

Molecular Mechanisms of Plant Responses to Abiotic Stress: Salinity and Heavy Metals

Seda Mesci^{1*}

¹Project Coordination and Guidance Office, Rectorate, Hitit University, 19100, Çorum, Turkey

Abstract

Abiotic stresses are among the major environmental factors limiting plant growth and productivity, including salinity, heavy metal accumulation, drought, and temperature extremes. These stress conditions disrupt cellular homeostasis by affecting ion balance, osmotic regulation, metabolic processes, and gene expression, thereby negatively influencing plant development. Therefore, understanding plant responses to abiotic stress at the molecular level is essential for improving stress tolerance and ensuring sustainable agricultural production. Molecular approaches, particularly gene expression analyses, are effective tools for identifying defense mechanisms and adaptation processes activated under stress conditions. In this review, recent and well-recognized studies on abiotic stress conditions were reviewed, and the key molecular mechanisms and approaches involved in these processes were systematically evaluated. Molecular responses are observed to vary depending on plant species differences and the type and dose of salinity and heavy metal stress and are shaped according to specific stress conditions. This study highlights the importance of molecular responses to abiotic stress and emphasizes that understanding these mechanisms is crucial for developing stress-tolerant plant varieties and supporting sustainable agricultural practices.

Key Words: Abiotic stress, Salinity stress, Heavy metal stress, Molecular mechanisms, Stress tolerance

Abiyotik Strese Karşı Bitki Yanıtlarının Moleküler Mekanizmaları: Tuzluluk ve Ağır Metaller

Özet

Abiyotik stresler, bitki büyümesi ve verimliliğini sınırlayan en önemli çevresel faktörler arasında yer almakta olup tuzluluk, ağır metal birikimi, kuraklık ve sıcaklık değişimleri gibi çeşitli stres koşullarını kapsamaktadır. Bu stresler bitkilerde iyon dengesi, osmotik düzenleme, metabolik süreçler ve gen ekspresyonu gibi temel hücresel mekanizmaları etkileyerek bitki gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle bitkilerin abiyotik streslere karşı verdiği yanıtların moleküler düzeyde anlaşılması, stres toleransının artırılması ve sürdürülebilir tarımsal üretimin sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır. Moleküler yaklaşımlar, özellikle gen ekspresyon analizleri, stres koşullarına bağlı olarak aktive olan savunma mekanizmalarının ve adaptasyon süreçlerinin belirlenmesinde etkili yöntemler arasında yer almaktadır. Bu derleme kapsamında, abiyotik stres koşullarına ilişkin güncel ve saygın literatür incelenmiş ve bu süreçlerde rol oynayan temel moleküler mekanizmalar ile yaklaşımlar sistematik bir çerçevede değerlendirilmiştir. Bitki türlerindeki farklılıklar ile uygulanan tuz ve ağır metal stresinin türü ve dozuna bağlı olarak moleküler yanıtların değişkenlik gösterdiği ve bu yanıtların stres koşullarına özgü olarak şekillendiği gözlenmektedir. Bu çalışmada, abiyotik streslerin bitkiler üzerindeki etkileri ve bu streslere karşı gelişen moleküler yanıtların önemi ele alınmakta olup, bu mekanizmaların anlaşılmasının stres toleransına sahip bitki çeşitlerinin geliştirilmesine katkı sağlayacağı ve sürdürülebilir tarım uygulamaları açısından önemli olduğu vurgulanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Abiyotik stres, Tuz stresi, Ağır metal stresi, Moleküler mekanizmalar, Stres toleransı

