

Kurak ve Yarı Kurak Bölgelerde Biyolojik Azot Tesbiti ve Yararlanma Olanakları

Necmettin ÇELİK*

Ayşen UZUN**

ÖZET

Global olarak bitkisel üretimde kullanılan azot gereksiniminin yaklaşık yarısı endüstriyel gübrelerden; diğer yarısı da biyolojik tesbit ile sağlanmaktadır. Biyolojik azot tesbiti değişik yollarla gerçekleşir. Bunların en önemlisi Rhizobium-baklagil ortak yaşamı sonucu tesbit edilen azot miktarlarıdır. Global düzeyde bu yolla, yılda dekar başına yaklaşık 10 kg azot tesbiti gerçekleşmektedir. Ancak; bu miktar dünya üzerinde bölgelere bağlı olarak büyük değişiklik gösterir. Bunun başlıca nedeni; biyolojik azot tesbiti yapan mikroorganizmalar ile varsa konukçularının biyolojik ve ekolojik ortam boyutlarının farklı ve sınırlı olmasıdır. Bu nedenle; yeryüzünde biyolojik azot tesbitinin tarımsal açıdan yeterli ve yetersiz düzeyde olduğu bölgeler vardır. Kurak ve yarı kurak bölgeler biyolojik azot tesbiti bakımından sorunlu bölgelerdir. Bu bölgelerde, biyolojik azot üretiminden maksimum düzeyde yararlanabilmek için tüm sınırlayıcı engellerin ortadan kaldırılması gerekmektedir.

Kurak ve yarı kurak bölgelerde, baklagilleri içeren ekim nöbeti sistemleri ve bakteri kültürü aşılama ile biyolojik azot üretiminden yararlanılmakta ise de bu yeterli değildir. Bu kaynağın ekonomik kurallar içinde kalınarak değerlendirilmesi için bu bölgelere yönelik kapsamlı paket programların uygulanmaya konması gerekir. Bu programlar, Rhizobium-baklagil ortak yaşam ilişkilerinde azot tesbitini maksimuma çıkaracak biçimde

* Prof. Dr.; U.Ü. Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü.

** Araş. Gör.; U.Ü. Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü.

düzenlemeleri kapsamalıdır. Yine bu programlar, baklagilleri içeren uygun ekim nöbeti sistemlerini tesbit çalışmalarını ve doğal vejetasyonlarda, özellikle de çayır-mera alanlarında baklagillerin çeşitlendirilip arttırılmasına ilişkin çalışmaları da içermelidir.

Anahtar Sözcükler: Biyolojik azot tesbiti, rhizobium, baklagil, kurak ve yarı kurak bölgeler.

SUMMARY

Biological Nitrogen Fixation and Utilizing Possibilities in Arid and Semi-Arid Regions

Nitrogen is generally the major limiting factor in crop production. While half of the nitrogen required for global plant production is met by industrially produced fertilizers, half of the rest met by biological nitrogen fixation. Biological nitrogen fixation is realized by different processes. The most important nitrogen fixation for agriculture appears in Rhizobium-legume association. By this way, approximately 10 kilos nitrogen per decare is globally produced in each year. This amount varies greatly depending on the regional conditions. The main reason of this is the different and limited sizes of biological and ecological environment of microorganisms and, if any the host plants. For this reason, there are regions on the earth sufficient or insufficient for biological nitrogen fixation in respect of agriculture. Arid and semi-arid regions are problematic for biological nitrogen fixation. In order to get advantage from biological nitrogen production in these regions it requires to remove all of the limiting barriers.

Although rotations including legumes and the bacterial inoculations are used for benefiting from biological nitrogen production in arid regions, this is not enough. Packet programmes for these regions must be set forth so as to evaluate the biological nitrogen fixation resources by being in the economical rules. These programmes must cover the arrangements that get the nitrogen fixation of Rhizobium-legume associations to maximum. Also these programmes must contain the determinations of suitable rotations including legumes and the studies of getting the legumes varied and increased in natural especially grassland vegetations.

Key Words: Biological nitrogen fixation, rhizobium, legume, arid and semi-arid regions.

GİRİŞ

Bitkisel üretimi sınırlayan en önemli faktörlerden birisi azot elementidir. Bitkilerdeki azot içeriği büyük bir farklılık göstermekle beraber ortalama olarak bitki kuru ağırlığının % 1-2'sini oluşturur.

Verimi sınırlayıcı olmasına rağmen dünyanın hiçbir y6resinde mutlak azot eksikliğine rastlanmaz. Bunun temel nedeni; atmosferin yaklaşık % 80 azot i6ermiş olmasıdır. Ancak bitkiler, atmosfer azotunu direkt olarak hemen hemen hi6 kullanamazlar. Diğer 6nemli bir azot kaynağı da toprak sedimenti ve kayalardır. Hatta bu kaynaklar atmosferden daha fazla azota sahiptirler. Yine, bitkilerin bu azot kaynağını direkt kullanma yetenekleri 6ok zayıftır. Gerek atmosfer gerekse toprak sedimenti ve kayalarda bulunan azot, değişik proseslerden ge6erek bitkilerin yararlanabileceği iyonik formlara d6n6řr.

Bu makalede; atmosfer azotunun biyolojik prosesle bitkiler tarafından alınabilir formlara d6n6şmesi ve bu prosesin, kurak ve yarı kurak b6lgelerdeki potansiyeli, etkinliği ve yararlanabilme olanakları ile karşılaşılan sorunlar ve 66z6m yolları 6zerinde durulacaktır.

BIYOLOJİK AZOT TESBİTİ

Serbest yaşayan bir6ok bakteri t6r6 ile bazı bitkilerle ortak yaşam oluşturan kimi bakteriler atmosfer azotunu (N_2) amonyak formuna d6n6řt6rme niteliğine sahiptirler. Biyolojik azot tesbitinde nitrogenase enziminin katalitik etkisine gereksinim vardır.

Biyolojik azot tesbitinde, bakterilerin yanısıra mavi-yeşil alglerin etkinliği de dikkat 6ekmektedir. Azot tesbit eden organizmalar değişik şekillerde sınıflandırılmıştır. Ancak; en fazla kabul edilen sınıflandırma Quispel (1974) tarafından yapılmış olanıdır.

1- Serbest Yaşayan Organizmalar

Bu organizmalar; hetetropik ve fotosentetik bakteriler ile mavi-yeşil algleri kapsarlar. Bunlar, serbest ya da diğer organizmalar ile işbirliği i6inde azot tesbit ederler. Etkin azot tesbiti i6in 66 6nemli koşulu gerektirirler. Bu koşullar; bol karbon kaynağının bulunması, d6řr6k d6zeylerde amonyak veya nitratın olması ve oksijenin aşırı olumsuz etkisine karşı nitrogenase enziminin korunmasıdır. Bu organizmaların geniş bir yayılma alanları vardır.

1.1. Hetetropik ve Fotosentetik Bakteriler

Bu bakterilerin, tarımsal ve doğal ekosistemlerde azot dengesinin korunmasına katkıları b6y6kt6r. Serbest yaşayan ve aerobik 6zellikte olan bu bakterilerin en 6nemli familyası "Azotobacteraceae"dir. Tarımsal 6neme sahip Azotobacter, Azospirillum ve Beijerinckia gibi cinsler bu familya i6inde yer alırlar. İyi drenajlı tarım topraklarında biyolojik azot tesbitinin b6y6k b6l6m6 bu bakteriler tarafından ger6ekleştirilir. Bakterilerin t6kettiği organik materyalde C/N oranı 6nemlidir. Bu oranın y6ksek olması; yani organik materyalin karbonca zengin,

azotça fakir olması bakterilerin azot tesbitini olumlu yönde etkiler. Nitekim; ılıman bölgelerin çok iyi havalandan topraklarında, yeterli miktarda bol karbon içeren materyalin olmaması bu koşullarda biyolojik azot tesbitini büyük ölçüde sınırlamaktadır.

Serbest yaşayan bakterilerin fotosentetik olanları genellikle tuzlu sularda, taze sularda ve deniz çamurlarında bulunurlar.

1.2. Mavi-Yeşil Algler (Cyanobacteria)

Bu organizmaların; karbon öncesi devirde oluştuğu ve büyük bir ihtimalle, o dönemde vejetasyonların en önemli canlıları olduğu sanılmaktadır. Alglerin, dünyadaki azot dengesine katkısı genellikle rutubetli topraklarda, çeltik ekim alanları gibi su altında kalan arazilerde önemli olmaktadır. Bu organizmalar ya serbest yaşarlar ya da küçük yapraklı eğrelti otu (azolla) gibi bazı bitkilerle simbiyotik ilişki içerisinde azot tesbit ederler. Simbiyotik yolla tesbit edilen azot miktarı çok daha fazladır. Alglerin, Anabaena ve Nostoc gibi türlerinin kültürleri yapılmakta ve mısır gibi bazı kültür bitkilerinin aşılmasında kullanılmaktadır.

2. Nodozite Oluşturan Organizmalar

2.1. Actinomycete-Angiosperm İlişkileri

Actinomycete gibi bakteriler, baklagil benzeri olan bazı kapalı tohumlu (Angiosperm) bitkilerde nodozite oluşturur ve simbiyotik azot tesbiti yaparlar. Bunların en önemli cinsi "Frankia" olup bu cins Actinomycete olarak isimlendirilmiştir. Konukçu bitkiye örnek olarak Kızılağaç (Alnus) gösterilebilir.

Bitkisel ürün üretiminde Actinomycete-Angiosperm ilişkilerinin fazla önemli olmadığı anlaşılmıştır. Sadece bazı doğal ekosistemlerin azot dengesi yüzünden önem taşımaktadır.

2.2. Yaprakta Nodozite Oluşturan Organizmalar

Serbest yaşayan bakteriler grubunda yer alan bu organizmalar, yağışlı tropikal bölgelerin vejetasyonlarında, phyllosphere denen yaprak yüzeylerinde yaşam sürdürürler. Özellikle Beijerinckia türüne ait olan aerobik özellikteki bu bakteriler, azotça fakir topraklardaki ıslak ve bol yapraklı vejetasyonlarda, yapraklarda epifit yaşam sürdürür, nodoziti oluşturur ve azot dengesine katkıda bulunurlar. Bu bölgelerde tarımsal üretime de büyük katkı sağlamış olurlar.

2.3. Rhizobium-Baklagil İlişkileri

Çiçekli bitkiler arasında tür sayısı bakımından ikinci sırada yer alan baklagiller, geniş alanlara yayılmışlardır. Yiyecek, yem, yağ ve kereste üretimine büyük katkılar sağlar.

Baklagil bitkilerinin büyük bir bölümü simbiyotik prosesle azot tesbit ederler. Ilıman iklim koşullarında evrimleşmiş otsu baklagiller ile bu koşullara uyum sağlamış *Rhizobium* bakterileri arasında güçlü bir simbiyotik yaşam oluşmuştur. Otsu ve odunsu baklagillerin büyük bölümü tropikal bölgelerde yıkanan asit topraklara yayılmışlardır. Bu bitkilerde, genellikle yem bezelyesi grubu *Rhizobium* bakterileri, nodozite oluşumunda aktivite gösterirler.

Baklagil bitkilerinde, biyolojik azot tesbit miktarları çok değişkendir. Bu; bitki tür ve çeşidine, bakteri tür ve çeşidine, ortam faktörlerine, özellikle toprağın pH'sı ve azot içeriğine bağlı olarak değişmektedir. Örneğin; yoncanın, yıllık dekara azot tesbit miktarı 4-35 kg arasında, soya fasulyesinin 2-20 kg arasında değişmektedir (Vincet, 1974). Bir yılda toprakta biriken toplam bitkisel materyalin içerdiği azot miktarı, gübre uygulanmayan koşullarda, biyolojik azot tesbitinin bir göstergesi olarak kullanılmaktadır.

Rhizobium-baklagil ortak yaşamı sonucu tesbit edilen atmosfer azotu, miktar olarak tarımsal üretimde çok önemli bir yer tuttuğu için bu konu ayrıntılı olarak incelenecektir. *Rhizobium* bakterileri, birçok türü ve türlerde birçok bakteri hatlarını içermektedir. Belli bir *Rhizobium* türü tüm baklagillerde faaliyet gösteremez. Her bakteri türü genellikle bir grup baklagil bitkisinde nodül oluşturur. Tablo 1'de baklagil grupları, bu gruplarda etkili olan *Rhizobium* türleri ve konukçu baklagil cinsleri verilmiştir.

Tablo: 1

Konukçu Baklagil Grupları, *Rhizobium* Türleri ve Konukçu Baklagil Cinsleri

Konukçu Baklagil Grupları	<i>Rhizobium</i> Türleri	Konukçu Baklagil Cinsleri ve Türleri
Yonca	<i>Rh. meliloti</i>	<i>Medicago</i> , <i>Melilotus</i> , <i>Trigonella</i>
Üçgül	<i>Rh. trifolii</i>	<i>Trifolium</i>
Bezelye	<i>Rh. leguminosarum</i>	<i>Vicia</i> , <i>Lathyrus</i> , <i>Lens</i> , <i>Pisum</i>
Fasulye	<i>Rh. phaseoli</i>	<i>Phaseolus</i>
Acıbakla	<i>Rh. lupini</i>	<i>Lupinus</i> , <i>Ornithopus</i>
Soya	<i>Rh. japonicum</i>	<i>Glycine</i>
Böğülice	<i>Rh. spp.</i>	<i>Vigna sinensis</i> , <i>Arachis</i> , <i>Lespedeza sp.</i>
Diğer	<i>Rh. spp. (özel suş.)</i>	<i>Lotus</i> , <i>Cicer</i> , <i>Coronilla</i> , <i>Onobrychis</i>

**KURAK VE YARI KURAK BÖLGELERDE BİYOLOJİK
AZOT TESBİTİNİN ÖNEMİ VE SORUNLARI**

1. Önemi

Az yağış nedeniyle kurak ve yarı kurak bölgelerde bitkisel üretimde yapay gübre kullanımı her zaman güvenli ve ekonomik olmamaktadır. Ayrıca bu bölge-

lerde, ekolojik şartlar nedeniyle verimin düşük, çiftçinin ekonomik gücünün zayıf ve tarım kültürünün yetersiz olması da bitkisel üretimde gübre kullanımını sınırlandırmaktadır. Diğer taraftan, bitkisel üretimde çiftlik gübresinin kullanımı da sınırlıdır. Çünkü bu bölgelerde, özellikle ülkemizde çiftlik gübresi daha çok yakıt olarak kullanılmakta, bir miktar ise bağ-bahçe tarımında değerlendirilmektedir.

Yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı, kurak ve yarı kurak bölgelerde bitkisel üretimin en iyi yararlanabileceği gübre kaynağı, biyolojik azot tesbit sistemlerinin olduğu kaynaklardır. Biyolojik azot tesbitinin en önemli kaynağını ise Rhizobium-baklagil ortak yaşamında üretilen azot oluşturmaktadır. Bu sistemin iki temel ögesi olan Rhizobium bakterileri ile konukçu baklagiller önem kazanmaktadır.

Baklagiller, gelişmiş kök sistemleri ile kurak ve yarı kurak koşullara adapte olan ve toprak verimliliğine katkıda bulunan bitkilerdir. Baklagil bitkilerinin, toprağın derinliklerine inebilen köklerinde C/N oranı 13/1 olmakta ve 1-2 hafta gibi kısa sürede kolayca ayrışarak humusa dönüşmektedir. Bu gelişme, bir taraftan humus kanallarında azot ve organik maddenin artmasına, diğer taraftan ise toprağın havalanmasına, sınırlı yağışların kılcal kanallarda birikmesine olumlu katkılarda bulunmaktadır.

Baklagiller, organik maddelerin parçalanmasında önemli rol oynayan amonifikasyon ve nitrifikasyon gibi bakterilerin sayılarını, çeşit ve aktivitelerini arttırarak da toprak strüktürünün iyileşmesinde etkili olurlar.

Baklagil köklerinden humusun oluşumu sırasında mikroorganizmaların çıkardığı metabolizma artıkları olan bazı yağlar, polisakkarit sakızları, mumlar vb., toprak partiküllerinin bağlanmasında ve sonuçta iyi bir agregat yapısının oluşmasında yardımcı olurlar. Bu gelişme, kurak ve yarı kurak bölgeler için çok önemlidir. Baklagillerin, toprakları yerinde tutma ve yüzey akışları önleme gibi üstün özellikleri de vardır.

Türkiye'nin kuru tarım bölgelerinde genellikle kışlık tahıl-nadas ekim nöbeti uygulanmakta ve her yıl yaklaşık 6-7 milyon hektar arazi nadas alanı olarak boş bırakılmaktadır. Bu alanları azaltmak veya tamamen ortadan kaldırmak, bu koşullara adapte olmuş baklagilleri ekim nöbetine koymakla mümkün olabilir.

Baklagillerin buğdaygillerle karışık yetiştirilmesi de başarılı sonuçlar vermektedir. Bu karışımları kullanmak ve ekim nöbetine almak suretiyle verimsizleşmiş kıraç tarım alanlarını ıslah etmek ve bitkisel verimi arttırmak mümkün olmaktadır.

Biyolojik prosesle toprağa kazandırılan azot, ticari gübrelerle verilen azota göre daha yavaş ve daha yüksek düzeyli etkide bulunur. Bu durum, kurak ve yarı kurak bölgelerde bir avantaj sağlamaktadır.

Kurak ve yarı kurak bölgelerde azotlu gübre uygulamaları ilkbahar başlarında bitkide aşırı bir gelişmeye neden olur. İyi gelişen bitkiler ise kısa sürede

toprağın faydalı suyunu en az düzeye indirir. Bu aşamada yağışlarla yeterli düzeyde su sağlanamaz ise su noksanlığı nedeniyle bitki gelişmesi olumsuz yönde etkilenir. Oysa Rhizobium-baklagil ortak yaşamı ile sağlanan azotta böyle bir sorunla karşılaşmaz.

Rhizobium bakterileri ile tesbit edilen azotun yıkanma tehlikesi olmadığı gibi aşırı azotlu gübre kullanımı sonucu ortaya çıkan su kirliliği de meydana gelmez.

2. Kurak ve Yarı Kurak Bölgelerde Biyolojik Azot Tesbitinin Sorunları ve Çözüm Yolları

Bu bölgelerde, biyolojik azot tesbitinde Rhizobium-baklagil ortak ilişkileri önemli bir yer tutmaktadır. Bu nedenle; nodozite oluşumu ve onu etkileyen faktörler, bu bölgelerde biyolojik azot tesbitinin başlıca sorunlarını oluşturmaktadırlar.

Kurak ve yarı kurak bölgelerde, biyolojik azot tesbitini olumsuz yönde etkileyen en önemli iklim faktörleri sıcaklık ve kuraklık ilişkisidir. Her iki faktörün de aşırı dereceleri Rhizobium bakteri faaliyetlerini büyük ölçüde etkiler. En iyi çözüm; o bölge topraklarından izole edilen, sıcağa ve kuraklığa adapte olmuş Rhizobium suşlarının baklagillerin aşılmasında kullanılmasıdır. Kuraklığın uzun süre devam ettiği durumlarda aşılınmış tohumların, ince öğütülmüş kireç taşı ile ince bir şekilde kaplanarak ekilmesi yararlı olur.

Kurak ve yarı kurak bölgelerde toprak koşullarının uygun olmaması, toprağın düzensiz hazırlanması, K, Ca, P eksikliği de Rhizobium bakterilerinin gelişimini olumsuz yönde etkiler. Ayrıca; Rhizobium bakteri popülasyonunun yetersiz olması (genellikle 1 gr toprakta 10 adetten az) halinde baklagil köklerinde nodül oluşumu yetersiz düzeyde kalır. Özet olarak; Rhizobium-baklagil ortak yaşamı ile etkin azot tesbitinde çevre koşullarının iyi bir nodül oluşumu için uygun olması ve toprakta etkili Rhizobium suşlarının bulunması gerekir. Toprakta Rhizobium bakterisi yoksa veya yetersiz sayıda bulunuyorsa böyle durumlarda toprağa ilave edilmesi gerekir. Bu uygulamaya **Aşılama (inokulasyon)** denir.

Belirli bir baklagil çeşidi veya bununla aynı çapraz aşılama grubuna giren başka bir baklagil türü aynı yerde birkaç yıl veya uzun yıllar üstüste ekiliyorsa ve köklerinde yeterli nodül oluşuyorsa böyle yerlerde aşılama yapılması gerekmez.

Kurak bölgelerde, makro bitki besin elementlerinin ve iz elementlerin bir kısmı biyolojik azot tesbitinde sorun yaratmaktadır. Bu bölgelerde sık sık rastlanan fosfor eksikliği nodül oluşumunu olumsuz yönde etkilemektedir. Benzer olumsuz etkilerle potasyum eksikliğinde de karşılaşılır. Sorunun çözümü uygun gübrelemedir. Ayrıca; iz elementlerden kükürt, demir, molibden, bor ve kobalt eksiklikleri de sık sık ortaya çıkan ve nodül oluşumunu sınırlayan olaylardır. Bu elementlerle ilgili olarak ciddi sorunlarla karşılaşıldığı zaman bunların uygun dozlarda toprağa verilmesi gerekir.

Özet olarak; kurak ve yarı kurak bölgelerde biyolojik azot tesbitinden ge-
reği gibi yararlanabilmek için aşağıda belirtilen uygulamalara ve önlemlere önce-
lik verilmesi gerekmektedir.

1- Koşullara en uygun ve en az bir baklagil içeren ekim nöbeti sistemleri-
nin saptanması ve yaygınlaştırılması,

2- İyi bir nodozite oluşumu için ürün gübreleme programlarında azotlu
gübrelere gereğinden fazla yer verilmemesi,

3- Kurak ve sıcak şartlara uyum sağlayan bakteri suşlarının geliştirilmesi,

4- Baklagilleri içeren ekim nöbeti uygulamalarında, mutlaka uygun bakte-
rilerle aşılama yer verilmesi,

5- Toprak şartlarının iyileştirilmesi, K, Ca ve P eksiklikleri ile iz element
eksikliklerinin giderilmesi.

KAYNAKLAR

- AÇIKGÖZ, E., 1991. Yem Bitkileri, U.Ü. Yayınları, No: 7-0250210, Bursa.
- AKÇIN, A., 1981. Yemeklik Dane Baklagiller, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fa-
kültesi Ders Notları, Erzurum.
- AZKAN, N., 1989. Yemeklik Tane Baklagiller, U.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Not-
ları, No: 40, Bursa.
- ÇELİK, N., 1986. Çayır ve Mer'a Alanlarında Yapay Gübre Azotu İle Baklagil
Azotu Kullanımı Üzerinde Tartışmalar, Doğa, Cilt: 10, Sayı: 2.
- GARDNER, F.P., PEARCE, R.B., MITCHELL, R.L., 1985. Physiology of Crop
Plants, Iowa State University Press: Ames.
- GENÇKAN, M.S., 1983. Yem Bitkileri Tarımı, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Yayınları No: 467, İzmir.
- GÜRBÜZER, E., 1978. En Fazla Azot Tesbit Etme Özelliği Gösteren Soya Fa-
sulyesi Nodozite Bakterilerinin Seçilmesi, Köyışleri ve Kooperatifler
Bakanlığı, Topraksu Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma
Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- QUISPEL, A., 1974. The Biology of Nitrogen Fixation. Amsterdam, Oxford:
North Holland.
- VINCET, J.M., 1974. In The Biology of Nitrogen Fixation ed. A. Quispel, Ams-
terdam, Oxford: North Holland.