

Havuç (cv. Nantes) Tohumlarında Ekim Öncesi PEG (Polietilen glykol) Uygulamalarının imlenme Oranına Etkileri Üzerinde Bir Araştırma

Vedat şENİZ*
Funda DEMİREL**
Tuncay AYKAN***

ÖZET

Havuç tohumlarının çimlenme oranını arttırmak amacıyla yapılan bu çalışmada "Nantes" eřidinin tohumları kullanılmıştır. Tohumlara PEG 3000, 6000 ve 10000'nin % 2.84 ve % 3.76'lık farklı dozları uygulanmıştır. Uygulamalar 15°C'de, aydınlık koşullarda 4 ve 8 gün süre ile yapılmıştır. Hiç bir uygulama yapılmamış tohumlar kontrol olarak kabul edilmişlerdir.

Tüm tohumlarda yapılan çimlendirme işlemi sonucunda ekimden 3 gün sonrası için PEG 6000 ve 10000'nin % 2.84'lük konsantrasyonunun 8 günlük uygulaması en iyi çimlenme oranını verirken, ekimden 6 gün sonra sadece PEG 10000'nin % 2.84'lük konsantrasyonunun, hem 8 hem de 4 günlük uygulaması en

* Prof. Dr.; U.Ü. Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

** Arař. Gör.; U.Ü. Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

*** Zir. Müh.; U.Ü. Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

iyi sonucu vermiştir. En yüksek çimlenme oranına ulaşıldığı 9. gün ise uygulanan PEG'in molekül ağırlığı ve uygulama süresinin etkili olmadığı fakat, konsantrasyonun etkili olduğu, buna göre % 3.76 ve % 2.84'lük uygulamanın hiç uygulama yapılmayanlara göre en iyi sonucu verdiği görülmüştür.

Anahtar sözcükler: Havuç, PEG (Polietilen glykol), Çimlenme oranı.

SUMMARY

A Research on the Effects of Pre-sowing PEG (Polyethylene glychol) Treatments on the Germination Rate of Carrot (cv. Nantes) Seeds

This study was conducted with the aim of improving the germination rate of carrot seeds, using the seeds of cv. Nantes. The seeds were treated with 2.84 % and 3.76 % concentrations of PEG 3000, 6000 and 10000. The treatments were conducted at 15°C and in the light for 4 and 8 days. The untreated seeds were considered as control.

As a result of the germinating process in all seed lots, 2.84 % concentration of PEG 6000 and 10000 applied for 8 days gave the highest germination rate for 3 days after sowing, whereas 2.84 % concentration of PEG 10000 applied for both 8 and 4 days gave the best result 6 days after sowing. The molecular weight and application time of PEG were seen to be ineffective with respect to 9th day on which the highest germination rate was reached, but the concentration to be effective, thus 3.76 % and 2.84 % treatments gave the best results compared with the untreated lots.

Key words: Carrot, PEG (Polyethylene glychol), Germination rate.

GİRİŞ

Bitki yetiştirmenin ilk temel prensibi, tohumla başlar. İyi bir tohum elde edildikten sonra, ikinci aşama bu tohumdan en iyi yararlanma olanaklarını yaratmaktır. Ancak, bu aşamada oluşan olumsuz ekolojik koşullar ve teknik hatalar (düşük toprak sıcaklığı, toprak kaymak tabakası v.s.) çimlenme ve fide çıkışını olumsuz yönde etkilemektedir (Günay 1982, Duman ve Eser 1992, Şeniz 1992). Bu nedenle, tohum ekiminden başlayarak sürme, büyüme, verim, hasat ve tekrar tohuma kadar geçen süre içinde bir çok teknik uygulamalar yapılır (Günay 1982). Hatta, böyle uygun olmayan koşullarda küçük tohumlu ve küçük embriyolu sebze türlerinin tohum çimlenmesi ve fide çıkışını iyileştirmeye çalışan araştırmacılar ekim öncesi tohumları bazı osmotik solüsyonlar ile muameleye tabi tutmaktadır (Arın 1992, Duman ve Eser 1992, Yanmaz ve Özdil 1992). Osmotik çözelti olarak KNO_3 , KH_2PO_4 gibi maddelerin yanında son yıllarda PEG (polietilen glykol) de kullanılmaktadır.

PEG tohum içine su giriş ve çıkışını düzenleyen ve toksik olmayan bir maddedir. Fakat, yavaş etkilidir, yapışkandır ve oksijen transferini sınırlar (Rose ve Rose 1961, Duman ve Eser 1992). Tohumları PEG ile uygulamanın prensibi, tohumların "çimlenme sınırına" ulaşıncaya kadar su alması, fakat PEG solüsyonu uzaklaştırana kadar daha fazla su alınmasının engellenmesidir. Bunu takiben, hızlı ve eş zamanlı çimlenmenin elde edilmesi beklenen sonuçlardandır (Fordham ve Biggs 1985).

Tohumlara ekim öncesi, osmotik çözeltilerle muamele yapma "Priming" olarak bilinir. Bu işlem daha çok çimlenmesi güç, aynı zamanda ekonomik önemi büyük olan domates, biber, marul, havuç, kereviz, soğan gibi türlerde yoğunlaşmıştır (Hill ve ark. 1989, Arın 1992, Duman ve Eser 1992, Yanmaz ve Özdil 1992).

Bu konuda ilk çalışma domateslerde yapılmış, daha sonra diğer sebzeler üzerinde de çalışmaya başlanmıştır.

Yanmaz ve Özdil (1992)'in yapmış oldukları bir çalışmada PEG 6000 uygulamalarının domates ve havuç tohumlarında çimlenme ve çıkış oranını artırdığı, çimlenme ve çıkış süresini kısaltarak bir örnek çimlenmenin sağlandığı ortaya koyulmuştur. PEG uygulamaları çimlenme oranını, domateste % 6-69 ve havuçta % 20-83 oranında artırmış, çimlenme ve çıkış süresini ise, domateste % 65, havuçta % 25 oranında kısaltmıştır.

Havuç, kereviz ve soğanın 3'er çeşidinde tohumlar ayrı ayrı 15° C'de, 2 hafta süreyle, PEG 6000 çözeltisinde tutulduğunda, uygulamalı tohumlarda çimlenme süresinin kontrole oranla havuçta 3-4 gün, kerevizde 6-10 gün ve soğanda 3-5 gün azaldığı saptanmıştır (Brocklehurst ve Dearman 1983).

Dearman ve ark. (1987)'i yapmış oldukları bir çalışmada PEG uygulamalarının tohumların yaşlanması sırasındaki çimlenme kayıplarına etkilerini belirlemeye çalışmışlardır. Bu amaçla havuç ve pırasa tohumlarına 10, 14 ve 17 gün süreyle PEG 6000 çözeltisi ile muamele yapıldıktan sonra 24, 48, 72 ve 96 saat süreyle 40° C'deki sıcak su banyosunda yaşlandırılma işlemi yapılmıştır. PEG uygulamalarının etkisi yaşlanma süresinin artışına bağlı olarak olumsuz bulunmuştur. Uygulamalı, ancak yaşlandırılmamış tohumlar 10° C'de 12 ay süreyle muhafaza edildiğinde ise canlılık kayıplarına rastlanmamış ve başlangıçta 10 ve 14 gün süreyle PEG uygulanmış havuç tohumlarında çimlenme oranı ve süresi yönünden sağlanan avantajlar depolama süresi sonunda da korunmuştur.

Havuçta PEG 6000 uygulamasının çimlenme oranı ve hızı üzerine olan olumlu etkisi Gobbkin (1989) tarafından da tespit edilmiştir.

Nantes havuç çeşidinde yapılan bir çalışmada tohumlar su içinde ve - 0.5, - 1.0, - 1.5, - 2.0, - 3.0 ve - 4.0 MPa osmotik potansiyele sahip PEG

6000 solüsyonu içerisinde 28 gün tutulmuştur. Tohum nem içeriği osmotik stresin artması ile azalmıştır. Osmotik stres (- 0.5 MPa) en az 4 gün kadar çimlenmeyi geciktirmiştir. Tohumların % 5'inden azı - 1.0 MPa'lık osmotik basınç olduğu zaman çimlenmiştir. Havuçta ön muamele sonucunda embriyo hacmim % 43, embriyo başına hücre sayısı ise % 100 artmıştır (Gray ve ark. 1990).

Verilen bu çalışmalar havuçlarda PEG uygulamasının özellikle çimlenme hızı ve çimlenme oranı üzerine olumlu etkide bulunduğunu göstermektedir. Yapılan bu çalışmada, tohumlara değişik dozlarda PEG 6000 uygulamalarının çimlenme oranı üzerine olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOD

Materyal

Bu çalışma 1993 yılında U.Ü. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Bölümü Laboratuvarında yürütülmüştür. Denemede bitkisel materyal olarak Nantes havuç çeşidinin tohumları kullanılmıştır.

Nantes çeşidi orta geçici bir çeşit olup, kuvvetli bir yaprak yapısına sahiptir. Sofralık ve endüstriyel bir çeşittir. Meyveler açık kırmızı renkte silindirik ve düzgün bir yüzeye sahiptir. Kışlık bir çeşit olup, orta ve hafif topraklarda iyi sonuç verir. Yerli havuçlara nazaran besin değeri dört misli fazladır (Anonymous 1989).

Tohumların ekim öncesi uygulamalarında ise PEG (Polyetilen glycol) 3000, 6000 ve 10000 kullanılmıştır.

Metod

Denemede PEG 3000, 6000 ve 10000'nin % 2.84 ve % 3.76'lık iki farklı dozu kullanılmıştır. Uygulamalar 15° C'de, aydınlık koşullarda 4 ve 8 gün süre ile yapılmıştır.

PEG uygulamaları için petri kaplarının alt ve üst kapağına filtre kağıdı yerleştirilmiş ve her petri kabına 5 ml çözelti, hem alt hem de üst filtre kağıtlarına eşit miktarda olacak şekilde verilmiştir. Daha sonra 1 g tohum tartılarak petri kabı içerisine yerleştirilmiş, plastik film şeritlerle petri kapları kapatılmıştır. Belirlenen süreler sonunda uygulama gören tohumlar saf su ile üçkez yıkanarak etkili madde uzaklaştırılmış ve oda sıcaklığında 48 saat süre ile kurutulmuşlardır. Hiçbir uygulama yapılmamış kuru tohumlar (kontrol) ile osmotik çözeltilerde değişik sürelerde bekletilmiş tüm örnekler petri kaplarında çimlenme testlerine tabi tutulmuşlardır. Çimlendirme işlemi 15° C'de aydınlık şartlarda yapılmıştır. Sayımlarda kökçük uzunluğu 1 mm olanlar çimlenmiş

olarak kabul edilmiştir. Sayımlar günlük yapılmış ve çimlenme görülmeyinceye kadar devam etmiştir.

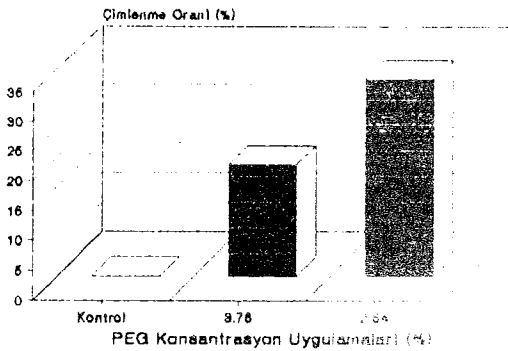
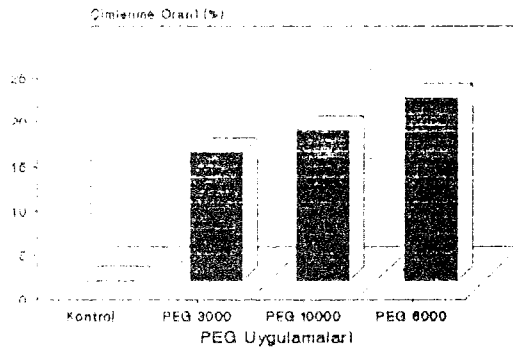
Deneme tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre kurulmuştur.

BULGULAR

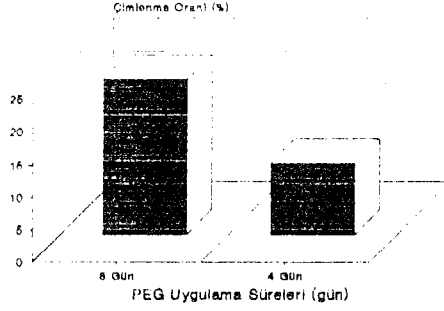
Havuçta tohum ekiminden 3 gün sonra yapılan gözlemler sonucunda çimlenme oranı üzerine kullanılan PEG'lerin molekül ağırlıklarının % 1 istatistiki düzeyde önemli etkiye sahip olduğu bulunmuştur.

Buna göre PEG 6000 uygulamasının % 20.556 çimlenme oranı ile en iyi sonucu vererek diğer uygulamalardan % 1 istatistiki düzeyde farklı olduğu belirlenmiştir. Hiç uygulama yapılmamış (kontrol) tohumlar ise % 0.0'lık değerle en kötü sonucu vermiştir (Şekil: 1). Uygulanan PEG'ler konsantrasyonları açısından karşılaştırıldığında, tüm konsantrasyonların birbirinden % 1 istatistiki düzeyde farklı etkiye sahip olduğu görülmüştür. % 2.84'lük konsantrasyon % 33.167'lik bir ortalama değer ile en iyi sonucu verirken bunu, % 18.667 ortalama değeri veren % 3.76'lık konsantrasyon ve % 0.0'lık değerle kontrol takip etmiştir (Şekil: 2). PEG'lerin uygulama süreleri de farklılık göstererek 8 günlük uygulama % 23.667'lik bir ortalama değer ile % 10.889 değerine sahip olan 4 günlük uygulamaya göre daha yüksek bir ortalama vermiştir (Şekil: 3).

*Şekil: 1
Farklı molekül ağırlıklarına sahip
PEG uygulamalarının ekimden
3 gün sonra çimlenme oranı
üzerine meydana getirdiği
farklılıklar*



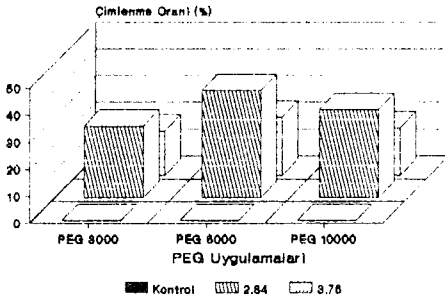
*Şekil: 2
Farklı konsantrasyonlara sahip
PEG uygulamalarının ekimden
3 gün sonra çimlenme oranı
üzerine meydana getirdiği
farklılıklar*



Şekil: 3

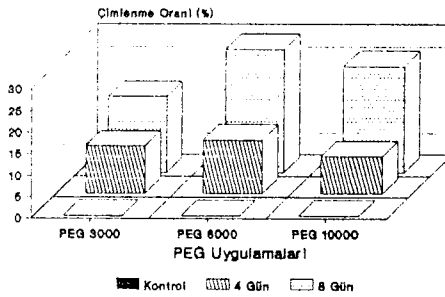
Farklı uygulama sürelerinin ekimden 3 gün sonra çimlenme oranı üzerine meydana getirdiği farklılıklar

Uygulanan PEG'lerin molekül ağırlıkları ile konsantrasyonları arasındaki interaksyon incelendiğinde PEG6000 x % 2.84'lük konsantrasyonun diğer tüm interaksyonlardan % 1 önemle farklı etkiye sahip olduğu görülmüştür. Buna göre PEG6000 x % 2.84'lük uygulama % 40.00'lık bir değerle en iyi sonucu verirken kontrol % 0.0'lık bir değerle en kötü sonucu vermiştir (Şekil: 4). PEG'lerin molekül ağırlıkları ile uygulama süresi arasındaki interaksyon da önemli bulunmuştur. % 28.556'lık değerle PEG6000 x 8 günlük ve % 24.778'lik değerle PEG 10000 x 8 günlük kombinasyon diğer tüm kombinasyonlardan % 1 düzeyde farklılık göstererek en yüksek çimlenme oranına sahip olmuştur (Şekil: 5).



Şekil: 4

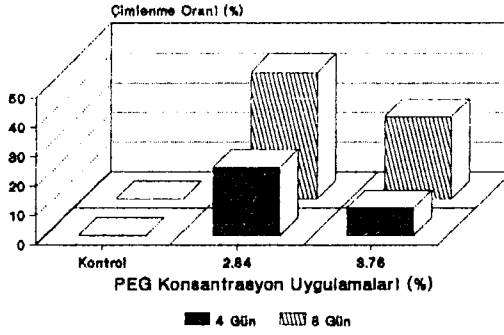
Farklı PEG uygulamaları ile konsantrasyon arasındaki interaksyonun ekimden 3 gün sonra çimlenme oranı üzerine meydana getirdiği farklılıklar



Şekil: 5

Farklı PEG uygulamaları ile uygulama süresi arasındaki interaksyonun ekimden 3 gün sonra çimlenme oranı üzerine meydana getirdiği farklılıklar

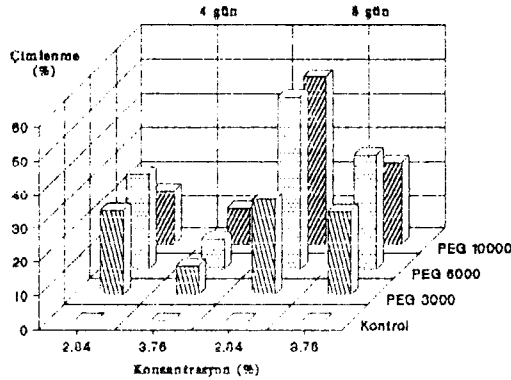
Uygulanan PEG konsantrasyonları ile uygulama süresi arasında da istatistiki düzeyde önemli fark bulunmuştur. Buna göre % 2.84'lük konsantrasyon x 8 gün uygulaması % 43.111 çimlenme oranı ile en yüksek değeri vererek diğerlerinden % 1 istatistiki düzeyde farklılık göstermiştir. Hiç uygulama yapılmamış (kontrol) tohumlar ise % 0.0'luk değerle en kötü sonucu vermiştir (Şekil: 6).



Şekil: 6

Uygulanan PEG konsantrasyonları ile uygulama süresi arasındaki interaksiyonun ekimden 3 gün sonra çimlenme oranı üzerine meydana getirdiği farklılıklar

Tüm faktörlerin kombinasyonu yani PEG'in molekül ağırlığı x konsantrasyon x uygulama süresi de çimlenme oranını etkilemiştir. PEG6000 x % 2.84 x 8 gün kombinasyonu % 51.333 ile PEG 10000 x % 2.84 x 8 gün kombinasyonu da % 49.667'lik bir çimlenme oranı ile en yüksek değeri vererek diğer kombinasyonlardan farklılık göstermiştir. Hiç uygulama yapılmamış (kontrol) tohumlar ise % 0.0'luk bir değer ile en kötü sonucu vermiştir (Şekil: 7).

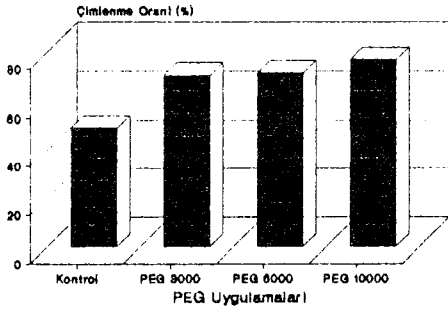


Şekil: 7

Farklı PEG uygulamalarının ekimden 3 gün sonra çimlenme oranı üzerine meydana getirdiği farklılıklar

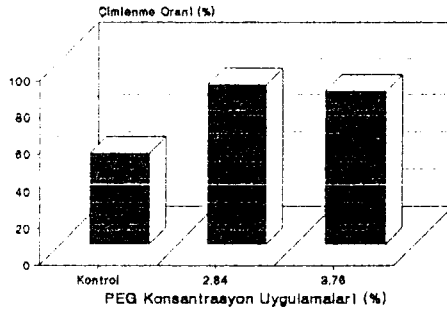
Ekimden 6 gün sonra yapılan gözlemlerde ise yine kullanılan PEG'lerin molekül ağırlıkları çimlenme oranını etkilemiştir. Buna göre PEG 10000'in % 76.722 değeri ile en yüksek sonucu vererek diğerlerinden farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Hiç uygulama yapılmamış tohumlar (kontrol) ise % 49.00 değeri ile en düşük sonucu vermiştir (Şekil: 8). Uygulanan PEG'lerin konsantrasyonlarının tümü birbirlerinden % 1 istatistiki düzeyde farklılık göstermiştir. % 2.84'lük konsantrasyon % 86.500'lük bir çimlenme oranı ile en yüksek değeri verirken, kontrol % 49.00 ile en düşük değere sahip olmuştur (Şekil: 9). Uygulama süreleri de yine çimlenme oranını önemli düzeyde etkilemiştir. 8 günlük uygulama süresi % 74.667'lik değerle 4 gün uygulama yapılan tohumlardan alınan % 70.963'lük çimlenme oranından % 1 önemle farklılık göstererek en iyi sonucu vermiştir (Şekil: 10).

Uygulanan PEG'lerin molekül ağırlıkları ile konsantrasyonları arasındaki interaksyon önemli bulunmuştur. PEG 10000 x % 2.84'lük uygulama % 95.333 değeri ile en yüksek sonucu vererek diğer tüm uygulamalardan farklılık göstermiştir. En kötü sonucu % 49.00'luk değerle kontrol vermiştir (Şekil: 11). PEG'lerin molekül ağırlıkları ile uygulama süreleri arasındaki interaksyon farklılık göstermezken, konsantrasyon ile uygulama süreleri arasındaki interaksyon önemli bulunmuştur. % 2.84 x 8 gün % 88.667, % 3.76 x 8 gün % 86.333 ve % 2.84 x 4 gün interaksyonu ise % 84.330 değeri ile en yüksek çimlenme oranlarını vererek diğer uygulamalardan farklılık göstermişlerdir. % 3.76 x 4 gün interaksyonu % 49.556 ve kontrol % 49.00 çimlenme oranı ile en düşük değere sahip olmuştur (Şekil: 12).



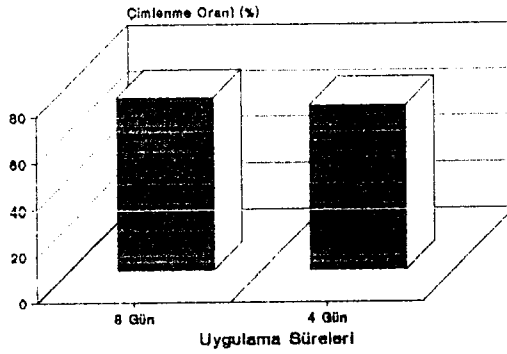
Şekil: 8

Farklı molekül ağırlıklarına sahip PEG uygulamalarının ekimden 6 gün sonra çimlenme oranı üzerine meydana getirdiği farklılıklar



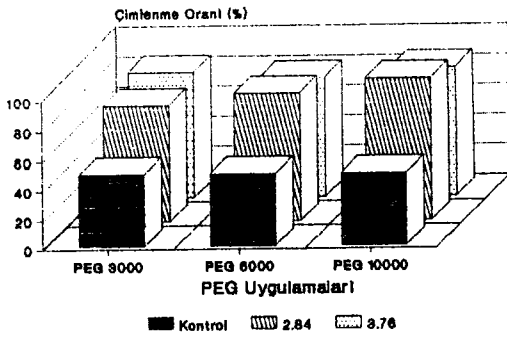
Şekil: 9

Farklı konsantrasyonlara sahip PEG uygulamalarının ekimden 6 gün sonra çimlenme oranı üzerine meydana getirdiği farklılıklar



Şekil: 10

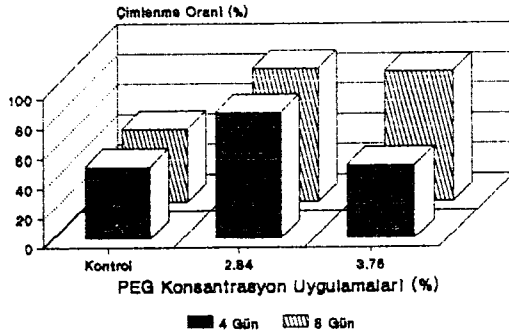
Farklı uygulama sürelerinin ekinden 6 gün sonra çimlenme oranı üzerine meydana getirdiği farklılıklar



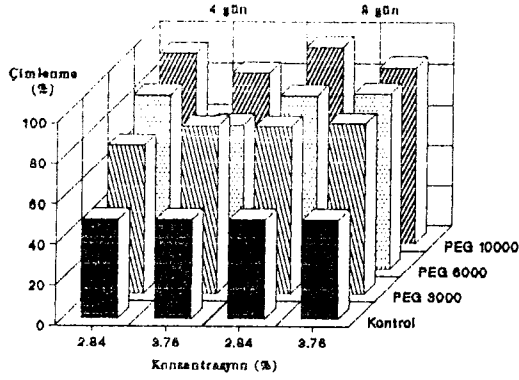
Şekil: 11

Farklı PEG uygulamaları ile konsantrasyon arasındaki interaksyonun ekinden 6 gün sonra çimlenme oranı üzerine meydana getirdiği farklılıklar

Şekil: 12
Uygulanan PEG konsantrasyonları ile uygulama süresi arasındaki interaksyonun ekinden 6 gün sonra çimlenme oranı üzerine meydana getirdiği farklılıklar



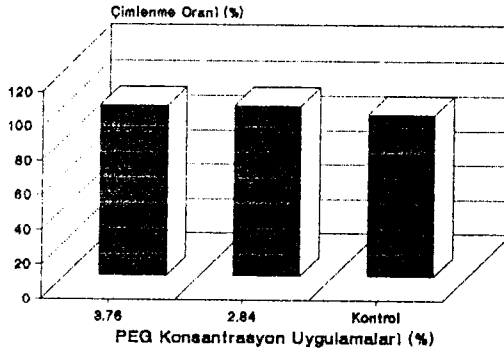
6. günün sonunda da PEG'in molekül ağırlığı x konsantrasyon x uygulama süresi interaksyonunun çimlenme oranını etkilediği saptanmıştır. Buna göre PEG 10000 x % 2.84 x 8 gün interaksyonu % 97.000 ve PEG 10000 x % 2.84 x 4 gün interaksyonu ise % 93.667'lik bir çimlenme oranı vererek en yüksek değere sahip olmuş ve diğer tüm interaksyonlardan farklılık göstermiştir. Kontrol ise % 49.00'luk bir değer ile en kötü sonucu vermiştir (Şekil: 13).



Şekil: 13

Farklı PEG uygulamalarının ekimden 6 gün sonra çimlenme oranı üzerine meydana getirdiği farklılıklar

Uygulama yapılan tohumların ekiminden 9 gün sonra yapılan gözlemlerde ise sadece konsantrasyonların çimlenme oranını % 1 istatistiki düzeyde etkilediği, diğer faktörlerin çimlenme oranı üzerine etkili olmadığı tespit edilmiştir. Buna göre % 3.76 ve % 2.84'lük konsantrasyon % 98.722'lik çimlenme oranı ile en iyi sonucu vererek, % 94.000'lük çimlenme oranına sahip olan kontrolden % 1 önemle farklılık göstermiştir (Şekil: 14).



Şekil: 14

Farklı konsantrasyonlara sahip PEG uygulamalarının ekimden 9 gün sonra çimlenme oranı üzerine meydana getirdiği farklılıklar

TARTIŞMA VE SONUÇ

Havuç tohumlarında ekim öncesi PEG uygulamalarının çimlenme oranına etkilerini belirlemek amacıyla yapılan bu deneme sonucunda, tohum ekiminden 3 gün sonrası dikkate alındığında PEG 6000 ve 10000'in % 2.84'lük konsantrasyonunun 8 günlük uygulamasının en iyi çimlenme oranını verdiği görülmüştür. PEG 6000'in havuçlardaki bu olumlu etkisi Brocklehurst ve Dearman (1983), Gobbkin (1989), Yanmaz ve Özdil (1992) tarafından da belirlenmiştir.

Çalışmamızda ekimden 6 gün sonra PEG 10000'in % 2.84'lük konsantrasyonunun hem 8, hem de 4 günlük uygulamalarının en iyi sonucu verdiği görülmüştür. Bu sonucun ekimden sonra, 6. gün dikkate alındığında Brocklehurst ve Dearman (1983), Gobbkin (1989), Yanmaz ve Özdil (1992)'in belirttiği ve en iyi çimlenme oranını verdiği PEG molekül ağırlığı ile karşılaştırıldığında aynı olmadığı görülmektedir. Bizim yaptığımız çalışmada PEG 10000'in, PEG 6000'den daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir. Tüm PEG uygulamalarında konsantrasyon ve uygulama süresinin çimlenme oranına etkili olduğu Dearman ve ark. (1987), Gray ve ark. (1990)'nın çalışmalarında da belirlenmiştir.

En yüksek çimlenme oranına ulaşıldığı 9. günde ise, uygulanan PEG'in molekül ağırlığı ve uygulama süresinin çimlenme oranına etkili olmadığı fakat, konsantrasyonun etkili olduğu belirlenmiştir. Buna göre % 3.76 ve % 2.84'lük uygulama hiç uygulama yapılmayanlara göre en iyi sonucu vermiştir.

Yapılan bu analizlerin sonucunda havuçta hızlı ve yüksek oranda çimlenme için ekim öncesi tohumlara PEG uygulaması önerilmektedir. Özellikle en yüksek çimlenme oranına ulaşıldığı 9. günde PEG'in molekül ağırlığı ve uygulama süresinin etkili olmadığı belirlenmiş olup, uygulanan PEG'in konsantrasyonunun iyi ayarlanması gerektiği tavsiye edilmektedir. Araştırmamız sonucunda tavsiye edilen bu konsantrasyonlar % 3.76 ve % 2.84 olarak belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- ANONYMOUS, 1989. Altın Tohumlarımız ve Özellikleri. Bilgehan Basımevi, Bornova, s. 32.
- ARIN, L. 1992. Çıkışın İyileştirilmesinde Soğan (*Allium cepa* L.) Tohumunun PEG (Polietilen glykol) ile Muamelesi. Türkiye 1. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Cilt II (Sebze-Bağ-Süs Bitkileri) 13-16 Ekim 1992, Ege Üniv. Zir. Fak., Bornova, İzmir, 73-76.

- BROCKLEHURST, P.A. ve DEARMAN, J. 1983. Internations Between Seed Priming Treatments and Nine Seed Lots of Carrot, Celery and Onion. I. Laboratory Germination Ann. Appl. Biol. 102:577-584.
- DEARMAN, J., BROCKLEHURST, P.A. ve DREW, R.L.K. 1987. Effects of Osmotic Priming and Ageing on the Germination and Emergence of Carrot and Leek Seed. Ann. Appl. Biol. 111:712-722.
- DUMAN, İ. ve ESER, B. 1992. Domateste PEG Uygulamaları ve Depolamanın Tohum Çimlenmesi ve Fide Çıkışına Etkileri. Türkiye I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Cilt II (Sebze-Bağ-Süs Bitkileri), 13-16 Ekim 1992, Ege Üniv. Zir. Fak. Bornova, İzmir, 173-176.
- FORDHAM, R. ve BIGGS, A.G. 1985. Principles of Vegetable Crop Production. Collins Professional and Technical Books, Williams Collins Sons and Co. Ltd. 8 Grafton Street, London W1 x 3LA, 215p.
- GOBBKIN, V.N. 1989. Methods of Vegetable Seed Germination Improvement. Acta-Horticulturae, 253:213-216.
- GRAY, D., STECKEL, J.R.A. ve HANDS, L.J. 1990. Responses of Vegetable Seeds to Controlled Hydration. Annals of Botany, 66(2):227-235.
- GÜNAY, A. 1982. Genel Sebze Yetiştiriciliği. Cilt I. Çağ Matbaası, Ankara, s. 377.
- HILL, H.J., TAYLOR, A.G. ve MIN, T.G. 1989. Density Seperation of Imbibed and Primed Vegetable Seeds, Journal of the American Society for Horticultural Science, 114(4):661-665.
- ROSE, A. ve ROSE, E. 1961. The Condensed Chemical Dictionary (Sixty Edition). Reinhold Publishing Co. New York.
- ŞENİZ, V. 1992. Genel Sebzecilik. U.Ü. Zir. Fak. Ders Notları No. 53, Bursa, s. 230.
- YANMAZ, R. ve ÖZDİL, A.H. 1992. Domates ve Havuç Tohumlarında Ekim Öncesi PEG (Polyethylen glycol) Uygulamalarının Çimlenme ve Çıkış Oranı ile Çıkış Süresi Üzerine Etkileri. I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Cilt II (Sebze-Bağ-Süs Bitkileri). 13-16 Ekim 1992, Ege Üniv. Zir. Fak., Bornova, İzmir, 25-27.