

Odon Sirkesinin Tarımsal Kullanım Potansiyelinin Araştırılması

Ayten NAMLI^{1*} M. Onur AKÇA¹ E. Burcu TURGAY² M. Reşat SOBA³

¹Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ankara

²Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ziraat Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara

³Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü

*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail): aytenkrc@gmail.com

Geliş tarihi (Received) : 03.12.2013

Kabul tarihi (Accepted) : 03.03.2014

Öz

Bu çalışmada odun sirkesinin toprak düzenleyici ve hastalık önleyici olarak tarımsal amaçlı kullanılabilirliğinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Çalışmanın birinci aşamasında sera denemesi kurularak farklı uygulama şekillerinde odun sirkesinin buğday bitkisi gelişimi ile bazı toprak özellikleri üzerine etkisi araştırılmış, ikinci aşaması olan Biyosit denemesinde ise farklı dozlarda (% 0,5, 1, 1,5, 2, 3 ve 4) odun sirkesinin şeker pancarı yaprak lekesi hastalığı etmeni *Cercospora beticola*'ya karşı etkinliği *in-vitro* çalışmasıyla ortaya konulmuştur. Sera denemesinde yetiştirilen buğday bitkisinin yaş ve kuru ağırlıkları ile azot ve fosfor kapsamı, toprağın toplam azot, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ve $\text{NO}_3^- \text{- N}$ değerleri en düşük kontrolde, en yüksek ise odun sirkesi ile kaplanmış tohum+yapraktan uygulanan odun sirkesinde belirlenmiştir ($p < 0,05$). Sera denemesinde tüm odun sirkesi uygulamaları toprakların pH, EC, OM, kireç, P ve K değerlerini kontrole göre değiştirmiş olmasına rağmen sadece fosfor kapsamı önemli derecede ($p < 0,05$) artmıştır. Biyosit denemesi sonuçlarına göre, odun sirkesi uygulamaları, % 0,5 dozda uygulanan hariç *C. beticola* gelişimini *in-vitro* koşullarda tamamen engellemiştir. Odun sirkesinin % 0,5 uygulama dozunda ise yüksek virülensliğe sahip *C. beticola* izolatlarının gelişimini % 77,4 ve % 91,1 oranında engelleyebildiği tespit edilmiştir. Bir başka ifade ile odun sirkesinin düşük doz uygulamalarının bile virülensliği yüksek olan *C. beticola* izolatlarının gelişimini büyük oranda engelleyebildiği görülmüştür. Çalışmada elde edilen veriler doğrultusunda odun sirkesinin biyosit olarak *in-vivo* koşullarda denenmesinin yararlı sonuçlar verebileceği kanısına varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Biyogübre , biyopestisit, şeker pancarı, mantar, odun sirkesi

Investigation of Potential Agricultural Use of Wood Vinegar

Abstract

The aim of present work was to reveal agricultural utility of wood vinegar as soil conditioner and disease control agent. In the first stage, the effect of various forms of wood vinegar on wheat development and a series of soil chemical characteristics (pH, EC, organic matter, lime, total P and K) was investigated in a greenhouse experiment. In the second stage, in order to test the pest control efficiency of wood vinegar on the cercospora leaf spot of sugar beet, a biocide experiment was conducted by using different application rates of wood vinegar (0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0 and 4.0%). The results of greenhouse experiment showed that combined treatment of "wood vinegar coated seed+ foliar fertilization" statistically significantly ($p < 0.05$) increased dry weight, nitrogen and phosphorus contents of wheat and also increased total N, NH_4^- and $\text{NO}_3^- \text{-N}$ contents of soil. Biocide application indicated that except for the application rate of 0.5 %, wood vinegar completely inhibited *C. beticola*

development at all application levels. Highly virulent type of *C. beticola* was inhibited at a rate of 77,4 – 99,1 % by the application of 0.5 % wood vinegar. Consequently, lower level of wood vinegar application was observed to inhibit the development of highly virulent *C. beticola* species substantially. The present work revealed that wood vinegar can be alternatively used as a biocide agent in vivo conditions.

Key Words: Biofertilizer, biopesticide, fungi, sugar beet, wood vinegar

GİRİŞ

Odun kömürü yapımı sırasında, çok büyük önem taşıyan yan ürünler elde edilirken ormanların ağaç artıklarının verimli bir biçimde değerlendirilmesine olanak da sağlanmaktadır. Odun kömürünün üretilmesi sırasında ortaya çıkan yan ürün olan odun sirkesi, odunun retort denilen fırınlarda odun kömürüne dönüşümünde proliz işleminden sonra elde edilir (Fengel ve Wegener, 1984). Odun sirkesi, asetik asit, metanol, fenol, ester, asetal, keton, formik asit ve diğer pekçok organik olmak üzere 200'den fazla kimyasal içermektedir (Mu vd., 2003; Kadota ve Nimii, 2004). Odun sirkesinin içermiş olduğu tek bir elementin özel bir etkisi yerine içermiş olduğu pek çok element sinerji oluşturarak birlikte etki etmektedir. Bu yüzden odun sirkesinin kullanım dozu etkinliğini belirleyen önemli faktörlerdendir. Uygun dozda kullanılmadığında patojenlerin yaygınlaşmasına, bitki gelişiminin de gerilemesine neden olabildiğine yönelik düşünceler bulunmaktadır (Rakmai, 2009). Odun sirkesinin kullanımına yönelik bilimsel araştırmalar ilk kez 1950'li yılların başlarında Japonya'da başlatılmıştır. Japonya odun sirkesinin etkinliği ve kullanımını 2000'li yılların başında gündemine almış ve bugün Japonya başta olmak üzere Tayvan ve Kore'de odun sirkesi kullanımı yaygınlaşmış bulunmaktadır (Anonymous, 2011). Buğdayda rozetlenme veya yeşil mozaikten patates nematoduna kadar pek çok bitki patojenine karşı kullanılabilirliğine yönelik tarımsal kullanımların yaygınlaştığı Japonya'da her yıl 4×10^7 litre üretilen odun sirkesinin yarısı tarımsal amaçlı kullanılmaktadır (Higashino vd., 2005). Odun sirkesinin toprak kalitesini artırdığı, zararlıları yok ettiği, bitki büyümesini artırdığı ve bitki büyümesini düzenleyici veya büyümeyi engelleyici olarak hareket ettiğine yönelik raporlar da bulunmaktadır (Apai ve Thongdeethae, 2002; Mu vd., 2003). Odun sirkesindeki çeşitli elementler koenzim gibi çalışırlar. Pek çok enzim hücre çoğalması reaksiyonlarında yer almakta, enzimler ise odun sirkesinde bulunan ve hücre çoğalması ve reaksiyonları koordine eden elementlerin yardımıyla

fonksiyonlarını yerine getirmektedirler (Rakmai, 2009). Odun sirkesi küçük miktarlarda bitkinin doğrudan aldığı besin elementlerini içermektedir. Tarımda odun sirkesi bitki büyümesini hızlandırıcı ajan olarak kullanılmaktadır. Tsuzuki vd. (1989) ve Kadota vd. (2002) odun sirkesinin bitki kök bölgesinin büyümesini teşvik ettiğini belirtmişler, Yagi ve Tsukomato (2002) ise odun sirkesinin *Fusarium* spp., *Phytium* spp. ve *Rhizoctonia* spp. gibi patojen etmenlerin büyümesini engellediğini belirlemişlerdir. Doğru miktarlarda ve doğru şekilde uygulandığında gübrenin alımını kolaylaştırır ve birçok hastalığın zararını azaltır, toprakta besin elementlerinin koşullarını düzenler, köklenmeyi artırır ve mikrobiyolojik popülasyonu dengeler. Mikrobiyolojik popülasyondaki değişim toprağa bağlı hastalıkları azaltmanın yanı sıra, köklerin dayanma gücünü artırır bundan dolayı besin elementlerinin daha iyi alınmalarını sağlar. Mu vd. (2003), bambu ağacından elde edilmiş odun sirkesinin marul, salatalık ve kolza bitkileri üzerine etkilerini belirlemek için yapılan denemede, odun sirkesinin 500 kez sulandırılmış uygulamasının kontrole göre %18.8-20.2 oranında verimi arttırdığını, ayrıca bitki boyu ve ağırlıklarının da kontrole göre artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Odun sirkesinin odun kömürü ile karışımının (4:1) çeltik (*Oryza sativa*) üzerine etkisinin Tsuzuki vd. (1989) tarafından yapıldığı çalışmaların yanı sıra odun sirkesinin tatlı patates (*Ipomoea batatas*) üzerine etkisi (Du vd., 1998), şeker kamışına (*Saccharum officinarum*) etkisi (Uddin vd., 1995) ve kavun (*Cucumis melo*) üzerine etkili olduğuna (Du vd., 1997) yönelik araştırmalar da yapılmıştır. Odun sirkesinin yüksek asidite, etanol ve fenol içermesinden dolayı yüksek konsantrasyonlarda bakteri yok edici özelliği bulunmaktadır. Yapraftan odun sirkesi uygulamasında, bazı bakteriler direk temas sonucu ölür ve mikrobiyolojik popülasyondaki değişimler patojenik bakterilerin yayılımına engel olurlar. Yaprak yüzeyinde oluşan asitlik de aynı zamanda yayılmayı da engellemektedir. Bunlara rağmen yapraftan

uygulamanın en büyük etkisi ise yaprakların pestisitlere ve hastalıklara karşı dayanıklılığını artırması ve agrokimyasalların etkileyciliğini artırmasıdır. Odun sirkesi yapraktan uygulandığında yapraklar parlak ve koyu bir görünüm alır. Bunun nedeni fotosentezi teşvik eden odun sirkesindeki esterlerin etkisiyle klorofilin artmasıdır. Bu ester aynı zamanda şeker ve amino asit oluşumuna yardımcı olur, ürünün daha iyi tadı olmasına etki eder. Sağlıklı yapraklar pestisit ve hastalıklara karşı daha dayanıklıdır (Velmurugan vd., 2009). Ülkemizde odun sirkesinin gerek biyogübre gerekse biyosit olarak kullanılabilmesine yönelik herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. İki aşamalı olarak yürütülen bu çalışmanın amacı, (i) odun kömürü elde edilmesi sırasında ortaya çıkan odun sirkesinin sera koşullarında buğday bitkisi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkileri ile (ii) şeker pancarı yaprak lekeli hastalığı etmeni *Cercospora beticola* üzerindeki biyosit etkisini araştırmaktır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmada Çanakkale ili Bayramiç ilçesinde Retort fırınlarında meşe odun kömürü elde edilmesi esnasında elde edilen odun sirkesi kullanılmıştır. Odun sirkesinin içeriği pH 3, %77 asetik asit, %2,5 propanoik asit, %10,5 fenolikler ve %10 ise tanımlanamamış maddelerden oluşmaktadır. Odun sirkesinin temini ve GC-MS analiz değerleri Biyotar A.Ş. tarafından TÜBİTAK-TEYDEB projesi kapsamında yürütülen projeden sağlanmıştır (Biyotar, 2010). Sera denemesi çalışmasında test bitkisi olarak Tosunbey ekmeklik buğday çeşidi kullanılmıştır. Odun sirkesinin biyosit kabiliyetini belirleyebilmek için Turgay (2009) tarafından yürütülen doktora çalışması sonucunda elde edilen düşük, orta ve yüksek virülensliğe sahip *Cercospora beticola* izolatlarının her birinden 2'şer adet seçilmiştir.

Sera denemesi: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü serasında yürütülen denemede, dört mm elekten elenmiş, kuru ağırlık esasına göre 4 kg killi tın bünyeli, pH'sı 7,92, 7,92, EC'si 0,288 dS m⁻¹, organik madde içeriği %1,7, kireç içeriği %5,7, yarıyışlı fosfor içeriği 13,08 mg kg⁻¹ ve toplam azot içeriği % 0,25 olan toprak materyali kullanılmıştır. Toprak örneği dört mm'lik elekten elendikten sonra kontrol (A), toprak uygulaması (B), tohum uygulaması (C), toprak + yaprak uygulaması (D), tohum + yaprak uygulaması (E), yaprak uygulaması (F) şeklinde gerçekleştirilmiştir. Topraktan ve

yapraklara odun sirkesi 1:300 oranında saf su ile seyreltilerek uygulanmış, buğday tohumlarının odun sirkesi ile kaplanması konsantre odun sirkesi (300 adet tohum 0,13 ml olacak şekilde) buğday tohumları ile bandırma yoluyla kaplanmıştır. Her saksıya 25-30 adet buğday tohumu 3 cm derinliğe ekilmiş, bitkinin N ve P ihtiyacının karşılanması amacıyla 15kg/da olacak şekilde DAP gübrelemesi yapılmıştır. Günlük nem miktarları kontrol edilerek saksı topraklarının tarla kapasitesinde kalmaları sağlanmış, çimlenmeden itibaren saksılar izlenerek her saksıda 15 bitki bırakılmış, ilgili saksılara 4., 6. ve 8. haftada bitki yapraklarına odun sirkesi spreyle püskürtülmüştür. Denemenin 25. gününde her saksıya amonyum nitrat verilmiştir. Sera denemesinin kurulmasından 8 haftalık vejetasyon dönemi sonunda bitkiler toprağa en yakın dip kısımlarından hasat edilerek, saf su ile yıkanarak sabit ağırlığa gelinceye kadar 70 °C' de kurutulup toplam bitki ağırlığı (toprak üstü organ ve kök) belirlenmiştir. Toprak üstü bitki organları sap ve dane olarak ayrıldıktan sonra çelik bıçaklı bilender ile öğütülerek analizlere hazır hale getirilmiştir. Bitki örneklerinde azot Bremner (1965)'e göre, fosfor ise Olsen ve Sommers (1982)'e göre spektrofotometrik olarak belirlenmiştir.

Sera saksı topraklarında ise topraklar hava kuru olacak şekilde kurutulmuş, 2 mm'den elenerek organik madde Walkley-Black yöntemine göre (Jackson 1962), pH ve EC 1:2,5 toprak su süspansiyonunda ve kireç Scheibler kalsimetresi ile Jackson (Jackson (1962)'a göre, bünye hidrometre yöntemiyle (Bouyoucos, 1951), toplam azot, amonyum ve nitrat azotu Bremner (1965)' e göre; bitkiye yarıyışlı fosfor sodyum bikarbonat yöntemine göre Olsen vd. (1954); alınabilir potasyum amonyum asetat (pH=7,0) ile U.S. Salinity Laboratory Staff (1954)'e göre belirlenmiştir. Sera denemesi 2 kez tekrarlanmış, iki denemenin ortalaması alınarak elde edilen sonuçlar bitki ve toprak şeklinde ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Invitro biyosit denemesi: Biyosit olarak odun sirkesi'nin bitki patojeni Şeker pancarı yaprak lekeli hastalığı etmeni *Cercospora beticola*'ya karşı etkinliğinin araştırıldığı çalışma tesadüf parselleri deneme düzenine göre 4 tekrarlı olarak yürütülmüştür. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma bölümünde tanımlanmış ve virülensliği belirlenmiş (Turgay, 2009) *Cercospora beticola*' ya ait düşük (Ç-7, AD-17), orta (AD-4 v, AD-23) ve yüksek (S-13, S-6) virülensliğe sahip izolatlardan 2'şer

adet alınarak çalışma yürütülmüştür. *Cercospora beticola* izolatları önce SBLEA (Şekerpancarı Yaprak Ektraktı Agar) ortamında 7 gün süreyle geliştirilmiştir. Gelişen koloni uçlarından alınan 5 mm çapta diskler 4 tekerrürlü olarak içerisinde 6 farklı odun sirkesi (% 0,5, %1, %1,5, %2, %3, %4) dozlarını içeren PDA (Potato Dextrose Agar) ortamı üzerine konulmuş ve 27 ± 1 °C' de karanlık ortamda 1 hafta inkübasyona bırakılmıştır. Bir hafta sonunda koloni çapları ölçülmüştür. Ekstraktın farklı dozlarının patojenlerin gelişimine karşı gösterdikleri % engelleme etkileri; kontrol petriyelerindeki gelişme ile karşılaştırılmıştır. Kontrol petriyelerindeki gelişme 100 kabul edilerek diğer farklı dozlarda odun sirkesi içeren petriyelerdeki fungal gelişme kontrolle oranlanarak elde edilmiştir. İn-vitro deneme çalışması 4 kez tekrarlanmış ve yapılan uygulamaların ortalaması alınmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Odun sirkesi uygulamalarının bitki gelişimi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkileri:

Sera denemesi ile elde edilen bitki ve toprak örneklerine ait analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Buna göre; sera denemesinde yetiştirilen buğday bitkisi bitki boyu en düşük 39,95cm ile odun sirkesiyle kaplanmış tohum (C) uygulamasında, en yüksek ise 42,55cm ile odun sirkesi ile kaplanmış tohum + yapraktan odun sirkesi (E) uygulamasında belirlenmiştir. Uygulamalar arasındaki fark $P < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Saksılarda yetiştirilen buğday bitkisinin yaş ağırlıkları en düşük 10,27g ile kontrol uygulamasında (H), en yüksek ise odun sirkesi ile kaplanmış tohum + yapraktan odun sirkesi (E) uygulamasında belirlenmiştir. Diğer uygulamalar aynı gruba düşmüş, en yüksek ve en düşük bulunan değerler arasındaki fark ise $P < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Bitkilerin kuru ağırlıklarında ise en düşük 2,01g ile kontrol (A) uygulamasında, en yüksek ise 2,44g olarak odun sirkesi ile kaplanmış tohum + yapraktan odun sirkesi (E) uygulamasında belirlenmiştir. Kontrol ile odun sirkesiyle kaplanmış tohum (C) uygulamaları aynı gruba girmiş, en yüksek ve en düşük bulunan değerler arasındaki fark ise $p < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Sera denemesinde yetiştirilen buğday bitkisinin azot kapsamı en düşük kontrol toprağında, en yüksek ise diğer bitki parametrelerine benzer şekilde E konulu olan odun sirkesi ile kaplanmış tohum + yapraktan odun sirkesi uygulamasında belirlenmiştir. Odun sirkesiyle yapılan tüm uygulamalar aynı gruba girmiş, kontrol ile tüm odun sirkesi uygulamaları arasında belirlenen fark ise $p < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Sera denemesinde yetiştirilen buğday bitkisinin yarayışlı fosfor kapsamı en düşük kontrol (A) toprağında, en yüksek ise aynı şekilde odun sirkesi ile kaplanmış tohum + yapraktan odun sirkesi uygulamasında belirlenmiştir, ancak uygulamalar arasında

Çizelge 1. Odun sirkesinin farklı uygulamalarında buğday bitkisinin bazı verim komponentleri ile azot ve fosfor içeriği

Table 1. Nitrogen and phosphorus contents and some yield components of wheat plant

Uygulama	Bitki boyu (cm)	Yaş ağırlık (g)	Kuru ağırlık (g)	Azot (%)	Fosfor (%)
A	40,45 b	10,27 b	2,01 b	2,917 b	0,179 a
B	41,02 a	11,82 a	2,28 a	3,350 a	0,192 a
C	39,95 b	10,57 a	2,02 b	3,572 a	0,169 a
D	40,77 ab	11,89 a	2,23 a	3,798 a	0,181 a
E	42,55 a	12,25 a	2,44 a	3,990 a	0,219 a
F	42,11 a	11,03 a	2,14 a	3,915 a	0,200 a
LSD>0,05	1,976	1,997	0,332	1,056	0,098

Kontrol (A), toprak uygulaması (B), tohum uygulaması (C), toprak + yaprak uygulaması (D), tohum+yaprak uygulaması (E), yaprak uygulaması (F). Küçük harf düzey olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma ($p < 0.05$); LSD: Least Significant Difference (en az önemli fark).

istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Sera denemesinde bitkiler hasat edildikten sonra saksıda kalan topraklara ait analiz sonuçları Çizelge 2 ve 3'de verilmiştir.

Sera denemesi toprağının toplam azot değerleri en düşük kontrol uygulamasında (A), en yüksek odun sirkesi ile kaplanmış tohum + yapraktan odun sirkesi uygulamasında (E) belirlenmiştir. Odun sirkesinin tüm uygulamaları aynı gruba düşmüş, en yüksek ve en düşük bulunan değerler arasındaki fark ise $p < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Sera denemesi toprağının amonyum ve nitrat azotu değerleri en düşük kontrol uygulamasında (A), en yüksek odun sirkesi ile kaplanmış tohum + yapraktan odun sirkesi uygulamasında (E) belirlenmiştir. Toprağın $\text{NH}_4\text{-N}$ değerleri odun sirkesinin D, E ve F uygulamalarında, $\text{NO}_3\text{-N}$ değerleri ise C, D, E, F uygulamalarında kontrol (A) uygulamalarına göre $p < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. (Çizelge 2).

Sera denemesi topraklarının en düşük organik madde kapsamı $\%1.707$ olarak kontrol toprağında, en yüksek ise $1,773$ olarak odun sirkesi ile kaplanmış tohum + yapraktan odun sirkesi (E) uygulamasında belirlenmiştir. Toprakların en düşük kireç içeriği de OM'ye benzer şekilde en düşük kontrol toprağında ($\%6,72$) ve en yüksek de ($\%5,87$) odun sirkesi ile kaplanmış tohum + yapraktan odun sirkesi (E) uygulamasında belirlenmiştir. Suda çözünebilir fosfor değerleri en düşük kontrol (13 mg kg^{-1}) ve en yüksek odun sirkesi ile kaplanmış tohum + yapraktan odun sirkesi (E) uygulamasında ($14,82 \text{ mg kg}^{-1}$) belirlenmiştir. Toprakların potasyum içerikleri ise tam tersi olarak en düşük $336,62 \text{ mg kg}^{-1}$ olarak odun sirkesi ile kaplanmış tohum + yapraktan (E) uygulamasında belirlenmiş en yüksek de $356,53 \text{ mg kg}^{-1}$ olarak topraktan odun sirkesi + yapraktan odun sirkesi (D) uygulamasında belirlenmiştir. Sera denemesinde tüm odun sirkesi uygulamaları toprakların pH, EC, OM, kireç, P ve K değerlerini kontrole göre

Çizelge 2. Odun sirkesinin farklı uygulamalarında deneme topraklarının toplam azot, amonyum ve nitrat azotu kapsamı

Table 2. Total nitrogen, amonium and nitrate contents of experiment soils in the different application of wood vinegar

Uygulama*	Toplam N (%)	$\text{NH}_4^+\text{-N}$ (mg kg^{-1})	NO_3^-N (mg kg^{-1})
A	0,18 b	7,85 b	9,25 b
B	0,21 a	8,22 b	9,27 b
C	0,25 a	8,57 b	12,62 a
D	0,25 a	12,53 a	13,38 a
E	0,26 a	14,51 a	14,36 a
F	0,22 a	13,40 a	12,52 a
LSD>0,05	0,0519	2,531	3,458

*Uygulama açıklamaları Çizelge 1'de verilmiştir. LSD: Least Significant Difference.

Sera denemesi topraklarının en düşük pH değeri 7.82 olarak topraktan odun sirkesi + yapraktan odun sirkesi (D) uygulamasında, en yüksek pH ise $7,93$ ile odun sirkesi ile kaplanmış tohum (C) uygulamasında belirlenmiştir. Toprakların EC kapsamı ise en düşük 0.350 dS/cm ile kontrol toprağında, en yüksek ise $0,479 \text{ dS/cm}$ olarak topraktan odun sirkesi + yapraktan odun sirkesi (D) uygulamasında saptanmıştır.

değiştirmiş olmasına rağmen fosfor hariç diğer özelliklerde kontrol toprağı ile odun sirkesi uygulamaları arasındaki bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Fosfor kapsamı bakımından ise tüm odun sirkesi uygulamaları toprağın suda çözünebilir fosfor içeriklerini kontrol toprağına göre $p < 0.05$ düzeyinde önemli olacak şekilde artırmıştır. Odun sirkesi uygulamaları içerisinde ise en etkili olan odun sirkesi ile kaplanmış tohum + yapraktan odun sirkesi (E) uygulaması olmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 3. Toprak örneklerinin pH, EC, OM, kireç, suda çözünebilir P₂O₅, değişebilir K₂O kapsamaları

Table 3. pH, EC, OM, lime, water soluble P₂O₅, exchangeable K₂O contents of soil samples

Uygulama*	pH	EC (dSm ⁻¹)	OM (%)	Kireç (%)	P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	K ₂ O mg kg ⁻¹
A	7,84 a	0,350 a	1,707 a	5,72 a	13,00 b	346,23 a
B	7,83 a	0,436 a	1,716 a	5,76 a	14,79 a	344,14 a
C	7,93 a	0,476 a	1,757 a	5,80 a	14,25 a	353,31 a
D	7,82 a	0,479 a	1,765 a	5,83 a	14,05 a	356,53 a
E	7,86 a	0,405 a	1,773 a	5,87 a	14,82 a	336,62 a
F	7,88 a	0,423 a	1,758 a	5,85 a	13,89 a	341,96 a
LSD<0.05	0,122	0,199	0,195	0,313	1,219	36,094

*Uygulama açıklamaları Çizelge 1’de verilmiştir. LSD: Least Significant Difference.

Pangnakorn vd. (2009), odun sirkesinin soya fasülyesinin organik yetiştirilmesinde sıvı biyogübre olarak kullanımına yönelik yürüttükleri tarla denemesinde sıvı fermente organik gübrelerle kontrol arasında fark olmamasına rağmen, odun sirkesi uygulanmış parsellerde soya fasülyesinin 100 tane ağırlığı, bitki boyu gibi verim değerlerinin kontrole göre önemli artışlara neden olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar bu sonuçlara bakarak odun sirkesi ilavesinin pestisit ve gübre kullanımını azaltmaya yönelik olarak soya fasülyesinin organik yetiştiriciliğinde alternatif kullanımının mümkün olabileceğini belirtmişlerdir. Chotitayangkul vd. (2004) ise yaptıkları çalışmada odun sirkesi ilavesinin soya fasülyesi kuru madde, bitki boyu ve verim değeri üzerine önemli etkisi olmadığını ancak 1:300 oranında uygulanan odun sirkesinin soyanın çimlenmesinde önemli katkıda bulunduğunu belirtmiştir. Mekki ve Ahmed (2005) ise odun sirkesinin tek başına kullanımının yanı sıra maya gibi biyogübrelerle karıştırılıp kullanılmasının daha etkili olduğunu belirtmiştir.

Rakmai (2009) odun sirkesinin kullanım dozu etkinliğini belirleyen önemli faktörlerden olduğunu belirterek, uygun dozda kullanılmadığında patojenlerin yaygınlaşmasına, bitki gelişiminin gerilemesine neden olabildiğini bildirmiştir. Bu çalışmada kullanılan odun sirkesi dozunun

(1:300) dışında farklı dozlarda ve farklı uygulama şekillerinde gerek sera gerekse tarla koşullarında değişik bitkilerde denenerek odun sirkesinin tarımda kullanılabilirliğini net olarak ortaya konulması tarafımızca da önerilmektedir.

Odun sirkesi uygulamalarının patojen sporların çimlenmesine ve koloni gelişimine etkileri:

Odun sirkesinin farklı konsantrasyonlarının *C. beticola*’nın değişik virülensliğe sahip izolatlarının yüzde engelleme değerleri ve gelişim çapları sırasıyla Çizelge 4 ve 5’de verilmiştir. *In-vitro* biyosit denemesi sonuçlarına göre, *C. beticolaya* ait 2’şer adet yüksek, orta ve düşük virülensliğe sahip izolatların %0,5 dozda odun sirkesi uygulanan petriyer hariç, %1, %1.5, %2, %3 ve %4 odun sirkesi dozları uygulanmış petriyerde fungal gelişim gözlenmemiştir. Sadece %0,5 odun sirkesi ilave edilmiş petriyerde yüksek virülensliğe sahip Ç7 ve AM 17 izolatların sırasıyla 0,7cm ve 0,5cm koloni çaplarında gelişme gösterdiği gözlemlenmiştir (p<0,05). Odun sirkesi ilave edilmemiş kontrol petriyerindeki fungal izolatların gelişim çaplarının 2,0- 5,6 cm arasında değiştiği ve bu değişimin p<0,05 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. *C. beticola* izolatlarının farklı konsantrasyonlarda uygulanan odun sirkesindeki koloni gelişim çapları (cm)

Table 4. The colony growth diameter of *C. beticola* isolates in wood vinegar applied at different concentrations (cm)

<i>C. beticola</i> izolatları ve Virülenslikleri	Odun Sirkesi konsantrasyonu (%)						
	0	0,5	1	1,5	2	3	4
S-13 (düşük virüent)	2,0f*	0,0c	0,0öd	0,0öd	0,0öd	0,0öd	0,0öd
S-6 (düşük virüent)	2,3e	0,0c	0,0öd	0,0öd	0,0öd	0,0öd	0,0öd
AD-4 (orta virüent)	2,7c	0,0c	0,0öd	0,0öd	0,0öd	0,0öd	0,0öd
AD-23 (orta virüent)	2,5d	0,0c	0,0öd	0,0öd	0,0öd	0,0öd	0,0öd
Ç-7 (yüksek virüent)	3,1b	0,7a	0,0öd	0,0öd	0,0öd	0,0öd	0,0öd
AM-17 (yüksek virüent)	5,6a	0,5b	0,0öd	0,0öd	0,0öd	0,0öd	0,0öd

*Aynı sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemli değildir

($p < 0.05$, LSD: 0.151) ÖD: önemli değil

İzolatların petrideki gelişimlerinin engelleme yüzdeleri değerlendirildiğinde ise, odun sirkesinin %0,5 dozu hariç tüm dozlarının fungus gelişimini %100 engellediği, %0,5 odun sirkesinin ise düşük (S13 ve S6) ve orta (AD4 ve AD23) virülensliğe sahip izolatların gelişimini %100 engellediği ancak virülensi yüksek olan (Ç7 ve AM17) izolatların

gelişimini sırasıyla %77,4 ve %91,1 oranında engellediği belirlenmiştir (Çizelge 5). Bu sonuçlar odun sirkesinin düşük dozlarının bile virülensliği yüksek olan *C. beticola* üzerinde etkili olabildiğini dolayısıyla odun sirkesinin etkili bir biyosit olabileceğini göstermektedir.

Çizelge 5. Farklı dozlarda uygulanan odun sirkesinin *C. beticola* gelişimi üzerine etkileri

Table 5. Effects of wood vinegar applied at different doses on *C. Beticola* growth

<i>C. beticola</i> izolatları ve Virülenslikleri	Odun Sirkesi konsantrasyonu (%)					
	0,5	1	1,5	2	3	4
S-13 (Düşük virüent)	100a*	10öd	10öd	10öd	10öd	10öd
S-6 (Düşük virüent)	100a	100öd	100öd	100öd	100öd	100öd
AD-4 (orta virüent)	100a	100öd	100öd	100öd	100öd	100öd
AD-23 (orta virüent)	100a	100öd	100öd	100öd	100öd	100öd
Ç-7 (yüksek virüent)	77,4b	100öd	100öd	100öd	100öd	100öd
AM-17 (yüksek virüent)	91,1ab	100öd	100öd	100öd	100öd	100öd

*Aynı sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemli değildir

($P < 0.05$, LSD: 0.151) ÖD: önemli değil

Chalermnan ve Peerapan (2009), Tayland'da yapmış oldukları *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium oryzae*, *Helminthosporium maydis*, *Pythium sp.*, *Choanephora cucurbitarum fungus* türleri ve *Xanthomonas campestris pv. citri* ve *Erwinia carotovora pv carotovora* bakteri türleri üzerine odun sirkesinin etkisini belirlemek için farklı (% 0, %2, %3, %4) dozlarda odun sirkesini 100 ml PDA içinde karıştırıp bitkiye uygulamış ve araştırma sonucunda *Pythium sp.*, *Sclerotium oryzae* ve *Rhizoctonia solani* kolonilerinde PDA ile karışık %2, 3 ve 4'lük odun sirkesi uygulamalarının büyüme engelleyici, ancak *Choanephora cucurbitarum*, *C. gloeosporioides* ve *Helminthosporium maydis*'in PDA ile karışık %2'lik odun sirkesinde gelişebildiği, mantar kolonilerinde ise PDA ile karışık %3 ve 4'lük odun sirkelerinde büyüme olmadığını, odun sirkesinin patojenik mantarların inhibasyon yüzdeleri istatistiksel olarak farklı olduğunu, PDA %3'lük ve %4'lük odun sirkesi konsantrasyonu patojenik mantarları tamamen inhibe ettiğini çalışmada 6 farklı bitki zararlısı fungus gelişiminin %3 ve 4 odun sirkesi uygulanmış PDA besiyerinde %100 engellendiğini, %2 odun sirkesi uygulamasında ise engellenmenin 2 patojen fungusu %59 ve 79 düzeyinde engellendiğini ve odun sirkesinin herkes tarafından kolay elde edilebilecek bir ürün olduğunu ve kimyasal koruma ilaçları yerine bu doğal ilacın mantar ve bakteri zararlılarına karşı kullanımının yaygınlaştırılması gerektiğini belirtmişlerdir. Tiilikkala vd. (2010), odun sirkesinin biyosit olarak kullanımına yönelik yaptıkları derleme çalışmada, odun sirkesinin Finlandiya'da tam olarak araştırılmadığını, buna kıyasla katranla ilgili daha fazla çalışma yürütüldüğünü belirtmişlerdir. Kim vd. (2008), pirinç zararlısı olan (*Nilaparvata lugens* ve *Laodelphax striatellus*.) 2 türe karşı insektisit alternatif olarak odun sirkesinin etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar odun sirkesinin tek başına etkisinden ziyade fenobucarb (BPMC), dinotefuran, imidacloprid, carbosulfan gibi insektisitlerle karışımların çok daha etkili olduğunu, odun sirkesinin carbosulfan ile karışımının bitki zararlısı aktivitesini azalttığı ve odun sirkesinin carbosulfan üzerinde sinerjik etki yaptığını belirtmişlerdir. Pangnakorn vd. (2007), %0.1 ve 0.2 oranlarında odun sirkesi ilavesinin böcek mücadelesinde pestisit yerine kullanılmasının etkili olduğunu bulmuşlardır.

Elde edilen sonuçlardan odun sirkesinin, denemeye alınan patojenin gelişimini yüksek oranda engelleyebildiği görülmüştür. Bu araştırmanın sonucunda elde edilen yüksek

engelleme etkilerine dayanılarak odun sirkesi ekstraktlarının in vivo koşullarda denenmesinin yararlı sonuçlar verebileceği kanısına varılmıştır.

SONUÇ

Odun sirkesinin farklı dozlarda buğday bitkisinin gelişimi ve toprak özellikleri üzerine etkilerinin araştırıldığı sera denemesinde, buğday bitkisinin yaş ve kuru ağırlıkları, azot ve fosfor kapsamı ile toprağın toplam azot, NH_4+N ve $NO_3^- - N$ değerleri en düşük kontrolde, en yüksek ise odun sirkesi ile kaplanmış tohum + yapraktan uygulanan odun sirkesinde belirlenmiştir. Sera denemesinde tüm odun sirkesi uygulamaları toprakların pH, EC, OM, kireç, P ve K değerlerini kontrole göre değiştirmiş olmasına rağmen sadece fosfor kapsamını önemli derecede artmıştır. Biyosit denemesinde ise odun sirkesi uygulamaları, %0,5 dozda uygulanan hariç *C. beticola* gelişimini in-vitro koşullarda tamamen engellemiştir. Odun sirkesinin % 0,5 uygulama dozunda ise yüksek virülensliğe sahip *C. beticola* izolatlarının gelişimini %77,4 ve %91,1 oranında engelleyebildiği tespit edilmiştir. Bir başka ifade ile odun sirkesinin düşük doz uygulamalarının bile, virülensliği yüksek olan *C. beticola* izolatlarının gelişimini büyük oranda engelleyebildiği görülmüştür.

Bu çalışma odun sirkesinin tarımda kullanılmasına yönelik Türkiye'de ilk yapılmış çalışma olması ile birlikte bundan sonra yapılacak çalışmalara da yol gösterici bir kaynak olacaktır. Odun sirkesinin kullanım dozu, etkinliğini belirleyen önemli faktörlerden olup, bu çalışmada denenilen 1:300 şeklindeki oranın dışında odun sirkesinin farklı dozlarda ve farklı uygulama tekniklerinde sera ve tarla koşullarında denenmesi gerekmektedir. Odun sirkesi bitkisel üretimde özellikle biyopestisit kullanımında etkin olabilecek niteliktedir. Odun sirkesinin elde edilen yüksek engelleme etkilerine dayanarak odun sirkesi ekstraktlarının "In vivo" koşullarda denenmesi gerekmektedir. Biyosit olarak kullanılan sentetik ilaçların insan sağlığına zararlı etkileri olduğu için odun sirkesinin bakterisit ve fungusit özelliğinden faydalanarak bu zararın azaltılması yoluna gidilmelidir. Üreticilerin kullanımına sunulmuş piyasadaki kimyasal gübre ve ilaçlara farklı bir bakış açısı olarak sunulan odun sirkesinin etkileri üreticilere anlaşılır bir şekilde ifade edilmeli ve odun sirkesinin toprakların sürdürülebilir kullanımına katkı sağlamak amacıyla kullanımına yönelik çalışmalara ağırlık verilmelidir.

KAYNAKLAR

- Anonymous (2011). <http://www.agrowingculture.org/2011/04/the-use-of-wood-vinegar-in-reducing-the-dependence-on-agro-chemicals/>
- Apai W, Thongdeethae S (2002). Wood vinegar: new organic for Thai Agriculture. The 4th Toxicity Division Conference, Department of Agriculture, pp. 166-169.
- Biyotar 2010. Tarımsal Biyokütleden Briket ve Odun Kömürü Elde Edilmesi. TÜBİTAK TEYDEB Proje No: 7090431.
- Bouyoucus G J (1951). A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soil. Agr. J. 439.
- Bremner J M (1965). Total nitrogen. In: C.A. Black et al (ed). Methods of Soil Analysis. Part 2. Agronomy 9:1149-1178. Am. Soc. of Agron., Inc. Madison, Wisconsin, USA.
- Chalermisan Y, Peerapan S (2009). Wood vinegar: by-product from rural charcoal kiln and its role in plant Protection. As. J. Food Ag. Ind, Special Issue, 189-195.
- Chotitayangkul D, Romyen N, Mungprom P (2004). Effect of wood vinegar on growth, yields and seed quality of good variety soybean (KKU5E). The Annual Agriculture Meeting 2007, pp 257-265, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University.
- Du H G, Ogawa M, Ando S, Tsuzuki E, Murayama S (1998). Effect of mixture of charcoal with pyrolygneous acid on sucrose content in netted melon (*Cucumis melo* L. var. *reticulatus* Naud.) fruit. Japanese J. Crop Sci. 66, 369-373.
- Du Y, Poppy G M, Powell W, Wadhams L J (1997). Chemically mediated associative learning in the host foraging behavior of the apid parasitoid *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Braconidae). J Insect Behav 10:509-522.
- Fengel D, Wegener G (1984). Wood: Chemistry, Ultrastructure, Reactions. Walter de Gruyter, Berlin.
- Higashino T, Shibata A, Yatagai M (2005). Basic study for establishing specifications for wood vinegar by distillation I. Study of regulations and reproducibility of compounds contained in distilled wood vinegar. Journal of the Japan Wood Research Society Japan, 51: 180-188.
- Jackson M (1962). Soil chemical analysis. p. 1-498. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- Kadota M, Niimi Y (2004). Effects of cytokinin types and their concentrations on shoot proliferation and hyperhydrocity *in vitro* pear cultivar shoots. Plant Cell Tissue Organ Cult., 72: 261-265.
- Kadota M, Hirano T, Imizu K (2002). Pyrolygneous acid improves *in vitro* rooting of Japanese Pear cultivars. Hort. Science. 37:194-195.
- Kim D H, Seo H E, Lee S, Yeoll Lee K (2008). Effects of wood vinegar mixed with insecticides on the mortalities of *Nilaparvata lugens* and *Laodelphax striatellus* (homoptera: Delphacidae). Animal Cells and Systems. Vol: 12:issue 1, 47-51.
- Mekki B B, Ahmed Amal G (2005). Growth Yield and Seed Quality of Soybean (*Glycine max* L.). As Affected by Organic Biofertilizer and Yeast Application. Journal of Agriculture and Biological Sciences, 1: 320-324.
- Mu J, Uehara T, Furuno T (2003). Effect of bamboo vinegar on regulation of germination and radicle growth of seed plants. J. Wood Sci. 49: 262-270.
- Olsen S R, Cole C V, Watanabe F S, Dean L A (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. US Dept. of Agric. Cric. 939.
- Olsen S R, Sommers L E (1982). Phosphorus. In: A.L. Page, R.H. Miller (Eds). Methods of Soil Analysis. Part 2. 2nd ed. Agronomy Monograph 9, ASA and SSSA, Madison, WI, pp. 403-430.
- Pangnakorn U, Uduye W, Chuenchooklin S (2007). Study on Efficacy of Wood Vinegar for Controlling Insect Pest and Plant Growth Acceleration of Chinese Kale. Proceedings of the 8th National Plant Protection Conference, 20-22 November 2007, pp. 168-175.
- Pangnakorn U, Watanasorn S, Kuntha C, Chuenchooklin S (2009). Application of wood vinegar to fermented liquid bio-fertilizer for organic agriculture on soybean. As. J. Food Ag-Ind., Special Issue, 189-5196
- Rakmai J (2009). Chemical determinations antimicrobial and antioxidant activities of Thai wood vinegar. Songkla Üniversitesi master thesis, Thai.
- Tiilikkala K, Fagnäs L, Tiilikkala J (2010). History and Use of Wood Pyrolysis Liquids as Biocide and Plant Protection Product. The Open Agriculture Journal, 4:111-118
- Tsuzuki E, Wakiyama Y, Eto Y, Handa Y (1989). Effect of pyrolygneous acid and mixture of chorcoal with pyrolygneous acid on the growth and yield of rice plant. Japanese J. of Crop Science. 58:592-597.
- Turgay EB (2009). Şeker pancarında yaprak lekesine neden olan *Cercospora beticola*'nın klasik ve moleküler yöntemlerle patotiplerinin belirlenmesi. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, Basılmamış, Ankara.
- U.S. Salinity Laboratory Staff; L (1954). A. Richards, Ed. U.S. Dept. of Agriculture, Washington, D.C., rev. ed., 160 pp.
- Uddin S, Yenush, Sun X-J, Sweet M E, White M F, Plataniias L C (1995). Interferon α engages the insulin receptor substrate-1 to associate with the phosphatidylinositol 3'-kinase. J. Biol. Chem. 270, 15938-159341.
- Velmurugan N, Chun S S, Han, S S, Lee Y S (2009). Characterization of chikusakueki and mokusaku-eki and its inhibitory effect on sapstaining fungal growth in laboratory scale. International Journal of Environmental Science and Technology Vol. 6, No.1, pp. 13-22.
- Yagi T, Tsukomato S (2002). Influence of wood vinegar on phytopathogen. Development of phytopathogenic fungi on the media containing wood vinegar. Proceeding of Assoc. Plant Prot., 93-98, Hakuriku.