

Mikrobiyel Yolla Üretilen Bitki Büyüme Düzenleyicileri

Hatice Sevim UÇKAN*

Nur OKUR**

ÖZET

Bitki büyüme düzenleyicileri, çok düşük konsantrasyonlarda bitkilerin önemli fizyolojik olaylarını etkileyen, doğal olarak oluşan ve organik nitelikte olan bir maddeler grubudur. Etkileri, büyüme ve gelişme olaylarında görülür.

Bitkilerde büyüme ve gelişme olaylarını artıran, engelleyen veya değişikliğe uğratan bitki büyüme düzenleyicileri; auksinler, gibberellinler, sitokininler, absisik asit ve etilendir.

Birçok toprak mikroorganizması bu maddeleri üretebilmektedir. Bu özelliğe sahip mikroflora besin maddeleri açısından zengin olan bitki kök bölgesinde oldukça yüksek sayıda bulunmaktadır. Ancak, toprak organizmaları tarafından üretilen bitki büyüme düzenleyicilerinin oluşumu ve fizyolojik aktivitesi konusuna gereken ilgi gösterilmemektedir. Bunun nedeni bu maddelerin ekstraksiyonlarının ve analitik tayinlerinin çok kompleks olmasıdır.

Anahtar Sözcükler: Bitki Büyüme Düzenleyicileri, Mikroorganizmalar.

ABSTRACT

Microbial Production of Plant Growth Regulators

Plant growth regulators are a group of naturally occurring, organic substances that influence physiological processes of plants at low

* Doç. Dr.; E. Ü. Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü.

** Araş. Gör.; U. Ü. Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü.

mantar türlerinin çoğu zaman % 100'ünün, bazen de % 54'ünün triptaminden indolasetik asit sentezleyebilme yeteneğinde olduğu bildirilmiştir⁴.

Çizelge: 2
Auksin Üreten Bazı Bakteri ve Aktinomisetler³

Organizma	Auksinler	Organizma	Auksinler
<i>Acetobacter xylinum</i>	Auksinler	<i>Bacterium sp.</i>	Heteroauksin
<i>Actinomyces albidus</i>	IAA, ICA	<i>Coryneform spp.</i>	Auksinler
<i>Actinomycetes spp.</i>	IAA	<i>Flavobacterium sp.</i>	IAA
<i>Arthrobacter spp.</i>	IAA	<i>Nocardia sp.</i>	IAA
<i>Azotobacter spp.</i>	IAA	<i>Pseudomonas sp.</i>	IAA
<i>Bacillus spp.</i>	Heteroauksin	<i>Rhizobium sp.</i>	IAA

IAA: İndolasetik asit, ICA: İndolkarboksilik asit

Çizelge: 3
Auksin Üreten Bazı Mantarlar³

Organizma	Auksinler	Organizma	Auksinler
<i>Alternaria sp.</i>	IAA	<i>Penicillium sp.</i>	Auksinler
<i>Aspergillus niger</i>	IAA	<i>Phoma sp.</i>	Auksinler
<i>Basidiomycetes sp.</i>	Auksinler	<i>Stibella sp.</i>	Auksinler
<i>Dicoccum sp.</i>	Auksinler	<i>Suillus bovinus</i>	IAA, ICA, TOL
<i>Endomycopsis sp.</i>	IAA	<i>Trichoderma sp.</i>	Auksinler
<i>Fusarium sp.</i>	Auksinler	<i>Verticillium sp.</i>	Auksinler

IAA: İndolasetik asit, ICA: İndolkarboksilik asit, TOL: Triptofol

Toprakta auksin üretimi, substratların ve mikroorganizmaların fazla miktarda bulunduğu kök bölgesinde gerçekleşir. Kökün dış ortamı ile kıyaslandığında kök ortamında indolasetik asit içeriği daha yüksek düzeyde bulunmuştur⁵. Ayrıca auksinler yaşayan ve ölü bitki artıklarından ortaya çıkan karbonlu materyellerin parçalanmasından da kaynaklanabilmektedir⁶. Humik materyeller ve hayvan gübreleri de toprakların auksin aktivitesini artırmaktadır⁷.

Auksin sentezine zemin hazırlayan kök artıklarının ve ölü köklerin parçalanma ürünlerinin yoğun olarak bulunduğu bölgelerde toprak organizmaları bitki gelişimini etkilemektedir⁸. *Azospirillum brasilense* tarafından üretilen auksinler, otsu bitkilerin kökleri bu bakterileri yoğun bir şekilde içerdiği için bu bitkilerin gelişimini büyük ölçüde etkilemektedir⁹. *Rhizobium* bakterileri tarafından üretilen auksinler ise baklagil bitkilerinin gelişimini etkilemektedir¹⁰. Ayrıca mikrobiyolojik olarak üretilen auksin, akdari ve sorgunun kök morfolojisinde de önemli değişikliklere yol açabilmektedir¹¹.

3.2. Gibberellinler

Japonya'da "Bakanae" adı verilen hastalığın çeltik bitkisinde boyuna uzamayı çok artırdığı ve bitkiyi ölüme götürdüğü saptanmıştır. Bu hastalığa *Gibberella fujikuroi* mantarının neden olduğu ispatlanmıştır. Bu mantarın fazla miktarda gibberellin ürettiği ve bu şekilde çeltikte boyuna uzamayı etkilediği belirlenmiştir¹².

Günümüzde yüksek bitkilerde gibberellin tipinde 50'den fazla madde ispatlanmıştır. Bunlardan en önemlisi gibberellik asittir. Yabuta¹³ *Gibberella fujikuroi*'nin gibberellik asidi ürettiğini tespit etmiş ve bu fungus izolatlarının gibberellik asidi üretebilme yeteneğinin büyük ölçüde konukçu bitkiye bağlı olduğu diğer araştırmacılar tarafından sonradan saptanmıştır.

Çizelge 4'te gibberellin üreten bazı bakteri ve aktinomisetler, Çizelge 5'te ise mantarlar sunulmuştur.

Çizelge: 4
Gibberellin Üreten Bazı Bakteri ve Aktinomisetler³

Organizma	Gibberellinler	Organizma	Gibberellinler
<i>Arthrobacter sp.</i>	GBM	<i>Flavobacterium sp.</i>	GBM
<i>Azotobacter sp.</i>	GBM yada GA ₃	<i>Nocardia sp.</i>	GBM
<i>Bacillus sp.</i>	GBM	<i>Pseudomonas sp.</i>	GBM
<i>Brevibacterium sp.</i>	GBM	<i>Streptomyces</i>	GBM yada GA ₃

GBM: Gibberellin benzeri maddeler, GA₃: Gibberellik Asit

Çizelge: 5
Gibberellin Üreten Bazı Mantarlar³

Organizma	Gibberellinler	Organizma	Gibberellinler
<i>Alternaria sp.</i>	GBM yada GA ₃	<i>Penicillium italicum</i>	GBM yada GA ₃
<i>Aspergillus niger</i>	GBM yada GA ₃	<i>Rhizopogon luteolus</i>	GBM yada GA ₃
<i>Fusarium avenaceum</i>	GBM	<i>Rhizopus stolonifer</i>	GBM yada GA ₃
<i>Gibberella fujikuroi</i>	GBM yada GA ₃	<i>Suillus lutens</i>	GBM yada GA ₃

GBM: Gibberellin benzeri maddeler, GA₃: Gibberellik Asit

Gibberellinlerin toprakta mikrobiyolojik olarak üretimi saf kültürdekine oranla daha azdır. Mısır bitkisinin özellikle fide çıkış döneminde, kök bölgesinde gibberellik asidin yüksek düzeyde üretildiği rapor edilmiştir¹⁴. Ayrıca çam bitkisinin kökünden izole edilen mantarların % 80'inin ve bakterilerin de % 55'inin gibberellik asit ve benzeri maddeleri üretebilme yeteneğinde olduğu saptanmıştır¹⁵.

3.3. Sitokininler

Sitokininler hücre bölünmesini artırarak büyümenin düzenlenmesinde etkili olan maddelerdir. Maya DNA'sından hücre çoğalmasında rol oynayan kinetinin izole edilmesinden sonra hücre bölünmesini artıran birçok madde sentezlenmiştir. Bu grup maddelerin hepsine birden "Sitokinin" adı verilmiştir. Bitkisel materyellerden ilk izole edilen sitokinin zeatin olup mısır bitkisinden elde edilmiştir.

Üç azotobakter türü (*A. chroococcum*, *A. vinelandi* ve *A. beijerinckii*) ve iki pseudomonas türü (*P. fluorescens* ve *P. putida*) saf kültürde sitokinin üretilebilir yönünden test edilmiş ve *A. chroococcum*'ın ilk sırada yer aldığı saptanmıştır¹⁶.

Sitokinin sentezleme yeteneğinde olan birçok bakteri ve mantar bulunmaktadır. Bunların bir kısmı Çizelge 6 ve Çizelge 7'de sunulmuştur.

Çizelge: 6
Sitokinin Üreten Bazı Bakteriler¹⁷

Organizma	Sitokinin	Organizma	Sitokinin
<i>Arthrobacter sp.</i>	SBM	<i>Escherichia coli</i>	SBM
<i>Azotobacter beijerinckii</i>	SBM	<i>Pseudomonas putida</i>	SBM
<i>Bacillus circulans</i>	SBM	<i>Rhizobium leguminosarum</i>	i ⁶ Ade, i ⁶ Ado
<i>Coryneform spp.</i>	İo ⁶ Ade, io ⁶ Ado	<i>Rhizobium phaseoli</i>	SBM

SBM: Sitokinin benzeri maddeler, i⁶Ade: N⁶-(Δ^2 -isopentil) adenin, i⁶Ado: N⁶-(Δ^2 -isopentil) adenozin, io⁶Ade: Zeatin, io⁶Ado: Zeatin ribosid

Çizelge: 7
Sitokinin Üreten Bazı Mantarlar¹⁷

Organizma	Sitokinin	Organizma	Sitokinin
<i>Amanita rubescens</i>	io ⁶ Ade, io ⁶ Ado	<i>Nectria galigena</i>	SBM
<i>Dictyostelium discoideum</i>	i ⁶ Ade	<i>Rhizopogon roseolus</i>	t-io ⁶ Ade, t-io ⁶ Ado
<i>Exobasidium myrtili</i>	SBM	<i>Suillus corthunatrus</i>	t-io ⁶ Ade, t-io ⁶ Ado
<i>Glomus fasciculatis</i>	io ⁶ Ade	<i>Suillus puctipes</i>	t-io ⁶ Ade, t-io ⁶ Ado
<i>Monilia fructicola</i>	SBM	<i>Taphrina cerasi</i>	t-io ⁶ Ade, t-io ⁶ Ado

SBM: Sitokinin benzeri maddeler, i⁶Ade: N⁶-(Δ^2 -isopentil) adenin, io⁶Ade: Zeatin, io⁶Ado: Zeatin ribosid, t-io⁶Ade: Trans-zeatin, t-io⁶Ado: Trans-zeatin ribosid

Sitokininin toprakta en fazla 1.8-4.4 μg kinetin/ml düzeyinde olduğu ve bu konsantrasyonun kültür ortamındaki oranla oldukça fazla olduğu yapılan çalışmalarla ispat edilmiştir. Mısır bitkisinin köklerinde 5.50 μg isopentil adenin (i⁶Ade) bulunduğu rapor edilmiştir¹⁴. *Azotobacter chroococcum* ile

yapılan çalışmalar, bu bakterinin trans-zeatin ve trans-zeatin ribosidi üretebilme yeteneğinde olduğunu göstermektedir¹⁸.

Birçok bitkide adenin ve isopentil alkol varlığında fazla sitokin sentezi nedeniyle kök ve gövde kuru ağırlığı, yaprak alanı ve klorofil a içeriği artmıştır.

3.4. Etilen

Etilen (C₂H₄) gaz formunda olup yüksek etkili bir büyüme düzenleyicisidir¹⁹. Yararlı substratları tükettiği ve mikrobiyel toprak biyomasına her zaman katkıda bulunduğu için funguslar asıl etilen üreticileri olarak görülmektedir. Bazı araştırmacılar ise etilen, fungusların sevdiği düşük su potansiyellerinde üretilmediği için bakterilerin temel üreticiler olduğu iddia edilmektedir.

Etilen üretebilme yeteneğinde olan bakteri ve mantarların bir kısmı Çizelge 8 ve Çizelge 9'da sunulmuştur.

Çizelge: 8
Etilen Üreten Bazı Bakteriler²⁰

Organizma	Organizma
<i>Arthrobacter spp.</i>	<i>Escherichia coli</i>
<i>Citrobacter spp.</i>	<i>Klebsiella azaenae</i>
<i>Enterobacter cloacae</i>	<i>Pseudomonas spp.</i>
<i>Erwinia herbicola</i>	<i>Streptomyces spp.</i>

Çizelge: 9
Etilen Üreten Bazı Mantarlar²¹

Organizma	Organizma
<i>Acremonium falciforme</i>	<i>Currularia sp.</i>
<i>Agaricus bisporus</i>	<i>Fusarium eguisei</i>
<i>Alternaria solani</i>	<i>Hansenula subpelticulosa</i>
<i>Aspergillus sp.</i>	<i>Mucor sp.</i>
<i>Blastomyces dermatitidis</i>	<i>Penicillium sp.</i>
<i>Candida vartiovaarae</i>	<i>Rhizopus sp.</i>

Mikroorganizmalar amino asitleri, organik asitleri, karbonhidratları, alkoller ve proteinleri içeren substratlardan etilen üretebilirler²⁰. Toprakta etilen üretimi tekstür, pH, redoks potansiyeli, nitrat içeriği, sıcaklık, su ile

doygun olma, havalanma, tuzluluk ve derinlik gibi toprak özelliklerinden de etkilenmektedir.

Bitkiler üzerinde mikrobiyel olarak üretilen etilenin etkisi konusunda direk bir kanıt bulunmamaktadır. Ancak bezelye fidelerinde L-metionin varlığında toprak mikroflorası tarafından üretilen etilenin hipokotilde şişme, genişleme ve indirgenme gibi üçlü bir responsa neden olduğu saptanmıştır²².

KAYNAKLAR

1. GÜVEN, A. 1988. Gelişmenin Bitki Hormonları (Fitohormonlar) ile Denetimi. Yüksek Lisans Ders Notları. Bornova, İzmir.
2. SEÇER, M. 1989. Doğal Büyüme Düzenleyicilerinin (Bitkisel Hormonların) Bitkilerdeki Fizyolojik Etkileri ve Bu Alanda Yapılan Araştırmalar. Derim, 6(3), Sayfa No: 109-124.
3. ARSHAD, M. and FRANKENBERGER, W.T., Jr. 1993. Microbial Production of Plant Growth Regulators. In Soil Microbial Ecology. Applications in Agricultural and Environmental Management. F. Blaine Metting, Jr. (Ed.). Marcel Dekker, New York, PP:307-334.
4. DVORNIKOVA, T. P., SKRYABIN, G.K. and SUVOROV, N.N. 1970. Enzymatic Transformation of Tryptamine by Fungi. Microbiologica. 39:32-35.
5. NARAYANASWAMI, R. and VEERUJI, V. 1969. IAA Synthesis in Paddy Soils as Influenced by Ammonium Sulphate Fertilization. Curr. Sci. 38:517-518.
6. MCLAREN, A.D. and PETERSON, G.H. (Eds.) 1967. Soil Biochemistry, Vol 1. Marcel Dekker, New York, p. 509.
7. O'DONNELL, R. W. 1973. The Auxinlike Effects of Humic Preparations from Leonardite. Soil Sci. 116:106-112.
8. LIBBERT, E., WICHNER, S., SCHIEWER, U., RISCH, H. and KAISER, W. 1966. The Influence of Epiphytic Bacteria on Auxin Metabolism. Planta 68:327-334.
9. BARBIERI, P., BERNARDI, A., GALLI, E. and ZANETTI, G. 1988. Effects of Inoculation with Different Strains of *Azospirillum Brasilense* on Wheat Root Development. In *Azospirillum* IV. Genetics, Physiology, Ecology, W. Klingmüller (Ed). Springer-Verlag, Berlin, pp.181-188.
10. KEFFORD, N. P., BROCKWELL, J. and ZWAR, J.A. 1960. The Symbiotic Synthesis of Auxins by Legumes and Nodule Bacteria and Its Role in Nodule Development. Aust. J. Biol. Sci. 13:456-467.

11. AZCON, R., AGUILAR, C.A. and BAREA, J.M. 1978. Effects of Plant Hormones Present in Bacterial Cultures on the Formation and Responses to VA Endomycorrhiza. *New Phytol.* 80: 359-364.
12. KUROSAWA, E. 1926. Experimental Studies on the Secretions of "Bakanae" Fungus of Rice Plants. *Trans. Hist. Soc. Formosa* 16: 213-227.
13. YABUTA, T. 1935. Biochemistry of the "Bakanae" Fungus of Rice. *Agric. Hort.* 10: 17-22.
14. ROSSI, W., GRAPPELLI, A. and PIETROSANTI, W. 1984. Phytohormones in Soil After Atrazine Application. *Folia Microbiol.* 29: 325-329.
15. KAMPERT, M., STRZELCZYK, E. and POKOJSKA, A. 1975. Production of Gibberellinlike Substances by Bacteria and Fungi Isolated from the Roots of Pine Seedlings (*Pinus Silvestris L.*). *Acta Microbiol. Pol.* 7: 157-166.
16. NIETO, K.F. and FRANKENBERGER, W. T., Jr. 1989. Biosynthesis of Cytokinins by *Azotobacter Chroococcum*. *Soil Biol. Biochem.* 21: 967-972.
17. NIETO, K.F. and FRANKENBERGER, W. T., Jr. 1990. Microbial Production of Cytokinins. In *Soil Biochemistry*, Vol 6, J.M. Bollag and G. Stotzky (Eds.). Marcel Dekker, New York, pp.191-248.
18. NIETO, K.F. and FRANKENBERGER, W. T., Jr. 1989. Biosynthesis of Cytokinins in Soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53: 735-740.
19. OSBORNE, D.J. 1968. Ethylene as a Plant Growth Regulators S.C.J. Monograph Nr. 31, 236-250, London.
20. ARSHAD, M. and FRANKENBERGER, W.T., Jr. 1990. Microbial Production of Plant Hormones. *Plant Soil* 133: 1-8.
21. ARSHAD, M. and FRANKENBERGER, W.T., Jr. 1992. Microbial Biosynthesis of Ethylene and its Influence on Plant Growth: A Review. *Adv. Microb. Ecol.* 12.
22. ARSHAD, M. and FRANKENBERGER, W.T., Jr. 1988. Influence of Ethylene Produced by Soil Microorganisms on Etiolated Pea Seedlings. *Appl. Environ. Microbiol.* 54:2728-2732.