

## DOĞU ANADOLU BÖLGESİNDEN ALINAN BAZI TOPRAK ÖRNEKLERİNDE FOSFOBAKTERİN İLE AŞILAMANIN BİTKİYE ELVERİŞLİ FOSFOR MİKTARINA TESİRİ (1)

Nazmi ORUÇ, Kemal GÜR, H. Hayri TOK (2)

### Ö Z E T

*Fosfobakterin ile aşılamanın topraklarda bitkiye elverişli fosfor miktarına etkisini araştırmak gayesiyle yapılan bu çalışmada Sarıkamış orman toprağından Menkina I ve II vasatları kullanılarak izole edilmiş olan Bacillus Megatherium var. Phosphaticum süspansiyyonu kullanılmıştır. Aşılama ve toprakların birer faktör olarak kabul edildiği denemede topraklar uygun rutubet ve ısı şartlarında üç ay müddetle inkübasyona terkedilmiştir. Her ay sonunda topraklarda Bray I metoduna göre P tayini yapılmıştır. Toprakların pH, % CaCO<sub>3</sub> ve % C değerleri tayin edilmiş, ayrıca ikinci ay sonunda fosfobakterin sayısı tesbit edilmiş, üçüncü ay sonunda ise organik P tayini yapılmıştır.*

*Birinci ay sonunda aşılamanın önemli olmamakla beraber negatif yönde bulunan tesiri bakterinin spor devresinden çıkarken elverişli fosforu kullanmasına atfedilmiştir. İkinci ve üçüncü ay sonunda yapılan varyans analizlerinde aşılamanın önemsiz bulunuşu interaksyonun büyük çıkması ile ilgili görülmüştür. Ancak ikinci ve üçüncü ay sonunda ortalamaların asgari önemli farka göre değerlendirilmesi fosfobakterin tesirinin genellikle müspet olduğunu ortaya koymaktadır. İkinci ay sonunda yapılan fosfobakterin sayımında aşılamanın başarılı olduğu varyans analizi ile tesbit edilmiştir. Aşılama sonunda organik fosforun genellikle azaldığı görülmüş ise de fark önemli bulunmamıştır. Fosfobakterinin izolasyon ve aşılamaının başarı ile uygulandığı tesbit edilen bu çalışmada ikinci ayı takiben bazı topraklarda fosforun elverişli hale geçtiği ileri sürülebilir,*

[1] Türkiye Bilimsel Araştırma Kurumunun III. Bilimsel Toplantısında Kemal Gür tarafından tebliğ olarak verilmiştir.

[2] Sırasıyle, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak İlimi Bölümü doçent ve asistanları.  
Dergi Komisyonuna geliş tarihi: 14.3.1972.

## GİRİŞ

Mikroorganizmalar vasıtasıyla, top rakta nitrojen tesbiti, mineral ve organik formdaki besin elementlerinin bitkiler tarafından alınabilir hale getirilmeleri ve bitki gelişmesini teşvik eden hormon ve vitaminlerin teşekkülü gibi özelliklerden faydalanma "Mikrobiyolojik Gübreleme" olarak tanımlanmaktadır. Bitki gelişmesinde ilk plân da rol oynayan makro besin elementleri ile ilgili olarak mikrobiyolojik gübrelemede üzerinde en çok durulan mikroorganizmalar simbiyotik olmayan yolla nitrojen tesbit eden Azotobakter, potasyumu serbest hale geçiren Silikobakter, ve fosfor bakterisi olarak, Fosfobakterindir. Mikrobiyolojik gübrelemenin büyük ölçüde kullanıldığı Sovyetler Birliğinde fosfobakterin ilâvesinin mahsulde önemli artışlara yol açtığı ileri sürülmektedir. Toprakta bitkiler için elverişli formda olan fosfor miktarının artmasında fosfobakterinin tesirinin genellikle iki yolla olduğu kabul edilmektedir. Heterotrof olan fosfobakter enerji ve karbon kaynağı olarak organik formdaki fosfor bileşiklerini parçalamak suretiyle fosforu elverişli forma dönüştürmektedir. Fosfobakterinin faaliyeti esnasında ortaya çıkan organik asitler ve karbondioksitin tesiri ile de inorganik formdaki fosforun bitkinin alabileceği formlara geçmesi sağlanmaktadır.

Tisdale ve Nelson (1966) Sovyetler Birliğinde sadece 1958 yılında on

milyon hektar arazinin fosfobakterin ile aşılandığını ve bu nedenle bilhassa buğdayda olmak üzere çeşitli mahsullerde % 5.1 ilâ % 18.1 arasında artış olduğunu çeşitli araştırmacılara atfen yazmaktadır.

Kudzin ve Yaroshevich (1959) çernozyem topraklar da kışlık buğday üzerinde yapılan bir çalışmada fosfobakterin ile aşılanmanın toprak solusyonundaki elverişli fosfor seviyesini ve ayrıca bitkinin aldığı fosfor miktarını arttırdığını kaydetmektedir. Aynı yazarlar (1962) Ukranya'daki çernozyom topraklarda rotasyon esnasında fosfobakterin ilâvesi ile organik formdaki fosforun serbest hale geçmesi sonucu bitkilerin aldığı fosfor miktarının arttığını ve neticede hububatta % 8-17 yoncada % 40 ve sudan otunda ise % 12 artış kaydedildiğini ileri sürmektedirler. Kudzin ve Yaroshevich (1963) yaptıkları diğer bir çalışmada fosfobakterin ilâvesinin, kontrole nazaran kışlık buğday mahsulünde dekara 22 kg. mısır mahsulünde ise 23 kg. lık bir artış sağladığını belirtmektedir.

Mishustin ve Naumova (1962) Sovyetler Birliği ve diğer yerlerde yapılan çalışmalarda azotobakter ve fosfobakterin tarla bitkilerinin verimini genellikle % 10-13 den fazla arttırmadığını ve bazı hallerde ise tamamen tesirsiz kaldığını kaydetmektedir.

Enkina (1962) yağ bitkileri ve mısır bitkisinde verimi artırmada fosfobakterinin etkisiz kalmasını *Bac. Megatherium* ile topraktaki aktinomiset ve mantarlar arasındaki antionizme atfetmektedir.

Sovyetler Birliğinde Bakteriyel Gübreleme konulu derlemesinde Cooper (1959) fosfobakterinin Özbekistan'daki pamuk sahasında tesirsiz kalmasına karşılık Güney Ukranya'daki cernozyem topraklarda etkili olmasının bu toprakların organik fosfor bileşiklerince zengin olmasına atfedildiğini yazmaktadır.

Smith ve çalışma arkadaşları (1961) Birleşik Amerika'da sera şartlarında,

fosfobakterinin tesirini incelemek için domates ve buğday bitkileri üzerinde iki deneme yapmışlardır. Birinci denemede bakteri ilâvesinin domates mahsulünü kontrole nazaran % 7.5 oranında arttırdığı, buğday bitkisinde ise etkisiz olduğu, ikinci denemede ise her iki mahsul de önemli derecede tesir etmediği bulunmuştur.

Doğu Anadolu bölgesinden alınan dokuz farklı toprak örneği üzerinde uygulanan bu araştırmanın ana gayesi fosfobakter ile aşılamanın topraklarda bitkiye elverişli fosfor miktarına etkisinin tesbitidir.

## MATERYAL VE METOD

Deneme Doğu Anadolu bölgesinden (Erzincan, Erzurum, Sarıkamış ve Van) alınmış, havada kurutulmuş ve iki mm. lik elekten geçirilmiş dokuz adet yüzey toprağında yapılmıştır. Araştırmada Sarıkamış orman toprağından Menkina<sup>3)</sup> I ve II vasatları kullanılarak izole edilen *Bacillus Megatherium* var. phosphaticum suspansiyonu kullanılmıştır. Bakterinin topraktan izolasyonu için kullanılan Menkina I vasatı aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır. Amonyum sulfat (0.5 gm) sodyum klorür (0.3 gm), potasyum klorür (0.3 gm), Magnezyum sulfat (0.3 gm) kalsiyum karbonat (5.0 gm) Demir sulfat (iz), Mangan sulfat (iz) Lesitin (0.01 gm), Glikoz (10 gm),

Agar (15-18 gm) pH 7, H<sub>2</sub>O (1000 ml). Fosfobakterin izolasyonu için Sarıkamış orman toprağından dilüsyon metoduna göre Menkina I vasatına ekim yapılmış ve bakteri üremesi için petri kutuları (9 cm. çapında) 37 ± 3 C° de en az 48 saat inkübasyona tabi tutulmuştur. Saf izolasyon için Menkina I de üremiş olan fosfobakter Menkina II vasatına ekilmiştir. Menkina II vasatı aşağıdaki şekil de hazırlanmıştır. Amonyum nitrat (0,5 gm), Sodyum klorür (0.3 gm), Potasyum klorür (0.3 gm), Magnezyum sulfat (0.3 gm), Demir sulfat (iz), Mangan sulfat (iz), Lesitin (6.8 gm), Kalsiyum karbonat (0.3 gm), Glikoz (10 gm), Agar (18 gm), pH 7, H<sub>2</sub>O (1000 ml). İkinci ekimde iyi bir solüsyon el-

3) Menkina ve I-ve II vasatları ile ilgili bilgi, Dr. V. Georghiu Vice President of Soil Experimental dept. of microbiological preparations. Banaera-Rumania adresinden temin edilmiştir.

de etmek için petri kutuları yerine normal büyüklükte şişeler kullanılmış ve  $37 \pm 3$  C° da en az 48 saat inkübasyona terkedilmiştir. Bakterilerin daha saf bir şekilde üremesi temin edildikten sonra bakteri kolonileri saf su ile solusyon haline getirilmiştir. Daha sonra bu solusyon her gm kaoline  $7 \times 10^9$  adet bakteri sporu düşecek şekilde hesaplanarak yıkanmış kaolin (4) ile hamur haline getirilmiş ve kurularak öğütülmüştür. Aşılama bu kaolin preparatı kullanılmış ve petrilere konan deneme topraklarının 1.1 gm kaolin olacak şekilde aşılama yapılmıştır.

Faktoriyel deneme planına göre göre düzenlenen çalışmada aşılama ve topraklar faktör olarak alınmış ve iki tekerrür uygulanmıştır. Petri kutu-

larına konan ellişer gm. lık toprak örnekleri tarla su tutma kapasitesine yakın rutubette ve birinci ay  $17 \pm 3$  C° ikinci ve üçüncü aylarda ise  $35 \pm 5$  C° de inkübasyona terkedilmiştir. Her ay sonunda topraklarda Bray I metoduna göre (1 gm toprak, 7 ml ekstraksiyon solusyonu) fosfor tayinleri yapılmıştır. Topraklarda ayrıca pH (1:2.5 Suda, cam elektrod). % CaCO<sub>3</sub> (titrasyon) ve % C (Smith-Weldon) analizleri uygulanmıştır. İkinci ay sonunda aşılamanın fosfobakterin sayısı yönünden durumunu tesbit için dilüsyon metoduna göre sayım yapılmıştır. Üç aylık inkübasyonu takiben topraklardaki organik fosfor miktarları (HCl ile yakma esas alınarak total ve inorganik fosfor miktarları arasındaki fark organik fosfor olarak kabul edilmiştir) tayin edilmiştir.

## SONUÇLAR VE MÜNAKAŞASI

Araştırma konusu topraklarda pH değerlerinin 5.5 ile 8.0 (Median 6.90), organik madde miktarlarının % 0.77 ile % 8.1 (Median, % 2.44), kalsiyum karbonat değerlerinin ise % 0.03 ile % 6.37 (Median % 0.85) arasında olduğu tesbit edilmiştir.

İkinci ay sonunda aşılamanın fosfobakterin sayısı yönünden durumunu tesbit için yapılan sayımda elde edilen neticelerin varyans analizine göre değerlendirilmesinde aşılama % 5 seviyesinde önemli bulunmuştur. Bu sonuç, uygulanan izolasyon ve aşılama tekniğinin başarılı olduğunu göstermektedir.

Organik karbonun, organik fosfora oranı, fosforun mineralizasyon de-

recesini göstermede bir kıstas olarak kullanılmaktadır (Tan ve çalışma arkadaşları, 1970). Bu çalışmada da organik karbon bölü organik fosfor değerinin aşılama yapılan topraklarda organik fosfor miktarının azalması nedeniyle kontrole nazaran genellikle büyük çıktığı tesbit edilmiştir. Ancak uygulanan varyans analizinde sadece interaksiyon önemli çıkmış, ortama maların mukayesesi önemsiz bulunmuştur.

Birinci aylık inkübasyon sonunda tayin edilen fosfor miktarlarına göre düzenlenen varyans analizinde topraklar, aşılama ve toprak x aşılama interaksiyonu için hesaplanan kareler

4) Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsünün 19-1-1971 tarih ve 61 sayılı yazısına ekli raporda Mihaliççık kaolinitinde % 88 kaolinit.s% 10iFejdispat ve %i2 Kuvars olduğu belirtilmektedir.

ortalamaları sırasıyla 2251.97<sup>xx</sup> (% 1 seviyesinde önemli), 33.62 ve 3.99 olarak bulunmuştur. (Tablo-1.) Muamelelere ait ortalamaların (Dokuz toprak ortalaması, fosfor, ppm olarak) mukayesesinde (Tablo 2.) bu değerler aşılama için 19.54, kontrol için 21.47 ve fark 1.93 olarak hesaplanmıştır. Birinci ay sonunda aşılamanın önemli olmamakla beraber menfi yönde bulunan tesiri fosfobakterinin spor devresinden bakteri formuna geçerken elverişli fosforu bünyesini yapmak için kullanılmasına atfedilmiştir. Göring (1955) de fosforun topraktaki biyolojik transformasyonunda bu duruma temas etmektedir.

Bir numaralı tabloda da görüldüğü gibi ikinci ay sonunda tayin edilen fosfor miktarlarına göre yapılan varyans analizinde hesaplanan kareler ortalamaları topraklar aşılama ve toprak

aşılama interaksyonunu için sırasıyla 4387.92<sup>xx</sup>, 184.04 ve 367.09<sup>xx</sup> olarak tesbit edilmiştir. Toprak ve toprak x aşılama interaksyonuna ait değerlerin önemli bulunması toprakların fosfobakterine karşı farklı şekilde reaksiyon gösterdiklerini ortaya koymaktadır. İki aylık inkubasyon sonunda aşılama altı adet toprakta müsbet, üç adet toprakta ise menfi yönde tesirli olmuştur. Bu durumda interaksyon önemli çıktığından varyans analizinde aşılama önemsiz bulunmuştur. Ancak muamelelere ait ortalamaların mukayesesinde (Tablo 2.) aşılama için 36.33, kontrol için 31.82 ppm fosfor değerleri elde edilmiştir. Aradaki fark, 4.51 asgari önemli fark değeri olarak hesaplanan 4,05 den (t, 0.05) büyük olduğundan, fosfobakterinin tesirinin genellikle müsbet olduğu ortaya çıkmaktadır.

Tablo 1. Aşılama ve aşılama topraklarda birinci, ikinci ve üçüncü aylık inkubasyon sonunda tayin edilen elverişli fosfor miktarlarının ait "Kareler Ortalaması" değerleri.

Kaynak S.D.		I. Aylık inkubasyon sonu elverişli P değerleri	II. Aylık inkubasyon sonu elverişli P değerleri	III. Aylık inkubasyon sonu elverişli P değerleri
		K.O.	K.O.	K.O.
Genel	35			
Toprak	8	2251.97 <sup>xx</sup>	4387.92 <sup>xx</sup>	6483.39 <sup>xx</sup>
Aşılama	1	33.62	184.05	1306.82
Toprak x aşılama	8	3.99	367.1 <sup>xx</sup>	543.26
Hata	18	9.07	33.61	24.70

Tablo 2. Aşılammış ve aşılammamış topraklarda birinci, ikinci ve üçüncü aylık inkübasyon sonunda tayin edilen elverişli fosfor miktarlarının (dokuz toprak ortalaması P. ppm) asgari önemli fark metoduna göre değerlendirilmesi.

Zaman	Genel ortalama P, ppm		Fark	Hesaplanan asgari önemli fark değerleri	
	Bakterili	Bakterisiz		0.05	0.01
I. Aylık inkübasyon	19.54	21.47	-1.93	2.07	—
II. Aylık inkübasyon	36.33	31.82	4.51*	4.05	5.55
III. Aylık inkübasyon	43.06	31.00	12.05**	—	4.76

Üç aylık inkübasyon sonunda Bray I metoduna göre yapılan tayinlerde aşılamanın dört adet toprakta fosfor miktarını kontrole nazaran büyük ölçüde arttırdığı bir toprakta azalttığı dört adet toprakta ise menfi yönde ve çok az etkili olduğu tesbit edilmiştir. Yapılan varyans analizinde sadece toprak ve topraktaşılama interaksyonu önemli bulunmuştur. Aşılamanın önemsiz bulunuşu, ikinci aylık değerlendirmelerde olduğu gibi intekraksiyonu büyük ve önemli çıkmasına atfedilmiştir. Muamelelere ait ortalamaların, mukayesesinde (Tablo 2.) aşılammış topraklar için 43.05, kontrol toprakları için ise 31.00 ppm P bulunmuştur. Aradaki fark, 12.05, hesaplanan asgari önemli fark değerinden 4.76 (t, 0.01) büyük olduğundan aşılamanın genellikle müsbet yönde etkili olduğu ileri sürülebilir.

İkinci ve üçüncü aylık inkübasyon sonuçlarına göre fosfobakterin ile aşılamanın elverişli fosfor miktarına bazı topraklarda müsbet, bazılarında ise menfi yönde veya etkisiz olduğu anlaşılmaktadır. Literatürde de bu konuda ki çalışmalarla ilgili olarak değişik sonuçlar ve görüşler kaydedilmektedir.

Kudzin ve Yaroshevich (1959, 1962, 1963) çernozyem topraklarında fosfobakterin ile aşılamanın toprak solusyonundaki elverişli fosfor seviyesini ve neticede kışlık buğday, yonca, sudan otu ve mısır bitkilerinde mahsul artışı sağladığını ileri sürmektedir. Mishutin ve Naumova (1962) fosfobakterinin tarla bitkilerinde verimi genellikle % 10-13 den fazla arttırmadığını ve bazı hallerde ise tamamen etkisiz olduğunu kaydetmektedir. Cooper (1959) ise fosfobakterin Özbekistan'daki uygulamada tesirsiz kaldığını yazmaktadır. Smith ve çalışma arkadaşları (1961) da fosfobakterin ile aşılammada değişik sonuçlar aldıklarını belirtmektedirler.

Fosfobakterinin izolasyon ve aşılammasının başarı ile uygulandığı tesbit edilen bu çalışmada söz konusu toprakların bazılarında ve daha ziyade organik madde zengin olanlarında birinci aylık inkübasyonu takiben bir miktar fosforun elverişli hale geçtiği ileri sürülebilir. Ancak pratikte bir uygulamaya geçmeden evvel fosfobakterinin sera ve bilhassa tarla şartlarında çeşitli bitkiler kullanarak denenmesi gerekmektedir.

*Teşekkür:* Çalışmada kullanılan kaolini sağladığı için Toprak ve Gübre

Araştırma Enstitüsü Müdürü Mesut Özuygur'a teşekkürü borç biliriz.

### EVALUATION OF PHOSPHOBACTERIN AS A SOIL INOCULANT ON SOME OF THE ANATOLIAN SOILS

The main purpose of this study was to evaluate the effect of the phosphobacterin as a soil inoculant on the soluble P content of nine soil samples collected from the eastern anatolia. *Bacillus megatherium* var. *phosphaticum* was isolated from a local soil by using Menkina I and II media. The growth obtained from Menkina II media, was then mixed with the appropriate amount of solid carrier, and dried. The bacterial preparation was found to be a nearly pure culture of *Bacillus megatherium* var. *phosphaticum* with approximately seven billion organisms in the spor form per gm of solid carrier. The solid carrier consisted of about 88 % kaolin. The petri dishes, each containing 50 gm of the soil samples, were inoculated with 1:1 gm of solid carrier. The dishes were kept in about field moisture capacity at  $17 \pm 3$  °C for the first month and then at  $35 \pm 5$  °C for the rest of the experiment. The study lasted for three months and at the end of the each month determinations of inorganic P were made colorimetrically by the Bray I method. A factorial experiment was set up, by using inoculation and soil factors, with two replicatoinis.

At the end of the 30 days of incubation, a decrease, although statistically nonsignificant was absorbed, in the soluble P content of the inoculated soils. And it was thought to be connected to the synthesis of the immedia-

tely available P by the spores of the phosphobacterin for the formation of the bacterial form .

In the analysis of variance, calculated on the basis of 60 days of incubation, only mean squares of the soil and soil x inoculation interaction were significant (at 1 % level), because soluble P content of the some soils were increased slightly by the bacterial inoculant, whereas some soils did not positively respond to the treatment. However L.S.D. test indicated a significant (at 5 % level) increase in soluble P contents for the general means of the nine inoculated soils.

The mean squares of the soil and soilx inoculation interaction were found to be significant at 1 % level, in the statistical data obtained after 90 days of incubation period. And this was again attributed to the different responses of the soils against the inoculant, A general soluble P increase for the inoculated treatment mean was indicated as significant at 1 % level by L.S.D. test.

The phosphobacterin count was made by using the dilution method at the end of the 60 days of incubation to check, whether, the isolation and inoculation procedures were succesfull. The analysis of variance gave a significant (at 5 % level) mean square value for the treatment.

It was concluded that isolation of the bacteria from the local soil and inoculation procedures were carried out properly and some of the soils, especially those high in organic matter content, showed reasonable increase in soluble contents due to the

phosphobacterin inoculation. However, it was recommended that the glass house and field trials must be conducted by using different crops, before going a large scale application of the phosphobacterin.

### LITERATÜR LİSTETİSİ

- Cooper, R. 1959. Bacterial fertilizers in the Soviet Union, Soils and Fertilizers. Vol. XXII P. 327—333.
- Enkina, O. V. (1962) Use of phosphobacterin on Ciscaucasion leached chernozom. Soils Fertilizers abst. 25: 462, 1962.
- Goring, C. I. A, 1955. -Biological transformation of phosphorus in soil. I -Theory and methods Plant and Soil, VI No., P. 17-25.
- Kudzin, Y. K. and Yaroshevich, I. V. (1958). The use of phosphobacterin for winter wheat on chernozems Soils Fertilizers abst. 22: 287, 1959,
- Kudzin, Y. K. and Yaroshevich, I. V. (1961). The mobilization of organic phosphates in chernozem and the phosphorus nutrition of plants Soils Fertilizers abst. 25: 380, 1962.
- Kudzin, Y. K. and Yaroshevich, I. V. (1962), Use of phosphobacterin in the chernozem zone, Soils Fertilizers abst. 26: 115, 1963.
- Mishustin, E. N., and Naumova, A. N. (1962) Bacterial fertilizers, their effectiveness and mechanism of action. Soils Fertilizers abst. 25: 382, 1962.
- Smith, J. H., Allison F. E., and Solulides D.A. 1961. Evaluation of phosphobacterin as a soil inoculant. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 25: 109-111.
- Tan, K. H., Edwards, J.H., Beaty, E. R., and McCrery, R. A. 1970, Soil organic matter content and composition as related to ley clipping, management and fertilization, Soil Sci. Soc. of Amer. Proc. 34: 610-612.
- Tisdale, S. L. and Nelson, W. L. 1966, Bacterial phosphate fertilization, Soil fertility and fertilizers second edition. The MacMillan Comp. USA. p. 232.