

## TOHUM ÇİMLENME FİZYOLOJİSİ VE ÖNEMİ

Prof. Dr. Yusuf VARDAR ve Münir AHMED

Ege Üniversitesi, Genel Botanik Kürsüsü

Tohum araştırması tatbiki ilimlerin en önemli dallarından birini teşkil eder ; çünkü bitki tohumları insanoğlunun hayatını devam ettirebilmesi için en önemli unsurlardan biridir. Pearson ve Harper (1944) e göre kuru ağırlık bakımından tohumlar dünyadaki gıda maddelerinin % 80 ini ve insanlar tarafından direkt olarak alınan gıdaların da % 75 ini teşkil ederler. Yiyecek, giyecek ve korunma vasıtası olarak kullanılan tohum ve tohum mamulleri, tohumun yetiştirme maksadı ile kullanıldığında sahip olduğu değerin çok üstünde bir toplam değere sahiptirler. Bu bakımdan tohum araştırmalarının omuzlarında ağır bir sorumluluk bulunmaktadır.

Tohum araştırması, genetikçilerin, bitki ıslahçıların, entomologların, bitki fizyologlarının, bitki patoloğlarının ve biyokimyacıların yardım ve işbirliklerini gerektiren ortak bir sorundur. Tohum araştırması biliminde pek çok sayıda problemle karşı karşıya kalınmaktadır. Bunların en önemlilerinden biri de çimlenme- dir. Her tohum tipi için çimlenme probleminin çözülmesi gerekmektedir.

Çimlenme terimi bir botanikçi, meslekten olmayan bir insan, ya da tohum laboratuvarında çalışan bir kimse için başka başka şeyler ifade eder. Bu, botanikçi için radikulanın tohum gömleğinden çıkışı ; meslekten olmayan kimse için toprak üstü kısımlarının topraktan çıkıp belirmesi ; tohum laboratuvarında çalışan bir kimse için de tohum embriyosundan, elverişli şartlarda tohumun normal bir bitki meydana getirebilme yeteneğini belirten gerekli yapıların çıkması anlamına gelir.

Genel olarak, çimlenmeyi düzenleyen bir kaç mekanizma tanımlanmaktadır. Bunların en önemlileri şu şekilde gösterilebilir :

1. Tohum gömleğinin etkisi : Çimlenme üzerinde tohum gömleğinin veya tohumu kaplayan herhangi bir örtünün etkisi ilk olarak 1906 da Crocker tarafından anlaşılmış ve o tarihten bu yana bu konuda pek çok çalışma yapılmıştır. Bunların etkilerinin başlıcaları suya, erimiş gazlara bilhassa oksijen ve karbon



diokside karşı geçirmez olmaları, embriyonun büyümesine engel olacak yeterlikte olduğu kabul edilen mekanik kuvvete sahip bulunmaları ve bünyelerinde kimyasal inhibitörlerin varlığı ile izah edilmektedir. Tabiiatta bu etkilere, hava etkisi ile ıslanıp kuruma, toprakta mevcut mikroorganizmalar, sıcaklık, yağmur ve muhtemelen ışık gibi faktörlerle karşı konulmaktadır. Laboratuvarlarda da bu gerçek kolaylıkla saptanabilir. Meselâ ; *Avena fatua* (Johnson 1935), Havai yayla otları (Akamine 1944), *Sporobolus* türleri (Toole 1941), *Myrtus communis* (Ahmed 1968) ve bir çok diğer bitki türünde tohum gömleğinin çıkarılması, yırtılması veya bir delik açılmasının, çimlenmeyi hızlandırdığı görülmüştür. Aynı şekilde arpa ve yulaf tohumlarında gömleğin çıkarılması ile bunların düşük ısıda da çimlenmeleri sağlanmıştır (Brown ve ark. 1948) ve marulda gömleğin çıkarılması ışık ihtiyacını bertaraf etmektedir (Evenari ve Newmann 1952).

2. Su : Biyokimyasal ve fizyolojik olayları başlatabilmek için, tohumlar olgunluk anında mevcut su muhtevalarına ilâveten, ortamdan su emmek zorundadırlar. Baker (1950) ve Sato ve Goo (1954) tarafından ağaç tohumlarında gösterildiği gibi ortamın osmotik yoğunluğu, bu bakımdan sınırlayıcı bir faktör olabilir. Bu araştırmacılar, bazı Konifer tohumlarında toprak rutubet geriliminin 8 atmosferin üstünde olduğu zaman, tohum çimlenmesinin engellendiğini görmüşlerdir. Pratik olarak, bütün tohumlar, tarla kapasitesinde su absorbe edebilirler. Kausch (1952) 1 atmosferlik difüzyon basıncı eksikliğinin, su alınımına ve çimlenmeye hiç bir önemli etkide bulunmadığını söylemiştir. Bununla beraber Owen (1951) 30 atmosferlik difüzyon basıncı eksikliğinde, buğday tohumlarının % 20 sinin çimlenme gösterdiğini bulmuştur. Aynı şekilde, *Xanthium strumarium*'da Kaul (1961) tohumlar % 15 atmosfere kadar osmotik yoğunlukta iyi çimlenme göstermekte, bunun ötesinde yüzde değerlerinde bir düşme görülmekte ve osmotik basıncı 94 atmosfer olmakta veya daha fazla olan eriyiklerde sifıra kadar düşmektedir.

Tohumların suda ıslatılmaları ile çimlenmenin çabuklaştığı görülmüştür ; fakat esasında ıslatma müddeti sınırlayıcı bir faktördür.

3. Kimyasal tesirler : Evenari (1949), Moewus ve ark. (1951) ve diğer araştırmacıların yaptıkları literatür taramalarından da açıkça görüleceği üzere, çimlenmede kimyasal maddelerin engelleyici ve teşvik edici etkileri konusunda çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda en çok, giberellinlerin, nitratların, kinetinin ve kumarinin etkilerine önem verilmiştir. Bu kimyasal maddelerin etkileri şu şekilde özetlenebilir :

a. Giberellinlerin, hem ışığı gerektiren, hem de ışığa ihtiyaç duymayan tohumlarda çimlenmeyi teşvik ettiği görülmüştür (Fujii ve Ishikawa 1961 ve Bass 1954). Bir çok tohumlarda giberellin benzeri maddelerin bulunduğu anlamıyla, giberellik asidin çimlenmede tabii bir faktör olarak muhtemel önemi artmış bulunmaktadır (Phinney ve West 1960). Ekseriya bu madde, bilhassa



$KNO_3$  in da mevcudiyeti halinde, ışığa hassas tohumların karanlıkta çimlenmelerini teşvik eder. Fakat, Accorn ve Kurtz (1959) ve Nagoo ve ark. (1959) giberellik asidin karanlıkta nisbeten etkisiz olup devamlı ışıktaki çimlenmeyi teşvik ettiğini veya çimlenme için gerekli kritik gün uzunluğunu azalttığını söylemişlerdir. Giberellik asidin yoğunluk ve tatbik müddeti tam karanlıkta çimlenmenin olmamasına etki edebilir. Bununla beraber, ışıkla birlikte tatbik edildiğinde, giberellik asidin etkisi artar. Giberellinler, mavi, kırmızı ve hatta beyaz ışığın inhibe edici etkilerini bertaraf edebilir, fakat uzak-kırmızının etkisini bertaraf edemez. Giberellinlerin etkisi, tohumların yaşıyla alakalıdır. Meselâ : *Eschscholtzia californica*'nın yaşlı tohumları (Ching ve Steward 1958) giberellik asitle muamele edildiklerinde çimlenme yüzdesinde artış görüldüğü halde, genç tohumlarda bu etki görülmez.

b. Kinetin : Tamamen karanlıkta etkisiz olduğu görülmüştür ; fakat küçük ışık dozları ile, fotoreaksiyonun çimlenmeyi meydana getirme etkisini arttırmak suretiyle çimlenmeyi teşvik eder (Miller 1958). Aynı ayrı, kırmızı ile tatbik edilen kinetin çimlenmeyi arttırır, fakat eğer tohumlar kinetin ve kırmızı ışıkla muamele edilip, bundan sonra uzak-kırmızıya maruz bırakılırlarsa, bu teşvik etkisi kısmen azalır (Miller 1958). Ayrıca kinetin, çimlenme üzerinde sıcak muamelelerin meydana getirdiği inhibitif etkiyi de bertaraf edebilmektedir (Porto ve Siegel 1960).

c. Nitratlar : Bunların çimlenmede, bilhassa tohumların olgunlaşma esnasında (Steinbauer ve Frank 1954) ve ışığa hassas tohumlarda (Steinbauer ve Grigsby 1957) rol oynadıkları görülmüştür, fakat bunlar hakkında bilinenler çok müphemdir. Henüz nitratın embriyoya mı etki gösterdiği, yoksa tohum gömleğinde mi değişiklik yaptığı ve ayrıca tohumun içinde metabolizmaya uğrayıp uğramadığı bilinmemektedir. Tütün tohumlarında çimlenmeyi meydana getirmede nitratların giberellik asitle (Hashimoto 1958) ve kinetinle (Ota 1956) sinergistik olarak etki gösterdikleri görülmüştür.

d. Kumarin : Çimlenmenin en etkili inhibitörü olduğu için, kumarinle pek çok sayıda çalışma yapılmıştır. Burström (1954) e göre, hücre çeperi materyalini eriterek avksinin etkenliğini engeller. D'Amato (1954) kumarin ve onun beş türevinin, mitozun profaz öncesi inhibitörü olduklarını ve yüksek yoğunluklarda iş iplikleri teşekkülünü bozduklarını söylemiştir. Fakat Thimann (1960) a göre, kumarin gibi inhibitörler düşük yoğunluklarda tatbik edildikleri zaman, tohum ve sporlarda çimlenmeyi teşvik etmektedirler.

4. Sıcaklık : Bu faktörün önemi Ashby ve Hellmers (1955) tarafından belirtilmiştir. Bu araştırmacılara göre çimlenme için sıcaklık isteği tarla ziraatı için türlerin seçiminde pratik önemi haizdir ; çünkü bazı bölgelerde, toprak rutubeti yeterli durumda iken, mevcut tarla sıcaklığında çimlenecek türlerin kullanılması gereklidir. Sıcaklığın çimlenmeyi ne şekilde kontrol ettiği henüz bilinmemekte-



dir. Çimlenme, müteakip büyüme için uygun sıcaklık sınırları içinde olursa, bu düzenleme normaldir. Mamafih çimlenme yönünden sıcaklığa karşı gösterilen davranış genellikle bundan başka şekiller alır : 1. Çimlenmenin meydana geldiği sıcaklık sınırları daha dar olabilir ve büyüme için elverişli olan sınırlar arasına isabet etmeyebilir. 2. Bir çok ılıman bölge bitkilerinde olduğu gibi çimlenme "mevsimsel termoperiyod" a maruz bırakmakla meydana gelebilir. 3. Çimlenme günlük bir termoperiyoda maruz bırakmakla teşvik edilebilir.

Değişik türler arasında ve hatta bir türün kendi üyeleri arasında dahi görülen büyük sıcaklık değişkenliğinin, yaşa, depolama şartlarına ve diğer faktörlere bağlı olduğu anlaşılmıştır. Sıcaklığın optimumuna kadar artması ile, genellikle çimlenmede de bir artma görülür. Çimlenme için maksimum sıcaklık nadiren de olsa bazan 40° C yi aşar ve minimum 1 - 2° C kadar olabilir.

5. Işık : Çimlenmenin teşvik ve engellenmesinde ışığın rolü uzun yıllardan beri bilinmektedir. Çimlenme için ışığa duydukları ihtiyaç bakımından üç tip tohum tefrik edilmektedir. Bunlar : 1. Işık seven, 2. Çimlenmek için ışığa muhakkak ihtiyaç duyan ve 3. Işıқта inhibe olanlardır. Tohumların ışığa karşı davranışları, su alma müddeti, sıcaklık, tohum gömleği ve depolama müddet ve şartları gibi faktörlerin etkisiyle çok değişir. Işığa karşı davranış, şüphe yok ki, muhtemelen embriyonik sitoplazmada mevcut olan bir fotokimyasal sistemin mevcudiyeti sebebiyle olmaktadır. Son zamanlarda, kırmızı ışığı absorbe eden, fakat kırmızı ışıkla irradiye edilince uzak - kırmızı ışını absorbe eder duruma geçen bir pigment sistemi bitki dokularından izole edilmiştir. Butler, Hendricks ve Siegelman (1960) bu fotoreversibl pigmente "fitokrom" adını vermişlerdir. Bu fotoreversibl pigmentin mevcudiyeti hakkında kati deliller elde edildikten sonra Evenari (1965) marulda tohum çimlenmesi üzerinde ışığın ve diğer faktörlerin etkilerini izah eden bir şema ortaya koymuştur (Şekil 1).

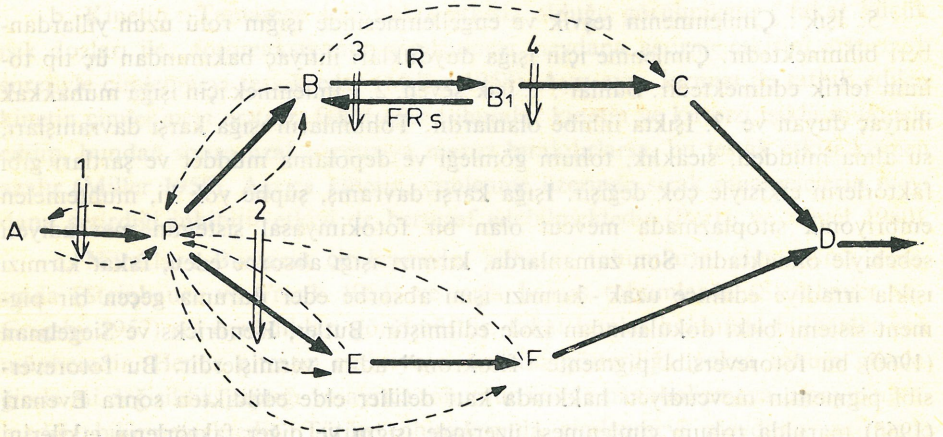
Evenari'ye göre bu şema, sadece marul tohumlarının fotoblastik çimlenme davranışını temsil etmektedir. Çünkü her fotoblastik tohum, aynı şekilde reaksiyon göstermez.

$P \rightarrow B \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$  fotomekanizmayı ve  $P \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow D$  ise skotomekanizmayı temsil eder. Birinci olayı  $R \rightarrow FR$  (kırmızı - uzak kırmızı) reaksiyonu kontrol eder ve ikincisi karanlıkta olur. P, çimlenmede iş gören fizyolojik olayların foto veya skotomekanizma yönüne sevk edilmesini sağlayan bir metabolik kontrol düğmesini temsil eder. Bu yolların herbiri engellenebilir ve engel çeşitli noktalarda kaldırılabilir. Karanlıkta çimlenmeyen bütün tohumlarda skotomekanizma engellenmiştir (Şekil 1 : 2). Kısa müddet FR irradiasyonu ile çimlenmeleri etkilenmeyen karanlıkta çimlenen tohumlarda bu engel mevcut değildir. Çimlenme sıcaklığının azaltılması, endospermanın açılması, giberellinler ve



$KNO_3$  skoto - engelini bertaraf ederler ( $P \rightarrow E$  veya  $P \rightarrow F$ ). Yüksek sıcaklık dereceleri kumarin ve yüksek osmotik yoğunluklar skoto-engelini yeniden meydana getirebilirler ( $E \rightarrow P$  veya  $F \rightarrow P$ ). Olgunlaştırmadan sonra, tohum gömleğinin oksijene permeabilitesi arttığı için, bu engel ortadan kalkabilir.

Fotomekanizma P de başlar. Su alma esnasında B pigmenti, R - absorbe eden formda sentez veya aktive edilir ( $P \rightarrow B$ ); bu da su alma esnasında fotosensitivitenin artışı izah eder. Kinetin ve  $KNO_3$  bu olayı teşvik edebilir ( $P \rightarrow B$ ). R tatbiki, foto - engeli ortadan kaldırarak B yi FR - absorbe eden  $B_1$  haline getirir (Şekil 1 : 3). Bu foto - engel - FR ile yeniden meydana getirilebilir. Bundan sonra  $B_1$ , C D ye yol açan olayları harekete getirir. Kumarin bu gidiş yolunu engelleyebilir (Şekil 1 : 4), halbuki thiourea ve bir dereceye kadar giberellin bu



Şekil 1 : Tohum çimlenmesinde ve diğer faktörlerin etkilerini gösteren şema (Evenari'ye göre).

foto-engeli aşabilir ( $B \rightarrow C$ ). Uzun müddet verilen FR ve mavi ışığın etkisi henüz açıkça bilinmemektedir. FR, fotoblastik olan ve olmayan marul varyetelerinde foto ve skotomekanizmaların her ikisini de engellediği için, muhtemelen P den önceki bir safhada etki yapmaktadır (Şekil 1 : 1).

Evenari'ye göre bu iki gidiş yolundan daha fazla yollar ve bu yollarda çok daha fazla engeller mevcut olabilir. Fakat genel gidiş yolu aşağı yukarı verilen şemaya benzemektedir.

Diğer faktörler : Mantarların da çimlenmede yardımcı oldukları görülmüştür. Bazı durumlarda, meselâ *Thesium humile*'de çimlenme, ancak mantarlar tohumu nüfuz ettikten sonra vuku bulmaktadır. Mantarların bu etkisi bunların sert tohum gömleğine nüfuz ederek bu gömleği gevşetmeleri ile ilgilidir.

Bazı araştırmacılar tarafından ileri sürülen enteresan bir husus da, ayın çimlenme üzerinde etkisidir. Kincaid (1935) de ay ışığının *Nicotiana tabacum* üzerinde



etkisi olduğunu görmüştür. Aynı şekilde Semmens (1947) de adını zikretmediği bir türde, ay ışığı ile muameleden sonra çimlenme yüzdesinde bir artış görmüştür. O, bunu, ışığın kısmen polarize oluşu ile izah etmektedir. Fakat olayı tam olarak destekleyecek deliller henüz yeterli değildir. Mamafih ayın fethedildiği şu günlerde bu sorun ayrıca büyük önem kazanmıştır.

### SONUÇ

Çimlenmeyi düzenleyen mekanizmayı yeniden gözden geçirecek olursak, bunların ya tek başına, ya da kombinasyon halinde buldukları sonucuna varırız. Kombinasyon halinde bunlar iş gördükleri esnada ya bağımsız, ya da birbirlerine bağlı olarak çalışırlar.

Bu mekanizmalar, türlerin hayatlarını idame ettirme yeteneklerini büyük ölçüde etkilerler; meselâ, etli meyvelerin yenilen kısmındaki inhibitörler, tohumun meyve içinde çimlenmesini önlerler. Aynı şekilde sert tohum gömlekleri, belirli bir zamanda, tohumların sadece bir kısmının geçirgenliğe sahip olmasını, su almasını ve çimlenmesini sağlarlar. Bu bakımdan bu mekanizmalar, kuraklık, hastalık, yangın v.s. gibi kötü çevre şartlarıyla karşılaşan bütün bir dölün imha olmasının önüne geçmektedirler.

Özel bir fotoperiyoda ve özel sıcaklığa duyulan istekler çimlenmeyi ancak hayat devresinin başlamasına en uygun iklimlerde, ortamlarda ve toprak derinliklerinde mümkün kılarak selektif mekanizmalar şeklinde iş görürler ; meselâ, ılıman kuşak bitkilerinin tohumları kış geçtikten sonra çimlenmek suretiyle, kışın donma ile meydana gelebilecek olan fide ölüm oranını asgari hadde indirmiş olurlar.

Son olarak şunu söyleyebiliriz : Her ne kadar bu konuda pek çok sayıda araştırma yapılmışsa da, çimlenmenin problemleri çok karışık olup, tohumun bu hayat devresini açıklığa kavuşturmak için daha pek çok çalışma yapılması gerekmektedir.

Geniş alanları ve değişik iklim bölgelerini kaplayan vatanımızda tarımsal produktivite yönünden farklı bitki tohumları kültürü bakımından bu problemin ciddi şekilde etüdü ise şüphesiz çalışkan botanikçileri beklemektedir.

### BİBLİYOGRAFYA

1. AHMED, M. (1968) : Studies on the eco - physiology of *Myrtus communis* L. (yayımlanmamış).
2. BARTON, L.V. (1961) : Seed preservation and longevity. London.
3. CROCKER, W. ve BARTON, L.V. (1957) : Physiology of seeds. Waltham - Mass.
4. KOLLER, D., MAYER, A.M., POLJAKOFF - MAYBER, A. ve KLEIN, S. (1962) : Seed germination. - Ann. Rev. Plant Physiol. 13 : 437 - 464.
5. MEYER, B.S. ve ANDERSON, D.B. (1939) : Plant physiology. New York.
6. RUHLAND, W. (1965) : Encyclopedia of Plant Physiology. 15(2) : 669 - 924. Berlin.
7. SINGH, A. (1967) : Plant physiology. London.