

Yüksek sıcaklıkların kültür bitkilerinde hastalık ve zararlı gelişimi üzerindeki etkisi

Автор(и): гл. ас. д-р Мария Христозова, Институт по овощарство – Пловдив, Селскостопанска академия – София; гл.ас. д-р Дияна Александрова, Институт по овощарство – Пловдив, ССА

Дата: 25.07.2025 *Брой:* 7/2025



Özet

Son on yılda, küresel ölçekte ortalama yıllık sıcaklıklarda kalıcı bir artış eğilimi gözlenmektedir. Bu durum, kültür bitkilerinin fizyolojisi, tarımsal uygulamalar ve verim stabilitesi dahil olmak üzere tarımsal üretim üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Yükselen sıcaklıklar, bir dizi ekonomik açıdan önemli hastalık ve zararlıının gelişim dinamiklerini, dağılımını ve biyolojisini önemli ölçüde etkileyerek bitki koruma ve agro-ekosistemlerin sürdürülebilir yönetimi için yeni zorluklar yaratmaktadır.

Çok sayıda çalışma, yüksek sıcaklıkların aynı anda patojenleri, zararlıları ve bitki direncini etkileyerek geleneksel gelişim döngülerinde kaymalara, enfeksiyon baskısının artmasına ve patojenik mikroorganizmaların adaptasyonuna yol açtığını doğrulamaktadır. Yüksek sıcaklık stresi, bitkiler üzerinde fizyolojik ve biyokimyasal açıdan geniş bir etki spektrumuna sahiptir. Kültür bitkilerinde yüksek sıcaklıkların neden olduğu fizyolojik zararlar, en sık olarak yaprak ve gövde yanıkları, erken yaprak dökümü, genç sürgünlerin büyümesinin baskılanması ve meyvelerde deformasyon veya dökülme şeklinde kendini gösterir. Bu değişiklikler, fotosentetik aktivitede önemli bir azalmaya, su dengesinin bozulmasına ve nihayetinde verimde düşüşe ve ürün kalitesinin bozulmasına yol açar. Bazı türlerde, hızlandırılmış doku yaşlanması, bozulmuş tozlaşma ve ayrıca patojenlere ve abiyotik stres faktörlerine karşı artan duyarlılık da gözlenir.



Yüksek sıcaklıkların neden olduğu ahududu zararı

Sıcaklık stresinin etkisi altında, meyve bitkileri hem birincil metabolizmayı hem de koruyucu bileşiklerin sentezini etkileyen önemli biyokimyasal değişiklikler geçirir. En yaygın reaksiyonlardan biri, hücrelerde **oksidatif stresi** indükleyen **reaktif oksijen türlerinin** artan birikimidir (Mittler, 2002). Bu, detoksifikasyon ve membran bütünlüğünün stabilizasyonunu amaçlayan enzimatik antioksidan sistemleri aktive eder (Hasanuzzaman ve ark., 2013). Ayrıca, su tutmayı destekleyen ve proteinleri denatürasyondan koruyan prolin, şekerler ve gliserol gibi **ozmoprotektif maddelerin** artan sentezi gözlenir (Wahid ve ark., 2007). Sıcaklık stresi aynı zamanda

fotosentezle ilişkili anahtar enzimlerin aktivitesini inhibe eder, makro besin elementlerinin (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ gibi) metabolizmasını bozar ve klorofil sentezini azaltarak fotodegradasyona yol açar (Camejo ve ark., 2005).



Yüksek sıcaklıkların neden olduğu erik ve fındık zararı

Uzun süreli stres altında, antimikrobiyal aktivite dahil koruyucu bir işleve sahip olan, ancak genellikle büyüme ve meyve verme pahasına gerçekleşen **fenolik bileşikler, flavonoidler ve fitoaleksinlerin** birikimi kaydedilir (Krasensky & Jonak, 2012). Biyokimyasal yanıtın yoğunluğu türe ve çeşide özgüdür ve bitkinin yaşına ve önceki yetiştirme koşullarına bağlıdır.

Tahıl bitkilerinde, yüksek sıcaklıkların azot metabolizmasını düzenleyen nitrat redüktaz enziminin aktivitesinde azalmaya yol açtığı tespit edilmiştir. Bu durum, tanelerin hem bileşimini hem de ağırlığını güçlü bir şekilde etkiler (Paulsen, 1994).

Bitkilerin yanı sıra, yüksek sıcaklıklar hastalık ve zararlıların gelişimini de etkiler.

Sıcaklık, böceklerin dağılımını ve gelişimini güçlü bir şekilde etkileyen ana faktörlerden biridir (Stange ve Ayres, 2010). Böcekler poikilotermik organizmalardır, yani kendi sabit vücut sıcaklıkları yoktur. Ortamın sıcaklığını alırlar ve buna bağımlıdırlar. Tüm metabolik süreçler belirli sıcaklık limitleri içinde gerçekleşir. Artan sıcaklıklarla birlikte, çoğu böcek türü daha fazla miktarda besin tüketmeye başlar, gelişimleri hızlanır ve daha aktif hale

gelirler, bu da sırayla yaşam döngülerini, populasyon büyüklüğünü ve coğrafi dağılımlarını etkiler (Porter ve ark., 1991). Bazı türler daha yüksek sıcaklıklara adapte olamaz, bu da gelişimlerinin yavaşlamasına ve populasyonlarının azalmasına yol açar. Öte yandan, daha yüksek sıcaklıkların daha hızlı üremeye, nesil sayısında artışa ve daha yüksek populasyon yoğunluğuna katkıda bulunduğu birçok böcek türü vardır (Bale ve ark., 2002; Skendžić ve ark., 2021). Örneğin, daha yüksek sıcaklık ve daha yüksek hava neminde, tütün beyazsineği (*Bemisia tabaci*) populasyonları önemli ölçüde artar (Pathania ve ark., 2020). Sebze bitkilerinde, Reddy (2013) lahana kök sineği (*Delia brassicae* W.), soğan sineği (*Delia antiqua* M.), patates böceği (*Leptinotarsa decemlineata* S.) ve mısır kurdu (*Ostrinia nubilalis* H.) populasyonlarında hızlanmış gelişim gözlemlenmiştir.

Meyve türlerinde, elma içkurdu (*Cydia pomonella* L.) ve kırmızı örümcek akarı (*Panonychus ulmi* Koch) gibi zararlılarda nesil sayısında artış gözlenmektedir (Porter ve ark., 1991). Böcek gelişimi için en uygun sıcaklıklar 10°C ile 30°C arasındadır. Bireysel gelişim evreleri için, fizyolojik süreçlerin en yoğun şekilde ilerlediği farklı optimum sıcaklıklar vardır. Bu optimum sıcaklıklarda, böcekler en uzun süre yaşar ve maksimum doğurganlık sergilerler. Her tür için, gelişimin altında ve üzerinde böcek gelişiminin yavaşladığı veya durduğu sözde alt ve üst sıcaklık eşikleri vardır. Sıcaklıklar üst gelişim eşiğinin veya 40°C'nin üzerine çıktığında, birçok böcekte öldürücü bir etki gözlenir. Bu kadar yüksek sıcaklıklarda, böcek vücudundaki enzimler ve kan hücreleri tahrip olur, bu da onların ölümüne yol açar. Örneğin, elma içkurdu (*Cydia pomonella* L.) larvaları 48°C sıcaklıkta ölür (Tang ve ark., 2000). Karatavuk (*Lymantria dispar* L.) yumurtaları 55°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda açılmaz (Hosking, 2001).

Sıcaklık, kültür bitkilerindeki hastalıkların gelişimi, virülansı ve epidemiyolojisi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bakteriyel hastalıklar için enfeksiyon ve yayılmanın en uygun koşulları, yüksek hava nemi ile 20 ila 30 °C arasındaki sıcaklıkların birleşimidir (Pokhrel, 2021). Optimum aralığın dışındaki sıcaklıklar – hem üstünde hem de altında – patojenlerin üremesini ve hareketliliğini baskılayarak hastalık gelişimini önemli ölçüde yavaşlatabilir veya tamamen engelleyebilir (Cohen & Leach, 2020). Fungal patojenler de sıcaklığa bağımlılık gösterir. Asmada, külleme (*Erysiphe necator*) 21 °C ile 30 °C arasındaki sıcaklıklarda en yoğun şekilde gelişirken, 34 °C'nin üzerindeki sıcaklıklar konidial ölümüne neden olur (Delp, 1954).

Yükselen sıcaklıklar, meyve bitkilerindeki fungal patojenlerin sporulasyon ve enfeksiyon gelişimi süreçlerinin düzenlenmesinde kilit rol oynar. Çalışmalar, meyvelerde kahverengi çürüklükten sorumlu *Monilinia* cinsindeki fitopatojenlerde, konidial sporulasyon ve enfeksiyon için optimum sıcaklığın 20–25 °C arasında olduğunu göstermektedir. 10 °C'nin altındaki veya 25 °C'nin üzerindeki sıcaklıklar normal spor oluşumunu baskılar ve fungal patojen tarafından kolonizasyonu yavaşlatır (Xu ve ark., 2001). *Monilinia fructicola* fitopatojeni ile yapılan

bir çalışma, sıcaklık yaklaşık 25 °C'ye yükseldiğinde, askosporların salınması ve çimlenmesi için gereken sürenin kısaldığını, oysa 30 °C'yi aşan sıcaklıklarda sporulasyonun sınırlandığını göstermektedir.

Çalışmalar, bakteriyel patojenler *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* ve *Pseudomonas syringae*'nin (sert çekirdekli meyve bitkilerinde bakteriyel kanser etmenleri) yüksek nemle birleştiğinde 25–30 °C sıcaklıklarda optimum gelişim gösterdiğini ve 15 ila 35 °C aralığında bitkileri enfekte edebildiğini göstermektedir (Rojas ve ark., 2017; Peetz ve ark., 2009; West ve ark., 2024). Tahmin modelleri, bakterilerin maksimum in vitro büyüme hızının yaklaşık 30 °C'de en yüksek değerine ulaştığını, ≥35 °C'de ise önemli ölçüde azaldığını göstermektedir (Rojas ve ark., 2017).

Ortalama yıllık sıcaklığın artmasıyla birlikte, belirli tarımsal uygulamaların değiştirilmesi gerekmektedir.

Zararlıların neden olduğu hasar ve kayıpları azaltmak için, insektisit uygulamalarının daha erken ve daha sık yapılması gerekmektedir.

Birçok ıslah programı, hastalıklara ve iklim değişikliğine karşı dayanıklı veya toleranslı çeşitlerin geliştirilmesine odaklanmaktadır. Bu şekilde, sadece pestisit kullanımı azalmayacak, aynı zamanda bitkilerin yüksek sıcaklıklara ve kuraklığa karşı direnci de artırılacaktır.

İklim koşullarındaki değişiklikler,