



Araştırma makalesi / Research article

Domates (*Lycopersicon esculentum* L.)’te sentetik tohum üretiminde aljinat oranlarının depolama zamanına etkisi

Zafer Secgin¹ , Ahmet Okumus*² 

¹ Ondokuz Mayıs University, Agricultural Biotechnology Department, Agriculture Faculty, 55270, Samsun, Turkey

² Adnan Menderes University, Agricultural Biotechnology Department, Agriculture Faculty, 09100, Aydın, Turkey

Öz

Bitki ıslahı, daha yüksek verim ve hastalıklara karşı dayanıklılık için bitki genotipleri arasında bir seçim ve çaprazlama sürecini kapsamaktadır. “Elit” adı verilen kademede ebeveyn tohumu, ıslah sürecinin yeni ve ilk ürünüdür. Elit kademe tohumun daha hızlı üretilmesi, tohumların pazarlanması için çok önemlidir. Sentetik tohum teknolojisi, elit tohumların daha kolay ve daha hızlı geliştirilmesine olanak sağlamaktadır. Bu çalışmada, domates bitkisinin hipokotil eksplantları kullanılarak elde edilen kapsül tohumunun MS kültür ortamı ile çimlenme gücünün belirlenerek tohumların saklama süresinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla domates bitkisi eksplantlarından elde edilen sentetik tohumlar, kaplama sonrası +4 °C’de saklanmış ve depolama sürelerinin rejenerasyona etkileri 0, 30, 60 ve 90 gün sonraki rejenerasyonlarına bakılarak değerlendirilmiştir. Çimlenme gücü ilk gün %80 iken 30 günde %10’a düşmüş ve çimlenme süresi 20 günden 50 güne çıkmıştır. Sonuç olarak hipokotillerin, domates bitkilerinde “Synseed” adı verilen sentetik tohum üretiminde eksplant kaynağı olarak kullanılabilceği görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Çimlenme gücü; depolama süresi; domates; sentetik tohum; sodyum aljinat

The effect of alginate ratios on storage time in the production of synthetic seeds in tomato (*Lycopersicon esculentum* L.)

Abstract

Plant breeding covers a period of time selection and crossing among plant genotypes for higher yield and resistant to diseases. Breeder seed named “Elit” is a recent product of breeding process. The faster production of elit seed is so important for marketing of seeds. Synthetic seed technology enables an opportunity for developing elit seeds, easily and faster. In this study, it was aimed to determine the storage time of the seeds by determining the germination power of the capsule seed obtained by using hypocotyl explants of tomato plant by MS culture media. Synthetic seeds obtained from explants of tomato plant were stored at +4 °C after coating and then the effects of storage times on regeneration were evaluated by looking at their regeneration after 0, 30, 60 and 90 days. While the germination vigor was 80 % in first day, it decreased to 10 % in 30 days and germination time increased from 20 days to 50 days. As a result, hypocotyls can be used as an explant source in the production of synthetic seeds “Synseed” in tomato plants.

Keywords: Germination power; sodium alginate; storage time; synthetic seed; tomato

* Sorumlu yazar / Corresponding author.

E-mail: drzirmuh@gmail.com (A. Okumus).

<https://doi.org/10.51753/flsrt.1041120> Yazar katkıları / Author contributions

Geliş tarihi / Received 23 Aralık 2021 / 23 December 2021; Kabul tarihi / Accepted 10 Nisan 2022 / 10 April 2022

Çevrimiçi yayın / Available online 28 Nisan 2022 / 28 April 2022

2718-062X © 2022 This is an open access article published by Dergipark under the [CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.

1. Giriş / Introduction

Bitki ıslahında en önemli husus, verimli ve hastalıklara dayanıklı ürünlerin geliştirilmesidir. İslah işlemi oldukça uzun süren bir süreç olmakla beraber, ıslah edilen materyalin hızlı geliştirilmesi ve piyasaya sürülmesi tohumculuk açısından önemlidir. Bugüne kadar doku kültürü uygulamaları değişik alanlarda; kallus üretiminden fide elde etmek amacıyla ya da genotipin hızlı üretilmesinde kullanılarak patates, pancar, fidan ve peyzaj bitkileri üretmek için kullanılmıştır (Danial ve Ibrahim, 2018; Das ve ark., 2021; Erdem ve Uysal, 2021). Doku kültürü ile yapılan çalışmalarda, kallustan “somatik embriyo” olarak adlandırılan embriyo ve embriyo benzeri yapıların geliştiği gözlenmiştir. Somatik embriyolar ve zigotik embriyoların geçirdiği evreler incelendiğinde benzerdir. Somatik embriyolar ve bazı bitki eksplantları; sodyum aljinat, kalsiyum klorür, fungusit, insektisit ve besin elementleri ile kaplamak gibi değişik uygulamalarla sentetik tohumlara dönüştürülmektedir (Nongdam, 2016; Nugrahani ve ark., 2018). Farklı yöntemlerle sentetik tohum üretilmesi; özellikle verimli olan fakat tohum üretemeyen bitkilerin klonal çoğaltılması, hastalıklardan arı bitki elde edilmesi, gen kaynaklarını korumak açısından faydalı ve kullanışlı olmuştur. Bu metod transgenik bitkilerin hızlı çoğaltımı için de önemli olup elit genotiplerin saklanması ve hibritlerin klonal çoğaltımında da kullanılmaktadır. Nesli tükenmekte olan türlerin germplasmlarının ve tohumları kurumayan tropik türlerin üretilmesi ve saklanması da bu teknik temeldir. Sentetik tohum teknolojisinin ülkemiz açısından gen kaynaklarının korunması, tohumla üretilmesi zor olan türlerin üretilmesine alternatif olması, üstün genotiplerin klonal çoğaltılması ve hibrit bitkilerin hızlı ve kolay çoğaltılması açısından önemlidir (Parrot ve ark., 1993; Ozden-Tokatli ve ark., 2008).

Sentetik tohum teknolojisi ile, elit bitki çeşitleri klon olarak çoğaltılabilir, tehlike altındaki bitkiler korunabilir, meristem kültürü ile virüssüz bitkiler elde edilebilir, bitkisel gen kaynakları saklanabilir veya bitki hücre kültürlerinden sekonder metabolitler elde edilebilir. Bütün bu uygulamaya alanlarının yanında, doku kültürü ayrıca transgenik bitki üretimi içinde vazgeçilmez bir araçtır. Ekonomik öneme sahip, endemik ve nesli tehlike altında olan bitkilerin korunması ve çoğaltılması için bitki doku kültürü çalışmaları önem kazanmıştır. Dünyada pek çok bilim adamı bu yolla endemik ve nesli tükenme tehlikesi altında olan bitkilerin çoğaltımı ve korunması yoluna başvurmuştur. Tehlike altındaki çok sayıda bitkinin çoğaltımında *in vitro* tekniklerin yararlı olduğu bulunmuştur (Lledó ve ark., 1996).

Bitki ıslahında yoğun bir şekilde kullanılan biyoteknolojik yöntemlerden birisi de somatik embriyogenezdir. Somatik embriyogenez, bitkinin somatik dokularından kapalı iletim sistemine sahip bipolar embriyonun üretilmesini sağlayan eşeysiz gelişme sürecidir. Somatik embriyogenez doku kültüründe kitlesel klonal çoğaltım için en güçlü tekniklerden birisidir. Somatik embriyogenez birçok bitki türünün, özellikle de orman ağaçlarının hızla klonal çoğaltımında önemli bir potansiyele sahiptir (Babaoglu ve ark., 2001). Teorik olarak tek bir eksplant sınırsız sayıda somatik embriyo üretebilir. Bu sınırsız üretim, anaç bitkiden alınan kısıtlı miktardaki materyale bağlı olan çelikle çoğaltım karşısında çok büyük avantaja sahip olmaktadır. Özellikle, birçok bitki türü için geliştirilen hücre süspansiyon teknikleriyle az bir işçilikle, çok kısa bir sürede çok sayıda iyi gelişmiş embriyo elde etmek mümkün olmaktadır

(Parrot ve ark., 1993; Parrot ve Bailey, 1993).

Klonal popülasyonların taşınması ve saklanması *in vitro* sentetik tohum üretimi ile mümkün olabilmektedir. Sentetik tohum ekim için fonksiyonel yapay tohum olarak kullanılabilen *in-vitro* ya da *ex-vitro* koşullar altında bitkiye dönüşme kabiliyetine sahip ve saklanabilen yapay olarak kapsülleşmiş somatik embriyonun oluşturulması için, sürgün, tomurcuk ya da herhangi diğer meristem dokular kullanılabilir ve bu dokular sodyum aljinat gibi bir matriksle kaplanabilmektedir (Standardi ve Piccioni, 1998). Farklı eksplant kaynaklarının saklama ve kaplama çalışmalarını geliştirmek, nesli tükenmekte olan ve gen kaynağı açısından önemli bitki türlerini sentetik tohum teknolojisiyle üretme potansiyelini artırabilmektedir. Önemli bir besin kaynağı ve model bir bitki olan domates bitkisinin de sentetik tohum üretimini ve bu sentetik tohumların saklama sürelerinin optimizasyonu gen kaynağı olan diğer türler açısından da önem arz etmektedir (Sakamoto ve ark., 1992; Porter, 2008; Reddy ve ark., 2012).

Somatik embriyoların döllenme sonucunda gelişen zigotik embriyolarla göre en önemli üstünlükleri genetik açılmaların olmamasıdır. Somatik embriyolar, kültüre alınan eksplantın somatik hücrelerinden gelişerek eksplantın alındığı bitkinin genotipini muhafaza ettirdiklerinden dolayı klon oluştururlar. Somatik embriyogenez yoluyla oluşan ürün embriyo olup, tohum içerisinde bulunan embriyonun benzeridir. Daha da önemlisi somatik embriyolar tam bitki oluşturabilme programına da sahiptirler. Bu yüzden somatik embriyolar kaplanmış tohum olarak kullanılabilme potansiyeline sahiptirler (Sakamoto ve ark., 1992; Parrot ve ark., 1993).

Sentetik tohum teknolojisi ile vejetatif olarak çoğalma yeteneğine sahip somatik embriyo; protokorm, protokorm benzeri yapılar veya nodal kısımların, yapay endosperm ve sonrasında uygun bir kapsülleme maddesi ile kaplanması sonucu bazı avantajlar kazanır. Tesis kurma ve dağıtım engellerini kaldırmak, depolanmaları süresince güçlü ve yüksek adapte olabilirliklerini sürdürmek, ambalajlama taşıma ve depolamada kolaylık sağlamak bu hususta akla gelen ilk örneklerdendir. Bu tür çalışmaların devam etmesi, hatta uzun bir zaman diliminde pratiğe aktarılan sonuçların alınması ülke ekonomisine büyük ölçüde katkıda bulunacağı gibi gen kaynaklarının yok olma riskini de ortadan kaldıracaktır (Porter, 2008; Bektas ve ark., 2011; Gantait ve Mitra, 2019).

Domates bitkisi ekonomik öneminden dolayı birçok araştırmaya konu olmuş sentetik tohum üretimi ise “SynSeed” kısaltma ismiyle bazı kaynaklar tarafından kullanılmıştır (Porter, 2008). Domates bitkisinde sentetik tohum üretimi ve saklanması optimizasyonu; gen kaynağını korumada, üstün özelliklere sahip genotiplerin çoğaltılması ve transgenik bitki üretilmesi gibi alanlarda kullanılabilmesine imkan tanınması açısından önemlidir. Bu araştırmada domates bitkisinin hipokotil eksplantları kullanılarak elde edilen kapsül tohumda, çimlenme gücü belirlenerek sentetik tohum üretimi ve tohumların saklanma sürelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Gereç ve yöntemler / Materials and methods

Araştırmada kullanılan materyal özel firma tarafından Ar-Ge yapmak amacıyla kullanılmasına izin verilen TBT-20 ve TBT-31 nolu genotiplere ait tohumlardır. Başlangıç materyali olarak kullanılacak domates tohumları, steril kabinde ilk olarak % 20’lik sodyum hipoklorit çözeltisinde 20 dakika bekletildikten sonra 5 kez steril su ile yıkanmıştır. Steril edilen

tohumlar steril kurutma kağıdında 5 dakika bekletilmiştir. Yüze sterilizasyonu yapıldıktan sonra tohumlar çimlendirilmek üzere 121 °C otoklavlanan kavanozlara 100 ml MS dökülerek hazırlanmış, 1 lt'lik cam kavanozlara 4'er adet tohum ekimi yapılmıştır (Şekil 1). Ekimi yapılan tohumlar çimlendirilmek üzere iklim odasında 25 °C'de 10 gün bekletilmiştir. Domates çimlendirme besisi ortamı olarak 2,2 gr/lt MS (Duchefa Marka M0222 MS + vitamin) + 30 gr/lt sükröz + 2,8 gr/lt phytigel kullanılmıştır. Çimlenen bitkilerin hipokotillerinden alınan örnekler eksplant olarak kullanılmıştır.



Şekil 1 / Figure 1. MS ortamında tohumdan yetiştirilen domates bitkileri / Tomato plants growing from the seed in MS media.

2.1. Besi ortamlarının hazırlanması ve sentetik tohum elde edilmesi / Growing media preparation and handling of sythetic seed

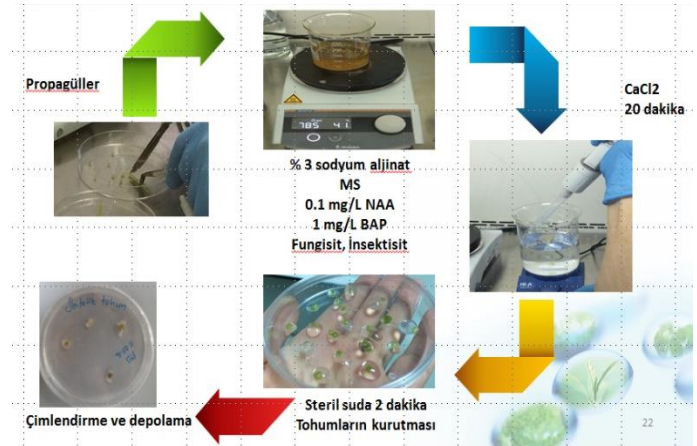
Domates eksplantları üzerine hormonların etkisini belirlemek amacıyla IAA, BAP, NAA, 2,4-D ve Kinetin'in farklı konsantrasyonları denenmiş ve araştırmada litreye 4,4 gr/lt MS (Duchefa Marka M0222 MS+vitamin) 30 gr/lt sükröz, 2,8 gr/lt phytigel kullanılmıştır. Çalışma sonucunda en etkili sonuç veren ortam sentetik tohum üretimi için kullanılmıştır. Mümkün olduğu kadar küçük parçalara ayrılan propagül dokulardan elde edilen hipokotil eksplantı sentetik tohum elde etmek amacıyla sodyum aljinatın ve kalsiyum klorit (CaCl_2)'in farklı konsantrasyonları kullanılarak kaplanmıştır. Bu amaçla 100 ml farklı konsantrasyonlarda sodyum aljinat (% 1, 2, 3, 4 ve 5) ve 100 ml farklı konsantrasyonlarda CaCl_2 çözeltisi (50 mM ve 100 mM) hazırlanmıştır. Çözeltiler otoklavda steril edilerek steril kabin içerisinde manyetik karıştırıcı üzerine alınan sodyum aljinat çözeltisi içerisine steril manyetik balık konularak karıştırılmıştır.

Olgunlaşan eksplantlar steril bir pens ve bisturi yardımıyla 0.5 mm büyüklüğünde kesilerek çözeltinin içine bırakılarak ve bir müddet karışması sağlanmıştır. Manyetik karıştırıcı üzerine alınan CaCl_2 çözeltisi içerisine manyetik balık konulmuş ve 5ml'lik mikropipet aracılığıyla alınan sodyum aljinatlı eksplant, karışmakta olan CaCl_2 çözeltisi içerisine yavaş yavaş bırakılmıştır. Örneklerin 20-30 dakika CaCl_2 çözeltisi içinde karışması için beklenmiştir. Elde edilen sentetik tohumlar daha sonra steril saf su ile kalsiyum tuzlarını uzaklaştırmak amacıyla 5 dakika yıkanmıştır. Yıkama işlemi tamamlandıktan sonra elde edilen sentetik tohumların bir kısmı doğrudan MS besisi yerine alınırken bir kısmı + 4 °C'de saklanmıştır (Şekil 2). Saklanan sentetik tohumlar çimlendirme işlemine kadar 0, 30, 60 ve 90 gün periyotlarda bekletilmiştir.

2.2. İstatistik analiz / Statistical analysis

Araştırma sonucu elde edilen sentetik tohumlardan yetiştirilen fidelerde, her damlada eksplant içeren ve içermeyen bilye tipi boncuklar sayılmıştır. Ayrıca, ortaya çıkan kaplı tohum

boncuklarında saklama süresinin etkili olup olmadığı ile ilgili değerlendirme yapılmıştır. Değerlendirme korelasyon testi ile test edilerek saklama süresi ile olan ilişkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 2 / Figure 2. Sentetik tohum elde edilme aşaması / Synthetic seed production stage.

3. Bulgular ve tartışma / Results and discussion

Sentetik tohum üzerine yapılan çalışma 3 kısımda incelenmiştir. İlk olarak; Sodyum aljinat ve CaCl_2 konsantrasyonlarının optimizasyonu, ikinci olarak tohum içeren boncukların ayrımı ve üçüncü olarak sentetik tohumların saklanma süresi olarak aşağıda özetlenmiştir.

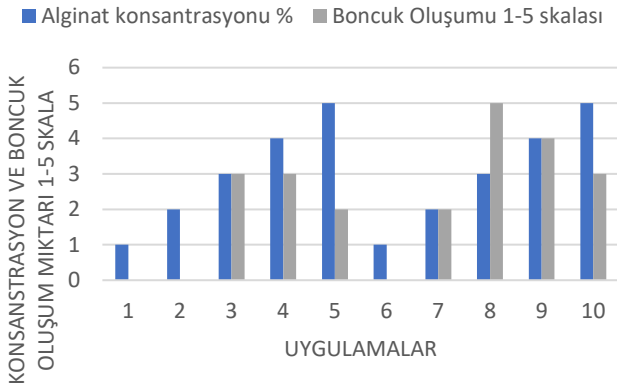
3.1. Sodyum aljinat ve CaCl_2 konsantrasyonlarının optimizasyonu / Optimization of sodium alginate and CaCl_2 concentrations

Çalışmada kullanılan domates bitkisinin sentetik tohum üretiminde; farklı konsantrasyonlarda sodyum aljinat ve kalsiyum klorür çözeltileri kullanılmıştır. Elde edilen sentetik tohumlarda sodyum aljinatın % 1 ve 2'lik konsantrasyonlarında tohum boncuğu oluşmamışken % 5 sodyum aljinat kullanımında ise aşırı sert sentetik tohum boncukları elde edilmiştir. En iyi sentetik tohumun oluşumu % 3 sodyum aljinat ile 100 mM CaCl_2 kombinasyonundan elde edilmiştir. CaCl_2 farklı konsantrasyonları; tohum boncuğu oluşumu üzerine etki ederken 50 mM konsantrasyonlarında 1-5 skalasına göre yapılan değerlendirme sonucunda boncuk oluşumunun daha az şekilsiz olduğu görülmüştür. Sodyum aljinat ve CaCl_2 kombinasyonunun boncuk oluşumu üzerine etkisi Tablo 1. ve Şekil 3'te özetlenmiştir.

Tablo 1 / Table 1

Sodyum aljinat ve CaCl_2 kombinasyonunun boncuk oluşumu üzerine etkisi / The effect of sodium alginate and CaCl_2 combinations on capsule formation.

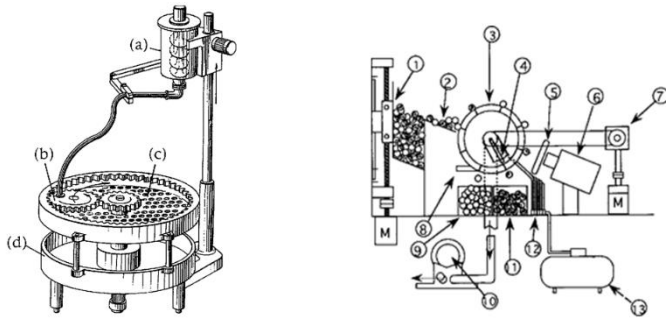
Aljinat Kons. %	CaCl_2 μM	Boncuk Oluşumu 1-5 Skalası
1	50	0
2	50	0
3	50	3
4	50	3
5	50	2
1	100	0
2	100	2
3	100	5
4	100	4
5	100	3



Şekil 3 / Figure 3. Domates hipokotil eksplantlarının kaplanması sonucunda sodyum aljinat ve CaCl₂'nin boncuk oluşumuna etkisi / The effect of sodium alginate and CaCl₂ on bead formation as a result of coating tomato hypocotyl explants.

3.2. Tohum içeren boncukların ayırımı / Separation of capsules containing seed

Domates genotiplerinde yapılan çalışmada genotipler arası fark istatistikî anlamda önemli bulunmamıştır (0,05<P). Yapılan değerlendirmede, % 3'lük aljinat ve 100 µM CaCl₂ kombinasyonu en uygun tohum boncuk oluşumunu vermiştir. Genel olarak boncuk üretimi başarılı olsa da, tohumlarda eksplant içeren ve içermeyen boncuk yapıların ayırımı çok önemli bir husustur. Bu amaçla araştırmacılar tarafından ayırma işlemi için Şekil 4'te görülen değişik makinalar geliştirilmiştir (Onishi ve ark., 1994).



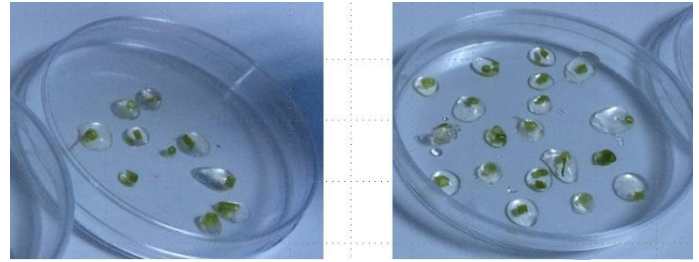
Şekil 4 / Figure 4. Delikli plakalı kapsülasyon makinesi (üst solda) ve dijital jel seleksiyon makinesi (üst sağda) / Perforated plate encapsulation machine (above on the left) and digital gel selection machine (above on the right) (Onishi ve ark., 1994).

Delikli plakalı kapsülleme aparatı. Aljinat embriyolu çözelti, bir besleme tankından (a) yakındaki depodan beslenir. Gezgin dişlisinin (b) dış çevresi delikli plakadan yapılmıştır (c) Delikli plaka delik çapı 5 mm olup 1,200 delik içerir. Aljinat çözeltisi damlacıkları kanaldan sertleştirme kabının (d) içine düşer.

Dijital Jel Selektör. (1) Depo alanı, (2) taşıyıcı ünite, (3) dönen tambur, (4) kapsül ayırma başlığı, (5) ışık, (6) CCD kamera, (7) taşıyıcı aparat, (8) sıyırıcı fırça, (9) eksplantsız atık kabı, (10) üfleyici, (11) eksplantlı ürün konteyner, (12) elektrikli valf, (13) hava kompresörü.

3.3. Sentetik tohumların saklanma süresi / Storage time of synthetic seeds

Çalışmada tohum içeren boncuklar ile içermeyenler birbirinden göz yordamı ile ayır edilmişlerdir. Araştırmada, sertlik bakımından en uygun olan % 3 aljinat içeren tohum boncuklarında saklama süresi ile ilgili çalışma yapılmıştır (Şekil 5). Yapılan çalışmada; 0, 30, 60, 90 gün saklanan tohumların çimlenme özelliklerini kaybedip kaybetmeyecekleri incelenmiştir. Çalışmada 0 gün olarak, boncuk elde edildikten sonraki gün kabul edilmiştir. Tohumlar 30, 60 ve 90. günler için, çimlenme ortamı hazırlanarak test edilmişlerdir. Yapılan değerlendirmede elde edilen sonuçlar Tablo 2 ve Şekil 6 da verilmiştir. Buna göre 0. günde; çimlenme yüzdesi % 80 olmuş ancak 20 gün sonra çimlenmişlerdir. Oysa, 30 gün depolamadan sonra çimlenenlerin yüzdesi % 10 olmuş çimlenme süresi ise 50 güne çıkmıştır. Diğer tarihlerde ise çimlenme olmamıştır. Gün sayısı artışına bağlı olarak yapılan değerlendirmede; gün sayısı ile çimlenme arasında negatif korelasyon ($r^2=-0,835$) çimlenme yüzdesi ile çimlenme arasında pozitif korelasyon ($r^2=0,958$) bulunmuştur.

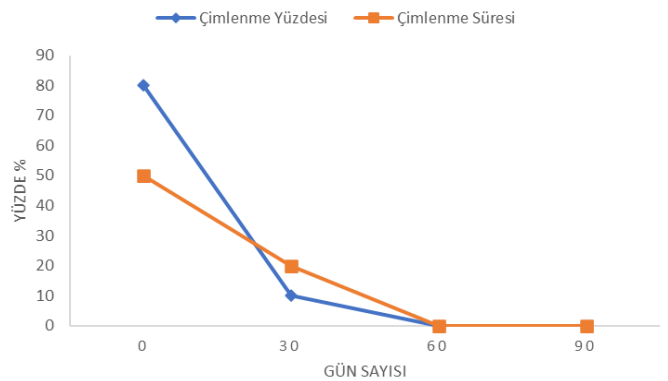


Şekil 5 / Figure 5. Petri içerisinde % 2 (soldaki) ve % 3 (sağdaki) sodyum aljinat ve 100 mM CaCl₂ konsantrasyonları sonucunda elde edilen boncuk oluşumu / Capsule formation obtained as a result of 2% (left) and 3% (right) sodium alginate and 100 mM CaCl₂ concentrations in the Petri dish.

Tablo 2 / Table 2

Domates hipokotil eksplantlarından elde edilen sentetik tohumların farklı sürelerde depolanması sonucunda elde edilen bitki sayısı / The number of plants obtained as a result of storing synthetic seeds obtained from tomato hypocotyl explants for different periods.

Depolama Süresi (gün)	Çimlenme Yüzdesi	Kapsül Tohumlar	Çimlenme Süresi
0	80	Canlı	20
30	10	Canlı	50
60	0	Bozuk	-
90	0	Bozuk	-



Şekil 6 / Figure 6. Domates hipokotil eksplantlarında elde edilen sentetik tohumların farklı sürelerde depolanması sonucunda elde edilen bitki sayısı / Number of plants obtained as a result of storage of synthetic seeds obtained from tomato hypocotyl explants for different periods.

Elde edilen sonuçlar, diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında aljinatın toksik etkisi tohum çimlenmesini etkileyebilmektedir (Patel ve ark., 2000). Diğer taraftan kullanılan kaplama materyali domates için uygun olmayabilir (Sokamoto ve ark., 1992). Besin solüsyonları canlılığı etkilemektedir. Orkide bitkisinde yapılan çalışmalarda MS tuzlarının sentetik tohumu desteklediği ve faydalı olduğu sonucu bildirilmiştir (Gardi ve ark., 1999; Saiprasad ve Polisetty, 2003; Huda ve ark., 2007; Ozden-Tokatli, 2008; Bektas ve ark., 2011). Bu çalışmada uygulanan metotlarda yer alan çimlenme ve saklama koşullarında domatesin soğuğa karşı etkisi bilinmediğinden dikkate alınmamıştır. Domatesin soğuğa toleransı da çimlenmeyi etkileyebilmektedir (Zhang ve ark., 2004).

4. Sonuç / Conclusion

Elde edilen verilere göre, domates bitkisinin farklı eksplantlarından elde edilen sentetik tohumlar kaplandıktan sonra +4 °C de saklanmış ve 0, 30, 60 ve 90 gün sonra rejenerasyonlarına bakılarak saklama sürelerinin rejenerasyon üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Sentetik tohumların çimlenme yüzdesi ve çimlenme süresi hakkında bilgi sahibi olmak için depolama yapılmıştır. Depolamanın ilk gününde % 80 çimlenme gücüne sahip tohumlar, canlı tohum olarak 20 günde çimlenmişlerdir. İkinci uygulamada 30 gündeki sentetik

tohumlarda ise çimlenme % 10 a düşmüş ve çimlenme süresi ise 50 gün sürmüştür. Çalışmanın diğer uygulamaları olan 60 ve 90 gündeki çimlenmede herhangi bir canlılık görülmemiştir. Bu çalışmanın, depolama süresi uzadıkça sentetik tohum canlılığının kaybolduğu görülmesine rağmen, sentetik tohum üretiminde depolama sürelerinin kısaltılmasının avantaj sağlayacağı beklenmektedir. Bu çalışmada, ekonomik önemi olan bitkilerin klon olarak çoğaltılması için sentetik tohum teknolojisinin geliştirilmesinde ülkemize katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Domates bitkisinde sentetik tohum teknoloji sayesinde hibrit tohumların ebeveynlerinin ve değerli bitkiler için klon şeklinde üretimi yapılabilmesi muhtemeldir. Buna ilaveten, sentetik tohum teknolojisinde, tohum saklama süresini uzatmak, maliyeti ve işçiliği düşürebilmek adına bu teknolojinin makineleştirilmesi gerekmektedir.

Çıkar çatışması / Conflict of interest: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder / The authors declare that they have no conflict of interests.

Etik beyanı / Informed consent: Bu çalışmada, yazarlar, hiç bir insan ya da hayvan denek kullanılmadığını ve etik kurul iznine gerek olmadığını beyan eder / The authors declare that this manuscript did not involve human or animal participants and informed consent was not collected.

Kaynaklar / References

- Babaoglu, M., Gurel, E., & Ozcan, S. (2001). *Bitki biyoteknolojisi doku kültürü ve uygulamaları*. (pp. 1-374). Selçuk Üniversitesi Yayınları.
- Bektas, E., Sokmen, A., & Cuce, M. (2011). Salep bitkisinin tohumlarından sentetik tohum üretimi. *I. Salep Orkide Çalıştayı*, 117-120.
- Daniel, G. H., & Ibrahim, D. A. (2018) New protocol of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) *in vitro* propagation, Kurdistan, Iraq. *Innovaciencia*, 6(1), 1-13.
- Das, A., Mahanta, M., Pramanik, B., & Gantait, S. (2021). Artificial seed development of selected anti-diabetic plants, their storage and regeneration: progress and prospect. In: Gantait S., Verma S. K., Sharangi A. B. (eds) *Biotechnology of Anti-diabetic Medicinal Plants* (pp. 409-436). Springer, Singapore.
- Erdem, M., & Uysal, H. (2021). Sentetik tohum. *Frontiers in Life Sciences and Related Technologies*, 2(2), 68-74.
- Gantait, S., & Mitra, M. (2019). Applications of synthetic seed technology for propagation, storage, and conservation of orchid germplasm. In: Faisal M., Alatar A. (eds) *Synthetic Seeds* (pp. 301-321). Springer, Cham.
- Gardi, T., Piccioni, E., & Standardi, A. (1999). Effect of bead nutrient composition on regrowth of stored vitro-derived encapsulated microcuttings of different woody species. *Journal of Microencapsulation*, 16(1), 13-25.
- Huda, A. K. M. N., Rahnau, M., & Bari, M. A. (2007). Effect of carbon source in alginate bead on synthetic seed germination in eggplant (*Solanum melongena* L.). *Journal of Plant Sciences*, 2, 538-544.
- Lledó, M. D., Crespo, M. B., & Amo-Marco, J. B. (1996). Micropropagation of *Limonium thiniense* Erben (Plumbaginaceae) using herbarium material. *Botanic Gardens Micropropagation News (United Kingdom)*, 2(2), 18-21.
- Nongdam, P. (2016). Development of synthetic seed technology in plants and its applications: a review. *International Journal of Current Science Research and Review*, 19(4), 86-101.
- Nugrahani, P., Moeljani, I. R., & Lydiana, I. (2018). Encapsulation and germination of synthetic seeds of Chrysanthemum. *Proceedings of the International Conference on Science and Technology (ICST 2018)*, Atlantis Press. 126-129.
- Onishi, N., Sakamoto, Y., & Hirokawa, T. (1994). Synthetic seeds as an application of mass production of somatic embryos. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 39(2), 137-145.
- Ozden-Tokatli, Y., De Carlo, A., Gumusel, F., Pignattelli, S., & Lambardi, M. (2008). Development of encapsulation techniques for the production and conservation of synthetic seeds in ornamental plants. *Propagation of Ornamental Plants*, 8(1), 17-22.
- Parrot, W. A., Merkle, S. A., & Williams E. G. (1993). Somatic embryogenesis: potential for use in propagation and gene transfer systems. In: Murray D. R. (ed) *Advanced Methods in Plant Breeding and Biotechnology* (pp. 158-200). International Press, UK.
- Parrott, W. A., & Bailey, M. A. (1993). Characterization of recurrent somatic embryogenesis of alfalfa on auxin-free medium. *Plant cell, Tissue and Organ Culture*, 32(1), 69-76.
- Patel, A. V., Pusch, I., Mix-Wagner, G., & Vorlop, K. D. (2000). A novel encapsulation technique for the production of artificial seeds. *Plant Cell Reports*, 19(9), 868-874.
- Porter, J. E. (2008). Analysis of tomato synthetic seeds for the development of an optimized encapsulation system, Master Thesis, (pp. 1-45). West Virginia University.
- Reddy, M. C., Murthy, K. S. R., & Pullaiah, T. (2012). Synthetic seeds: A review in agriculture and forestry. *African Journal of Biotechnology*, 11(78), 14254-14275.
- Saiprasad, G. V. S., & Polisetty, R. (2003). Propagation of three orchid genera using encapsulated protocorm-like bodies. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 39(1), 42-48.
- Sakamoto, Y., Mashiko, T., Suzuki, A., Kawata, H., & Iwasaki, A. (1992). Development of encapsulation technology for synthetic seeds. *International Symposium on Transplant Production Systems*, 319, 71-76.
- Standardi, A., & Piccioni, E. (1998). Recent perspectives on synthetic seed technology using nonembryogenic *in vitro*-derived explants. *International Journal of Plant Sciences*, 159(6), 968-978.
- Zhang, X., Fowler, S. G., Cheng, H., Lou, Y., Rhee, S. Y., Stockinger, E. J., & Thomashow, M. F. (2004). Freezing-sensitive tomato has a functional CBF cold response pathway, but a CBF regulon that differs from that of freezing-tolerant Arabidopsis. *The Plant Journal*, 39(6), 905-919.

Cite as / Atıf şekli: Secgin, Z., & Okumus, A. (2022). Domates (*Lycopersicon esculentum* L.)'te sentetik tohum üretiminde aljinat oranlarının depolama zamanına etkisi. *Front Life Sci RT*, 3(1), 30-35.