

PATATES (*Solanum tuberosum* L.)' TE YUMRU OLUŞUMUNU ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Saadet TUĞRUL, Bülent SAMANCI

Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Antalya.

Özet

Bu derlemede patates (*Solanum tuberosum* L) yumru verimi ve oluşumunu etkileyen faktörler araştırılmıştır. Bitkide doğal olarak bulunan hormonlar (gibberellik asit, sitokinin vb) bitkinin toprak altı ve toprak üstü organları, çevresel etmenler (sıcaklık, ışık) incelenmiştir. Ayrıca yumru oluşum sinyali ve taşınması konusuna da yer verilmiştir. Yumru oluşumu gibberellik asit-sitokinin yada gibberellik-absisik asit oranına bağlı olduğu öne sürülmüş en uygun çevresel etmen kısa gün ve düşük sıcaklık olarak saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yumru oluşumu, Hormonlar, Gün uzunluğu

The Factors Effecting the Tuber Formation in Potatoes (*Solanum tuberosum* L.)

Abstract

In this review, the factors which affect tuber yield and tuber formation were studied in potato (*Solanum tuberosum* L). The natural hormones (gibberellic acid and cytokinin) found in plants, root and shoot tissues, environmental factors (temperature and light) were determined. Besides these factors, tuber formation signal and transportation were also studied. Tuberization depends on gibberellic acid-cytokinin or gibberellic-abscisic acid ratio and it was determined that optimum tuberization occurs in short days and low temperatures.

Key Words: Tuber formation, Hormones, Photoperiodism

1- Giriş

Dünyanın ve ülkemizin pek çok yerinde yetişen ayrıca, insan, hayvan besini ve endüstri hammaddesi olarak çok geniş bir kullanım alanı olan, patates bitkisi tek yıllık olup stolon adı verilen toprak altı gövdesinin büyümesiyle meydana gelir. Yumrular hem depo hem de, vegetatif çoğalma organıdır. Dolayısıyla, birim alandan alınacak verim ve bu verim içinde kaliteli besin elde etmede yumrular özel bir öneme sahiptir ve tüm ıslah, agronomi ve fizyoloji çalışmalarının odak noktasıdır (İncekara, 1965).

Yumru şöyle tanımlanabilir; toprak altında bulunan, besin maddelerini depo eden, kısa ve şişkin gövdelere yumru yada gövde olarak bilinmektedir. Yumrudaki nodyumlarda bulunan ve göz adı verilen bir grup tomurcuk büyüme mevsiminde gelişip toprak üstü gövdelerini verir. Yumru gövdeler kök taşıyamaz ancak bir büyüme mevsiminden diğerine kadar canlı kalma özelliği gösterir (Yentür, 1987). Yumru oluşması bitkinin çiçek, meyve verme etkinliğine analogdur. Depo organlar önce morfolojik olarak farklılaşır, sonra büyür ve analogi devam ederek yumrular

gelişerek aynen meyvalarda olduğu gibi olgunlaşır.

Sürünücü gövde olan stolonların uç kısımlarındaki internodyum depo maddeleri ile şişkinleşip yumru oluşturur (Leopold ve Kriedemann, 1975). Stolonun en üst bölgesinde başlayan yumruların şişmesi, internodlarda akropetal olarak meydana gelir (Palavan, 1993). Yumru ontogenezinin çok erken evresinde de nişasta depolama işlemi başlar ve aynı zamanda da yumrulara özgü glikoprotein olan patatin yüksek düzeyde birikmeye başlar. Stolon uçlarının şişmesi ve büyümesi ile meydana gelen yeni yumrular da sap karakterlidir.

Stolonun nodyumları arasındaki internodyumların uzaması yumru gelişmesi sırasında durur. şişme olayı sırasında stolonun uç kısmındaki meristematik aktivite de durur. Yumru oluşumunun erken evresinde stolonlardan alınan boyuna kesitler, hücre bölünmesinden çok hücre büyümesinin meydana geldiğini göstermektedir (Daiva ve ark., 1983).

Yumru oluşumu hakkında teoriler

Patates bitkisinin yumru oluşmasına neden olan faktör hakkında çeşitli fikirler ortaya atılmıştır. En eski görüşe göre, patates stolonlarının ucundaki hücreler mantar ile birlik yaparak yumruyu oluşturur. Daha sonra, bu fungal teori tamamen terkedilmeyip yumru yapan bir etmen olarak varsayılmıştır.

Yumru oluşması ile ilgili bir diğer görüş karbonhidrat-azot ilişkisi üzerine kurulmuştur. Kısa gün, düşük sıcaklık ve az miktardaki azot oranı karbonhidrat lehine çevrilerek yumruyu meydana getirir. Böylece yumru oluşması patates bitkisi tarafından biriktirilen fazla karbonhidratın bir sonucu denilebilir. Bunu ardışık yıllarda, özel hormona

benzer bir yerden başka bir yere aktarılabilen bir faktörün yumru yaptığı ileri sürülmüştür (Ivin ve Milthorpe, 1963).

Sonuç olarak, yumru yapan özel bir faktör mevcuttur ve bu faktör teşvik edici ortam etmenleri altında etkinlik kazanarak birinci derecede yumru gelişmesinden sorumlu olmaktadır.

Yumru uyartısının olduğu yer ve hareketi

Patates bitkilerinden alınan gövde kısımları su içinde yetiştirildiklerinde adventif kök geliştirirler. Bunların kökleri sürekli olarak koparılıp bu şekilde yetişmiş bitkilerden alınan yaprak-tomurcuk içeren bir segment toprağa alınca yumru geliştirirler. Bu nedenle köklerin yumru oluşum sinyali açısından önemli olmadıkları ortaya çıkmaktadır.

Yerçekimi'nin de yumruya sinyal taşınmasında önemli olabileceği düşünülmüştür. Bu nedenle yapılan çalışmalarda, uygun koşullarda yetiştirilen patates gövde parçalarını ters çevirerek dikilmişlerdir. Yumru oluşumu toprak altındaki tomurcuklarda ve yapraktan en uzakta olanda daima daha kuvvetli olmak üzere meydana gelir. Fakat, burada daha pekçok açık olmayan nokta mevcuttur.

Yumru oluşumunu etkileyen faktörler

Yumru gibi depo organların meydana gelmesi vegetatif organların, örneğin yaprakların uzayarak büyümesinin sona ermesi ile yakından ilgilidir. Yaprak büyümesi en yüksek noktaya ulaşırken, yumru büyümesi çok azdır; yumruların kuru ağırlığı ancak yaprak büyümesi azalırken maksimum noktaya erişir. Yumru oluşturan etkinlik büyüme mevsiminin sonuna yakın çok şiddetlenir. Araştırmalara göre, yaprak

yüzey büyüklüğünün yumru oluşumunda çok önemli olduğu ortaya çıkmıştır. Büyük yapraklı olan bitkiler, küçük yapraklı olanlara göre daha fazla yumru geliştirirler.

Yumru meydana gelişindeki bir diğer önemli noktada bitki büyüklüğüdür. Çevre ve genetik koşullar uygun olduğu takdirde yumrular çok küçük bir bitkide dahi meydana gelebilir. Örneğin, *tuberosum* türündeki patates bitkileri özellikle fotoperiyot kısa ise kotiledonun üstünde tek bir yaprak dahi olsa yumru meydana getirirler. Diğer bir etken fotoperiyoddur. Yumru gelişmesinde fotoperiyodu algılayan organ yapraktır, algılanan teşvik yapraktan cevap veren organa yani yumrulara taşınır. Kısa gün koşulları altında yumru oluşması belirgin şekilde artar, gece uzunluğu azaldıkça (uzun gün) yumru hemen hemen gelişmez. Aynı şekilde kısa gün sayısı çoğaldıkça yumru oluşması da teşvik edilmektedir (Esashi, 1963). Ayrıca, uzun gün stolon uzamasını teşvik eder fakat stolon gelişmesinin kesilmesine sebep olur (Chapman, 1958).

Yumru oluşması ile gün uzunluğu arasındaki ilişkinin farklı yaşlardaki yapraklarla karşılaştırılmasında, en genç gelişmiş yaprakların en fazla fotoperiyoda duyarlı olduğu kanıtlanmıştır. Bitkilerde yumru büyümesi ortam faktörlerinden olan ışık ve sıcaklık ile regüle edilmektedir. Yumru gelişmesi üzerindeki ışık şiddetinin kantitatif etkisi de yine patatesten incelenmiştir. Düşük ışık şiddeti yumru gelişmesini engellerken ışık şiddetinin çoğalması yumru kuru ağırlığını fazlalaştırmaktadır (Boadlaender, 1963).

Bitkilerde depo organ oluşmasında bir diğer ortam faktörü olan sıcaklık etkisi hakkında oldukça az çalışma vardır. *Fressia* bitkisinde 10°C gibi düşük sıcaklıkta korm oluşurken sıcaklığın gittikçe artması (24°C) korm oluşmasına etki edip gövde uzunluğunu

çoğaltmaktadır (Mansour, 1968). Patatesten de benzer şekilde bulgular elde edilmiştir. Ayrıca, toprak sıcaklığında yumru gelişmesini etkilediği saptanmıştır (Leopold ve Kriedemann, 1975). Işık ve sıcaklığın etkisini birlikte uygulayarak patates yumrularının gelişmesi incelenmiştir. Kısa (10 saat ışık) ve uzun (14 saat ışık) gün, yüksek (24°C) ve düşük (12°C) sıcaklık gibi dört farklı ortam koşulu altında 60 gün kaldıktan sonra; yüksek sıcaklıkta patates bitkisinin toprak üstü sürgünlerinin ve internodyumlarının çok uzun olduğu gözlenmiştir. Uzun günde ise çok sayıda dal, kök ve stolon geliştiğini izlemişlerdir. Aynı koşullar altında 90 gün kalan patatesin yumru oluşması incelendiğinde en iyi koşulun kısa gün ve düşük sıcaklık olduğu saptanmıştır. Bu koşullar altında, yumruların boyutları düzgün, şekli ve dış görünüşü diğerlerine oranla çok daha kalitelidir (Steward ve ark, 1981).

Yapılan diğer bir çalışmada, nötr gün uzunluğunda yumru oluşması için 20°C'den düşük sıcaklığa gerek duyduğu ve yumru oluşumu 12°C'da optimum olduğu bulunmuştur (Salisbury ve Ross, 1991). Bitki kuru maddesinin % 80'ni yüksek ışık şiddeti ve düşük sıcaklıkta, % 5'i de düşük ışık şiddeti ve yüksek sıcaklıkta yumruya aktarıldığı saptanmıştır. Bitki kuru maddesi en fazla yüksek ışık şiddeti (11.0 m²d-1) ve düşük sıcaklıkta (22-18°C) yumruya aktarıldığı görülmüştür (Menzel, 1985).

Patatesten yapılan bir çalışmada, bitkinin üst kısmı ve köklerin bulunduğu ortam için farklı sıcaklıklar denenmiştir. Yüksek kök ve ortam sıcaklığı tomurcuk oluşumuna ket vurmakta ve bu da yumru oluşumunu teşvik etmektedir. Aynı şekilde düşük kök ve ortam sıcaklığında tomurcuklanma ve yumru oluşumu azalmaktadır. Yüksek

ortam sıcaklığı veya yüksek kök sıcaklığında yumru oluşumu azalmaktadır. yüksek ortam ve düşük kök sıcaklığında hiçbir cevap alınamamış fakat yüksek kök ve düşük ortam sıcaklığında küçük bir artışa rastlanmıştır.

Bilinen hormonlar içinde yumru oluşumu kontrolünde en önemli olan gibberellik asiddir (GA). Çünkü yumru oluşumunu arttıran çevresel değişiklikler gövdedeki gibberellik asid aktivitesinin azalmasına sebep olmaktadır. Ayrıca stolon uçlarında, yumruların belirdiği anda gibberellik asid aktivitesi azalmaya başlamakta ve dışarıdan gibberellik asid uygulaması yumru oluşumunu etkilemektedir. Gibberellik asid uygulanarak meydana getirilen yumru oluşumu etkileri gibberellik asid inhibitörleri ile giderilebilir. Örneğin, CCC (saykosol) çevre koşulları uygun olmasa da yumru oluşumunu teşvik etmektedir (Krug, 1963). Ayrıca, CCC dışarıdan uygulaması BAP (Benzilamin Pürin) etkisini güçlendirerek yumru oluşmasını teşvik etmektedir (Husse ve Staci, 1984). Gibberellik asid inhibitörleri yumru oluşumunu teşvik ettiğine göre yumru oluşum sinyalinde bazı inhibitörlerinin var olması gerektiği düşünülmüştür, fakat bu güne kadar böyle bir inhibitör madde izole edilememiştir. Patates'te yumru oluşumunda sitokinlerin işlevi konusunda pek çok araştırıcı çalışma yapmıştır. Bazı araştırmacılar yumru oluşumu başlangıcında sitokinin spektrumunda değişimler olduğunu saptamışlardır (Sattelmacher ve Marschner, 1979; Koda, 1982). Fakat bazı araştırmacılar sitokinlerin yumru oluşumu başlangıcından direk olarak sorumlu olmadığını ileri sürmüşlerdir (Mauk ve Longilla, 1978). Sitokinin, yumru oluşumunu takip eden hücre bölünmesinde (Okazawa, 1970), nişasta sentez enzimlerinin üretimi (Palmer ve Smith, 1970; Obata-Sasamoto ve Suziki, 1979)

ve ana yumrudan diğer küçük yumrulara aktarımından sorumlu tutulmaktadır.

Ayrıca yapılan bir çalışmada, sitokin maksimum konsantrasyonu 15-20 mm çapındaki yumrularda saptanmıştır. Sitokin artışı 7.5 mm çapından daha küçük yumrularda görülmemiş, ilk olarak artış 7.5 mm çapındaki yumrularda saptanmıştır (Jameson ve ark, 1985). Oksinlerin yumru oluşumu üzerine etkisi incelenmiştir (Koda ve Okazawa, 1983; Ewing, 1988). Yumru büyüme hızı ve oksin içeriği arasındaki ilişki araştırılmış ve sadece yumru oluşumunun başlangıcında oksin aktivitesinde çok az bir artış saptanmıştır. Yapılan bir diğer çalışmada, IAA (indolasetik asit) içeriği ile yumru yaş ağırlığı arasında ters orantı bulunduğu saptanmıştır. Yumru yaş ağırlığı arttıkça IAA içeriğinde düşme olduğu görülmektedir (Marshner ve ark, 1984). Ayrıca, ABA (absisik asit) oranı ile yumru büyüme oranı arasında negatif korelasyon olduğu bulunmuştur. IAA ile ABA arasındaki ilişkiye bakıldığında; yumru büyüme oranı arttıkça IAA oranı artmakta (pozitif korelasyon), ABA oranı azalmaktadır (Menzel, 1984). Etilen, stolon uzamasını ve yumrunun şekillenmesini durdurur.

2- Sonuç

Yumru büyümesinde gibberellik asid gibi olumsuz etkileri vardır. Günümüzdeki ileri sürülenlere göre yumru oluşumu olayı gibberalin-sitokin yada gibberellik asid-ABA oranına bağlı olmalıdır. Fakat diğer büyüme maddelerini saf dışı bırakacak verilerde bulunmamaktadır. Yumru oluşumu hormonal kontrolü konusunda bir çok görüş mevcuttur, fakat henüz kesin veriler bulunmamaktadır.

Çevresel etmenler ve hormonların etkileşimi incelendiğinde, yüksek sıcaklık ve düşük ışık şiddeti uzun fotoperiyotla büyüme hormonu olan gibberellik asid sentezini arttırır ve bu da yumru oluşumunu engeller (Skene ve Kerridge, 1967). Patateste pek çok türde, kök çevresinde tespit edilen yüksek sıcaklıkta gibberellik asidde artış ve sitokininlerde azalma ve inhibitör maddelerinin kök içine aktarıldığı tespit edilmiştir (Gur ve ark, 1972; Itai ve ark, 1973; Manhenett ve Wareing, 1976).

Patates ve diğer yumrulu bitkilerde yumru oluşmasını kontrol eden etmenler hakkında hala az şey bilinmektedir. Her ne kadar yumrular bitkinin kendi morfogenetik özelliğinden dolayı meydana gelmekte ise de yumruların ontogenesi sırasında işleyen bu içsel büyüme ilişkilerini dış ortam faktörleri ile önemli ölçüde değiştirmek mümkündür. Kısa gün ve düşük sıcaklık en iyi yumru ürünü sağladığına göre tüm ortam faktörlerinin etkilerini iyice anlayarak belirli bölgelerde sınırlı olarak büyüyen bitkileri yaygınlaştırmak olasıdır.

3. Kaynaklar

- Boädlaender, K.B.A., 1963. Influence of Temperature, Radiation and Photoperiod on Development and Yield, the Growth of the Potato, London, Butterworth, 210 S.
- Chapman, H.W., 1958. Tuberisation in the Potato Plant. *Physiologia Plantarum*, 11: 224 S
- Daiva, E., Lister, R.M., Park, W.D., 1983. Induction and Accumulation of Major Tuber Proteins of Potato in Stems and Petioles, *Plant Physiol.* 71:161-168.
- Esashi, I., 1963. Studies of the Formation and Sprouting of Aerial Tubers in *Begonia Evansiana* Andr. VI : Photoperiodic Conditions for Tuberization and Sprouting in the Cutting Plants, *Sci. Rep., Tohoku Univ.*, 27: 101-112.
- Ewing, E.E., 1988. The Role of Hormones in Potato (*Solanum tuberosum* L.) Tuberization., In: *Plant Hormones and Their Role in Plant Growth on Development* Davies, P.J. Ed., pp. 515-538. Kluwer Academic Publishers, London.
- Gur, A., Bravdo, B. and Mizrahi, I., 1972. Physiological Responses of Apple Trees to Supra Optimal Root Temperature. *Physiologia Plantarum* 27: 130-8.
- Hussey, G., Stacey, N.J., 1984. Factors Affecting the Formation of in Vitro Tubers of Potato (*Solanum Tuberosum* L.), *Annals of Botany.* 53: 565-578.
- Itai, C., Ben Zioni, A. and ordin, C., 1973. Correlative Changes in Endogenous Hormone Levels and Shoot Growth Induced by Short Treatments to the Root. *Physiologia Plantarum*, 29, 355-360.
- Ivin, J.D., Milthorpe, E.L., 1963. The Growth of the Potato, Butterworth, London.
- İncekara, F., 1965. Endüstri Bitkileri ve Islahı, Nişasta-Şeker Bitkileri ve Islahı, Cilt 3, Ege Ü. Zir. Fak. Yayınları, No: 101, İzmir, 1-12
- Jameson, P.E., Mcwha, J., Haslemone, M.R., 1985. Changes in Cytokinins During Initiation and Development of Potato Tubers. *Physiol. Plant* 63: 53-57.
- Koda, I., 1982. Changes in Levels of Butonal and Water Soluble Cytokinins During the Life Cycle of Potato Tubers. *Plant Cell Physiol.* 23: 843-849.
- Koda, I., Okazawa, I., 1983. Characteristic Changes in the Levels of Endogenous Plant Hormones in Relation to the Onset of Potato Tuberization, *Japan. J. Crop. Sci.*, 52:592-597.
- Leopold, A.C., Kriedemann, P.E., 1975. *Plant Growth and Development*, New Iork, McGraw Hill Series, Swcond Edition, 337-345.
- Manhenett, R. and Wareing, P.F., 1976. Effects of Soil Temperature on the Growth and Hormone Content of *Dactylis glomerata* L. In *Controlled Environments. Journal of Experimental Botani* 27: 1259-67.
- Mansour, B.M.M., 1968. Effects of Temperature and Light on Growth, Flowering and Corm Formation in *Fressia*, *Landbouwhoge Wageningen*, 76: 68-80.
- Marshner, H., Sattelmacher, B. and Bangerth, F., 1984. Growth Rate of Potato Tubers and Endogenous Contents of Indoliacetic Acid and Abscisic Acid, *Phisiol. Plant.* 60: 16-20. Copenhagen.
- Mauk, C.S. and Longilla, A.R., 1978. Physiology of Tuberisation in *Solanum tuberosum* L. Cis- Zeatin Riboside in the

- Potato Plant: Its Identification and Changes in Endogenous Levels as Influenced by Temperature and Photoperiod. *Plant. Physiol.* 62: 438-441.
- Menzel, C.M., 1984. The Potato as a Potential Crop for the Lowland; Tropics. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 61: 162-166.
- Menzel, C.M., 1985. Tuberation in Potato at High Temperatures; Interaction Between Shoot and Root Temperatures, *Annals of Botany*, 52: 65-69.
- Obata-Sasomoto, H., and Suzuki, H., 1979. Activities of Enzymes Relating to Starch Synthesis and Endogenous Levels of Growth Regulators in Potato Stolon Tips During Tuberation. *Physiol. Plant.* 45: 320-324.
- Okazawa, I., 1970. Physiological Significance of Endogenous Cytokinin Occurred in Potato Tubers During their Development Period. *Proc. Crop. Soc. Japan*, 39: 171-176.
- Palavan, N., 1993. Bitki Büyüme Maddeleri, Ü.I.N.:3677, E.I.N.:4, 180-185, İstanbul.
- Palmer, C.E. and Smith, O.E., 1970. Effect of Kinetin on Tuber Formation on Isolated Stolons of *Solanum tuberosum* L. Cultured in Vitro. *Plant Cell Physiol.* 11: 303-314.
- Salisbury, F.B., Ross, C.W., 1991. *Plant Physiology*, 4 th. Ed., Wadsworth Publishing C., 499-500 pp., Belmont, California.
- Sattelmacher, B. and Marshner, H., 1979. Cytokinin Activity in Stolons and Tubers of *Solanum tuberosum* L. During the Period of Isation. *Physiol. Plant.* 44: 69-72.
- Skene, K.G.M. and Kerridge, G.H., 1967. Effect of Root Temperature on Cytokinin Activity in Root Exudate of *Vitis vinifera* C.. *Plant Physiology* (42): 1131-1139.
- Steward, F.C., Moreno, U., Roca, W.M., 1981. Growth, Form and Composition of Potato Plants as Affected by Environment, *Suppl. to Ann. of Bot.*, 48: 1-45.
- Yentür, S., 1987. Bitkilerde Yumur Oluşması, *Doğa Botanik D.*, 11(2): 256-263.