

SU YOSUNU (*ULVA LACTUCA*)'NUN TOPRAĞIN SU TUTMA KAPASİTESİNE ETKİSİ

Ömer Hulusi DEDE^{1*}, Gülgün DEDE¹, Serkan ÖZDEMİR²

^{1*}Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Esentepe 54187, Sakarya – Türkiye
ohdede@sakarya.edu.tr

²Özel Işık Fen Lisesi, Sakarya – Türkiye

ÖZET

Bu çalışmada toprağa su yosunu (*Ulva lactuca*) karıştırılmasının, toprağın su tutma kapasitesine etkisi ve zaman içindeki değişimi araştırılmıştır. Karadeniz sahilinden toplanan yosun yağmur suyu ile yıkanarak tuzluluktan arındırılmış ve kurutulduktan sonra toprağa %0, %2,5, %5, %10 ve %20 oranlarında karıştırılmıştır. Hazırlanan karışımlar saksılara doldurularak 25 °C'de 0, 20, 40, 60 gün boyunca inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyonun sonunda toprağın organik madde miktarı ve su tutma kapasitesi belirlenmiştir. Toprağa yosun karıştırılması, toprağın gözenekliliğini artırarak su tutma kapasitesini artırmıştır. İnkübasyon ilerledikçe organik madde miktarı azalmıştır. 20. ve 40. günlerde mikro gözeneklilik artmış, hava kapasitesi azalmış, su tutma kapasitesi ise değişmemiştir. İnkübasyonun 60. gününde organik madde azalması yavaşlamış, hava kapasitesi normal değerlere gelmiş, su tutma kapasitesi azalmıştır. Toplam porozite ise değişmemiştir. İnkübasyonun başlangıç ve 60. gününde gözeneklilik ve su tutma kapasitesi artışında belirleyici doz %5 yosun ilavesi olmuş, bunun üstündeki dozlarda artış sınırlı kalmıştır. Optimum doz olarak belirlenen %5 yosun ilavesi, toprağın su tutma kapasitesini ortalama olarak %48 artırmıştır.

Anahtar Kelimeler: Su yosunu, toprak, yetiştirme ortamı, su tutma kapasitesi, organik madde.

ABSTRACT

In this study, the effect of sea lettuce (*Ulva lactuca*) on soil water-holding capacity and the variation by over time were investigated. Sea lettuce (algae) was collected from the Black Sea coast, rinsed with rain water and dried to constant weight. Dried algae were added to soil at rate of 0%, 2.5%, 5%, 10% and 20%. Mixtures were filling the pots and incubated for 0, 20, 40, 60 days at 25 °C. At the end of the incubation, soil organic matter and water holding capacity were determined. Adding of algae to soil was increased the porosity and water holding capacity. The amount of the organic matter was decreased by the incubation progress. At the 20 and 40 days, micro-porosity was increased, air capacity decreased and water-holding capacity has not changed. At the 60th incubation days, reduction of organic matter content was slowed, air capacity was reached to normal values and water holding capacity was decreased. Total porosity was not changed. At the beginning (0th) and the 60th incubation days, the distinctive dose was obtained at 5% for porosity and water holding capacity increases. Increased doses of the above have been limited. The optimum dose of 5% as determined by the addition of algae was increased soil water holding capacity by 48% on average.

Keywords: Sea lettuce, soil, growing media, water holding capacity, organic matter.

1. Giriş

ise verimlerinde düşmelere neden olmaktadır. Günümüzde bitkisel üretimi artırmak ve garanti altına almak için çoğunlukla yeraltı ve yüzeysel su kaynakları sulama suyu olarak kullanılmakta fakat su kaynaklarının aşırı kullanımı hem kaynakların kurumasına sebep olmakta hem de maliyeti nedeniyle uygulamada zorluklar yaşanmaktadır.

Kış mevsiminde yağın yağışların toprakta depolanması, yağışlardan daha fazla faydalanılabilmesi için alternatif bir yöntemdir. Bununla birlikte toprağın su tutma kapasitesinin düşük olması nedeniyle, toprak genellikle üzerinde yetişen bitkinin su ihtiyacını mevsim boyunca karşılayamamaktadır. Toprağın, yağmur ve sulama suyunu tutma kapasitesini artırmak amacıyla sentetik hidrojel kullanılmakta ve su tutma kapasitesini, toprak cinsine bağlı olarak, 1,98 ile 3,2 kata kadar artırmaktadır [1]. Bünyesinde fazla miktarda su tutan su yosunları da kurutulup tekrar ıslandığında içerdikleri polisakkarit alginat maddesinden dolayı jel yapı göstermektedir. Bu nedenle, sentetik hidrojel yerine doğal su yosunları toprağın su tutma kapasitesini artırmada çevreye dost yöntem olarak değerlendirilebilecek maddelerdir.

Artan su kirliliğine bağlı olarak liman ve sahillerde su yosunları büyük kitleler oluşturarak hem görsel kirliliğe hem de limanlarda kullanım problemlerine neden olmaktadır. Tuzlu sulardan çıkarılan yosunlar yıkanıp tuzluluğu giderildikten sonra gübre amacıyla toprağa karıştırılarak uzun yıllardır kullanılmaktadır [2, 3]. Hatta yosunlar mineral, vitamin ve hormon benzeri maddeler bakımından zengin olmaları nedeniyle ekstraktları çıkarılmakta ve bitki büyümesini hızlandırıcı, düzenleyici olarak kullanılmaktadır [4]. Ülkemizde ise su yosunları her hangi bir şekilde değerlendirilmemektedir.

Bu çalışmada yetiştirme ortamlarında bitkisel üretimi kısıtlayan su yetersizliğine çözüm olarak su yosununun, toprağın su tutma kapasitesini artırmadaki rolü ile organik maddenin ayrışmasına bağlı olarak, su tutma kapasitesinin değişimi incelenmiştir.

2. Materyal ve Metot

Tarlardan temin edilen toprak örnekleri (0–20 cm derinlik), laboratuarda gölgede ve normal oda sıcaklığında kurutulmuş, fazla baskı uygulanmadan ezilmiş, 2 mm çaplı elekten geçirilmiştir. Elekten geçen kısım deneylerde kullanılmıştır.

Karadeniz sahilinden toplanan su yosunu (*Ulva lactuca*) yağmur suyu ile yıkanarak tuzluluğu giderildikten sonra

Bitkiler büyümleri için en fazla yaz döneminde suya ihtiyaç duymakta, yağışların düzensiz ve yetersiz olması önce güneşte, sonra 105 °C'de sabit tartıma gelene kadar etüvde kurutulmuştur. Ardından fazla baskı uygulanmadan ezilmiş ve deney topraklarına kuru ağırlık olarak karıştırılmıştır. Yosunlar, toprağa %0, %2,5, %5, %10 ve %20 oranlarında homojen olarak karıştırılmış, hazırlanan karışımlar 500 ml plastik saksılara doldurulmuştur.

Organik maddenin en hızlı ayrışma periyodunun ilk 3 hafta olduğu, ardından kararlı hale gelmeye başladığı dikkate alınarak, belirtilen periyotları içine alacak şekilde, deneyler 60 gün olarak projelendirilmiş ve toprak-yosun karışımları 25 °C'de 20, 40 ve 60 gün inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyonun başlangıç (0) ve 20, 40, 60. günlerinde organik madde ve su tutma kapasitesi deneyleri yapılmıştır.

2.1 Yosun'un Özellikleri

Kurutulmuş yosun saf su ile iyice doyurulup, çalkalayıcıda 2 saat çalkalanmış, ardından suyu süzildikten sonra süzüntüde pH ve EC (elektriksel iletkenlik) değerleri ölçülmüştür [5]. pH nötrale yakın 6,38, EC değeri ise hafif tuzlu 1,46 mS cm⁻¹ olarak tespit edilmiştir.

Kuru yosun tekrar su ile doyurulmuş, serbest suyu süzildikten sonra etüvde kurutulmuş ve su tutma kapasitesi %86 olarak belirlenmiştir.

2.2 Toprağın Özellikleri

Toprağın yapısı Hidrometre deneyi ile belirlenmiştir. 50 g toprak bir beherde su ile karıştırılarak çözülmüş, ardından toprak + su karışımı 1 L silindire konularak iyice karıştırılmış, 40 saniye sonunda hidrometre silindirin içine koyularak ilk okuma yapılmıştır. 2 saat sonra ikinci okuma yapılmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen değerler toprak yapısı sınıflandırma üçgeninde yerine koyularak, toprağın yapısı siltli-killi-tın (%2 kum, %38 kil, %60 silt) olarak belirlenmiştir [5].

2.3 Su Tutma Kapasitesi ve Organik Madde Miktarı

Su tutma kapasitesi, yetiştirme ortamı içindeki maksimum su içeriğidir. Yetiştirme ortamındaki suyun yer çekiminin etkisi ile 10 cm kum üzerinde drene olduktan sonra, ortamın tutabileceği maksimum su miktarı olarak da tarif edilmektedir[5, 6].

Su tutma kapasitesi, organik madde kapsamı, hacim ağırlığı, porozite ve porozite içinde hava ve su oranına bağlı olarak değişmektedir [5, 6]. Yapılan deneylerde bahsedilen

özellikler bulunarak su tutma kapasitesi hesaplanmış ve toprağa değişik oranlarda yosun ilavesinin su tutma kapasitesini zamana bağlı olarak nasıl etkilediği tespit edilmeye çalışılmıştır.

Su tutma kapasitesi Verdonck ve Gabriels (1992), tarafından geliştirilen ve Avrupa Birliği standardı olarak kabul edilen yöntemle belirlenmiştir [7]. Bu yöntemde, bilinen hacimde toprak örneği önce su ile iyice doyurulmuş (24 saat), ardından bitkilerin maruz kalacağı su alma basıncında (1 kPa) drenaj sağlanmış (24 saat) ve sonunda 105 °C'de sabit ağırlığa kadar kurutularak (24-48 saat), tutulan toplam su miktarı hesaplanmıştır. Yöntemde üst üste koyulan ve ortadan tutturulan iki tarafı açık ringler kullanılmıştır. (Büyük ring = Yüksekliği: 4 cm; Çapı: 8 cm; Hacmi: 200,96 cm³; Küçük ring = Yüksekliği: 2,7 mm; Çapı: 8 cm)

Toprağın hava kapasitesi, bu ortamların içindeki hava miktarının ortamın toplam porozite hacmine oranı olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmada hava kapasitesi, numunelerin su ile saturasyonundan sonra 10 cm basınçta drene edilmesinden kaynaklanan kayıpla tespit edilmiştir [5].

Gerçek yoğunluk da denilen özgül ağırlık, kuru katı materyalin (105 °C'de kurutulmuş) kütlesi ile partiküllerin işgal ettiği gerçek hacim arasındaki ilişkiyi belirtmektedir. Numunelerin özgül ağırlık ve hacim ağırlıkları, AB standartlarında belirtildiği gibi bilinen bir hacimdeki numunelerin, su kolonunda 10 cm emme basıncına tabi tutulduktan sonra kuru ağırlığının ölçülmesi ile bulunmuştur [5].

Toplam porozite belli ağırlıktaki numunelerin kütlesinin (hacim-ağırlık) o kütle içerisindeki gözenek hacmine %

Tablo 1. Toprağa değişik oranlarda yosun ilavesi ile değişen özellikleri ve su tutma kapasitesine etkisi

Numune	Özgül ağırlık (g/cm ³)	Hacim ağırlığı (g/cm ³)	Organik madde (%)	Porozite (%)	Hava kapasitesi (%)	Su tutma (hacim yüzdesi cinsinden, %)
0	2,586	1,197	2,97	53,73	20,04	33,69
% 2,5 Yosun	2,525	1,125	5,96	55,47	20,04	35,43
% 5 Yosun	2,386	0,664	13,99	72,17	24,20	47,97
% 10 Yosun	2,127	0,547	29,73	74,29	24,19	50,10
% 20 Yosun	1,953	0,497	43,15	74,54	16,67	57,87

Bu sonuçlar, toprağa yosun karıştırılmasının, toprağın su tutma kapasitesini artırmada oldukça etkili olduğunu göstermektedir. Toprak porozitesi ve su tutma kapasitesindeki artışı sağlayan kritik doz %5 olmuştur. %20 ise toprağa pratik olarak karıştırılamayacak kadar yüksek dozdur.

oranı olarak ifade edilmektedir. Bu çalışmada toplam porozite, hacim ağırlığı ve özgül ağırlık değerleri kullanılarak formül yardımı ile tespit edilmiştir [5].

Numunelerinin organik madde kapsamı, fırın kuru (105 °C) örneklerin 550 °C'de, 4 saat süreyle yakılması ilkesine göre % olarak hesaplanmasıyla belirlenmiştir [8].

3. Bulgular ve Tartışma

3.1 I. Zaman Su Tutma Kapasitesi Deneyi

Toprağa farklı oranlarda karıştırılan su yosunu (*Ulva lactuca*) ile elde edilen başlangıç sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Deneyin başlangıç aşamasında toprağa artan miktarda karıştırılan yosun toprağın fiziksel ve su tutma özelliklerini her dozda değiştirmiştir. Toprağa kıyasla daha hafif olan yosun, toprağın porozitesini de artırarak özgül ağırlık ve hacim ağırlığını düşürmüştür. Yosun ilavesi toprağın organik madde miktarını artırmıştır. Toprağa yosun karıştırılması özellikle %5 ve sonraki dozlarda toprak porozitesini %40 oranında artırmıştır. Artan poroziteye bağlı olarak su tutma kapasitesi de, özellikle %5 yosun ilavesinde %40 oranında artmıştır. Su tutma kapasitesindeki artış %10 yosun ilavesinde %49, %20 yosun ilavesinde %70 olmuştur. En yüksek doz %20 yosun ilavesinde toplam porozite değişmemiş, yosunun fazla su tutmasından dolayı hava kapasitesinin azalması, su tutma kapasitesi artmıştır. Yosun kuru ağırlığının %86'sı kadar su tutmaktadır. Hacim ağırlığı, toprağın hacim ağırlığından daha düşük olduğundan, toprağa %20 oranında karıştırılması, hacim olarak toprak miktarını düşürmüştür.

3.2 II. Zaman Su Tutma Kapasitesi Deneyi

20 günlük inkübasyonun ardından, yosun ilavesinin toprağın değişen özelliklerine ve su tutma kapasitesine

etkisine ilişkin elde edilen sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi yosunlu topraklarda su tutma kapasitesi 1. zamana (başlangıç) kıyasla çok az bir farkla

artmıştır. Henüz inkübasyonun 2. zamanında (20 günlük inkübasyon) olduğu için belirgin bir fark görülmektedir.

Su tutma kapasitesindeki artış porozite içinde hava kapasitesinin azalmasından kaynaklanmıştır.

Tablo 2. Toprağa değişik oranlarda yosun ilavesi ile toprağın değişen özellikleri ve su tutma kapasitesine etkisi

Numune	Özgül ağırlık (g/cm ³)	Hacim ağırlığı (g/cm ³)	Organik madde (%)	Porozite (%)	Hava kapasitesi (%)	Su tutma (hacim yüzdesi cinsinden, %)
0	2,585	1,164	3,05	54,97	24,72	30,25
% 2,5 Yosun	2,525	1,060	5,97	58,03	22,35	35,68
% 5 Yosun	2,395	0,716	12,87	70,10	18,70	51,40
% 10 Yosun	2,255	0,621	21,18	72,46	14,68	57,77
% 20 Yosun	1,929	0,539	45,18	72,06	12,45	59,61

3.3 III. Zaman Su Tutma Kapasitesi Deneyi

40 günlük inkübasyonun ardından, toprakta su tutma kapasitesini etkileyen özellikler ve su tutma kapasitesi sonuçları Tablo 3'de verilmiştir. İnkübasyonun 40. gününde organik maddenin ayrışmasından dolayı, toprak örneklerinin organik maddesi azalmıştır. Organik

maddenin azalması kısmen toprağın porozitesinde azalmaya neden olmuş fakat bu su tutma kapasitesini etkilememiştir. Organik maddenin azalması ve ayrılarak küçülmesi porozite içinde mikro boşluk oranını artırarak hava kapasitesinin gerilemesine neden olmuştur. Su tutma kapasitesi birinci zamandan itibaren değişmeden devam etmiştir.

Tablo 3. Toprağa değişik oranlarda yosun ilavesi ile toprağın değişen özellikleri ve su tutma kapasitesine etkisi

Numune	Özgül ağırlık (g/cm ³)	Hacim ağırlığı (g/cm ³)	Organik madde (%)	Porozite (%)	Hava kapasitesi (%)	Su tutma (hacim yüzdesi cinsinden, %)
0	2,571	1,224	3,72	52,38	17,20	35,18
% 2,5 Yosun	2,536	1,137	5,44	55,16	18,98	36,17
% 5 Yosun	2,434	0,863	10,71	64,55	16,39	48,17
% 10 Yosun	2,293	0,685	18,82	70,12	12,99	57,12
% 20 Yosun	2,157	0,612	27,62	71,62	12,91	58,72

3.4 IV. Zaman Su Tutma Kapasitesi Deneyi

60 günlük inkübasyonun ardından toprakta su tutma kapasitesini etkileyen özellikler ve su tutma kapasitesi sonuçları Tablo 4'de verilmiştir. İnkübasyonun 60. gününde organik maddenin ayrışması devam etmiş, fakat 20 ile 40. gün arasındaki düşüş kadar ciddi azalma olmamıştır. Toprak porozitesinde ciddi değişim olmamıştır. Yüksek oranda yosun karıştırılan %10 ve %20 örneklerinde organik maddenin azalmasından dolayı su tutma kapasitesi gerilemiş, hava kapasitesi ise

olması gereken %20-%25 aralığına gelmiştir. İnkübasyonun 60. gününde de su tutma kapasitesi bakımından iki doz arasındaki en büyük fark %2,5 ile %5 arasında olmuştur. İnkübasyonun 60. gününde toprak yapısında meydana gelen değişiklik toprak rengine de yansımıştır. Artan yosun dozları toprağın rengini koyulaştırmış ve gözenekli yapı görsel olarak da fark edilebilir duruma gelmiştir. Yosun içermeyen toprağın sıkışık yapısı, yosun miktarının artışına paralel olarak gözenekli hale gelmiş, artan gözenek hacminde de daha fazla su tutulmuştur.

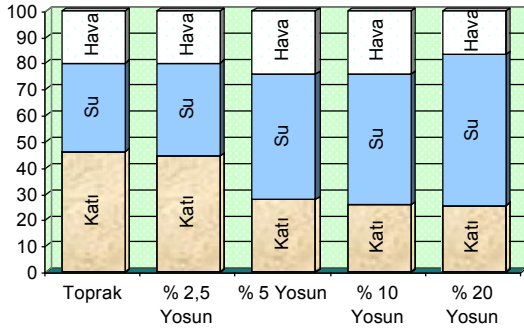
Tablo 4. Toprağa değişik oranlarda yosun ilavesi ile toprağın değişen özellikleri ve su tutma kapasitesine etkisi

Numune	Özgül ağırlık (g/cm ³)	Hacim ağırlığı (g/cm ³)	Organik madde (%)	Porozite (%)	Hava kapasitesi (%)	Su tutma (hacim yüzdesi cinsinden, %)
0	2,589	1,166	2,87	53,98	19,98	34,00
% 2,5 Yosun	2,536	1,000	5,44	60,56	25,16	35,40
% 5 Yosun	2,479	0,826	8,33	67,10	22,22	44,88
% 10 Yosun	2,320	0,682	17,16	70,60	23,87	46,73
% 20 Yosun	2,220	0,614	23,37	72,35	22,04	50,31

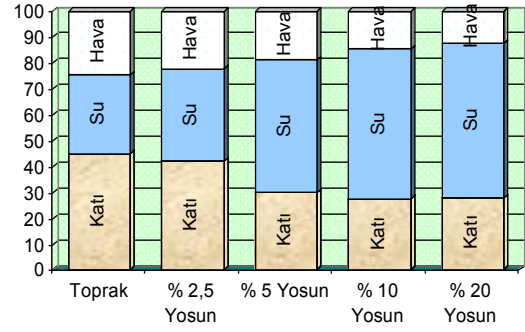
Artan oranlarda yosun karıştırılmış toprağın 0, 20, 40 ve 60. günlerinde katı, su ve hava oranları. (A: başlangıç; B: 20. gün; C: 40. gün; D: 60. gün) Şekil 1'de verilmiştir. Su

tutma kapasitesi inkübasyonun 40. gününe kadar değişmemiş, 40 ile 60. gün arasında porozitenin değişmemesine rağmen hava kapasitesinin dengeye gelmesinden dolayı azalmıştır. Bununla birlikte yosun karıştırılmamış toprağa kıyasla %5, %10 ve %20 oranında

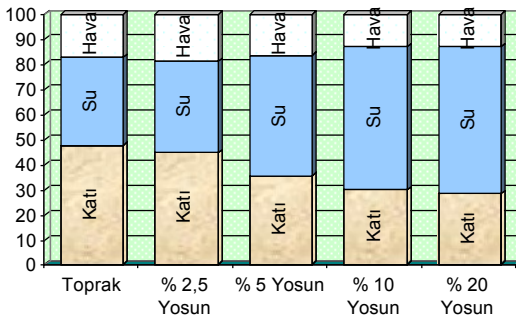
toprağa karıştırılmış yosun, su tutma kapasitesini sırasıyla %32, %37 ve %48 oranında artırmıştır. %5 yosunun su tutma kapasitesine göre %10 ve %20 yosun karışımlarında toprağın su tutma kapasitesi sırası ile %4 ve %12 daha yüksek olmuş, %5 yosun ilavesine göre artış sınırlı kalmıştır. %2,5 oranında yosun su tutma kapasitesinin değişiminde etkili olamamış, sadece topraktan çok az farklılık göstermiştir.



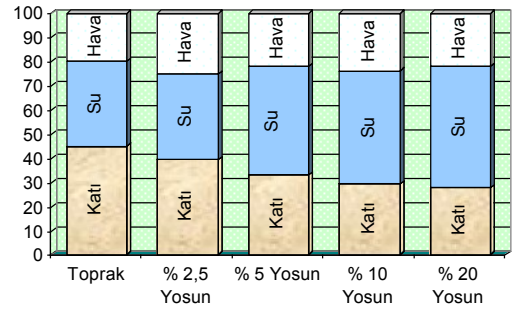
A



B



C



D

Şekil 1. Artan oranlarda yosun karıştırılmış toprağın 0, 20, 40 ve 60. günlerinde katı, su ve hava oranları. (A başlangıç, B 20. gün, C 40. gün, D 60. gün).

Toprağa karıştırılan yosunun hızlı ayrışma dönemi 20 ila 40. gün arasında gerçekleşmiştir. Yüksek yosun dozlarında toprak organik maddesinin azalışı çok hızlı olmuştur. 40. günden sonra da organik madde azalışı devam etmiş fakat

hız azalmıştır. Düşük yosun dozlarında organik maddede azalış daha yavaş olmuştur.

Toprak porozitesini artırmada ve buna bağlı olarak su tutma kapasitesinin yükselmesine %5 ve daha yüksek yosun dozları etkili olmuştur. Su tutma kapasitesindeki azalış

organik maddede gerçekleşen azalış gibi hızlı seyretmemiştir.

4. Sonuç

Toprağa yosun karıştırılması, toprağın gözenekliliğini artırarak su tutma kapasitesini artırmıştır. Toprak porozitesini artırma ve buna bağlı gerçekleşen su tutma kapasitesindeki artışı belirleyen doz %5 yosun olmuştur. Bu dozun üzerinde gerçekleşen porozite ve su tutma kapasitesi artışı inkübasyon süresince sınırlı kalmıştır. Bu nedenle toprağın su tutma kapasitesinin artışında optimum doz %5 olarak belirlenmiş, %5 yosun ilavesinde toprağın su tutma kapasitesi ortalama olarak %48 artmıştır.

Kaynaklar

[1] Abedi Koupai, J., Sohrab, F., Swarbrick, G., 2008. Evaluation of hydrogel on soil water retention characteristics. *Journal of Plant Nutrition*. 31, 317-331.

[2] Haslam, S.F.I., Hopkins, D.W., 1996. Physical and biological effects of kelp (seaweed) added to soil. *Applied Soil Ecology*. 3, 257-261.

[3] Lopez Mosquera, M.E., Pazos, P., 1997. Effects of seaweed on potato yields and soil chemistry. *Biological Agriculture & Horticulture*. 14, 199-205.

[4] Crouch, I.J., Vanstaden, J., 1993. Evidence for the presence of plant-growth regulators in commercial seaweed products. *Plant Growth Regul.* 13, 21-29.

[5] Standart Of European, Potting Mixes, Une-En 13650.

[6] Martinez, F.X., 1992. Proposal of methodology for the determination of the physical properties of the substrata. *Minutes of Gardening*, 11, pp. 55-66.

[7] Verdonck, O., Gabriels, R. 1992. Reference method for the determination of physical and chemical properties of plant substrates. *Acta Hort.* 302: 169-179.

[8] Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1982. Total carbon, organic carbon and soil organic matter. In: *Methods of Soil Analysis, Part II*. ASASSA, Madison, WI. 539-579.