

Uğur BAŞARAN^{1a*}

Medine ÇOPUR DOĞRUSÖZ^{1b}

¹Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat
Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü,
Yozgat

^{1a}ORCID: 0000-0002-6644-5892

^{1b}ORCID: 0000-0002-9159-1699

*Sorumlu yazar (Corresponding
author):

ugur.basaran@bozok.edu.tr

DOI

<https://doi.org/10.5281/zenodo.73035>

18

Alınış (Received): 30/06/2022

Kabul Tarihi (Accepted): 01/08/2022

Anahtar Kelimeler

Tohum kaplama, priming, yonca, fide gelişimi

Keywords

Seed coating, priming, alfalfa, seedling growth

Organik Bileşiklere Dayalı Priming ve Tohum Kaplamanın Yonca (*Medicago sativa* L.)'nın Fide Gelişimi ve Özelliklerine Etkisi

Özet

Priming ve tohum kaplama işlemleri modern tarımda giderek yaygınlaşmaktadır. Priming işlemi birçok bitkide kullanılmakla birlikte, tohum kaplama daha çok, küçük tohumlara uygulanmaktadır. Mevcut çalışmada yonca için tamamen doğal veya organik bileşenler kullanılarak ekonomik ve ekolojik bir tohum kaplama yöntemi geliştirilmeye çalışılmıştır. Bütün işlemlerde aynı çeşit (Bilensoy) ve tohum kullanılmış, sonuçlar normal ve ticari olarak kaplanmış tohumla karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Priming için saf su, kantaron (*Hypericum heterophyllum*)'dan elde edilen %1'lik duman solüsyonu (DS) ve iki farklı tuz (NaCl) konsantrasyonu (50 mM "TC1" ve 100 mM "TC2") kullanılmıştır. Kaplama malzemesi olarak ise kil, kül ve kireç kullanılmıştır. Uygulanan tüm işlemlerde normal ve hatta ticari kaplanmış tohuma göre daha hızlı yer kapama potansiyeli gözlenmiştir. Sadece kaplama yapılan tohumların fide özellikleri ve içeriği normal tohuma oranla büyük bir değişim göstermemiştir. Ancak priming + kaplama işlemleri birlikte uygulandığında yonca tohumlarının fide gelişimi ve sürgünlerin kimyasal yapısında önemli ($p<0.01$) ve olumlu düzeyde gelişmeler kaydedilmiştir. Fide gelişimi ve özellikleri açısından, priming için DS ve özellikle tuzlu çözeltiler (TC1 ve TC2) saf sudan daha etkili olmuştur. Kullanılan kaplama bileşenleri ve miktarına ilişkin de herhangi bir olumsuzluk tespit edilmemiştir. Sonuç olarak; TC1 veya TC2 ile priming uygulanan ve sonrasında tohum ağırlığının yarısı kadar sırasıyla kil (%20), kül (%20), kireç (%20) ve kil+kireç (%20+20) ile kaplanan yoncunun fide gelişimi ve özellikleri normal veya ticari olarak kaplanmış tohumlardan daha üstün olmuştur.

The Efficiency of Priming and Seed Coating Based on Organic Compounds in Seedling Growth and Traits of Alfalfa (*Medicago sativa* L.)

Abstract

Priming and seed coating processes are becoming increasingly common in modern agriculture. Although the priming process is used in many plants, seed coating is mostly applied to small seeds. In the present study, an economical and ecological seed coating method was tried to be developed for alfalfa by using completely natural or organic components. The same cultivar (Bilensoy) and seed were used in all treatments, and the results were compared with normal and commercially coated seed. Distilled water 1% smoke solution (DS) obtained from St. John's Wort (*Hypericum heterophyllum*) and two saline (NaCl) solutions (50 mM "TC1" and 100 mM "TC2") were used for priming. Clay, ash and lime were used as coating material. In all applied treatments, a faster ground-cover potential was observed compared to normal and commercially coated seed. The seedling characteristics and content of seeds that were only coated did not change much compared to the normal seed. However, when priming + coating processes were applied together, significant ($p<0.01$) and positive improvements were recorded in the seedling development and chemical structure of shoots of alfalfa seeds. In terms of germination and seedling characteristics, DS and especially saline solutions (TC1 and TC2) were more effective than pure water for priming. No adverse events were detected regarding the coating components and the amount used. As a result; seedling growth and characteristics of alfalfa which primed with TC1 or TC2 then coated with clay (20%), ash (20%), lime (20%) and clay+lime (20+20%), respectively, at half of the seed weight, were superior than normal or commercially coated seeds.

GİRİŞ

Yonca (*Medicago sativa* L.) dünyada en fazla üretimi yapılan çok yıllık baklagil yem bitkisidir. Akdeniz havzası ve güneybatı Asya (İran, Afganistan) orjinli olup, ilk kültüre alınan yem bitkilerinden biridir. Zengin ve geniş genetik tabanı sayesinde farklı çevre koşullarına ve geniş alanlara iyi uyum sağlamakta ve ülkemizin her bölgesinde yetiştirilmektedir (Açıkgöz, 2001). Yonca yüksek besin değeri ve sindirilebilirliği ile dünyada olduğu gibi Türkiye’de de sürdürülebilir ve kaliteli kaba yem üretimi için oldukça önemli bir bitkidir. Çoğunlukla kuru ot olarak, silaj, pelet yem, yeşil gübre ve örtü bitkisi olarak ve meralarda da saf ya da karışım halinde otlatılarak da değerlendirilmektedir (Suttie 2000; Radoviç ve ark., 2009). Yonca, geviş getiren hayvanlar için dengeli amino asit profili ile önemli bir protein kaynağı, yüksek düzeyde mineral madde ve vitamin içeriği ile mükemmel bir yem bitkisidir (Radoviç ve ark., 2009). Çok yıllık olan yonca ilk yıl fidelerinin zayıf gelişmesinden dolayı yabancı otlar ile rekabet etmekte zorlanmaktadır. Ayrıca tohumlarının küçük olması mekanizasyon kullanımını zorlaştırarak tohum kaybını artırmakta, düzensiz ve düşük oranda çıkışlara sebep olmaktadır. Tüm bitkilerde olduğu gibi yonca tarımının da temel girdisi olan tohum, üretimde verim ve kaliteyi belirleyen ana unsurdur. Kaliteli bir tohumluğun verim ve üretim artışındaki payı %25’ler civarında olup, bu oran bazı durumlarda %40'lara kadar çıkmaktadır. Bu nedenle tohumlarda kaliteyi iyileştirici yöntemler olarak, hasat, kurutma işletme ve depolama tekniklerinin iyileştirilmesi, kimyasal uygulamalar, ekim öncesi ön işlem (priming) uygulamaları ve tohum işleme ve kaplama teknolojileri uygulanmaktadır (Hill, 1999; Duman ve ark. 2011). Bu yöntemler arasında priming uygulamaları ile tohum kaplama teknolojileri (pelletleme ve film kaplama) en çok tercih edilen tekniklerdir. Tohumlara ekilmeden önce çeşitli priming (osmo priming, hidro priming, farklı sıcaklık,

hormon ve bazı kimyasallar) işlemleri uygulanabilmektedir (Yari ve ark., 2010). Son yıllarda priming uygulamalarında kullanılan unsurlardan biri de duman solüsyonlarıdır (Çopur Doğrusöz ve ark., 2021). Duman solüsyonlarının çimlenme üzerindeki etkisi çok sayıda tür üzerinde belirlenmiş (Dixon ve ark., 2009) ve bu etkinin duman solüsyonunun kimyasal yapısında bulunan butenoloid (3-methyl-2Hfuro[2,3-c]pyran-2-one)'den ve yanmış selülozdan kaynaklandığı ileri sürülmüştür (Flematti ve ark., 2004; Van Staden ve ark., 2004). Karrikinolide olarak ta adlandırılan butenoloid, tohumların fitohormonlara karşı olan hassasiyetinde (Gardner ve ark., 2001), ışık isteklerinde (Drewes ve ark., 1995), tohum kabuğu morfolojisi ve kabuk geçirgenliği gibi birçok özelliğinde değişikliğe sebep olmaktadır. Küçük tohumlarda yaygın uygulanan diğer bir işlemde kaplamadır. Tohum kaplama teknolojilerinin temel hedefi, küçük tohumların daha büyük ve bir örnek büyüklüğe ulaşmasını sağlamaktır (Sikhoa ve ark., 2015). Tohum kaplama materyaline bitki besin elementleri, fungusitler, insektisitler, herbisitler ve yararlı organizmalarda eklenebilmektedir (Rufino ve ark., 2013; Corlett ve ark., 2014). Ayrıca tohum kaplamanın tohum çimlenmesi, fide büyümesi, kök ve filiz gelişimi, yaprak alanı, kuru ağırlık ve verim artışı üzerine olumlu etkileri çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Zelonka ve ark., 2005; Gevrek ve ark., 2012; Tavares ve ark., 2013; Dumanoğlu ve Öztürk, 2022). Tohum kaplamada ana unsur yapıştırıcı ve özellikle kaplama materyalidir. Yapıştırıcılar tipik olarak suda çözünür veya dağılabilir olarak seçilmektedir. Genellikle saf su, Arap zıncı, metil selüloz, nitrik kaplama, jelatin, plastik rexinler, nişastalar, doğal zıncılar, şekerler, hayvan tutkalları, polivinil asetat (su bazlı yapıştırıcı-PVA) ve bitki müsilaajları kullanılmaktadır. Kaplama malzemesi tohumun hava alabilmesi için gözenekli olmalı, hem toprak hem de rizosfer için toksik olmayan, toprak nemi ile temas ettiğinde kolayca parçalanmalıdır.

Kaplama materyali olarak ise genellikle talaş, bentonite, kireç, aktif karbon, kil, kül, vermikülit, dolomit, kaya fosfatı, kalsiyum karbonat, özel primerler, nişasta polimerleri, gübreler, *Rhizobium*, borax, çinko sülfat gibi maddeler kullanılmaktadır (Murphy ve ark. 1984). Kaplama materyali olarak kireç ya da aktif karbonun tohum böceklerine karşı herbisit görevini gördüğü, bu şekilde tohum saklama süresinin uzadığı ve ekonomik değerinin yüksek olduğu görülmüştür (Taylor ve Eckenrode, 1993). Tohumlarda sadece boyutlandırma yapmak için herhangi bir yapıştırıcı ile kil kül ve vermikülitin yeterli olduğu, ancak yonca gibi çok yıllık bitkilerin kuruluş yılındaki başarı şansını artırmada kalsiyum karbonat ve alçıtaşı materyallerin daha iyi olduğu bildirilmiştir (Berger, 1949). Tohum kaplama bahsedilen genel avantajlarının yanı sıra yoncada *Rizobium* bakterilerinin aşılınması, çimlenme ve kuvvetli gelişimini teşvik ederek tesisin başarısını ve bir yılda alınan biçim sayısını artırabilmektedir. Yoncaya özgü kök ve mantar hastalıklarına karşı korucu olarak da kaplama yapılmaktadır. Ayrıca kaplama işlemi yonca tohumlarının boyutlarını ve tekdüzeliğini arttırarak mekanizasyon kullanım olanaklarını arttırmaktadır. Benzer şekilde, yüksek pH' lı bölgelerde tohumların pelletlenmesi toprak asitliğinin düşürülmesine ve koşulların yonca için daha uygun olmasına katkı sunabilmektedir. Son yirmi yılda tohum kaplamalarının yonca üzerindeki önemi daha iyi anlaşılmış ve dünyada üreticilerin % 85'i kaplanmış yonca tohumu kullanmaktadır ve bu oran tüm dünyada giderek artmaktadır (Waldo 2009). Türkiye de kaplanmış yonca tohumu kullanımı her geçen gün artmaktadır. Daha önce birçok bitkide olumlu etkileri ortaya konmuş olan priming ile kaplama işleminin birlikte uygulanması yoncanın çimlenme performansını daha da geliştirilebilir. Bu amaçla mevcut çalışmada priming ve kaplama işlemlerinin yalın ve birlikte

etkileri araştırılmıştır. Her iki işlem için tamamen doğal, ucuz ve üreticilerin temin edebilecekleri ürünler belirli bir sistem dahilinde kullanılmıştır. Sonuç olarak; yonca için ekim öncesinde tohumlara uygulanabilecek ekolojik ve ekonomik açıdan etkili bir işlem kombinasyonu elde edilmeye çalışılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada yoncanın "Bilensoy" çeşidine ait tohumlar kullanılmıştır. Duman solüsyonu, Yozgat Bozok Üniversitesi Kampüsünde doğal olarak yetişen kantaron türü *Hypericum heterophyllum*'un yakılmasıyla elde edilmiştir. Tuz çözeltilerinin hazırlanmasında ise ticari olarak satılan NaCl kullanılmıştır. Duman solüsyonu, Başaran ve ark. (2019) tarafından geliştirilen düzenek yardımıyla hazırlanmıştır. Ana çözelti için, tam çiçeklenme döneminde hasat edilerek kurutulmuş kantaron (*Hypericum heterophyllum*) yakılmış ve dumanı saf suda tutulmuştur. Daha sonra ana çözelti saf su ile seyreltilerek %1'lik kantaron çözeltisi (DS) elde edilmiştir. 50mM (TÇ1) ve 100mM'lık (TÇ2) tuz çözeltileri de Sodyum Klorür (NaCl) saf suda çözülerek elde edilmiştir.

Tohumların priming edilmesi

Çalışmada ele alınan priming uygulamaları ve kontrol işlemlerine ait ayrıntılar Çizelge 1'de verilmiştir. Çalışmada işlem görmemiş tohumlar (K1) ve saf suda priming edilen tohumlar (K2) olmak üzere iki farklı kontrol kullanılmıştır. Bunun dışında, çalışmada bazı priming işlemlerin ikili kombinasyonları da (DS+TÇ1 ve DS+TÇ2) kullanılmıştır. Priming aşamasında her işlem için; 50 gr tohum 150 ml çözelti veya su içinde, 4 saat süreyle ve 20±2°C ortam koşullarında tutulmuştur. Priming sonunda tohumlar süzülerek saf su ile iyice yıkandıktan sonra 5 saat süreyle 38°C'de etüvde kurutulmuş ve paketlenerek tohum kaplama işlemi için hazır hale getirilmiştir.

Çizelge 1. Yonca tohumlarında ele alınan priming ve kontrol işlemleri

İşlem	Açıklaması
K1:	İşlem görmemiş tohum.
K2:	Saf suda priming edilmiş tohum.
DS:	%1'lik (V/V) duman solüsyonunda priming edilmiş tohum.
TÇ1:	50 mM tuz (NaCl) çözeltisinde priming edilmiş tohum.
TÇ2:	100 mM tuz (NaCl) çözeltisinde priming edilmiş tohum.

Tohumların kaplanması

Tohum kaplama için ticari örneklerden faydalanılarak hız kontrolü yeni bir düzenek oluşturulmuştur (Şekil 1). Kaplama işlemlerinde dolgu olarak kil, kül ve sönmüş kireç kullanılmıştır. Bunların miktarları ve sisteme eklenme sıraları Çizelge 2'de verilmiştir. Yapıştırıcı olarak saf suyla hazırlanmış %4'lük Arabik gam

çözeltisi kullanılmıştır. Çalışmada kontrol amaçlı, hiçbir işleme tabi tutulmamış normal tohumlar ile (Normal) birlikte aynı tohumun ticari olarak kaplanmış bir örneğine (Ticari) de yer verilmiştir. Çalışmada kullanılan tüm tohumlar aynı çeşide (Bilensoy) ve bu çeşidin aynı ürününe aittir.



Şekil 1. Kaplama işleminde kullanılan düzeneğe ait görüntüler

Çizelge 2. Kapama işleminde kullanılan malzemeler, eklenme sıraları ve miktarları

	Tohum	Kil	Kül	Kireç	Kil + Kireç	Boya
Ekleme sırası	1	2	3	4	5	6
Miktar	10g	1g	1g	1g	1g+1g	2 ml

Denemenin kurulması

Denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak saksı koşullarında yürütülmüş ve yetiştirme ortamı olarak torf kullanılmıştır. Ekim 3-4 tohum cm^{-2} olacak şekilde elle yapılmış ve sonrasında tohumların üstü 1 cm yükseklikte kapatılmıştır. Bütün işlemlerde altlık ve kapatma işlemleri için eşit miktarda torf kullanılmıştır. Ekim

sonrasında saksılar 22°C sabit sıcaklık, 16 saat aydınlık - 8 saat karanlık ve %60 nem koşulları içeren iklim odasında 10 gün süreyle gelişmeye bırakılmıştır.

Verilerin alınması ve değerlendirilmesi

Fide gelişmeleri belirli dönemlerde çekilen fotoğraflar yardımıyla görsel olarak belirlenmiştir. 10. günün sonunda kök ve sürgünlerin uzunluk, yaş ve kuru ağırlıkları da belirlenmiştir. Bu işlem için her

tekerrürde 10 fide üzerinde ölçüm yapılarak ortalaması alınmıştır. Ayrıca her işlem için, tekerrürlere ait toplam sürgünler hasat edilip kuru madde oranı ile kimyasal içerik (ham protein, ADF, NDF, K, P, Ca ve Mg) bakımından incelenmiştir. Ham protein, ADF ve NDF oranları 65°C’de sabit ağırlığa kadar kurtulup 1 mm elek çapına sahip değirmen ile öğütülerek numunelerde NIR (Foss, 6500 Win ISI II v1.5) cihazı ile IC-0904FE kalibrasyon programı kullanılarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar SPSS 13.0 paket programı kullanılarak analiz edilmiş, ortalamalara ait farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile gruplandırılmıştır.

BULGULAR

Kaplama sonrasında işlemin fiziksel başarısı incelenmiş ve bunun için kaplanan tohumlar tekrar tartılarak, kullanılan malzemenin ne kadarının kaplandığının ölçüsü olarak, kaplama etkinliği

belirlenmiştir (Çizelge 3). İşlemlere ait kaplanmış tohumlar da Şekil 2 de görülmektedir. İşlemlerin kaplama oranları %86.93 (DS) ile %93.47 (TÇ2+DS) arasında değişmiştir. Buna göre K2, TÇ1, TÇ2 ve TÇ2+DS işlemlerinde K1 işleminden daha yüksek kaplama etkinliğine ulaşılmıştır. Bu durum priming işleminin tohumun biyolojik özellikleri dışında kaplama işleminin etkinliği üzerinde de etkili olabileceğini göstermektedir. Genel olarak priming esnasında tohum kabuğunun fiziksel ve muhtemelen yıkanmaya bağlı olarak, kimyasal yapısında da değişim meydana gelmektedir. Kaplama malzemesinin özellikle başlangıçta tohuma yapışma durumu süreci etkilemektedir. Dolayısıyla işlemler arasında kaplama etkinliğinin farklılığı, kısmen de olsa, priming esnasında kabukta meydana gelen değişimlerden kaynaklanmış olabilir.



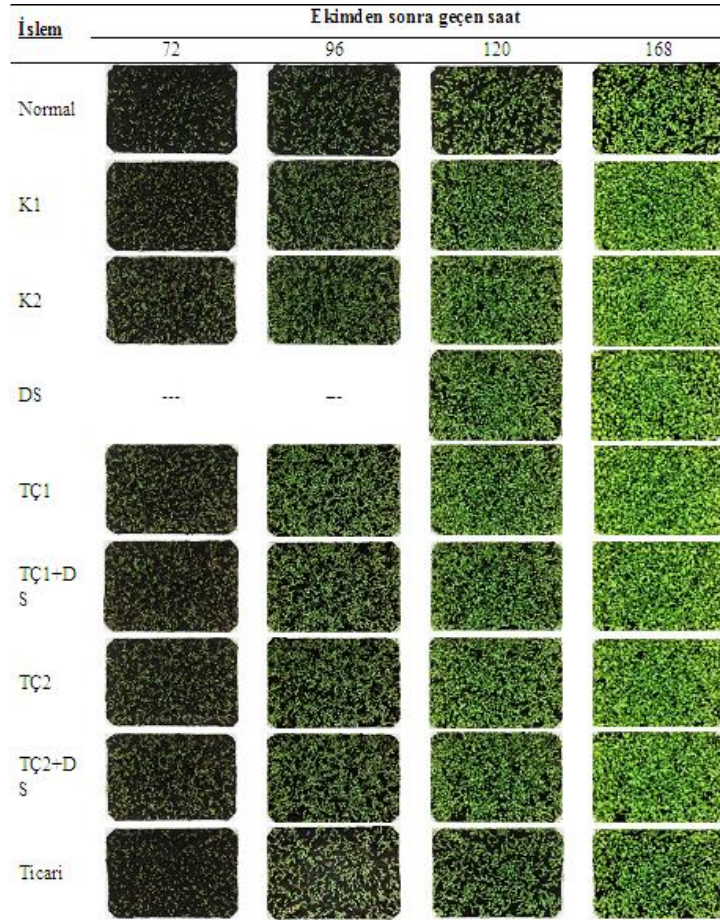
Şekil 2. İşlemlere ait kaplanmış tohumların görüntüleri

Çizelge 3. İşlemlere ait kaplama oranları

İşlem	Tohum miktarı	Kaplama malzemesi	Son ağırlık	Kaplama etkinliği (%)
K1	10g	5g	13.45g	89.67
K2	10g	5g	13.56g	90.40
DS	10g	5g	13.04g	86.93
TÇ1	10g	5g	13.46g	89.73
TÇ1+DS	10g	5g	13.12g	87.47
TÇ2	10g	5g	13.66g	91.07
TÇ2+DS	10g	5g	14.02g	93.47

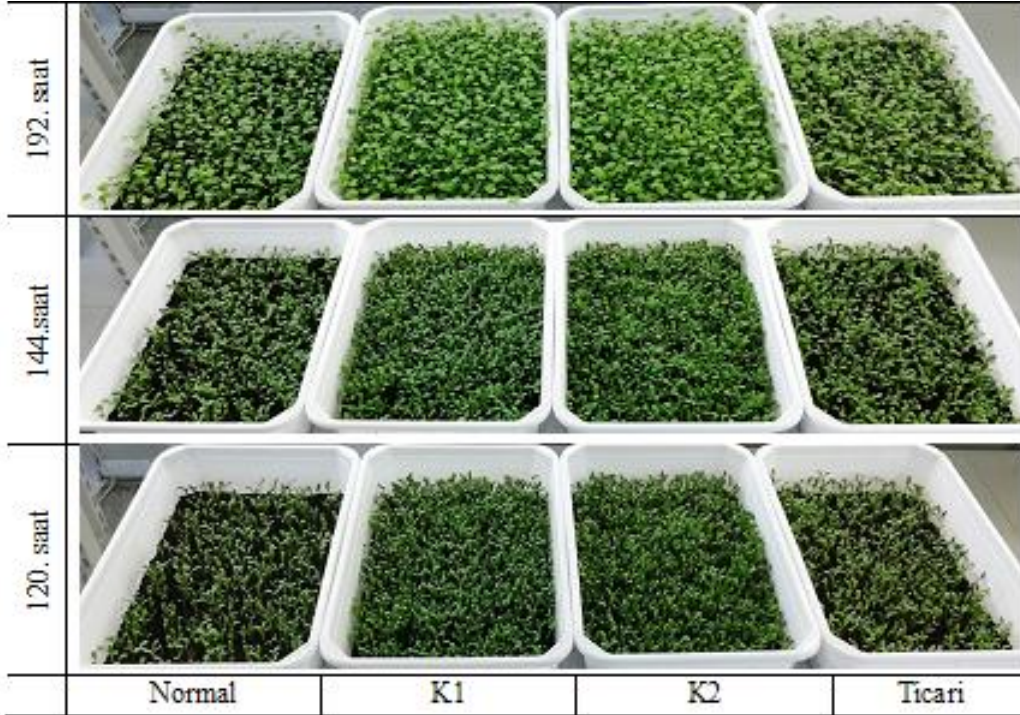
Saksı ortamında işlemlerin toprağı kaplama durumları belirli zamanlarda çekilen fotoğraflarla kıyaslanmaya çalışılmıştır (Şekil 3). Bu amaçla bütün işlemlerin ekimden sonraki 72, 96, 120 ve 168. saatlerde sabit saksılar kullanılarak fotoğrafları çekilmiştir. Şekil 3’de görüldüğü gibi, yonca tohumlarında sadece kaplama işlemi bile (K1) yonca tohumlarının çimlenme ve fide gelişimini görünür şekilde iyileştirilmiştir. Bu durum Normal ve K1 işlemlerinin kıyaslanması ile

açıkça görülmektedir. Bunun yanında, priming edilerek kaplamanın yonca tohumlarının çimlenme ve fide gelişimini hızlandırdığı, hatta K1 ve K2 işlemleri arasındaki farka bakıldığında, sadece saf suda priming uygulamasının bile (K2) oldukça etkili olduğu görülmektedir. Diğer taraftan DS, TÇ1, TÇ1+DS, TÇ2 ve TÇ2+DS işlemlerine ait görüntüler tuzlu çözelti ve duman solüsyonunun priming açısından saf sudan (K2) daha iyi olabileceğine işaret etmektedir.

**Şekil 3.** Saksı ortamında işlemlerin belirli sürelerde toprağı kaplama durumu

Ticari olarak kaplanmış tohumun performansının normal tohumdan daha iyi olduğu da gözlenmiştir. Bununla birlikte, ele alınan priming+kaplama işlemleri Ticari kaplanmış tohumdan daha iyi çimlenme ve fide gelişimi sergilemişlerdir. Çalışmada kullanılan priming+kaplama işlemleri arasında ise özellikle K2, TÇ1 ve TÇ2 işlemlerin çimlenme ve kaplama performanslarının daha iyi olduğu

gözlenmiştir. Benzer şekilde Normal, K1, K2 ve Ticari tohumların 120, 144 ve 192. saatte çekilmiş görüntülerinde (Şekil 4) K1 ve K2 işlemlerinin Normal ve Ticari kaplanmış tohumlardan üstün oldukları ve ayrıca, Ticari tohumların çimlenme ve toprağı kapatma durumlarının Normal tohumlardan kısmen daha iyi olduğu da görülmektedir.



Şekil 4. Saksı ortamında normal tohum, K1, K2 işlemleri ve Ticari tohumun ekimden belirli süreler sonra çekilmiş görüntüleri

Normal, sadece kaplanmış ve farklı priming işlemleri uygulandıktan sonra kaplanmış yonca tohumlarının ekimden 10 gün sonra fide özellikleri de incelenmiş ve bu kapsamda kök ve sürgünlerde boy, yaş ve kuru ağırlık ile kuru madde oranı belirlenmiştir (Çizelge 4). Kök boyu DS, TÇ1, TÇ1+DS, TÇ2 ve TÇ2+DS işlemlerine ait tohumlarda benzer (7.35-8.40 cm) ve Normal, K1 ve Ticari

işlemlerinden önemli derecede ($p<0.01$) yüksek bulunmuştur. En düşük kök boyu Normal (3.62 cm) ve K1 (3.44 cm) işlemlerinde belirlenmiştir. Sürgün boyu da işlemler arasında önemli derecede ($p<0.01$) farklılık göstermiş ve en yüksek TÇ2 işleminde (7.37 cm) kaydedilmiştir. Normal, Ticari ile K2 işlemleri ise en düşük sürgün boyuna sahip olmuştur.

Çizelge 4. Saksı ortamında 10. gün sonunda işlemlere ait fidelerin ortalama boy ve ağırlık değerleri ile kuru madde oranları

İşlemler	Kök boyu (cm)**	Sürgün boyu (cm)**	Fide yaş ağırlığı (g)**	Fide kuru ağırlığı (g)*	Fide kuru madde oranı (%)**
Normal	3.62 d	5.50 c	0.5427 f	0.0440 ab	8.1070 a
K1	3.44 d	6.02 bc	0.5420 f	0.0370 b	6.7963 bc
K2	5.46 c	6.38 c	0.6543 c	0.0393 b	5.9940 c
DS	7.64 ab	6.01 bc	0.6303 d	0.0420 b	6.7107 bc
TÇ1	8.29 a	6.21 b	0.6327 cd	0.0433 ab	6.8487 bc
TÇ1+DS	7.79 ab	5.82 bc	0.5637 ef	0.0387 b	6.8703 bc
TÇ2	8.40 a	7.37 a	0.6930 bc	0.0505 a	7.2917 ab
TÇ2+DS	7.35 ab	6.01 bc	0.5710 e	0.0410 b	7.1867 ab
Ticari	7.00 b	5.38 c	0.8366 a	0.0413 b	4.9523 d

**: $p < 0.01$. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Fide yaş ve kuru ağırlığı üzerinde de işlemlerin etkisi önemli ($p < 0.05$, 0.01) bulunmuştur. Fide yaş ağırlığı en yüksek Ticari (0.8366 g), en düşük Normal (0.5427 g) ve K1 (0.5420 g) işlemlerinde tespit edilmiştir. Fide kuru ağırlığı bakımından ise TÇ1, TÇ2 işlemleri Normal tohumlarla aynı grupta yer almış ve diğer işlemlerden daha üstün olmuştur. İşlemlere ait fidelerin kuru madde oranı da uygulanan işlemlerden önemli derecede etkilenmiş ve en yüksek değerler Normal (%8.1070), TÇ2 (%7.2917) ve TÇ2+ DS (%7.1867) işlemlerine ait fidelerde, en düşük ise Ticari işleminin (%4.9523) fidelerinde tespit edilmiştir. Buna göre, bu çalışmada uygulanan işlemler Normal tohumla kıyaslandığında yonca fidelerinde kök boyunu, sürgün boyunu ve fide yaş ağırlığını arttırmış, fide kuru ağırlığı ve kuru madde oranı ise ya önemli olmamış ya da azaltıcı bir etki göstermiştir. Ticari kaplanmış tohumla kıyaslandığında ise, uyguladığımız işlemlerin fide özellikleri yaş ağırlık dışında daha üstün olmuştur. Yonca fidelerinin 10. gün sonunda ADF, NDF, ham protein ve bazı mineral madde içerikleri incelenmiş ve uygulanan işlemlerin etkisi Ca ve P içeriği dışındaki

özellikler için istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$, 0.01) bulunmuştur (Çizelge 5). Yonca fidelerinde en yüksek ADF oranı K2 (%14.31) ve TÇ2+DS (%13.10) işlemlerinde, en yüksek NDF oranı ise K2 (%32.03) işleminde tespit edilmiştir. En düşük ADF (%10.76) ve NDF (%25.11) oranları Normal tohumlarda belirlenmiştir. Normal işlemlerle kıyaslandığında diğer bütün işlemler yonca fidelerinin ADF ve NDF oranını arttırmıştır. Bunun yanında priming + kaplama uygulanan işlemlerin fidelerinde ADF ve NDF oranı, Ticari kaplanmış tohumlardan elde edilen fidelerden daha yüksek olmuştur. Benzer şekilde yonca fidelerinin sürgünlerinin ham protein içeriği üzerinde de işlemlerin etkisi önemli ($p < 0.01$) ve olumlu olmuştur. Nitekim sürgünlerde belirlenen ham protein içeriği en yüksek TÇ2 işleminde (% 36.45) belirlenmiştir. Bunu daha düşük değerlerle TÇ1 (%36.34) ve TÇ1+DS işlemleri (%36.21) takip etmiştir. En düşük ham protein içeriği ise K2 işleminde (%35.05) belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre ham protein üzerinde K1, K2 ve DS işlemleri azaltıcı, ancak TÇ1 ve özellikle TÇ2 işlemleri ise arttırıcı bir etki göstermiştir.

Çizelge 5. Saksı ortamında 10. gün sonunda işlemlere ait toplu örneklerde belirlenen ADF, NDF, ham protein ve mineral madde içerikleri

İşlemler	ADF (%)**	NDF (%)**	Ham protein (%)**	Ca (%)	Mg (%)*	K (%)**	P (%)
Normal	10.76 h	25.11 ı	36.01 d	1.43	0.33 b	5.10 a	0.53
K1	12.91 e	30.91 d	35.73 f	1.42	0.43 a	4.35 d	0.54
K2	14.31 a	32.03 a	35.05 h	1.43	0.45 a	3.96 g	0.55
DS	14.05 b	31.24 b	35.75 f	1.43	0.44 a	4.05 f	0.54
TÇ1	13.26 c	27.93 f	36.34 b	1.41	0.43 a	4.23 e	0.54
TÇ1+DS	13.03 d	30.41 e	36.21 c	1.43	0.45 a	4.21 e	0.54
TÇ2	12.81 f	27.93 g	36.45 a	1.41	0.42 a	4.43 c	0.54
TÇ2+DS	13.40 a	31.11 c	35.61 g	1.43	0.43 a	4.41 c	0.53
Ticari	11.35 g	27.21 h	35.93 e	1.43	0.34 b	4.93 b	0.53

*:p<0.05, **:p<0.01. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Mineral madde açısından bakıldığında ise, Normal ve Ticari işlemlerle kıyaslandığında, uygulanan işlemlerin Ca ve P içeriği üzerinde önemli bir etki göstermediği, Mg içeriğini arttırdığı, K içeriğini ise azalttığı görülmüştür (Çizelge5). Bununla birlikte Mg içeriği bakımından uyguladığımız işlemler arasında farklılık olmadığı, K içeriği bakımından ise TÇ2 ve TÇ2+DS işlemlerinin olumsuz etkisinin daha düşük olduğu görülmektedir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Mevcut çalışmanın sonuçları kaplama ve priming + kaplamanın yoncada çimlenme ve fide gelişimi ile fide kimyasal içeriği üzerinde de etkili olduğunu göstermiştir. Tamamen doğal bileşenler kullanılarak gerçekleştirilen işlemler neticesinde Normal ve Ticari kaplanmış tohumla oranla çimlenme performansı artmış ve fide özellikleri önemli derecede iyileşmiştir. Belirli özellikler bakımından sadece kaplama (K1) işlemi de etkili olmuştur. Ancak priming uygulandıktan sonra kaplanan tohumların çimlenme ve fide gelişiminde çok daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Genel olarak duman solüsyonu (DS) ve özellikle tuzlu çözeltilerle (TÇ1 ve TÇ2) priming uygulandıktan sonra kaplanan tohumların sürmesi ve fide özellikleri saf suyla priming (K2) uygulamasına oranla daha yüksek olmuştur. Diğer taraftan elde edilen sonuçlar kullanılan kaplama malzemelerinin yonca

için uygun olduğunu da göstermiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda priming uygulamasının tohum çimlenmesi üzerindeki olumlu etkisi ortaya konmuştur. Priming süresi kullanılan çözeltilerin içeriğine ve osmotik potansiyeline, sıcaklığa ve bitkiye göre değişmektedir (Sharifzadeh ve ark., 2006). Priming hızlı ve homojen çimlenmeyi teşvik etmekle beraber (Pill ve Necker, 2001) fidelerin olumsuz koşullara toleransını da artırmaktadır (Ashraf ve Foolad, 2005). Bazı çalışmalarda da priming için Tuz (NaCl) solüsyonu kullanılmış ve örneğin kavunda çimlenmeyi hızlandırdığı, fidelede kuru madde içeriği ve tuz stresine dayanımı arttırdığı tespit edilmiştir (Sivritepe ve ark., 2003). Benzer şekilde NaCl çözeltisi ile priming uygulamasının ayçiçeğinde (Bajehbaj, 2010) ve mısırdaki (Bakht ve ark., 2011) olumlu etkileri bildirilmiştir. Ayrıca normal tohum ve suda priming (hidropriming) ile kıyaslandığında osmo-priming uygulanan mısırın fide gelişiminin daha iyi olduğu bildirilmiştir (Khan ve ark., 2015). Benzer şekilde osmopriming uygulanan ve çimlenme sonrasında kuraklık stresine maruz bırakılan buğdayda kök ağırlığı %2.3, kök uzunluğu %21.6 ve çözünebilir şeker içeriği %15.1 daha yüksek bulunmuştur (Hakeem ve ark., 2017). Duman solüsyonlarının çimlenme üzerindeki etkisi hakkında da çok sayıda çalışma yapılmış ve çoğunlukla olumlu sonuçlar elde edilmiştir (Dixon ve

ark., 2009). Duman solüsyonlarının çimlenme yanında fide gelişimini (Sparg ve ark., 2006), kök oluşumunu (Taylor ve Van Staden, 1996) ve hatta çiçeklenmeyi (Keeley, 1993) teşvik ettiği belirlenmiştir. Duman solüsyonunun etkisi solüsyonun elde edildiği kaynağa, konsantrasyonuna ve uygulanan bitkiye göre değişmekte ve genellikle düşük konsantrasyonların olumlu, yüksek konsantrasyonların ise olumsuz etki gösterdiği saptanmıştır (Çopur Doğrusöz ve ark., 2021; Başaran ve ark., 2019; Abu ve ark., 2016). Duman solüsyonlarının yoncanın çimlenme ve fide gelişimini teşvik ettiği daha önce ortaya konmuştur (Hong ve Kang, 2011). Mevcut çalışmada DS, TÇ1 ve TÇ2 uygulamalarının daha iyi sonuçlar vermesi bu anlamda önceki çalışmalarla uyumludur. Tohum kaplama teknolojisi birçok bitkide kullanılmakta ve özellikle küçük tohumlu bitkilerde önemli avantajlar sunmaktadır. Tohum kaplama, domates tohumlarının çimlenmesini, canlılığını ve depolanmasını geliştirmek için başarıyla kullanılmıştır (Javed ve Afzal, 2020). Susamda bitki boyunu, yan dalları ve bitki başına kapsül sayısını önemli ölçüde arttırmıştır (Doğan ve Zeybek, 2009). Yoncada kaplama işleminin kuraklık stresine toleransı (Bicakci ve ark., 2018; Süheri ve ark., 2019) ve kaplama malzemesine fungusid ilave edildiğinde hastalıklara dayanımı attırdığı (Samac ve ark., 2015) tespit edilmiştir. Shewmaker ve ark. (2002) yoncada kaplama malzemesi olarak mico-rizo ile jips kullanıldığında verimin arttığını ancak ot kalitesinin önemli düzeyde etkilenmediğini bildirmişlerdir. Diğer taraftan kaplama malzemesinin miktarı da önemli olmaktadır. Zira Lahana tohumlarında kaplanan madde miktarı arttıkça tohum çimlenmesi önemli ölçüde azalmıştır (Wu ve ark., 2018). Bu sonuçlara paralel olarak; mevcut çalışmada da priming sonrasında kil, kül ve kireçten oluşan karışımla kaplanan yoncanın çimlenme ve fide özelliklerinin iyileştiği görülmüştür. Bu işlemler sonucunda Normal tohuma hatta ticari olarak

kaplanmış tohuma oranla daha iyi çimlenme ve fide gelişiminin sağlanabileceği görülmüştür. Bu kapsamda kök ve sürgün boyu, fide yaş ağırlığı, ADF, NDF ve ham protein oranında artış sağlanmış, K oranında ise azalma görülmüştür. Sonuç olarak; yonca tohumlarının 50 mM (TÇ1) veya 100 mM (TÇ2) tuz çözeltilerinde 4 saat priming uygulandıktan sonra, tohum ağırlığının yarısı kadar ve sırayla kil (%20), kül (%20) ve kireç (%20) ve kil + kireç (%20+%20) kaplanması çimlenme ve fide özelliklerini geliştirmiştir. Bu bakımdan elde edilen sonuçlar yonca tesisinde başarının ve verimliliğin artırılması açısından önemlidir. Bu yöntem, kullanılan bileşiklerin tamamen doğal ve organik olması bakımından çevre dostudur. Bunun yanında bileşenlerin ucuz ve kolay temin edilebilir olması nedeniyle de oldukça ekonomiktir. Ayrıca, uygun düzeneğin sağlanması durumunda, çiftçi şartlarında bile kolaylıkla uygulanabilir.

AÇIKLAMA

Bu çalışmaya 6602a-ZF/19-328 numaralı projeye destek sağlayan Yozgat Bozok Üniversitesi Proje Koordinasyon Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

- Abu, Y., Romo, J.T., Bai, Y., Coulman, B. 2016. Priming seeds in aqueous smoke solutions to improve seed germination and biomass production of perennial forage species. *Can. J. Plant Sci.*, 96: 551-563.
- Açıkgöz, E. 2001. *Yem Bitkileri*, Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı, Yayın No: 182. Bursa.
- Ashraf, M., Foolad, M.R. 2005. Pre-sowing seed treatment - a shotgun approach to improve germination, plant growth and crop yield under saline and non-saline conditions. *Adv. Agron.*, 88: 223-271.

- Bajehbaj, A.A. 2010. The effects of NaCl priming on salt tolerance in sunflower germination and seedling grown under salinity conditions. *African Journal of Biotechnology*, 9 (12): 1764-1770.
- Bakht, J., Shafi, M., Shah, R. 2011. Response of maize cultivars to various priming sources. *Pakistan Journal of Botany*, 43: 205-212.
- Başaran, U. , Doğrusöz, M. Ç., Gülümser, E., Mut, H. 2019. Using smoke solutions in grass pea (*Lathyrus sativus* L.) to improve germination and seedling growth and reduce toxic compound ODAP, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 43(6): 518-526.
- Berger, K.C. 1949. Boron in soils and crops. *Adv. in Agron.*, 1: 321-351.
- Bicakci, T., Aksu, E., Arslan, M. 2018. Effect of seed coating on germination, emergence and early seedling growth in alfalfa (*Medicago sativa* L.) under salinity conditions. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(10): 6978-6984.
- Corlett, F.M.F., Rufino, C.A., Vieira, J.F, Tavares, L.C., Tunes, L.V.M., Barros, A.C.S.A. 2014. The influence of seed coating on the vigor and early seedling growth of barley. *Cien. Inv. Agr.*, 41(1): 129-136.
- Çopur Doğrusöz, M. Başaran, U., Gülümser, E., Mut, H. 2021. Hidroponik mürdümük üretimde bitkisel kaynaklı duman solüsyonlarının etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 36 (2): 227-233.
- Dixon, K.W., Merritt, D.J., Flematti, G.R., Ghisalberti, E.L. 2009. Karrikinolide - a phytoactive compound derived from smoke with applications in horticulture, ecological restoration and agriculture. *Acta Hort.*, 813: 155-170.
- Doğan, T., Zeybek, A. 2009. Improving the traditional sesame seed planting with seed pelleting. *African Journal of Biotechnology*, 8(22): 6120-6126.
- Drewes, F.E., Smith, M.T., van Staden, J. 1995. The effect of a plant-derived smoke extract in the germination of light sensitive lettuce seed. *Plant Growth Regulator*, 16: 205-209.
- Duman, İ., Gökçöl, A., Tuncel, G., Akçalı, G. 2011. Biber tohumlarının kalite özelliklerinin iyileştirilmesinde tohum kaplama uygulamasından yararlanma olanakları, *Türkiye IV Tohumculuk Kongresi*, 14-17 Haziran, Samsun, 11-16.
- Dumanoğlu Z., Öztürk, G. 2022. The effect of film coating application on some physical properties of potato seeds. *ISPEC Journal*. 6(3):638-643.
- Flematti, G.R., Ghisalberti, E.L., Dixon, K.W., Trengove, R.D. 2004. A compound from smoke that promotes seed germination. *Science*, 305(5686): 977.
- Gardner, M.J., Dalling, K.J., Light, M.E., Jäger, A.K., van Staden, J. 2001. Does smoke substitute for red light in the germination of light-sensitive lettuce seeds by affecting gibberellin metabolism?, *South African Journal of Botany*, 67: 636-640.
- Gevrek, M.N., Atasoy, G.D., Yigit, A. 2012. Growth and yield response of rice (*Oryza sativa* L.) to different seed coating agents. *Int. J. Agric. Biol.*, 14: 826-830.
- Hakeem, A., Liu, Y., Zhang, L., Jiang, D. 2017. Induction of osmotic stress resistance by seed osmo-priming in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) during post-germinative stages. *Seed Science and Technology*, 45(2): 485-498.

- Hill, H. J. 1999. Recent developments in seed technology. *Journal of New Seeds*, 1(1): 105-112.
- Hong, E., Kang, H. 2011. Effect of smoke and aspirin stimuli on the germination and growth of alfalfa and broccoli. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 10(2):1918-1926.
- Javed, T., Afzal, I. 2020. Impact of seed pelleting on germination potential, seedling growth and storage of tomato seed. *Acta Hort.*, 1273: 417-424.
- Keeley, J.E. 1993. Smoke-induced flowering in the fire-lily *Cyrtanthus ventricosus*. *South African Journal of Botany*, 59: 638-639.
- Khan, M.B., Hussain, M., Raza, Abid., Farooq, S., Jabran, K. 2015 Seed priming with CaCl_2 and ridge planting for improved drought resistance in maize. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 39(2): 193-203.
- Murphy, W.M., Dugdale D.T., Ross. D.S. 1984. Fertilizer and lime-pellet requirements for seed of white clover used for improving permanent pastures. *Grass and Forage Science*, 39: 281-284.
- Pill, W.G., Necker, A.D. 2001. The effects of seed treatments on germination and establishment of kentucky bluegrass (*Poa pratense*). *Seed Sci. Technol.*, 29: 65-72.
- Radovic, J., Sokolovic, D., Markovic, J. 2009. Alfalfa-most important perennial forage legume in animal husbandry. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 25: 465-475.
- Rufino, C.A., Tavares, L.C., Brunes, A.P., Lemes, E.S., Villela, F.A. 2013. Treatment of wheat seed with zinc, fungicide, and polymer seed quality and yield. *J. Seed Sci.*, 35 (1): 106-112.
- Samac, D.A., Schraber, S, Barclay, S. 2015. A mineral seed coating for control of seedling diseases of alfalfa suitable for organic production systems. *Plant Dis.*, 99(5): 614-620.
- Sharifzadeh, F., Heidari Zolleh, H., Mohamadi, H., Janmohamadi, M. 2006. Study of Osmotic Priming Effects on Wheat (*Triticum aestivum*) germination in different temperatures and local seed masses. *Journal of Agronomy*, 5: 647-650.
- Shewmaker, G.E., Hopwood, M.H., Roemer, R.L. 2002. Implications of seeding rates and seed coating with improved alfalfa varieties. Published In: *Proceedings, Western Alfalfa and Forage Conference*, 11-12 December, Reno.
- Sikhoa, P., Taylor, G.A., Marino, E.T., Catranis, C.M., Siri, B. 2015. Development of seed agglomeration technology using lettuce and tomato as model vegetable crop seeds, *Scientia Horticulturae*, (184): 85-92.
- Sivritepe, N., Sivritepe, H.O., Eris, A. 2003. The effects of NaCl priming on salt tolerance in melon seedlings grown under saline conditions. *Scientia Horticulturae*, 97: 229-237.
- Sparg, S.G., Kulkarni, M.G., van Staden, J. 2006. Aerosol smoke and smoke-water stimulation of seedling vigor of a commercial maize cultivar. *Crop Science*, 46: 1336-1340.
- Suttie, J. M. 2000. Hay Crops-legumes and Pulses. In: *Hay and Straw Conservation-For Small-Scale Farming and Pastoral Conditions*. FAO Plant Production and Protection Series No. 29, FAO, Rome.
- Süheri, S., Kutlar Yaylalı, İ., Yavuz, D., Yavuz, N. 2019. The effect of sodium chloride salinity on coated and uncoated alfalfa seeds germination. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23(1): 31-38.

- Tavares, L.C., Rufino, C.A., Brunes, A.P., Friedrich, F.F., Barros, A.C.S.A., Villela, F.A. 2013. Physiological performance of wheat seeds coated with micronutrients. *Journal of Seed Science*, 35 (1): 28-34.
- Taylor, A.G., Eckenrode, C.J. 1993. Seed coating technologies to apply tngard for the control of onion maggot and to reduce pesticide application: in *Efforts pertinent to the integrated pest management effort at Cornell University*, NYS IPM Publication 117, p:73-78
- Taylor, J.L.S., Van Staden, J. 1996. Root initiation in *Vigna radiata* (L) Wilczek hypocotyl cuttings is stimulated by smoke-derived extracts, *J. Plant Growth Regul.*, 18 (3):165-168.
- Van Staden, J., Jäger, A.K., Light, M.E., Burger, B.V. 2004. Isolation of the major germination cue from plant-derived smoke. *South African Journal of Botany*, 70: 654-659.
- Waldo, J. 2009. Alfalfa seed coatings & treatments: using technology to establish more healthy plants per acre, (Date of Access: <http://www.midwestforage.org/pdf/365.pdf.pdf>)
- Wu, P., Song, S., Zhang, F., Yu, Y., Li, L., Zhang, H., Ding, H. 2018. Effects of technological process on quality of encrusted chinese cabbage seeds. *Sci.*, 8(2): 111-117.
- Yari, L., Aghalikhani, M., Khazaei., F. 2010. Effect of seed priming duration and temperature on seed germination behavior of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*, 5(1): 5-8.
- Zelonka, L., Stramkale, V., Vikmane, M. 2005. Effect and after-effect of barley seed coating with phosphorus on germination, photosynthetic pigments and grain yield. *Acta Univ. Latviensis*, 691: 111-119.