

Elektrik Akımının Patates (*Solanum tuberosum* L.) Yumru Dormansisi Üzerine Etkisinin Araştırılması

*Yusuf Ersalı¹, Peyami Battal²

¹ Hakkari Üniversitesi, Çölemerik Meslek Yüksek Okulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Hakkari

² Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Botanik Ana Bilim Dalı, Van

*E-mail: yusufersalian@gmail.com

Gönderme tarihi/Received:01/06/2018

Kabul tarihi/Accepted:25/06/2018

Özet

Bu çalışmada patates (*Solanum tuberosum* L.) yumrularına farklı gerilimlerde (10 volt, 20 volt) ve iki yönlü (yerçekimine paralel (↓) ve yerçekimine zıt (↑) yönde) doğru akım (DA) uygulanmıştır. DA 15 gün (24 saat) boyunca ekimin yapıldığı ortamlarda yumrulara tatbik edilmiştir. DA'nın patates dormansisine etkilerini belirlemek amacı ile patates yumrularının hormon (giberellik asit ve absisik asit) ve şeker (glikoz, fruktoz ve sukroz) değerleri ölçülmüştür. Hormon ve şeker analizleri için Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) yöntemi kullanılmıştır. Gerilim ve akım yönüne bağlı olarak bitkilerin hormon ve şeker değerlerinin farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. DA'nın verildiği patates yumrularının hiç birinde filizlenme olmamıştır. GA seviyesi 20 volt (↑) uygulamasında en yüksek, ABA'nın ise kontrol grubunda en düşük olduğu görülmüştür. Glikoz, fruktoz ve sukroz seviyelerinin 10 volt (↑) uygulamasında en yüksek değerde olduğu tespit edilmiştir. Yer çekimine paralel uygulamalarda gerilim artışının glikoz, fruktoz ve sukroz miktarını azalttığı ortaya konmuştur.

Anahtar kelimeler: Dormansi, Doğru akım, GA, Yumru

Investigation the Effect of Direct Electricity Current on Potato Tuber (*Solanum tuberosum* L.) Dormancy

Abstract

In this study, the different direct electricity current in different direction (parallel (↓) to gravity and opposite (↑) to the gravity) was applied on potato (*Solanum tuberosum* L.). The DC was applied to the tubers during 15 days (24 hours) at the planting environment. To determine the effects of DC on dormancy of potato tubers, hormone (gibberellic acid and abscisic acid) and sugar (glucose, fructose and sucrose) levels were measured. High Performance Liquid Chromatography (HPLC) method was used for hormone and sugar analysis. Depending on the voltage and current direction, discrepancy was observed on hormone and sugar levels. No sprouting was observed in any of the applications. The highest GA level has been observed in the 20 voltage (↑) application. The lowest ABA level has been observed in the control group. The highest level of glucose, fructose and sucrose have been found in the 10 voltage (↑) application. In the parallel applications to gravity, when the voltage was increased, has been shown to reduce the amount of glucose, fructose and sucrose.

Keywords: Dormancy, Directcurrent, GA, Tuber

Giriş

Bitkilerin tohum, yumru, rizom ve soğan gibi büyüme organlarında görülen büyümedeki duraklama olayına dormansi denir. Gerek iç ve dış şartların olgunlaşması gerekse bir dış müdahale ile dormansinin sona ermesine ise dormansinin kırılması veya kalkması adı verilir (Kocaçalışkan, 2006).

Patates en önemli bitkisel ürünlerden birisidir. Fakat patates yaşam döngüsünün bir parçası olarak yumru dormansisi ve filizlenme henüz tam olarak anlaşılammıştır. Patates yumruları toprak altında bitki gövdesinin tabanında gelişmeye başlar ve büyüyerek olgunlaşır. Olgunlaşmış yumru dormansi periyoduna girer (Claassens ve Vreugdenhil, 2000). Dormansi süresi yumru çeşidi ve yumru oluşumu süresince meydana gelen çevresel faktörler ve depolanma koşullarına bağlıdır. Dormansi süresinin sonunda yumrular filizlenmeye başlar ve yeni bitki oluşur. Patates yumruları uygun filizlenme ortamında (20 °C sıcaklık ve %60 nem) bir hafta kadar tutulduğu halde hiçbir filizlenme belirtisi göstermiyorsa yumrular dormant haldedir. Dormansinin süresi patates çeşidine ve yetiştirme şartlarına göre az çok değişmekle birlikte, bu süre 2-3 ay kadardır (Kocaçalışkan, 1986).

Patates yumrusu hem besin olarak hemde tohum olarak kullanıldığından dünyada en çok üretilen ve tüketilen besinler arasındadır. Yumruların istenildiği zaman besin olarak kullanılabilmesi için, depolarda uzun süre taze olarak saklanabilmeleri, ya da çoğaltmak amacıyla tohum olarak kullanılmaları dormansi sürelerinin kontrol edilebilmesine bağlıdır. İstenen amaca bağlı olarak dormansi süresini kısaltmak ya da uzatmak bu bitkilerden faydalanmak açısından oldukça önemlidir (Veramendi ve ark., 1999).

Dormansi sırasında metabolik olaylar ya tamamen durmuştur veya çok düşük düzeyde devam eder. Dormant bir organ ölü değildir. Fakat ölü görüntüsünde bir canlıdır. Dormansi süresi bitki türüne göre birkaç gün, birkaç hafta ya da birkaç yıl olabilir. Bu sürenin sona ermesini beklemek özellikle bitki üretimi açısından zorluklar çıkarır. Böyle durumlarda dormansiyi kırmak için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Dormansi süresini uzatma, besinleri uzun süre depolayabilme imkanı açısından oldukça önemlidir. Bu sayede tohum, yumru ve soğan gibi besin kaynaklarını uzun süre saklayarak istediğimiz zaman yeme ve tekrar çoğaltma imkânına sahip oluruz (Kocaçalışkan, 2006). Dormansiye etki eden faktörler, tohum, yumru, rizom veya tomurcuk kısımlarındaki su miktarı, bitki büyümesi süresince fotoperiyot, depolama süresince şıklanma, sıcaklık, nem ve genetik faktörlerdir (Sonnewald, 2001).

Sürekli değişen ekolojik şartlar tarım ürünlerinin üretiminin yanı sıra, depolanma şartlarının da önemli olduğunu ortaya koymuştur. Bu nedenle ürünlerin yetiştiği mevsimde bol miktarda üretilip depolanması ve depolanan bu ürünlerin tüketilene dek taze kalması önemlidir. Soğan ve yumruların uyku halinden kurtularak soğanlarda filizlenme, yumrularda ise sürgün gelişmesinin başlaması ile birlikte birçok dahili biyokimyasal değişimler meydana gelir. Bu olaylar soğan ve patates gibi ekonomik değeri olan bitkilerin besin değerinin ve kalitelerinin düşmesine neden olur. Diğer bir taraftan hasattan sonra tekrar ekim yapmak için bu bitkilerin dormansi sürelerinin sona ermesini beklemek ekim yapmayı olumsuz etkiler ya da hastalık testi yapmak için dormansi süresinin sona ermesini beklemek zaman kaybına neden olur. Amaca bağlı olarak dormansi süresini kısaltmak ya da uzatmak bitkilerden yararlanma açısından oldukça önemlidir (Xu ve ark., 2006).

Bu çalışmanın amacı, doğru elektrik akımının patates yumru dormansisine nasıl etki ettiğini araştırmaktır. Bu amaçla yumrularda şeker (glikoz, fruktoz ve sukroz) ve hormon (ABA, GA) seviyeleri incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Patates Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nden aynı dönemde hasat edilmiş hacim ve ağırlıkları birbirine yakın olan patatesler kullanılmıştır. Yumrular, sıcaklığı 25 ± 2 °C olan laboratuvarında deneysel çalışmaya tabii tutulmuştur. Deney toprağındaki nem, kontrolü bir şekilde yapılan sulamayla sağlanmıştır. Her uygulama için 10 adet patates kullanılmıştır.

Yöntem

Düzenegin kurulması

Düzenek kurulmadan önce iki adet Philips Harris marka 25 voltluk güç kaynağı ve bir adet Sigma-Tek marka 30 voltluk güç kaynakları temin edildi. Düzenekte güç kaynaklarının DC akımı kullanıldı. (Şekil 1)

Düzenegin kurulması esnasında kullanılacak olan saklama kaplarının alt kısımlarına daha önce hazırlanmış olduğumuz toprak karışımından 2 cm toprak konularak üzerine 0.08 mm kalınlığında alüminyum folyo toprağıın yüzeyini tam olarak kapatacak şekilde yerleştirildi. Folyonun bir ucundan 4 cm uzunluğunda çıkıntı saklama kabının yan tarafına açılan delikten uzatıldı. Alt kısma yerleştirilen folyonun üzerine yine aynı topraktan 9-10 cm yerleştirilerek üzeri tekrar alt kısımdakine paralel şekilde folyo ile kapatıldı. Böylece alt ve üst kısımlara yerleştirilen folyoların arasındaki elektrik akımı bağlantısı kabın dış kısmına uzatılan folyo uçları sayesinde sağlandı. 15 günlük uygulamadan sonara yumrular -80 °C de muhafaza edildi.



Şekil 1. Uygulama düzenegi

Ekstraksiyon ve saflaştırma işlemleri

Ekstraksiyon ve saflaştırma işlemleri Kuraishi ve ark. (1991), Battal ve Tileklioğlu (2001) metotlarına göre ve üç tekrarlı olarak yapıldı. Derin dondurucudan çıkarılan yumruların göz çevresinden parçalar alınarak sıvı azot içerisinde bir havan yardımıyla toz haline getirildi. Toz haline getirilen örnekler üzerine 40 °C'de bekletilen %80'lik metanol ilave edildi (Davies, 1995) ve 10dk. Ultra doku parçalayıcıda (Ultrasonic Processor, Jencons Ltd.) homojenize edildikten sonra, $+4$ °C'de ve karanlıkta

24 saat homojenize işlemine devam edildi. Örnekler Whatman No:1 filtre kâğıdından süzüldü ve supernatant alındıktan sonra kalan parçalar tekrar aynı işlemlere tabii tutuldu ve sonra her iki supernatant birleştirildi. Birleştirilen supernatantlar tekrar 0.45µml'lik PTFE filtrelerinden (Cutting, 1991) geçirildi ve bir evaporator pompası yardımıyla 35°C'de kurutuldu. Kurutulan ekstraktlar 0.1 molarlık KH₂PO₄ (pH8) tamponunda tekrar çözüldü. Çözünen ekstraktlarda bulunan yağ asitlerini ayırmak için örnekler 1 saat 4°C'de 5.000 rpm'de sanrifüj (Hermle, Z320K) edildi. (Palni ve ark., 1983), Supernatant otomatik pipetle tüplerden alındı ve bir beher içerisine kondu. Fenolik bileşikler ve renk maddelerini ayırmak için (Qamaruddin, 1996; Chen, 1991; Kovac ve Zel, 1994), her örneğe ait 1 gramlık çözünmeyen polivinil polipiridon (PVPP, Sigma) hazırlandı ve süpernatantın bulunduğu beher içerisine konarak, iyice karıştırıldı (Money ve Staden, 1984; Hernandez-Miana, 1991).

PVPP(Polivinilpolipirolidon)'nin hazırlanması: 1 gram çözünmeyen PVPP bir beher içerisine kondu ve üzerine 30 mM asetik asit konarak süspansiyon şeklinde iyice karıştırıldıktan sonra süzüldü. Tekrar üç kat hacimdeki asetik asitle yıkanıp süzüldükten sonra kullanıldı. PVPP ile karıştırılan süpernatant Whatman No:1 filtre kâğıdından süzülerek PVPP'den ayrıldı. Ekstrakt alınarak ya hemen kullanıldı ya da daha sonra kullanılmak üzere -40°C'de saklandı (Cheikh ve Jones, 1994). Daha spesifik ayırma yapabilmek için Sep-Pak C18 (Waters) kartuşları kullanıldı (Machackovaveark, 1993). Kartuşlar kullanılmadan önce aşağıda açıklandığı şekilde şartlandırıldı.

Şartlandırma işlemi: Kartuşlar önce 5 ml %80'lik metanolden geçirildikten sonra, 5 ml saf suyla yıkanmak suretiyle kullanıma hazırlandı. Süpernatantlar (dondurulmuşsa çözünmesi beklendikten sonra) 5 ml'lik şırıngalarla şartlandırılmış Sep-Pak C18 kartuşlardan (1ml/dak) geçirildi. Kartuşlar tarafından absorbe edilen hormonlar %80'lik metanolde (1 g taze örnek için 3 ml) çözünmek suretiyle küçük şişelere alındı. Küçük şişelere alınan numuneler HPLC analizleri için kullanıldı (Qamaruddin ve ark., 1990).

Hormonların analizi

Hormon analiz yönteminde yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) yöntemi kullanıldı.

Yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile analiz işlemleri

Çalışmamızda, giberellik asit ve absisik asit analizlerinde HPLC kullanıldı (Horgan ve Kramers, 1979; Koshimizo ve Iwamura 1986; Morris ve ark., 1990). HPLC analizleri aşağıdaki sistemler kullanılarak yapıldı.

a) Pompa: Araştırmamızda basıncı 20.000 psi'ye kadar çıkabilen Waters marka (Waters1525) pompa kullanıldı (Robyt ve White, 1990).

b) Dedektör: Çalışmamızda Waters marka ve 4020 model UV dedektörü kullanıldı (Roberts ve Hooley, 1988; Horgan, 1988). Dedektörün en uygun dalga boyunun ise 245 nm olduğu tespit edildi (Fetonby-Smith ve Van Staden, 1984; Banowitz, 1994).

c) Kolon: Çalışmamızda µBondapakC18 (Waters; 30x0.2cm) kolon kullanıldı (Horganve Kramer, 1979; Brenner, 1981; Palni ve ark., 1983; Chen, 1991).

d) İzokratik sistem: Bu sistemde, sabit konsantrasyondaki mobil fazın dk. daki akış hızı ile beraber maddelerin kolonlardaki alıkonma zamanına bağlı olarak birbirlerinden ayrılabilmesi timeline dayanmaktadır. Çalışmamızda izokratik sistem kullanıldı (Turnbull ve Hanke 1985; Taylor ve ark., 1990).

e) Kaydedici: (Integratör): Dedektörün gönderdiği uyarılar Waters marka ve Breeze Software tarafından kaydedildi.

f) Mobilfaz: Çalışmamızda %11'lik asetonitril (HPLC'ye özgü, Merck) tampon olarak 40 mM trietil amonyum asetat (TEAA) ilave edildi ve pH'sı 4.91'e ayarlanan mobilfaz kullanıldı (Hansen ve ark., 1984; Soejima ve ark., 1992; Kovac ve Zel, 1994; Chamberlain, 1995).

TEAA'nın hazırlanması: Belli bir miktarda trietilamin (Merck) alınarak birmezür içerisine kondu. Üzerine trietilamin miktarın dan biraz daha az olacak şekilde asetik asit yavaş yavaş ilave edildi. Daha sonra buzdolabına yerleştirildi ve soğuduktan sonra kullanıldı.

Degaze işlemi: Millipore marka vakum pompası kullanılarak pH'sı ayarlanan mobil fazda oluşan gazlar uzaklaştırıldı.

Şeker analizi

5 gr örnek alınarak 40 ml % 80'lik metanol içerisinde ezildi. Ezme işleminden sonra homojenizator ve doku parçalayıcı ile homojenize edildi. Parçalanmış dokular 30 dakika karıştırıcıda bekletildi. Daha sonra ağızları kapalı şekilde 65°C'de 30 dakika bekletildi. Sıcak su banyosundan çıkan örnekler 3000 rpm'de santrifüj edildikten sonra numuneler rotary evaporator yardımı ile uçuruldu. Örneğin hacmi saf su ile 5 ml'ye tamamlandı. Saf su ilave edilen numuneler Sep-Pack C18 kartuşlardan geçirilerek filtratın 2.5 ml'si 7.5 ml asetonitril ile tamamlandı. Elde edilen numuneler HPLC cihazına verilerek glikoz, fruktoz ve sukroz oranları belirlendi.

Bulgular

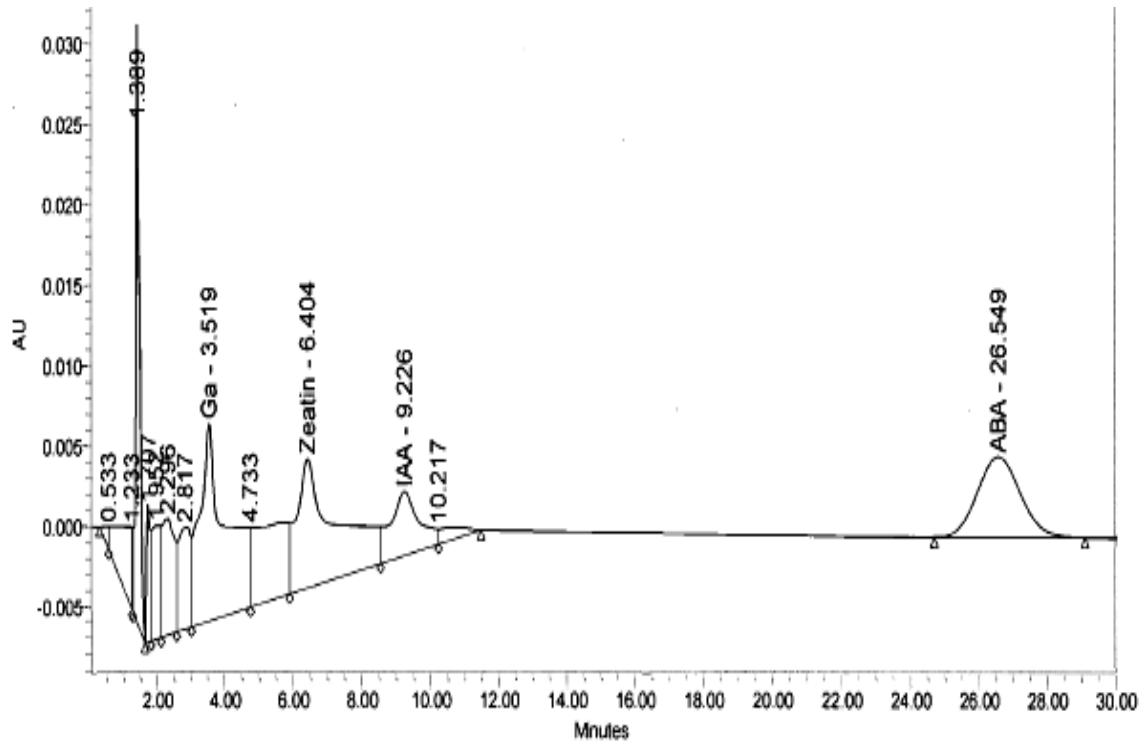
Hormon analizleri

Patates bitkisine ait hormon değerleri

Patates yumruları uygulama grupları kontrol grubu ile karşılaştırıldığında en yüksek GA seviyesinin 20 volt (↑) (46.10 µg/g) uygulamasında en düşük değer ise 10 volt (↓) (10.36 µg/g) uygulamasında olduğu görülmüştür. Yapılan analizler sonucunda patates yumrularında ABA'nın en düşük değeri kontrol grubunda (0.195 µg/g) olduğu tespit edilmiştir. (Çizelge 1.1)

Çizelge 1. Patates Yumrusunda GA ve ABA seviyesi ($\mu\text{g/g TA}$)

Uygulamalar	GA seviyesi ($\mu\text{g/g TA}$)	ABA seviyesi ($\mu\text{g/g TA}$)
Kontrol	32.43	0.195
10 v (\uparrow)	10.36	0.249
10 v (\downarrow)	14.04	0.210
20 v (\uparrow)	46.10	0.198
20 v (\downarrow)	18.46	0.246



Şekil 2. Hormonlara ait HPLC kromatogramı. Alınma zamanları: GA 3.519 dk., Zeatin 6.404 dk., IAA 9.226 dk. ABA 26.594 dk. Kolon: Waters Boundapak C18; Dedektör: UV Waters 2487 Dual λ Absorbans Dedektörü; Dalgaboyu 245 nm; Mobil faz: %11'lik asetonitril (pH: 4,91); Akış hızı: 2.0ml/dk.

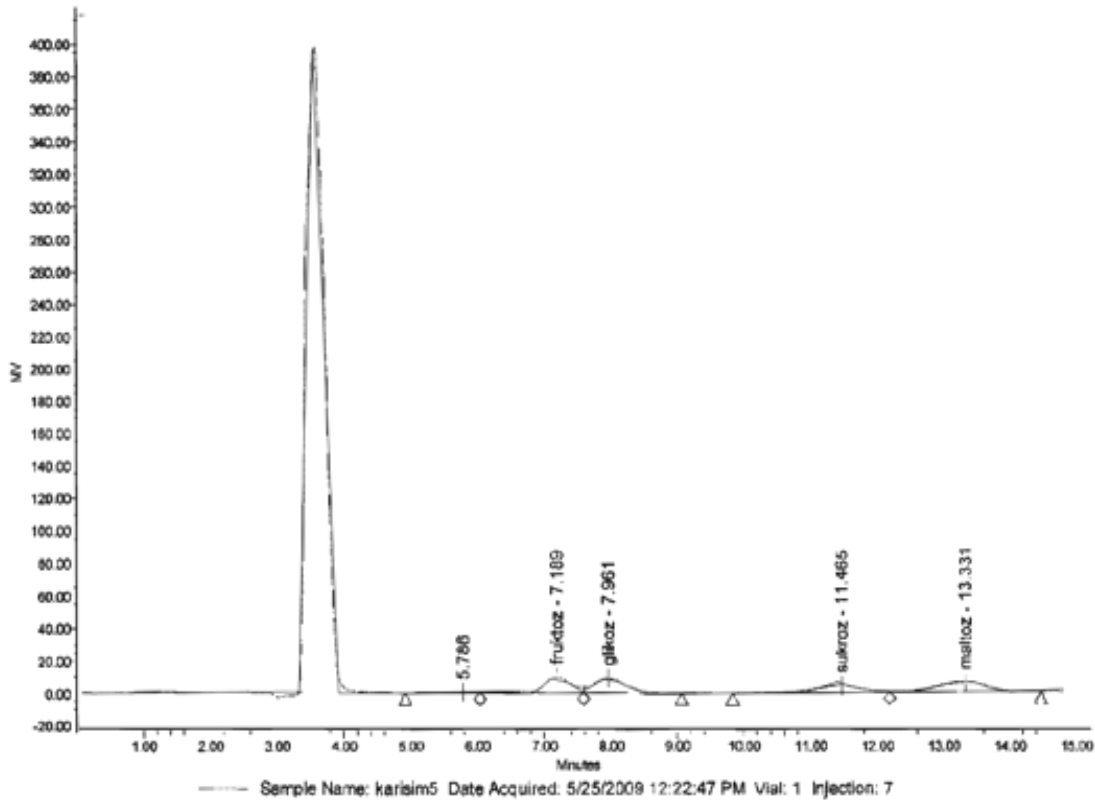
Şeker Analizleri

Patates bitkisine ait şeker değerleri

Patates bitkisinde glikoz fruktoz ve sükröz seviyelerinin 10 volt (\uparrow) uygulamasında en yüksek değerde olduğu ve yer çekimine paralel (\downarrow) uygulamalarda gerilim artışının glikoz fruktoz ve sukroz miktarını azalttığı tespit edilmiştir. En düşük şeker değerlerinin 20 volt (\downarrow) uygulamasında olduğu görülmüştür (Çizelge 1.2).

Çizelge 2. Patates bitkisine ait şeker miktarları (mg/g TA)

Uygulamalar	Glikoz	Fruktoz	Sukroz
Kontrol	0.132	0.136	0.226
10 v(↑)	0.338	0.986	0.320
10 v(↓)	0.040	0.112	0.159
20 v(↑)	0.176	0.109	0.105
20 v(↓)	0.038	0.064	0.040



Şekil 3. Şekerlere ait HPLC kromatogramı

Tartışma ve Sonuç

Yayınlanmış çoğu çalışmada patates yumrularında ABA'nın filizlenmeyi engelleyici önemli bir rol aldığı ve dormansiyi devam ettirici bir etkisinin olduğu belirtilmektedir (Ludford, 1995). Hasattan sonra patates yumrularında içsel ABA seviyesinin zamanla azaldığı ve bununla birlikte dormansinin kademeli olarak ortadan kalktığı bildirilmiştir (Suttle, 1995).

Dormant yumrulara sitokin ve giberellinlerin (GA) birlikte uygulanması filizlenmenin başlamasına neden olduğu, giberellin (Shibairo ve ark., 2006; Mikitzel ve

Fuller, 1995) ve stokininlerin iç dormansiyi sonlandırmayı düzenlerken absisik asit (ABA) ve etilenin dormansinin devamı için gerekli olduğu bildirilmiştir (Suttle, 2004). Eksojen GA ya da GA ve benzil adenin (BA) kombinasyonu (Alexopoulos, 2006) patates yumrularının filizlenmesini desteklediği ve tarla koşullarında büyüyen yumruların endojen sitokinin içerikleri dormansi periyodunun sonunda artmaya başlarken (Sukhova ve ark., 1993) endojen GA'nın filizlenme süresince artmaya başladığı rapor edilmiştir (Coleman ve ark., 2001).

Çalışmamızın 20 volt (↑) uygulama grubunda GA seviyesinin en yüksek değerde olduğu ve ABA seviyesinde diğer uygulama gruplarına göre en düşük seviyede olduğu görülmektedir. Yerçekimine zıt yönde uygulanan 20 volt (↑) akımın dormansiyi diğer uygulama gruplarına göre daha az engellediği tespit edilmiştir. Buna ek olarak çalışmada uygulama gruplarının tamamında ABA seviyesinin kontrol grubundan daha yüksek olduğu ve bu nedenle uygulama gruplarındaki yumrulara dormansinin devam ettiği düşünülmektedir.

Sürgün verme zamanında besin kaynaklarının yumru parenkima hücrelerinden yumru göz hücrelerine taşındığı ve burada sürgün gelişimi için kullanıldığı rapor edilmiştir (Novak, 1977). Patates bitkisinde sürgün verme esnasında çözünmüş şeker seviyelerinin arttığı rapor edilmiştir (Burton, 1989). Bu çalışmada patates bitkisi kontrol grubu, glikoz, fruktoz ve sükroz değerleri uygulama gruplarıyla karşılaştırıldığında, 10 volt yerçekimine zıt yönde (10 V↑) uygulama grubu dışındaki diğer uygulama gruplarından daha yüksek değerde olduğu görülmektedir. Şeker değerlerine göre 10 volt (↑) uygulamasında dormant yapının devam ettiği görülmektedir. Sonuçların kesinliğe kavuşturulması için uygulama süresinin uzatılması (yaklaşık olarak 2-3 ay) en azından kontrol grubunda dormansi ortadan kalkıp filizlenme başlayınca deneme sonlandırılmalıdır.

Kaynaklar

- Alexopoulos, A. A., Akoumianakis, A. K., Vemmos, S. M., Passum, H. C. (2006). The effect of postharvest application of gibberellic acid and benzyl adenine on duration of dormancy of potato produced by plant grown from true potato seeds. *Post Harvest Biology and Technology*. 46(1):54-62.
- Banowitz, G. M. (1994). *Immuno analysis of cytokinins*. Cytokinins. (Editors: Mok, D.W.S. ve Mok, M.C.) CRC Press, London. 305-315.
- Battal, P., Tileklioğlu, B. (2001). The effects of different mineral nutrients on the levels of cytokinins in Maize (*Zea mays* L.). *Turk. J. Bot.*, 25: 123-130.
- Brenner, M. L. (1981). Modern methods for plant growth substance analysis. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 32: 511-538.
- Burton, W. G. (1989). The potato. *Essex*, 470-504
- Chamberlain, J. (1995). *The Analysis of Drugs in Biological Fluids* (Second Edition). CRC Press, New York. 139-145.
- Cheik, N., Jonmes, R. J. (1994). Disruption of maize kernel growth and development by heat stress. *Plant Physiol.* 106, 45-51.
- Chen, W. S. (1991). Change in cytokinins before and during early flower bud differentiation in lychee (*Litchi chinensis* Sonn.). *Plant Physiol.* 96: 1203-1206.
- Claassens, M. M. J., Vreugdenhil, D. (2000). Is dormancy breaking of potato tubers the reverse of tuber initiation? *Potato Res.*, 43: 347-369.

- Coleman, W. K., Donnelly, D. J., Coleman S. (2001). Potato microtubers as research tool. *American Journal of Potato Research*.78: 47-55.
- Cutting, J. G. M. (1991). Determination of the cytokinin complement in healthy and witches broom malformed protease. *J. Plant Growth Regul.*10: 85-89.
- Davies, P. J. (1995). The plant hormones; Their nature, occurrence and functions. *Plant Hormones* (Editor: Davies P.J.) Kluwer Academic Publishers, Boston. 1-39.
- Featonby-Smith, B. C., Van Staden, J. (1984). Identification and seasonal variation of endogenous cytokinins in *Ecklonia maxima* (Osbeck)Papenf. *Botanica Marina* 27: 527-531.
- Hansen, C. E., Venzler, H., Meins, F. (1984). Concentration gradient of trans-zeatin riboside and trans-zeatin in the maize stem. *Plant Physiol.*, 75: 959-963.
- Hernandez-Minea, F. M. (1991). Identification of cytokinins and the changes in their endogenous levels in developing *Citrussinensis* leaves. *Journal of Horticultural Science*. 66: 505-511.
- Horgan, R. (1988). *Hormone Analysis, In: Plant Hormones*. (Editor: Davies, J. D.) Kluwer Academic Publishers, London, 415-419.
- Horgan, R., Kramers, M. R. (1979). High-performance liquid chromatography of cytokinins. *Journal of Chromatography*, 173: 263-270.
- Kocaçalışkan, İ. (1986). *Patateste yumru gelişim sürecine bağlı olarak bitki hormonlarının polifenol oksidaz enzimi ve enzimatik kararına üzerine etkileri* (Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kocaçalışkan, İ. (2006). *Bitki Fizyolojisi*. Dumlupınar Üniv. Fen Edebiyat Fak. Biyoloji Böl., Kütahya.
- Koshimizo, K., Iwamura, H. (1986). *Cytokinins. Chemistry of Plant Hormones*, (Editor: Takahashi, N.), CRC Press Inc., Florida. 154-199.
- Kovac, M., Zel, J. 1994. The effect of aluminium on the cytokinins in the mycelia of *Lactarius piperatus*. *Planta Science*. 97: 137-142.
- Kuraishi, S., Tasaki, K., Sakurai, N., Sadatoku, K. (1991). Changes in levels of cytokinins in etiolated squash seedlings after illumination. *Plant Cell Physiol.*, 32: 585-591.
- Ludford, P. M. (1995). Postharvest hormone changes in vegetables and fruit. In: *Davies, P. J. (ed.): Plant hormones. Physiology, bio-chemistry and molecular biology*, pp. 725-750. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht
- Machackova, I., Krekule, J., Eder, J., Seidlova, F., Strnad, M. (1993). Cytokinins in photoperiodic induction of flowering in *Chenopodium* species. *Physiologia Plantarum*, 87: 160-166.
- Mikitzel, L. J., Fuller, N. (1995). Dry Gibberellic Acid Combined With Talc or Fir Bark Enhances Early Stem and Tuber Growth of Shepody Potato. *American Potato Journal*, 72: 545-550.
- Money, P.A., Staden, J. V. (1984). Seasonal changes in the levels of endogenous cytokinins in *Sargassum heterophyllum* (Phaeophyceae). *Botanica Marina*, 17: 437-442.
- Morris, J. W., Dumas, P., Morris, R., Zaer, J. B. (1990). Cytokinins in vegetative and reproductive buds of *Pseudotsuga menziesii*. *Plant Physiol.* 9: 67-71.
- Novak, J. (1977). Biochemical changes in stored potato tubers with different rest periods. II Influence of storage temperature and isopropylphenylcarbomates on enzyme activities. *Pflanzenphysiol*, 81: 125-140.

- Palni, L., Susmons, M. S., Letham, D. S. (1983). Mass spectroanalysis of cytokinins in plant tissues. *Plant Physiol.*, 7: 858-863.
- Qamaruddin, M. (1996). Appearance of the zeatin riboside type of cytokinin in *Pinus sylvestris* seeds after red light treatment. *Scand. J. For. Res.* 6: 41-46.
- Qamaruddin, M., Dormling, I., Eliasson, L. (1990). Increase in cytokinin levels in scots pine in relation to chilling and bud burst. *Physiologia Plantarum*, 79: 236-241.
- Roberts, J. A., Hooley, R., (1988). *Plant Growth Regulators*. Blackie, London. 1-8.
- Robyt, J. F., White, B. J. (1990). *Biochemical Techniques Theory and Practica*. Waveland Press, Inc. 101-103.
- Shibairo, S. I., Demo, P., Kabira J. N., Gildemacher, P., Gachago E., Menza, M., Nyankanga, R. O., Cheminingwa G. N., Narla, R. D. (2006). Effects of gibberellic acid (GA3) on sprouting and quality of potato seed tubers in diffuse light and pit storage conditions. *Journal of Biological Sciences*. 6(4): 723-733.
- Soejima, H., Sugiyama, T., Ishihara, K. (1992). Changes in cytokinin activities and mass spectrometric analysis of cytokinins in root exudates of rice plant (*Oryza sativa* L.). *Plant Physiol.*, 94: 1724-1729.
- Sonnewald, U. (2001). Control of potato tuber sprouting. *Plant Science* 6: 8-18
- Sukhova, L S., Machackova, I., Eder J, Bibik, N., Kovableva N. P. (1993). Changes in levels of free 1AA and cytokinins in potato tubers during dormancy and sprouting. *Biol Plant*, 35: 387-391.
- Suttle, J. C. (1995). Postharvest changes in endogenous ABA levels and ABA metabolism in relation to dormancy in potato tubers. *Physiol. Plant.*, 95: 233-240.
- Suttle, J. C. (2004). Involvement of endogenous gibberellins in potato tuber dormancy and early sprout growth: A critical evaluation. *Journal of Plant Physiology*, 161: 157-164.
- Taylor, J. S., Thompson, B., Pate, S. J., Atkins, C. A., Pharis, R. P. (1990). Cytokinins in the phloem sap of white lupin (*Lupinus albus* L.). *Plant Physiol.*, 94: 1714-1720.
- Turnbull, C. G. N., Hanke, D. E. (1985). The control of bud dormancy in potato tubers measurement of the seasonal pattern of changing concentration of zeatin. *Planta*, 165: 366-376.
- Veramendi, J., Willmitzer, L., Trethewey, R. N. (1999). In vitro grown potato micro tubers are a suitable system for the study of primary carbohydrate metabolism. *Plant Physiol Biochem*. 37: 693-697
- Xu, R. Y., Yoshiji, N, Han, D. (2006). *Changes in endogenous abscisic acid and soluble sugars levels during dormancy-release in bulbs of Lilium rubellum*. Faculty of Agriculture, Niigata University, 2-8050 Ikarashi Niigata 950-2181, Japan