

HUMİK ASİT, PGPR VE KİMYASAL GÜBRE UYGULAMALARININ BROKOLİ (*Brassica oleracea*) BİTKİSİNİN BAZI VERİM PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Adil AYDIN^a Ertan YILDIRIM^b M. Rüştü KARAMAN^c Metin TURAN^a Ayten
DEMİRTAŞ^a Fikretin ŞAHİN^d Adem GÜNEŞ^a Aslıhan ESRİNGÜ^a Mümin
DİZMAN^e Ahmet TUTAR^e

^aAtatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Erzurum

^bAtatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Erzurum

^cGazi Osman Paşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Tokat

^dYeditepe Üniversitesi Biyometri ve Genetik Bölümü, İstanbul

^eSakarya Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü, Sakarya

m_turan25@hotmail.com

ÖZET

*Bu araştırma farklı dozlarda humik asit, PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) ve kimyasal gübre uygulamalarının brokoli bitkisinin verim parametreleri ile klorofil ve stoma geçirgenliği üzerine olan etkilerini ortaya koymak amacıyla, sera şartlarında tam şansa bağlı deneme desenine göre; 1 bitki (*Brassica oleracea*), 4 humik asit dozu (0, 500, 1000 ve 2000 ppm), 4 farklı PGPR uygulaması (kontrol, C26, Osu-142, M3), 2 kimyasal gübre (gübreli ve gübresiz) ve 3 tekerrürlü olarak toplam (1×4×4×2×3=96) şeklinde toplam 96 adet saksı ile yürütülmüştür. 60 günlük gelişme periyodu sonunda brokoli bitkileri hasat edilerek humik asit ve kimyasal gübre uygulamalarının PGPR bakterileri ile birlikte kullanımının brokoli bitkisine olan etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda en fazla kök ağırlığı 1000 ppm humik asit ile birlikte C26 bakterisi uygulanmasında, en fazla bitki ağırlığı ve bitki klorofil içeriği ise 2000 ppm humik asit + Osu-142 bakterisi uygulanmasından elde edilirken, en yüksek stoma geçirgenliği ise 1000 ppm humik asit + Osu-142 bakterisi uygulanmasında elde edilmiştir.*

Anahtar kelimeler: Humik asit, PGPR, brokoli, kimyasal gübre

EFFECTS OF APPLICATION HUMIC ACID, PGPR AND CHEMICAL FERTILIZER ON BROCCOLI PLANTS (*Brassica oleracea*) OF SOME YIELD PARAMETERS

ABSTRACT

To determine the effects of different humic acid doses, PGPR and chemical fertilizer on broccoli plants yield parameters with chlorophyll and stomata permeability, this study was carried out 96 pots that greenhouse factorial randomized block design with full editing; a plant (*Brassica oleracea*), 4 humic acid doses (0, 500, 1000 and 2000 ppm), 4 different PGPR application (control, C26, Osu-142, M3), 2 chemical fertilizer (fertilized and unfertilized) and a total of three replications ($1 \times 4 \times 4 \times 2 \times 3 = 96$). Broccoli plants were harvested at the end of a 60-day period and determined some yield parameters. According to the study results, the highest plant root yield was determined from 1000 ppm humic acids with C26 bacteria applications, but the highest plant yield and chlorophyll contents were obtained from 2000 ppm humic acid with Osu-142 bacteria applications. The highest permeability was determined from 1000 ppm humic acid with Osu-142 bacteria applications.

Key words: Humic acid, PGPR, chemical fertilizer, broccoli

1.Giriş

Hızla artan dünya nüfusunun yeterli ve dengeli beslenebilmelerini sağlamak tarım alanlarının verimliliğini ve üretkenliğini yani üretim potansiyellerini arttırmakla mümkündür. Tarımsal üretimi arttırmanın yolu da ürün arttırıcı girdiler ile tarım alanlarının rasyonel ve bilinçli bir şekilde kullanımından geçmektedir. Teknolojik, ekonomik ve ekolojik faktörlere bağlı olarak tarımsal üretimde bilinçsizce kullanılan bir takım (gübre, sulama, ilaç vs.) girdiler toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini etkileyerek toprak verimliliğini ve üretkenliğini sınırlandırmaktadır. Tarım alanlarının sulanmasında planlı-programlı bir sulamanın yapılmaması, gübrelemede toprak özelliklerinin dikkate alınmaması, bitki yetiştirmede ekim nöbetinin uygulanmaması vs. gibi nedenlerle tarım arazilerinin verimliliği ve üretkenliği zayıflamakta dolayısıyla toprakta degradasyon sorunu karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle dünyada ve ülkemizde böyle sorunlu arazilerin miktarı her geçen gün artmaktadır. Mevcut alanları sürdürülebilir olarak kullanabilmek için optimum yönetim uygulamaları kaçınılmaz hale gelmiştir.

Rizobakteriler yaşam alanı ve besin için rekabet, patojen gelişimini engelleyici kimyasalların üretimi, siderefor üretimi ve bitkide teşvik edilmiş

dayanıklılığın harekete geçirilmesi gibi bir takım mekanizmaları kullanarak hem bitkinin gelişimini artırmakta hemde patojenlere karşı bitkide koruma sağlamaktadırlar (Compant ve ark., 2005). PGPR'lar özellikle sağlıklı bitkiye uygulama yapıldığında sistemik dayanıklılığı harekete geçirerek kimyasal uygulamalardan, özelliklede bakırlı bileşik uygulamalarından daha etkin sonuçlar vermektedir (Kuc 2001).

Bitki gelişimini teşvik edici diğer organik gübre kaynağı ise son zamanlarda önemi giderek artan humik asit uygulamalarıdır. Humik asitler, metalik iyonlar ile kleytli bileşikler ya da metalik hidroksitler oluşturarak suda çözünebilir formları meydana getirirler. Bu elementlerin birçoğunun çözünürlüğünü de kontrol ederek, kök gelişimi ve bitkiler tarafından absorbe edilen besin elementlerinin metabolizmalarını etkilemesi ile doğrudan katkılar sağlamaktadır (Lobartini ve ark., 1997). Nitekim diğer çeşitli bilimsel araştırmalarda da özellikle kireç kapsamı yüksek, organik maddesi düşük ve alınabilir besin maddesi yönünden sıkıntı bulunan topraklara, organik kaynaklı bileşiklerin ilavesi ile P, Fe, Zn gibi bitki besin elementlerinin alınabilirliği artırılmaktadır. Bu nedenle bitkisel üretimde maksimum verim, kalite ve ekonomik kazancın elde edilmesi, çevre kirliliği riskinin ise en az düzeyde tutulması ve toprak verimliliğinin sürdürülebilirliği açısından humik asit uygulamaları son derece önemlidir (Dursun ve ark., 1998; Karaman, 2003; Fallahia ve ark., 2006).

Humik asit kullanımının doğrudan etkisi yanında dolaylı olarak toprak organik maddesine katkıları ve organik maddenin toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerinde yarattığı olumlu etkiler üzerinden de katkılar sağlamaktadır (Usta ve ark., 1996; Özbek, 1971).

Brokoli (*Brassica oleracea* L.) özellikle ülkemizde yeni tanınan bir serin iklim sebzesidir. Yaz aylarında sıcaklığın 20°C'nin üzerinde olan yerlerde ekonomik olarak yetiştiriciliği yapılamamaktadır. Yine kış aylarında dona duyarlı olmasından ötürü de sınırlı alanlarda yetiştiriciliği mümkün olabilmektedir. Brokoli bitkisinin yetiştiriciliğinde optimum verim alınabilmesi için, bitki besin elementlerince fakir topraklarda kimyasal gübre ilavesi yanında toprakların organik madde düzeyini artırıcı gübreleme yapmak gerekmektedir (Nieuwhof 1969).

Bu çalışma ile tarımsal üretimde kullanılan humik asit ve kimyasal gübrelerin kullanım etkinliğinin PGPR ile artırılarak brokoli bitkisinin verim parametreleri ile klorofil ve stoma geçirgenliği üzerine olan etkilerini ortaya koyabilmek ve bitkisel üretimde optimum verimin alınabilmesi için gerekli olan gübre çeşidi ve dozu belirlenmeye çalışılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Farklı humik asit dozlarının, PGPR bakterilerinin ve standart kimyasal gübrenin brokoli bitkisinin verim parametreleri ile klorofil ve stoma geçirgenliği üzerine olan etkilerini belirlemek için Atatürk Üniversitesi Ziraat İşletme Müdürlüğüne ait çiftlik arazisinden amaca uygun şekilde 0-30 cm derinliğinden

alınan toprak örnekleri, havada kurutulup 4 mm'lik elekten elendikten sonra 15 cm çapında plastik saksılara 3000 g/saksı toprak olacak şekilde yerleştirilmiştir. Saksılara konulan toprak örneğinden alt örnek alınarak deneme öncesi toprağın bazı fiziksel, kimyasal analizleri belirlenmiştir. Deneme sera şartlarında faktöriyel düzenlemede tam şansa bağlı deneme desenine göre; brokoli bitkisine, 4 farklı humik asit dozu (0, 500, 1000 ve 2000 ppm), 4 farklı PGPR (kontrol, C26, Osu-142 ve M3), 2 mineral gübre (40 kg DAP/da, 55 kg TSP/da ve kontrol) ve 3 tekerrürlü olarak toplam ($1 \times 4 \times 4 \times 2 \times 3 = 96$) 96 adet saksıda yürütülmüştür. 60 günlük gelişme periyodu sonucunda brokoli bitkisi hasat edilerek verim parametreleri, klorofil ve stoma geçirgenliği belirlenmeye çalışılmıştır.

2.1.Bitki Analizleri

Bitki örneklerinin klorofil içeriği SPAD-502 klorofil metre ile; stoma geçirgenliği SC-1 pormeter ile ölçülerek belirlenmiştir.

2.2.Toprak Analizleri

Toprakların tekstürleri Bouyoucus Hidrometre yöntemiyle (Gee and Hortage, 1986); pH'sı pH metre ile (McLean, 1982); kireç içerikleri Scheibler Kalsimetresi ile volümetrik olarak (Nelson, 1982); organik madde içerikleri Smith-Weldon yöntemiyle (Nelson ve Sommer, 1982); kation değişim kapasiteleri ve değişebilir kanyonlar ICP-OES spektrofotometresinde (Rhoades, 1982a, b); elverişli Fe, Mn, Zn ve Cu miktarları DTPA yöntemine göre ICP-OES spektrofotometresinde (Lindsay ve Norvell, 1978); fosfor içerikleri sodyum bikarbonatla ekstrakte edilen süzükler ICP-OES spektrofotometresinde (Olsen ve Summer, 1982) okunmak suretiyle belirlenmiştir.

2.3.İstatistiksel Değerlendirme

Denemeden elde edilen analiz sonuçları varyans analizi, çoklu karşılaştırma testleri yapılmıştır (SPSS, 2004).

3. Araştırma Bulguları ve Tartışma

Deneme toprağının bazı kimyasal analiz sonuçları Tablo 3.1'de verilmiştir. Tablo 3.1'den görüldüğü gibi toprak pH'sı hafif alkalın, organik madde içeriği az sınıfına girmektedir. Kireç içeriği yönünden az, K ve Ca içeriği bakımından fazla, Mg yeter ve fazla, P bakımından yetersiz, elverişli Fe içeriği yönünden orta, Zn ve Cu içeriği yönünden yeterli sınıfına girmektedir (Anonymous 1980; FAO 1990; TOVEP 1991).

Tablo 3.1. Denemede kullanılan toprak örneklerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları

	Değer		Değer
pH (1:2,5)	7.52	K me/100 gr	2.45
CaCO ₃ ,%	0.78	Ca me/100 gr	15.76
Organik madde, %	1.43	Mg me/100 gr	5.12
NH ₄ -N, ppm	8.63	Na me/100 gr	0.75
NO ₃ -N, ppm	9.78	Fe ppm	3.12
KDK (me/100 gr)	24.16	Cu ppm	1.70
P ppm	10.56	Mn ppm	4.34
B ppm	0.57	Zn ppm	1.68
Cd ppm	0.04	Pb ppm	0.73

3.1. Humik Asit, PGPR ve Kimyasal Gübre Uygulamalarının Brokoli Bitkisinin Verim Parametreleri Üzerine Etkileri

Brokoli bitkisinin verimini artırmak için bitkisel üretimde kullanılan organik, mikrobiyolojik ve kimyasal gübre uygulamalarının brokoli bitkisinin bitki ağırlığı ve kök ağırlığı üzerine istatistiksel olarak önemli düzeyde etki ettiği belirlenmiştir ($p<0.01$).

Kimyasal gübre uygulanmayan brokoli bitkisinin kök ağırlığı incelendiğinde, en yüksek kök ağırlığı 1000 ppm humik asit ile birlikte C26 bakterisi uygulanmasında (3.45 gr) elde edilirken, kimyasal gübre uygulanması durumunda ise 1000 ppm humik asit ile C26 bakterisi uygulamasında en yüksek kök ağırlığı (3.32 gr) elde edilmiştir (Tablo 3.2). Kimyasal gübre, humik asit ve PGPR uygulamasının yapılmadığı kontrol uygulamasında brokoli bitkisinin kök ağırlığı 0.10 gr iken, 2000 ppm humik asit uygulaması ile bu değer 0.87 gr'a ve kimyasal gübre ilavesi ile 1.87 gr'a yükselmiştir. 1000 ppm humik asite ilaveten 108 cfu/ml dozunda C26 bakterisi ilave edilmesi durumunda ise bu değer 3.45 g'a ve kimyasal gübre uygulamalarının yapıldığı ve 1000 ppm humik asit ile 108 cfu/ml dozunda C26 bakterisi ilave edilmesi durumunda ise 3.32 gr'a ulaşılmıştır.

Toplam bitki ağırlığı bakımından değerlendirme yapıldığında kimyasal gübre uygulanmayan brokoli bitkisinin bitki ağırlığı en yüksek 2000 ppm humik asit ile Osu-142 bakterisi uygulamasında elde edilmiş (20.34 gr) olup, humik asit ve PGPR uygulamasına ilave olarak kimyasal gübre uygulanmasında ise bitki ağırlığında önemli ölçüde azalışa neden olmuştur.

Tablo 3.2. Humik asit, PGPR ve kimyasal gübre uygulamalarının brokoli bitkisinin verim parametreleri üzerine etkileri

	Kontrol				Kimyasal Gübre			
	Humik asit, ppm				Humik asit, ppm			
Kök ağırlığı, gr	0	500	1000	2000	0	500	1000	2000
Kontrol	0.10c	0.10d	0.25d	0.87b	0.45d	0.72a	1.11c	1.87b
Osu-142	0.12b	0.15c	0.37c	0.78b	1.11a	1.86b	3.23a	2.87a
C26	0.13b	0.87a	3.45a	2.34a	0.85b	2.45a	3.32a	0.98d
M3	0.15a	0.47b	0.85b	2.43a	0.62c	1.30c	2.24b	1.34c
Bitki ağırlığı, gr								
Kontrol	2.75d	5.43d	7.66c	10.54d	4.54a	7.66c	9.87d	9.03c
Osu-142	4.56c	10.24b	15.23b	20.34a	8.93a	10.34b	16.54a	9.33b
C26	8.34a	12.42a	16.45a	13.59c	7.13c	13.44a	11.79c	9.89a
M3	5.81b	6.43c	13.45c	16.73b	7.78b	10.23b	15.77b	8.43d

3.2. Humik Asit, PGPR ve Kimyasal Gübre Uygulamalarının Brokoli Bitkisinin Stoma Geçirgenliği ve Klorofil İçeriğine Etkileri

Farklı dozlarda humik asit, PGPR ve kimyasal gübre uygulaması sonucunda brokoli bitkisinin klorofil ve stoma geçirgenliğinde istatistiksel olarak önemli düzeyde değişimler meydana geldiği belirlenmiştir ($p < 0.01$).

Brokoli bitkisinin klorofil içeriği en yüksek kimyasal gübre uygulanmayan topraklarda 2000 ppm humik asit ile Osu-142 bakteri uygulamasından (57 SPAD) elde edilirken, kimyasal gübre ilave sile en yüksek klorofil içeriği 1000 ppm humik asit ile Osu-142 bakteri uygulamasından (52 SPAD) elde edilmiştir (Tablo 3.3).

Tablo 3.3. Humik asit, PGPR ve kimyasal gübre uygulamalarının brokoli bitkisinin klorofil ve stoma geçirgenliği üzerine etkisi

	Kontrol				Kimyasal Gübre			
	Humik asit, ppm				Humik asit, ppm			
Klorofil içeriği, SPAD	0	500	1000	2000	0	500	1000	2000
Kontrol	40c	44c	49c	48c	42c	46c	49c	45b
Osu-142	43b	44c	52b	57a	48a	51a	52a	50a
C26	42b	51a	54a	50b	46b	49b	50b	46b
M3	46a	48b	54a	56a	45b	48b	51bc	49a
Stoma geçirgenliği, mmol/m ² /sn								
Kontrol	102d	115d	127d	130d	123b	139c	130d	141d
Osu-142	110c	170a	210a	174a	147a	173a	213a	195a
C26	132b	163b	174c	140c	144a	149b	188c	173c
M3	142a	154c	188b	162b	112c	178a	192b	184b

Brokoli bitkisinin stoma geçirgenliği üzerine humik asit ve PGPR uygulamalarının etkileri incelendiğinde en yüksek stoma geçirgenliği 1000 ppm humik asit ile Osu-142 bakteri uygulamasından ($210 \text{ mmol/m}^2/\text{sn}$), kimyasal gübre ilavesinde ise 1000 ppm humik asit ile Osu-142 bakteri uygulamasından ($213 \text{ mmol/m}^2/\text{sn}$) elde edilmiştir.

4. Sonuç

Brokoli bitkisinin verim parametreleri ile klorofil içeriği ve stoma geçirgenliği, farklı dozlarda humik asit, PGPR ve kimyasal gübre uygulamalarına bağlı olarak artışlar göstermiştir. En fazla kök ağırlığı kimyasal gübre uygulanmayan 1000 ppm humik asit uygulaması ile C26 bakterisi uygulanmasında, en fazla bitki ağırlığı ve bitki klorofil içeriği kimyasal gübre uygulanmayan 2000 ppm humik asit uygulaması ile Osu-142 bakterisi uygulanmasında, en yüksek stoma geçirgenliği ise kimyasal gübre uygulanmayan 1000 ppm humik asit uygulaması ile Osu-142 bakterisi uygulanmasında elde edilmiştir.

Bu çalışma sonucunda, gübre kaynağı olarak humik asit ve kimyasal gübre kullanımı verimde önemli artışlara neden olurken, bakteri uygulamasının girdi olarak kullanımı organik ve mineral kaynakların etkinliğini artırmada istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bu nedenle organik madde içeriği düşük topraklarda brokoli gibi sebzelerin üretiminin yapıldığı alanlarda, gerek organik gerekse mineral kaynakların etkinliklerinin artırılmasında önemli bir girdi olarak kullanılabilmesi belirlenmiştir.

Kaynaklar

- Anonymous, 1980. Toprak Su İstatistikleri Bülteni. Program ve Planlama Dairesi Başkanlığı Yayını, Ankara.
- Compant, S., Duffy, B., Nowak, J., Clement, C. and Aıt Barka, E., 2005. Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: principles, mechanisms of action, and future prospects. *Applied and Environmental Microbiology*, 71:4951-4959.
- Dursun, A., Güvenç, İ. ve Turan, M., 1998. Macro and micro nutrient contents of tomato and egg plant seedling in relation to humic acid applications. *International Workshop On Improved Crop Quality by Nutrient Management. Abstracts. Bornova, İzmir. 28 October 1998.*
- Fallahi, E., Fallahi, B. and Seyedbagheri, M., 2006. Influence of Humic Substances and Nitrogen on Yield, Fruit Quality, and Leaf Mineral Elements of 'Early Spur Rome' Apple. *J. of Plant Nutrition*, 29(15):1819-1833
- FAO, 1990. Micronutrient. Assessment at the country leaves an international study
- Gee, G.W. and Hortage, K.H., 1986. Particle- Size Analysis. *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Minerological Methods Secand Edition. Agronomy No: 9. 2. Edition pp. 383-441.*

- Karaman, M.R, 2003. Tokat Yoresi Seftali Ağaçlarında Demir Klorozunun Önlenmesinde Demir ve Humat Uygulamalarının Etkinliği, A.U.Z.F. Tarım Bilimleri Dergisi, 9(1):29-34.
- Kuc, J., 2001. Concepts and direction of induced systemic resistance in plants and its application. *European Journal of Plant Pathology*, 107:7-12.
- Lindsay, W.L. and Norwell, W.A., 1978. Development of DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 33:49-54.
- Lobartini, J.C., Orioli, G.A. and Tan, K.H., 1997. Characteristics of soil humic acid fractions separated by ultrafiltration. *Commun. Soil Sci. Plant Anal*, 28 (9,10):787–796.
- Mclean, E.O., 1982. Soil pH and Lime Requirement. *Methods of Soil Analysis Part2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No: 9 Part 2 . Edition pp.199-224.*
- Nelson, D.W. and Sommers, L.E., 1982. Organic Matter. *Methods of Soil Analysis Part2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No: 9 Part 2 . Edition pp. 574-579.*
- Nelson, R.E., 1982. Carbonate and Gypsum. *Methods of Soil Analysis Part2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No: 9 Part 2 . Edition pp. 191-197.*
- Nieuwhof, M., 1969. *Cole Crops*, Leonard Hill, London, pp.102-104.
- Olsen, S.R. and Sommers, L.E., 1982. Phosphorus. *Methods of Soil Analysis Part2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No: 9 Part 2 . Edition pp. 403-427.*
- Özbek, H., 1971. *Tarımda Organik Maddenin Önemi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yay. No: 13, Ankara.
- Rhoades, J.D., 1982a. Cation Exchange Capacity. *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No: 9 Part 2. Edition pp. 149-157.*
- Rhoades, J.D., 1982b. Exchangeable Cations. *Methods of Soil Analysis Part2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No: 9 Part 2. Edition pp. 159-164.*
- SPSS, 2004. *SPSS 13.0 for Windows Evaluation version*. (SPSS Inc., Illinois, USA).
- TOVEP, 1991. *Türkiye Toprakları Verimlilik Envanteri*. T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü ve dayanıklılık ıslahı. Uludağ Üni., Zir. Fak. Derg. (9):193-204.
- Usta, S., Sözüdoğru, S. ve Çaycı, G., 1996. Ülkemizdeki bazı peat ve peat benzeri materyallerin kimyasal özellikleri ile humik ve fulvik asit kapsamları üzerine bir araştırma. *Tr. J. Agriculture and Forestry*, 20:27-33.