sonuçlar elde eden Nommik ve Nilsson (1963 b), bu durumun sadece düşük veya orta derecedeki tatbik nisbetleri için geçerli olduğunu tesbit etmişlerdir. Yüksek dozlarda ilave edilen sıvı  $\text{NH}_3$  tan fikse edilen miktar, üre'den çok daha fazla olmuştur. Elde edilen bu sonuç, üreaz enziminin aktivitesinin pH 8 in üzerinde önemli ölçüde azalması ile izah edilmektedir. Bir kaide olarak, pH 8.5 te üre'nin anzimatik parçalanması tamamiyle durmaktadır (Howell ve Sumner, 1934). Çok yüksek miktarlarda ilave edilse dahi, üre tatbik edilen toprağın pH değeri asla yukardaki değeri (8.5) geçmemektedir. Halbuki,  $\text{NH}_3$  tatbiki halinde daha yüksek pH değerlerine erişmek mümkündür.

Bir ham çam hümüsünün  $\text{NH}_3$  fiksasyonunun araştırıldığı çalışmada (Themlitz, 1956 a; 1958), kalsiyum siyanamid tatbiki ile elde edilen fiksasyon değerinin, aynı ölçüde  $\text{NH}_3$  ilave edilen muameleden daha yüksek olduğu bulunmuştur. Elde edilen bu sonuçlar; bir mak topraktaki N fiksasyon derecesinin, kalsiyum siyanamid tatbiki halinde sıvı amonyanın iki misli olduğunu bulan Nommik ve Nilsson (1963 b) un neticeleri ile benzerlik göstermektedir. Araştırmacılar kalsiyum siyanamiddeki azotun büyük ölçüde fikse edilebilmesini, fiksasyon reaksiyonunda  $\text{NH}_3$  değilde, parçalanmamış siyanamid moleküllerinin rol oynaması şeklinde izah etmektedirler.

Mineral topraklardaki organik fraksiyonun  $\text{NH}_3$  fiksasyon kapasitesinin tayini, genellikle pit topraklardan çok

daha zor ve karışıktır. Zira toprağın mineral fraksiyonu da fiksasyon reaksiyonuna iştirak edebilmektedir. Mineral bir toprakta,  $\text{NH}_3$  muamelesinden sonra, değişebilir olmayan azotta meydana gelen bir artış iki sebep nedeniyle ortaya çıkabilir. Bunlardan birincisi organik madde tarafından  $\text{NH}_3$  ın fiksasyonu, diğeri ise kil minarelleri tarafından  $\text{NH}_4$  un tutulmasıdır. Toprağın mineral fraksiyonunun bu etkisini bertaraf etmek için muhtelif işlemler ile ri sürülmüştür. Bu maksatla Sohn ve Peech (1958), toprağın K fiksasyonu kapasitesinin tesbitini, bunun  $\text{NH}_3$  fiksasyon kapasitesinden çıkarılarak gerçek  $\text{NH}_3$  fiksasyon kapasitesinin bulunabileceğini ve bu farkın toprak organik maddesine atfedilebileceğini önermişlerdir. Burge ve Broadbent (1961) ise, kil minerallerini ortamdaki uzaklaştırmak için, toprağın önceden HF ile muamele edilmesini teklif etmişlerdir. Mineral fraksiyonun etkisini bertaraf etmek için muhtemel olan en basit yol, toprağı  $\text{NH}_3$  muamelesinden önce K ile doyurmaktır (Nommik ve Nilsson, 1963 b).

Burada, önemli olan bir hususu belirtmek faydalı olacaktır.  $\text{NH}_3$  muamelesinden sonra topraktaki değişebilir olmayan N miktarındaki artışın ölçülmesi ve bu suretle toprağın  $\text{NH}_3$  fikse etme kapasitesinin belirtilmesi her zaman doğru ve kesin sonuçlar vermeyebilir. Zira, toprağın  $\text{NH}_3$  ile muamelesi sonunda sadece  $\text{NH}_3$  ın hümüs ile birleşmesi söz konusu olmayıp, aynı zamanda yüksek pH değerlerinde stabil olmayan bazı organik azot bileşiklerinin (amidler, amino şekerler v.s.) parçalanması (deaminasyon) olayı da ortaya çıkabilmektedir. Organik olarak

bağlanan toprak azotunun oldukça fazla bir miktarının, alkali ortamlarda  $\text{NH}_3$  olarak ortaya çıktığı bazı araştırmacılar tarafından tesbit edilmiştir (Bremner, 1949; Bremner ve Shaw, 1954; Cornfield, 1960).  $\text{NH}_3$  muamelesinden önce ve sonra toprağın organik azot muhtevsındaki farklılığın ölçülmesi işlemi, toprağın organik fraksiyonu tarafından fikse edilen gerçek  $\text{NH}_3$  miktarı hakkında hatalı ve düşük değerler verir. Bu yolla elde edilen  $\text{NH}_3$  fiksasyon kapasitesi, amonyağı tutan ve serbest bırakan iki ayrı reaksiyon arasındaki farklılığı gösterir niteliktedir. Bu ilişki Nommik ve Nilsson (1963 b) tarafından deneysel olarak gösterilmiştir.

### **B. Toprağın Organik Fraksiyonu Tarafından Fikse edilen Amonyakın Biyolojik Elverişliliği**

Amonyak—Organik madde komplekslerindeki azotun biyolojik elverişliliği hakkındaki bilgilerimiz oldukça azdır. Yapılan son çalışmalara göre, bu kompleksler oldukça stabildir ve toprak mikroflorası tarafından çok yavaş şekilde mineralize edilirler. Bremner ve Shaw (1957), bu bileşiklerin mikrobiyal parçalanmaya karşı hayli dayanıklı olduklarını bulmuşlardır.  $\text{N}^{15}$  kullanan Burge ve Broadbent (1961),  $\text{NH}_3$ —organik madde komplekslerindeki azotun yüksek bitkilere elverişliliği üzerinde çalışmalardır. Araştırmacılar, organik bir toprakta sulandırılmış  $\text{HCl}$  yıkaması ile çıkarılamayan fikse amonyağın sudanotu'na az, fakat önemli ölçüde elverişli olduğunu tesbit etmişlerdir. Bitkiler, birinci biçimde fikse durumda bulunan etiketlenmiş azotun % 4.29 kadarından faydalanmışlardır, Halbuki, etiketlenmeyen

muameledeki tabii organik azot muhtevası % 0.14 olmuştur. Böylece, fikse azotun yüksek bitkilere, toprak organik azotunun toplamından daha kolaylıkla elverişli olduğu tesbit edilmiştir. Bununla beraber ikinci biçimde, sudanotu geriye kalan etiketlenmiş azotun sadece % 1.31 ni absorbe etmiştir. Bu durum, ikinci biçim esnasında fikse azotun aynı kimyasal formda olmamasına veya mikrobiyal faaliyete çok dayanıklı olan bileşikler maydane getirmesine atfedilmektedir.

Jung(1961) tarafından yapılan bir saskı denemesinde; ingiliz çimî, kavak çelikleri ve çınar ve meşe fidelerinin farklı azot formlarına karşı tepkileri araştırılmış ve azot, az miktardaki ham hümüse ilave edildikten sonra kumlu toprak ile karıştırılmıştır. Araştırmacı, kuvvetli asitlerin  $\text{NH}_4$  tuzlarının ilavesi halinde, bu azotun bitkilere hemen elverişli olduklarını müşahade etmiştir. Diğer taraftan  $\text{NH}_3$ , üre ve formamid( $\text{HCONH}_2$ ) ise, iki yıllık bir zaman esnasında kısmen hümüs ile reaksiyona girmişler ve bunun bir neticesi olarak bitkiler tarafından pek az alınmışlardır.

### **C. Amonyak Fiksasyonunun Tarımsal Önemi**

Toprak organik maddesinin  $\text{NH}_3$  ile reaksiyona girme ve zor hidrolize olabilir formda onunla bağlanma kapasitesi hakkında çok sayıda literatür mevcuttur. Biyolojik testler, fikse N un yüksek bitkilere ve mikro organizmalara pek az elverişli olduğunu göstermiştir. Anzimatik olmayan  $\text{NH}_3$  fiksasyonunun tabii toprak şartları altında meydana gelip gelmediği ve bunun  $\text{NH}_3$  for-

mundaki gübre azotunun tesirliliği üzerine etkili olup olmadığı hakkında, zihinlerde bir sorun belirebilir. Mattson ve Koutler—Anderson (1943) a göre,  $NH_3$  fiksasyonu tabii toprak şartları altında meydana gelebilir ve meydana gelmesi zorunludur. Bu araştırmacılar topraktaki azotlu hümüs komplekslerini,  $NH_3$  fiksasyonu ve kendiliğinden oksitlenme neticesinde ortaya çıkan kimyasal ürünler olarak nitelendirilmişlerdir. Burge ve Broadbent (1961) ve Broadbent ve çalışma arkadaşları (1961) na göre azotun çoğunlukla alfa—amino formunda olduğu hayvan ve bitki artıklarının parçalanması sonucunda ortaya çıkan  $NH_3$ , lignin türevleri ile reaksiyon neticesinde fikse edilebilir ve böylece elverişliliği azalmış olur.

Diğer taraftan Stevenson (1957), toprak azotunun büyük bir kısmının lignin—amonyak kompleksleri formunda olduğu yolunda ileri sürülen bu görüşün, oldukça faraziye olduğunu belirtmiştir.

Azotlu gübrelerin ilave edildiği topraklarda organik madde— $NH_3$  komplekslerinin mevcut olma şansı, şüphesiz azot ilave edilmeyen ve  $NH_3$  birikiminin olmadığı topraklardan daha fazladır. Bununla beraber, bu hususun doğruluğu hakkındaki deneysel etüdler kıfayetli değildir.  $NH_3$  fiksasyonunun derecesi hakkındaki mevcut bilgiler, daha ziyade laboratuvar denemelerine dayanmaktadır. Bu bilgiler, tarla şartları altında  $NH_3$  fiksasyonunun ne ölçüde meydana gelebileceği hakkında bize bazı imkanlar vermektedir. Eld edilen sonuçlara göre, hektara 100 kg N olacak şekilde  $NH_3$  ilave edildiği ve sıra araları 100 cm olduğu zaman, tutulma bölgesininin merkezindeki  $NH_3$  konsantrasyonu kısa bir

zaman için 2000 ppm i geçebilir (Blue ve Eno, 1954; McDowell ve Smith, 1958; McIntosh ve Frederick, 1958; Nomnik ve Nilsson, 1963 a). Çoğu durumlarda konsantrasyon oldukça daha düşüktür ve tatbik noktasından uzaklaştıkça çabucak azalır. Tutulma bölgesinin merkezindeki toprağın pH değeri nadiren 9.0u geçebilir. Toprağın başlangıçtaki pH değeri ve tamponluk kapasitesi, tutulma bölgesindeki pH seviyesi ve  $NH_3$  dağılımını tayin eden faktörlerden ikisidir. Bu nedenle, öncelikle kreçli olmak üzere kireçli ve hafif tekstürlü topraklarda,  $NH_3$  tatbikinden sonra en yüksek pH değeri beklenebilir. Tatbik bölgesinin merkezindeki toprak pH sı, ağır bir tatbik ve geniş şekilde yayma işlemi ile nadiren 8.5—9.0 a erişir ve bazı özel durumlarda bu değerleri az miktarda geçebilir Bu şartlar altında,  $NH_3$  fiksasyonu normal olarak meydana gelecektir. Fiksasyonunun derecesi büyük ölçüde topraktaki organik maddenin tip ve miktarına ve reaksiyon süresine bağlıdır. Reaksiyon süresini etkileyen faktörler ise, aynı zamanda topraktaki nitrifikasyon ve  $NH_3$  difüzyon nisbetlerini de etkilemektedir.

Amonyak sıralara tatbik edildiği takdirde , genellikle sadece üst toprağın bir kısmına(yüzey toprak hacminin 1/10 — 1/30 u) dağılır ve bu suretle tutulanma bölgesinin merkezinde kafi ölçüde yüksek pH değeri ve  $NH_3$  konsantrasyonuna erişilmiş olur. Bu öneri, mineral topraklar için oldukça mümkün görünmekte olup, orta derecedeki tatbik durumlarında ise, ilave edilen  $NH_3$  ın sadece az bir miktarı toprak organik maddesi ile temasta bulunacaktır. Bu fareziyenin doğruluğu, susuz  $NH_3$  ve  $NH_4$  tuzları arasında azotun etkililiği



yönünden önemli bir farklılığın elde edilmediği tarla denemeleri ile gösterilmiştir. Bununla beraber, tarla bitkileri için N kaynağı olarak  $NH_3$  in etkililiğinin tesbitinde, organik topraklardaki fiksasyonun önemli bir faktör olabileceği hatırdta tutulmalıdır. Organik topraklarda ve özellikle asit ham hümüs topraklarında  $NH_3$  kullanılması, mineral azotun biyolojik immobilizasyonunun artmasına sebep olabilir. Gübreleme ve tarımsal açıdan bu konuda daha fazla bilgiye ihtiyaç duyulduğu açık bir gerçektir.

Toprakta parçalanarak  $NH_3$  meydana getiren üre ve kalsiyum siyanamid gibi gübreler dikkate alındığında, bazı şartlar altında bu tip gübre parçalıcıklarının etrafındaki pH değeri ve  $NH_3$  konsantrasyonunun, organik madde ile

reaksiyonu mümkün kılacak ölçüye erişebilmesi muhtemel olarak görülebilir. Bu gübrelerin bölgesel olarak yerleştirilmesi de,  $NH_3$  fiksasyonunu makul ölçülerde arttırabilir. Konu ile ilgili olarak Wittich(1961) in buluşları oldukça ilgi çekicidir. Araştırmacı, eşit şekilde dağıtılan hektara 200 kg lık azotun (gaz  $NH_3$  olarak), ham hümüs tarafından fikse edilmediğini tesbit etmiştir. Aynı miktardaki azotun özel bir makine ile sıralara tatbikinden bir yıl sonra,  $NH_3$  tatbik edilen sıralardaki hidroliz olmayan azot miktarında önemli artışlar elde edilirken, sıra aralarında herhangi bir artış müşahade edilmemiştir. Aynı araştırmacı, toprağın  $NH_3$  ile muamele edilmesi halinde, hümüs kolloidlerinin peptizasyona uğradığını ve neticede kolloidlerin derinlere ykandığını belirtmiştir.

### Literatür Listesi 3/

- Bennet, E. 1949. Fixation of ammonia by lignin .Soil. Sci. 68: 399—400.
- Blue, W.G., and Eno, C.F. 1954. Distribution and retention of anhydrous ammonia in sandy soil. Soil. Sci. Am. Proc. 18:420—424.
- Bremner, J.M. 1949. Studies on soil organic matter. I. The chemical nature of soil organic nitrogen. J. Agr. Sci. 39 : 183—193.
- Bremner, J.M., and Shaw, K. 1954. Studies on the estimation and decomposition of amino sugars in soil. J. Agr. Sci. 44: 152-159
- — —.1957. The mineralization of some nitrogenous materials in soil. J. Sci. Food Agr. 8: 341—347
- Broadbent, F.E., Burge, W.D., and Nakashima, T. 1961. Factors influencing the reaction between ammonia and soil organic matter. Trans 7 th Int. Congr. Soil Sci. 2 : 509 — 516.
- Burge, W.O., and Broadbent, F.E. 1961. Fixation of ammonia by organic soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 25: 199— 204.
- Cornfield, A.H. 1960. Ammonia released on treating soils with N sodium hydroxide as a possible means

3/ Bu yazının alındığı bölüm için çok sayıda literatür verilmiştir. Bu listeye, sadece tercüme edilen kısmında geçen literatürler dahil edilmiştir.

- of predicting the nitrogen-supplying power of soils. *Nature* 187: 260 — 261.
- Ehrenberg, C., and Heimann, H. 1932. German Patent 545, 923. November, 1930 issued March, 1932.
- Erasmus, P. 1928. German Patent 514, 510, November 7, 1928.
- Feustel, I.C., and Byers, H.G. 1933. The decomposition of hydrolytic peat products including ammoniated peat. USDA Tech. Bul 389.
- Howell, S.F., and Sumner, J.B. 1934. The specific effects of buffers upon urease activity. *J. Biol. Chem.* 104: 619 — 626.
- Jansson, S.L. 1960. On the humus properties of organic manure. II. potential humus properties. *Kungl. Lantbrukshögsk. Ann.* 26: 135 — 172 .
- Jung, J. 1959. Vergleichende Überprüfung verschiedener Stickstoffverbindungen auf ihre chemische Reaktion mit Rohhumus und die photometrische Erfassung dieses Reaktionseffektes. *Z. Pflanzenern. Düng Bodenk.* 85: 104 — 112.
- , 1961. Wirkung und Ausnutzung des bei der Behandlung von Rohhumus zugeführten Düngestickoffs. *Landw. Forschung* 14: 168 — 176.
- Laatsch, W. 1948. Untersuchungen über die Bildung und Anreicherung von Humus-stoffen. *KTL. Schriftenreihe "Berichte über landtechnik"* IV. München.
- Mattson, S. and Koutler—Anderson, E. 1941. The acid-base condition in vegetation, litter and humus: IV.: The strength of the acidoids and the relation to nitrogen, litter nitrogen, *Lantbrukshögsk. Ann.* 9: 57 — 73.
- Mattson, S., and Koutler—Anderson, E. 1942. The acid-base condition in vegetation, litter and humus: V. Products of partial oxidation and ammonia fixation. *Lantbrukshögsk. Ann.* 10: 284 — 332.
- Mattson, S., and Koutler—Anderson, E. 1943. The acid-base condition in vegetation, litter and humus: VI. Ammonia fixation and humus nitrogen, *Lantbrukshögsk. Ann.* 11: 107 — 134.
- Mattson, S., and Koutler—Anderson, E. 1954a. Geochemistry of a raised bog. *Kungl. Lantbrukshögsk. Ann.* 21: 321 — 366.
- , 1954 b. The acid-base condition in vegetation, litter and humus XI. Acid and base in decomposing litter. *Kungl. Lantbrukshögsk. Ann.* 21: 389 — 400.
- , 1956. Geochemistry of a raised bog. II. Some nitrogen relationships. *Kungl. Lantbrukshögsk. Ann.* 22: 219 — 224.
- McDowell, L.L., and Smith, G.E. 1958. The retention and reaction of anhydrous ammonia on different Soil types. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 22: 38 — 42.
- McIntosh, T.H., and Frederick, L.R. 1958. Distribution and nitrification of anhydrous ammonia in a Nicollet sandy loam. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 22: 402—405.

- Mendez, J. 1963. Fijacion de amonio en suelos pratenses de Galicia. *Trabajos Jard. Bot Santiago de Compostela* No: 30: 41 — 48.
- Mortlånd, M.M. 1958. Reactions of ammonia in soils. *Advances in Agron* 10: 325 — 348.
- Nommik, H., and Nilsson, K.O. 1963 a. Nitrification and movement of anhydrous ammonia in soil. *Acta Agric. Scand.* 13: 205—219.
- — —, 1963 b. Fixation of ammonia by the organic fraction of the soil. *Acta Agric. Scand.* 13: 371 — 390.
- Pinck, L.A., Howard, L.B., and Hilbert, G.E. 1935. Nitrogenous composition of ammoniated peat and related products. *Ind. Eng. Chem.* 27: 440 — 445.
- Scholl, W., and Davis, R.O. E. 1933. Ammoniation of peat for fertilizers. *Ind. Eng. Chem.* 25: 1074—1078.
- Shoji, S., and Matsumi, S. 1961. Chemical characteristics of peat soils. 2. Nonbiological fixation of ammonia by peat soils and availability of the fixed ammonia. *Res. Bull. Hokkaido. Nat. Agr. Exp. Sta.* 76: 37 — 41.
- Sohn, J.B., and Peech, M. 1958. Retention and fixation of ammonia by soils. *Soil Sci.* 85 : 1 —9.
- Stevenson, F.J. 1957 a. Investigations of aminopolysaccharides in soils. I. Colorimetric determinations of hexosamines in soil hydrolysates. *Soil Sci.* 83: 113—122.
- — —, 1957 b. Distribution of the forms of nitrogen in some soil profiles. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 21:283—287
- Themlitz, R. 1956 a. Die Stickstoff- und Schwefelsäure-Ammuniation durch Fichtenrothumus bei verschiedener Reaktion. *Z. Pflanzenern. Düng., Bodenkd.* 73:202-209
- Themlitz, R. 1958. Umsetzung verschiedener N—Dünger mit einem durch voraufgegangene Bestandskalkung bzw. —stickstoffdüngung umgewandelten Fichtenrothumus. *Z. Pflanzenern. Düng., Bodenkd.* 82: 165 — 174.
- Violande, Aurora. T. 1958. Ammonia fixation by soil organic matter: relations between forms of nitrogen and components of soil organic matter. Ph. D. Thesis. Cornell University, New York. Dissertation Abst. 19: 35.
- Wittich, W. 1961. Die Grundlagen der Stickstoffernährung des Waldes und die Möglichkeiten für ihre Verbesserung. In *Der Stickstoff Seine Bedeutung für die Landwirtschaft und die Ernährung der Welt.* Fachverband Stickstoffindustrie e. V. Düsseldorf pp. 331—369.