

Oksidatif hasarlara karşı bitki korumada antioksidan bir sistem gelişmektedir. Bu sistemle ROS üretimi ya baskılanır ya da daha önceden meydana gelen ROS'ler parçalanır. ROS'ların toksik etkileri ise CAT, POD, fenolik gibi antioksidanlar ve diğer savunma bileşikleri tarafından ortadan kaldırılır. Canlı hücrelerde bulunan protein, lipid, karbohidrat ve DNA gibi okside olabilecek maddelerin oksidasyonunu önleyen veya geciktirebilen maddelere **antioksidanlar** ve bu olaya **antioksidan savunma** denir (Çavdar vd. 1997).

Mekanizma	Lokalizasyon	Başlıca Reaktif oksijen türleri
<b>Oluşum ( ürün )</b>		
Fotosen. ET ve PSI-II	Kloroplast	$O_2^-$
Solunum ET	Mitokondri	$O_2^-$
Glikolat Oksidaz	Peroksizom	$H_2O_2$
NADPH oksidaz	Plazma Membranı	$O_2^-$
Yağ asidi $\beta$ -oksidasyonu	Peroksizom	$H_2O_2$
Oksalat Oksidaz	Apoplast	$H_2O_2$
Ksantin Oksidaz	Peroksizom	$O_2^-$
Peroksidaz ,Mn ve NADH	Hücre Duvarı	$H_2O_2, O_2^-$
Amino oksidaz	Apoplast	$H_2O_2$
<b>Parçalama</b>		
Süperoksit dismutaz	Kloroplast, Sitozol, mitokondri, Apoplast	$O_2^-$
Askorbat peroksidaz	Kloroplast, Sitozol, mitokondri, Apoplast	$H_2O_2$
Katalaz	Peroksizom	$H_2O_2$
Glutatyon Peroksidaz	Sitozol	$H_2O_2, ROOH$
Peroksidaz	Hücre duvarı, Sitozol, Vakuol	$H_2O_2$
Askorbik Asit	Kloroplast, Sitozol, mitokondri, Apoplast	$H_2O_2, O_2^-$
Glutatyon	Kloroplast, Sitozol, mitokondri, Apoplast	$H_2O_2$
$\alpha$ -Tokoferol	Membranlar	$ROOH, O_2^-$
Karotenoidler	Kloroplast	$O_2^-$

Stres sonucu meydana gelen **poliamin** ile bitki toleransı arasında bir korelasyon olduğu görülmüştür. Stres altında poliaminler membranların geçirgenliğini, kararlılığını etkiler, proteinleri ve makromolekülleri korur, RNA, DNA ve nükleotid trifosfatların fonksiyonunu değiştirebilir. Poliaminler ayrıca stresi düzenleyen gen ekspresyonun da düzenleyicileridir, serbest radikal temizleyicilerdir, sekonder metabolitlerin öncüsüdür, NADP oksidaz enziminin inhibisyonu süresince olası  $O_2^-$  in birikimini baskılayarak antioksidan özellik gösterirler (Papakadis ve Roubelakis- Angelakis 2005). Ha vd., (1998) yaptıkları çalışmada spermin ve spermidinin en etkili antioksidanlar olduğu ileri sürmüşlerdir.

Bitkiler farklı stres faktörlerine aynı veya benzer savunma mekanizmaları geliştirmişlerdir. Bitkiler stresi ya tolare etmekte yada ondan kaçınmaktadırlar. Stres faktörleri yapısal ve metabolik hasarlara neden olmaktadır. Bu hasarlar tersinir ya da tersinmez olabilirler. Bu yüzden bitkiler sekonder metabolitlerin yanısıra PR proteinleri gibi başka savunma yolları da geliştirmişlerdir

Familya	Üye tipi- Referanslar	Özellikleri
PR-1	Tütün ( <i>Nicotiana tobaccum</i> ) PR-1a (Antoniw vd. 1980)	Antifungal
PR-2	Tütün PR-2 (Antoniw vd. 1980)	B-1,3 Glukanaz
PR-3	Tütün P,Q ( Van Loon 1982)	Kitinaz I, II ,IV,V, VI,VII
PR-4	Tütün R ( Van Loon 1982)	Kitinaz tip I,II
PR-5	Tütün S (Van Loon 1982)	Thaumatimn benzeri
PR-6	Domates ( <i>Lycopersicum esculentum</i> ) inhibitörl (Green ve Ryan 1972)	Proteinaz İnhibitörü
PR-7	Domates P <sub>69</sub> (Vera ve Conejero 1988)	Endoproteinaz
PR-8	Salatalık ( <i>Cucumis sativus</i> ) Kitinaz (Métraux vd. 1988)	Kitinaz III
PR-9	Tütün (lignin –oluşumu peroksidaz ) (Lagrimini vd. 1987)	<b>Peroksidaz</b>
PR-10	Maydanoz( <i>Petroselinum c.</i> )-PR1 (Somssich vd. 1986)	Ribonukleaz benzeri
PR-11	Tütün sınıf V kitinaz (Melchers vd. 1994)	Kitinaz tip I
PR-12	Turp ( <i>Raphanus s.</i> ) R <sub>s</sub> – AFP3 (Terras vd. 1992)	Defensin
PR-13	Arabidopsis THI2-1 ( Epple vd. 1995)	Thionin
PR-14	Arpa ( <i>Hordeum vulgare</i> ) LTP4 (García-Olmedo vd. 1995)	Lipid- transfer protein
PR-15	Arpa OxOa (Zhang vd. 1995)	Oksolat oksidaz
PR-16	Arpa OxOLP (Wei vd. 1998)	Oksolat oksidaz-benzeri
PR-17	Tütün PRp27 (Okushima vd. 2000)	Bilinmiyor

PR protein Familyası  
(Loon ve Streien 1999).

## Sekonder Metabolitler

Bitkiler büyümeleri ve gelişmeleri sırasında işlevleri olmayan çok sayıda ve çeşitli organik bileşikler üretirler.

**Bitkisel kökenli Sekonder metabolitler üç ana gruba ayrılır.**  
Terpenler, Fenolik bileşikler, Azotlu bileşikler:

Sekonder metabolitlerin bitkilerdeki önemli işlevleri:

- Kuraklık, tuzluluk, UV ışınları gibi değişik çevresel etkenlerin oluşturduğu stres ortamına karşı koyma
- Herbivorlara ( böcek, sürüngenler...) karşı savunma,
- Mikroorganizmalara karşı savunma,
- Bazı metabolik ve daha az gelişmiş ekolojik işlevler (polinasyon, ve tohum dağılımını sağlamak için hayvanları ve diğer taşıyıcıları cezbetme)

Kaynak: <http://slideplayer.biz.tr/slide/11639721/>

## Konu Kaynakları:

Çavdar, C., Sifil, A. and Çamsarı, T. 1997. Reaktif oksijen partikülleri ve antioksidan savunma. Türk Nefroloji Diyaliz ve Transplantasyon Dergisi, 3-4, 92-95.

Loon, V.L. and Streien, V. 1999. The families of pathogenesis related proteins, Their activities and comparative analysis of PR-1 type proteins. Physiological and Molecular Plant Pathology, 55, 85-97.

Mitler, R. 2002. Oxidative stres, antioxidants and stress tolerance. TRENDS in Plant Science, 7(9), 405-410.

Papakadis, A.K., Roubelakis- Angelakis, K.A. 2005. "Polyamines inhibit NADPH OXİDASE-mediated superoxide generation and putrescine prevent programmed cell death induced by polyamine oxidase generated hydrogen peroxide", Planta, 220, 826-837.