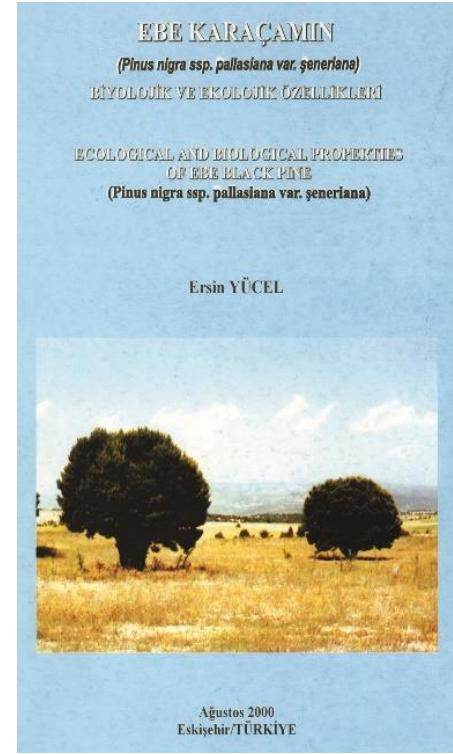
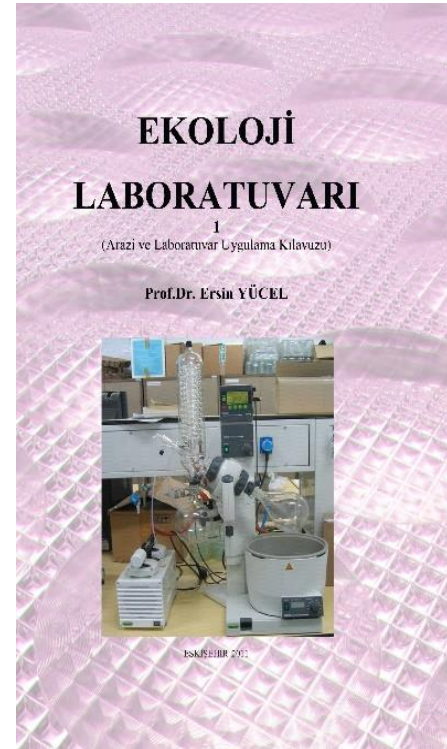
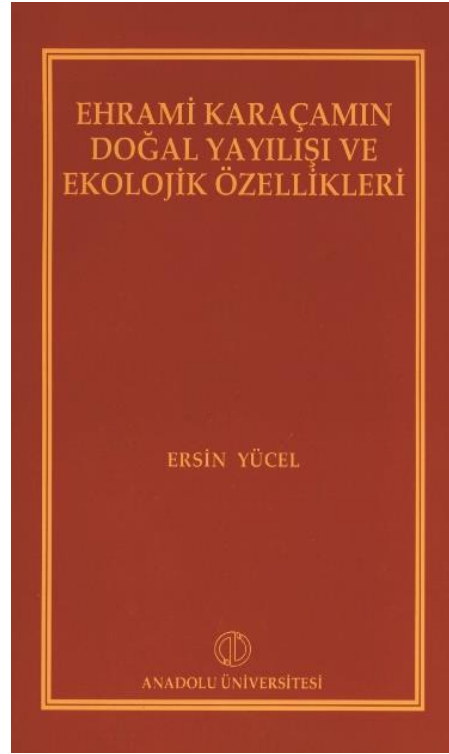
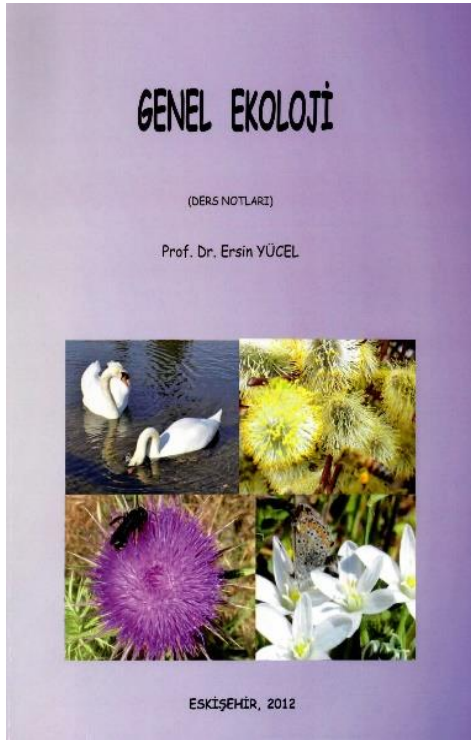


BİTKİ EKOLOJİSİ (BIY 384 BİTKİ EKOLOJİSİ 2+0)



Prof. Dr. Ersin YÜCEL
Eskişehir Teknik Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü
www.biodicon.com
www.ersinyucel.com.tr

YÜKSEK YAPILI BİTKİLERDE SAVUNMA MEKANİZMALARI

BİTKİ EKOLOJİSİ

Prof. Dr. Mahmut KİLİÇ
Prof. Dr. H. Güray KUTBAY

Geliştirilmiş 3. Baskı

PALME YAYINEVİ

Bitkiler, kendilerine zararlı böceklere, parazit mantarlara ve kendisiyle rekabete giren diğer bitkilere karşı sayıları on binin üzerinde olduğu sanılan çeşitli salgılarıyla kendilerini korurlar. Bazı bitkilerse **morfolojik ve yapısal mekanizmalar** geliştirerek kendilerini patojenlerin etkisinden korurlar.

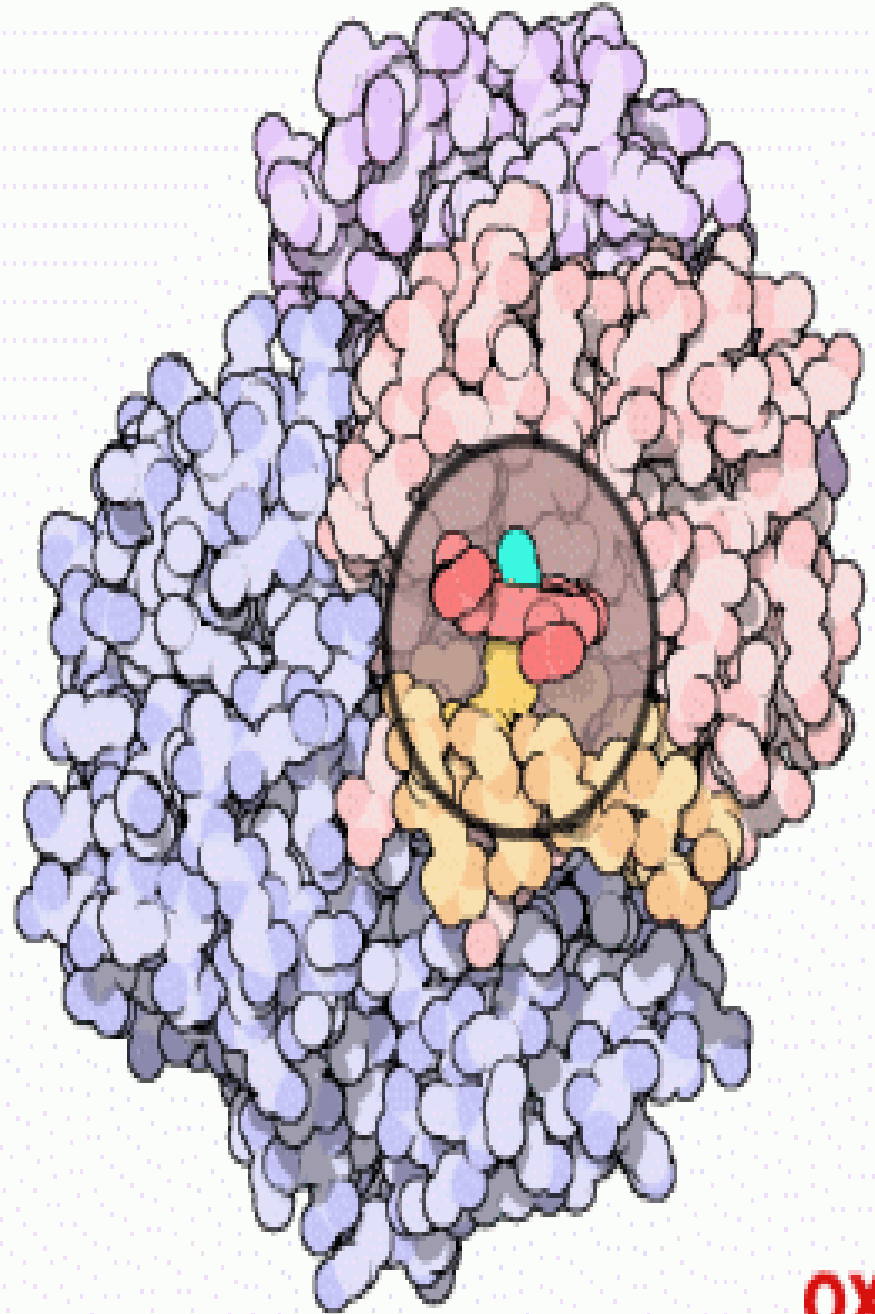


Meşe ağaçlarının yaprakları saldırıya uğradığı zaman, besin değeri yüksek sıvıyı geriye çeker, tırtılların fazla besin almasını engelleyerek onları zayıf düşürür. Ancak bu ters etki yapar, çünkü geri çekilen sıvıda tırtıllar için hayati tehlike taşıyan virüsler bulunur.



© Erv Evans

Herhangi bir etkiye karşı, bir bitkinin savunma yeteneği ve savunma gücü, çevresel şartların etkisiyle yönetici genlerde meydana gelen **genetik yapı değişikliği** ile ilgilidir.



Farklı bitkilerde savunma gücü

ve yeteneği farklı olmaktadır.

Yüksek yapılı bitkilerin, çeşitli biyotik ve abiyotik baskılara karşı oluşturduğu savunma önlemleri iki grupta toplanır:

1. Bitkilerde önceden var olan savunma mekanizmaları

2. Alarm sistemi adı verilen ve bir uyarı ile açığa çıkan mekanizmalar (uyarılmış tepkiler)

1. BİTKİDE ÖNCEDEDEN VAROLAN SAVUNMA MEKANİZMALARİ

Bitkilerde önceden var olan savunma mekanizmalarını iki grupta toplayabiliriz:

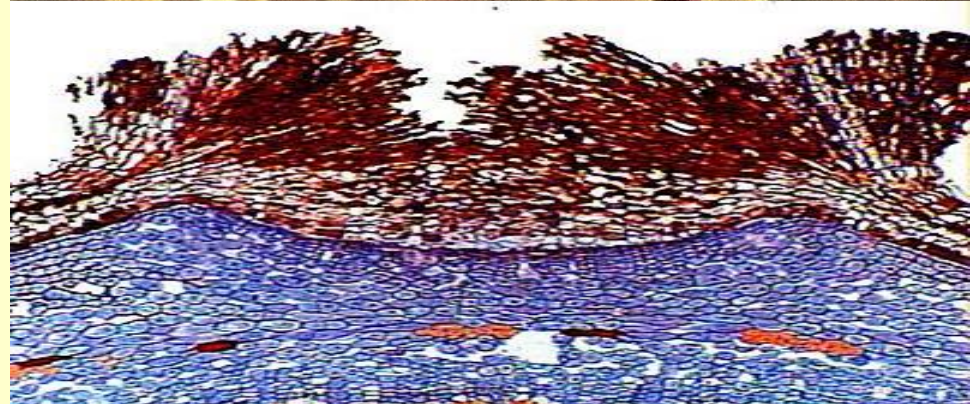
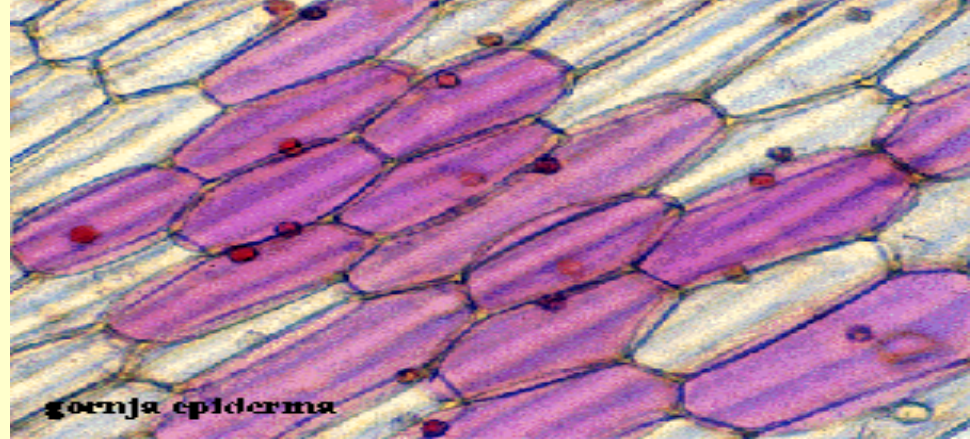
1.1. Morfolojik ve yapısal savunma mekanizmaları

1.2. Enfeksiyon öncesinde var olan biyokimyasal savunma mekanizmaları

1.1. Morfolojik ve yapısal savunma mekanizmaları

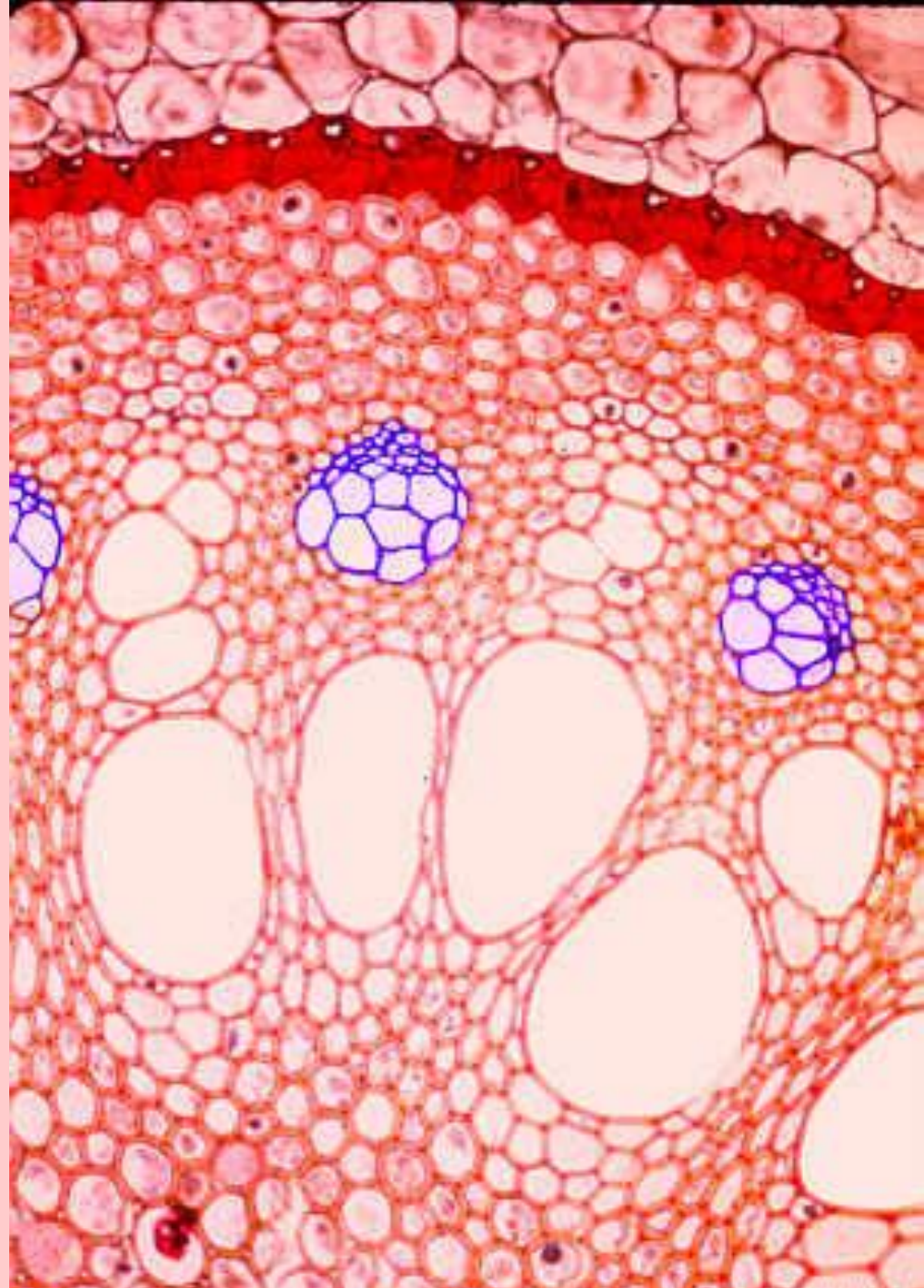
✓ Patojenlere karşı savunmada, patojenler ilk olarak yüzey engeli ile karşılaşır.

✓ Patojen girişi ya epiderma yoluyla yada stoma, lentisel gibi açıklıklar yoluyla olur.



Bir patojen konak girişine ulaştığında, patojenin hareketi ve yayılması;

- ✓ **ksilem** elemanlarının lümenleri vasıtasıyla, ve
- ✓ sukulent parenkimatik hücrelerle veya
- ✓ her ikisiyle birden engellenmeye çalışılır.

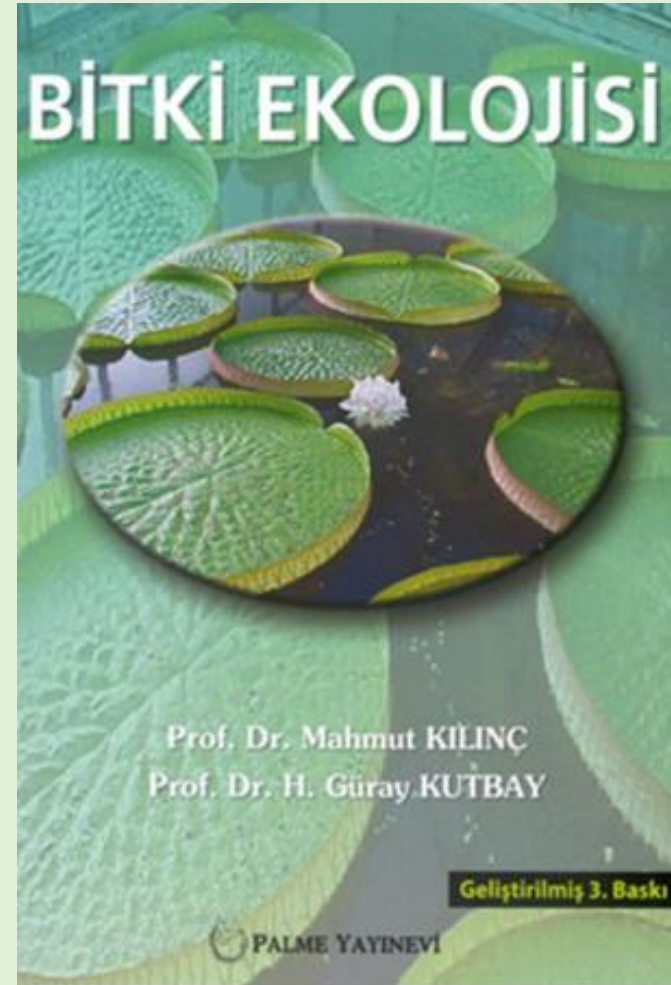


Epidermin yapısal özellikleri

- **1. Mum Tabakası ve Kütikula**
- **2. Epidermal Hücre Çeperinin Yapısı**
- **3. Doğal Açıklıkların Yapısı**

Patojenin girişi ve saldırma yeteneđini etkileyen

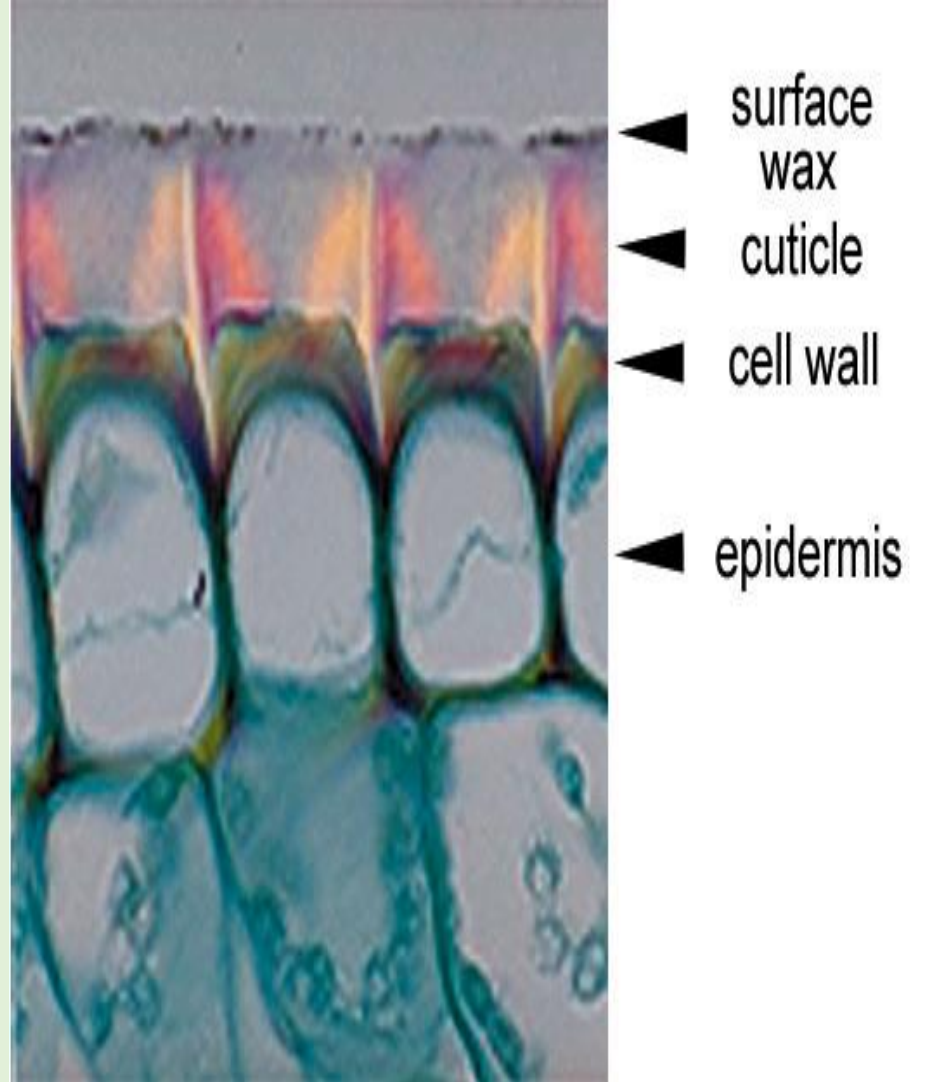
- ❖ Epidermal yapılar
- ❖ Mum tabakası ve
- ❖ Kutikula,
- ❖ Epidermal hücre çeperi
- ❖ Doğal açıklıklar



Mum, hücresel olmayan bir koruyucu tabaka olup hidrofobiktir.

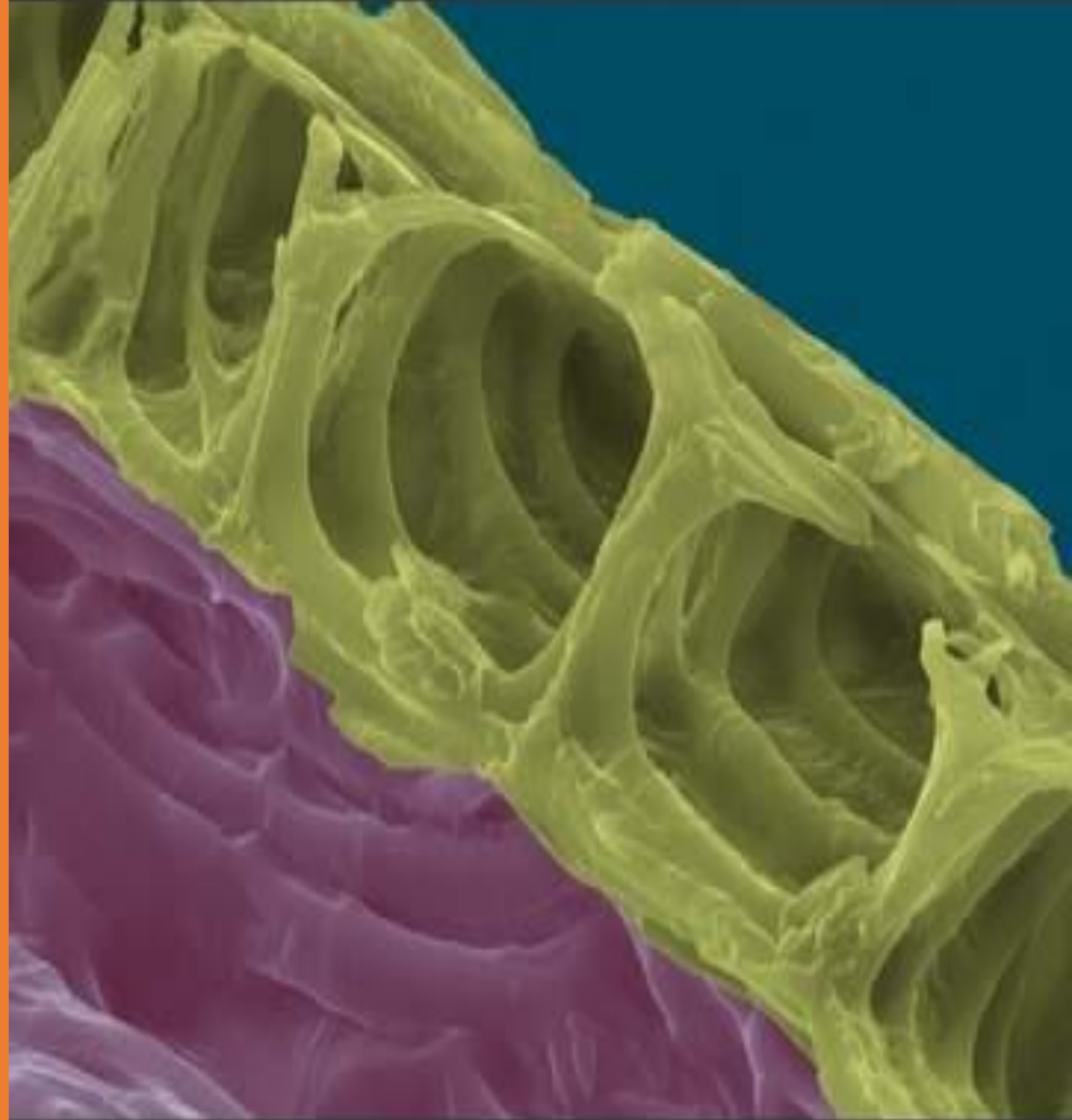
Bu tabaka içinde sekonder toksik maddelerin varlığı savunmadaki rolünü kuvvetlendirir.

Kutikula fiziksel ve kimyasal engel olarak hareket eder.



Epidermal hücrelerin kuvvetli ve kalın dış çeperleri patojenler için engeldir.

Birçok patojen doğal açıklıklar sayesinde bitki bünyesine girer.



Puccinia graminis tritici
tarafından buğday gövdesinde
pas hastalığı meydana
getirildiğinde, çimlenen tohum
tüpü, gece çiğini kullandığı
için, sabahları stomaları geç
açılan buğday varyeteleri, bu
patojene karşı daha dirençli
olur.

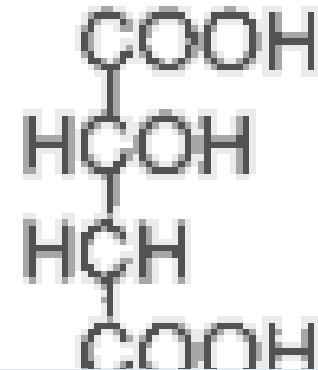
Stoma üzerinde oluşturulan
geniş kutikular örtü, patojenin
yaprak mezofiline ulaşmasını
zorlaştırır.



1.2. Enfeksiyon öncesinde varolan biyokimyasal savunma mekanizmaları

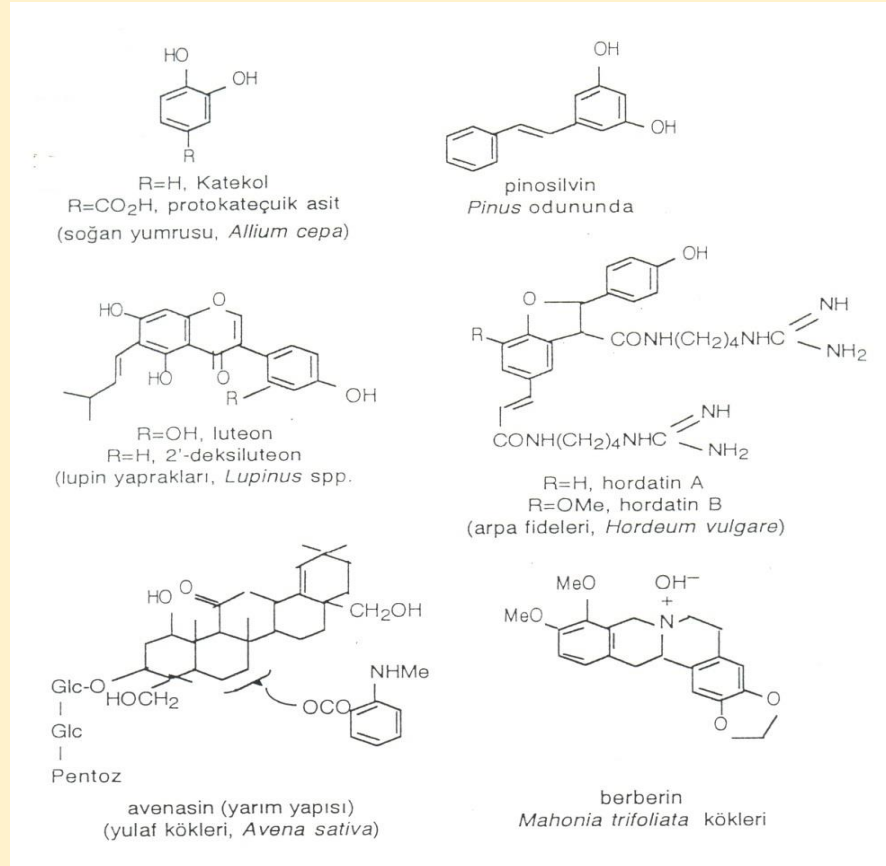
1. Bitkiler tarafından çevreye bırakılan inhibitörler:

Cicer arietinum'un küfe karşı dirençli olan varyetelerinde, yapraklarında daha fazla **malik asit** içeren tüyler olduğu bildirilmiştir.



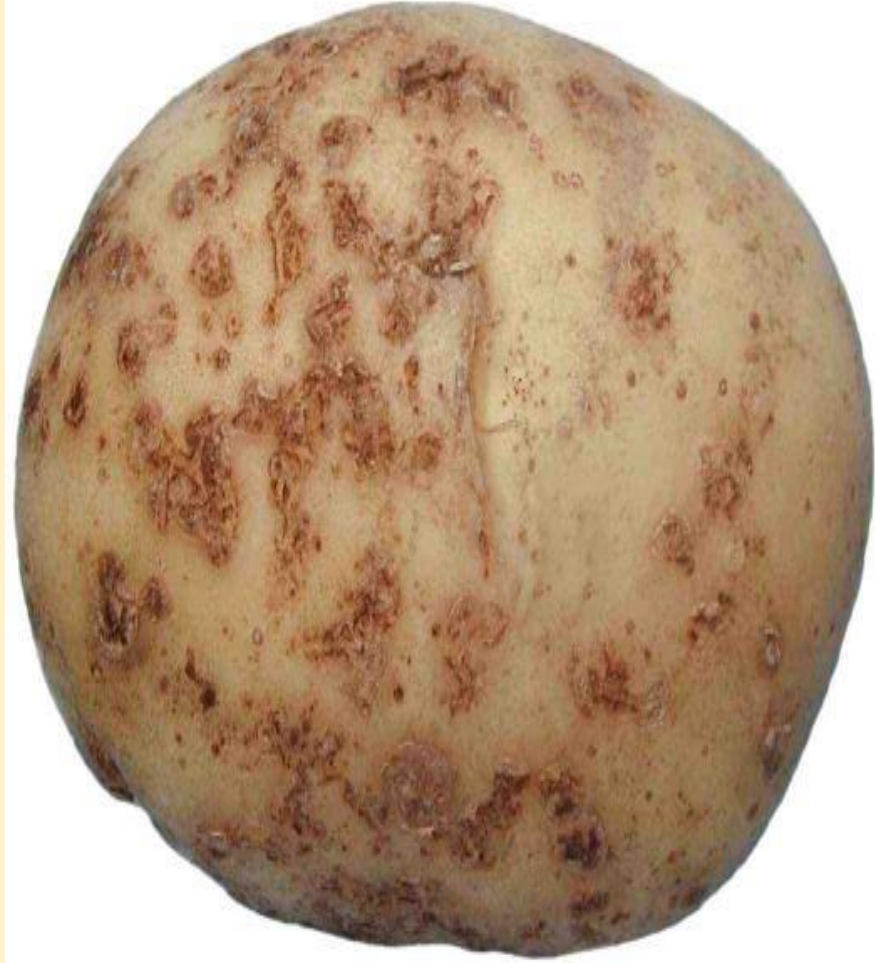
2. Enfeksiyon Öncesinde Varolan Biyokimyasal Savunma Mekanizmaları

• 1. Bitkiler Tarafından Çevreye Bırakılan İnhibitörler



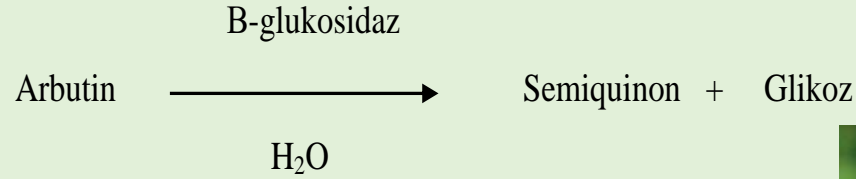
2. Bitki hücrelerinde bulunan inhibitör maddeler:

- *Streptomyces scabies*, patatestes scap hastalığını meydana getirmektedir.
- Patates yumrularında bulunan yüksek konsantrasyondaki **klorogenik asit** *S. scabies*'e karşı direnç oluşumunu sağlamaktadır.



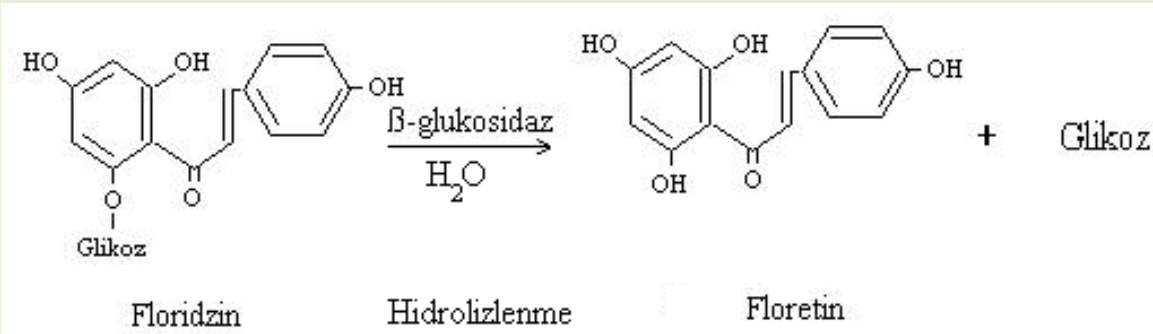
2. Bitki Hücrelerinde Bulunan İnhibitör Maddeler

- Yulaf yaprakları ve köklerinde birkaç fungusun gelişimini engelleyen bir glukozin olan **Avenasin** bulunur.
- *Erwinia amylovora*'nın meydana getirdiği ateş küfüne karşı armutların belli dokularında oluşan direnç, Arbutin fenolik glikozidi ile gerçekleşir.



2. Bitki Hücrelerinde Bulunan İnhibitör Maddeler

- Floretin glikoziti olan floridzinin; hem dirençli hem de hassas elma türlerinin yapraklarında bulunur.
- Floretin; yüksek düzeyde, fungitoksik bileşiklerin bir ürünü olan fenoloksidoz ile okside edilir ve patojen sınırlandırılır.
- Bu sayede patojenin etkisi önlenir.
- Ferulik asit ve parakumarik asit esterleri, karbonhidrat hidrolazlarının aktivitesini engelleyerek mantar saldırısına karşı bitkiyi korurlar.



2. Bitki Hücrelerinde Bulunan İnhibitör Maddeler

- **Sesquiterpenler ve Alkoloidler,**
- hayvanlar tarafından sık alındığında toksiktirler,
- acı tattadırlar ve
- beslenmede itici olarak rol oynarlar,
- mikroorganizmalara karşı aktiftirler.

- **Saponinler;** hücrelerin zar sistemini ortadan kaldırarak toksik etki yaparlar.

- Aromatik aminoasitler ise, insanlar tarafından yendiğinde halüsinasyona (akli denge bozukluğundan ileri gelen kuruntu) neden olur.

2. Bitki Hücrelerinde Bulunan İnhibitör Maddeler

- Bitkilerde bulunabilen bu maddelerden bazıları, patojen saldırısından sonra toksik olabilirler.
- Çoğunlukla toksik madde üretimi için gerekli substrat ve enzimler farklı organellerde bulunduğundan substrat ve enzim bir araya gelerek zehir üretmektedirler.
- **Steroid alkoloidlerden solanin (kültür patateslerinde), patates yumrularının toprak üstünde bulunan kısımlarının yeşil renk almasıyla öldürücü konsantrasyonlara erişebilir.**



2. ALARM SİSTEMİ ADI VERİLEN VE BİR UYARTI İLE AÇIĞA ÇIKAN MEKANİZMALAR (UYARILMIŞ TEPKİLER)

2.1. Uyarılmış Savunmalar ve Alarm Durumu

Alarm ile biyotik ve abiyotik baskılara karşı oluşturulan savunmalar sırasında meydana gelen kompleks biyolojik olaylar şunlardır:

1. Belli biyotik ve abiyotik baskılar ile oluşturulan **hastalıklar**
2. Uyarıların sistemik olarak taşınabilmesini ve baskıya uğramış doku tarafından **savunma maddelerinin üretimi**
3. Uyarı sonucu olarak hedef dokuda **yeni oluşturulan morfolojik ve fizyolojik değişiklikleri** kapsar.

2. Alarm Sistemi Adı Verilen ve Bir Uyarı İle Açığa Çıkan Mekanizmalar (Uyarılmış Tepkiler)

- Bir uyarı ile oluşan savunma mekanizmalarının çoğu yüksek yapılı bitkilerde meydana gelir.
- Bunlar uyarılmış tepkiler veya alarmlar olarak belirtilir.
- **Biotik ve abiyotik baskılara karşı oluşturulan savunmalar sırasında meydana gelen biyolojik olaylar şu durumları kapsar:**
- 1-Belli biyotik ve abiyotik baskılar ile oluşturulan hastalıkları,
- 2-Uyartıların sistemik olarak taşınabilmesini ve baskıya uğramış doku tarafından savunma maddelerinin üretimini (elektriksel veya kimyasal, bazen her ikisi)
- 3-Uyarı sonucu olarak hedef dokuda yeni oluşturulan morfolojik ve fizyolojik değişiklikleri kapsar.

2. Alarm Sistemi Adı Verilen ve Bir Uyarı İle Açığa Çıkan Mekanizmalar (Uyarılmış Tepkiler)

- **Uyarılmış Savunmalar ve Alarm Durumu**
- Uyarı ile meydana gelen lokal bir tepki; saldırılan bölgede sınırlı olarak meydana getirilir.
- Sistemik tepki ise; saldırılan bölgenin dışındaki bölgelerde de meydana gelen tepkidir.
- İlk oluşan etkiler (stres) ile, sonradan gelecek sekonder etkiler (stres) benzer olursa, etki ve tepkilere “**Spesifik Etkileşim (specific interaction)**” adı verilir.
- (Örneğin tek bir mantarın diğer mantarlara karşı direnç oluşumuna yol açması spesifik bir etkileşimdir.
- Örneğin tek bir mantarın diğer mantarlara karşı direnç oluşumuna yol açması spesifik bir etkileşimdir.)
- İlk etki ile sonradan meydana gelecek diğer etkiler tamamen ilgisiz olursa, sonuçta “**non- spesifik etkileşimler**” ortaya çıkar.

- ❖ Uyarı ile meydana gelen tepkilerin **lokal** veya **sistemik** etkilerini ayırmak her zaman mümkün olmaz.
- ❖ Lokal bir tepki, saldırılan bölgede sınırlıdır; sistemik tepki ise, saldırılan bölge ile sınırlı değildir.
- ❖ **İlk stres (etki)** ile **sekonder stres** benzer olursa, gösterilecek tepkilere “**Spesifik Etkileşim**” denir.
- ❖ Örn.: Bir mantarın diğer mantarlara karşı direnç oluşturması.
- ❖ İlk etki ve sonradan oluşan etkiler ilgisiz olursa “Non-spesifik Etkileşim” ortaya çıkar.

2.2. Enfeksiyondan Sonra Meydana Getirilen Yapısal Ve Morfolojik Savunma Mekanizmaları

- **Enfeksiyondan Sonra Meydana Getirilen Yapısal ve Morfolojik Savunma Mekanizmaları**
- **1. Mantar Tabakalarının Oluşumu**
- **2. Absisyon Tabakalarının Oluşumu**
- **3. Bölmelere Ayırma İşlemi**
- **4. Tylose Oluşumu**
- **5. Sakız, Zamk ve Reçine Depolanması**
- **6. Hyphae (mantar hifi) Kılıfı**

2.2. Enfeksiyondan Sonra Meydana Getirilen Yapısal Ve Morfolojik Savunma Mekanizmaları

- Mantar tabakaların oluşumu:

Mantar tabaka enfeksiyon bölgesinin altında üretilir, patojenin ürettiği toksik maddelerin yayılmasını engeller, madde akışını da engellediğinden patojeni açlıktan öldürür.

- Örn.: *Rhizoctonia* ve patates.



2.2. Enfeksiyondan Sonra Meydana Getirilen Yapısal Ve Morfolojik Savunma Mekanizmaları

- **1. Mantar Tabakalarının Oluşumu**
- A- Patojenin ürettiği toksik maddelerin yayılmasını engeller,
- B- Enfekte olmuş bölgeye sağlıklı olarak su ve besleyici maddelerin akışını önler,
- C- Patojenin açlıktan ölmesine neden olur.

• 2. Absisyon tabakalarının oluşumu:

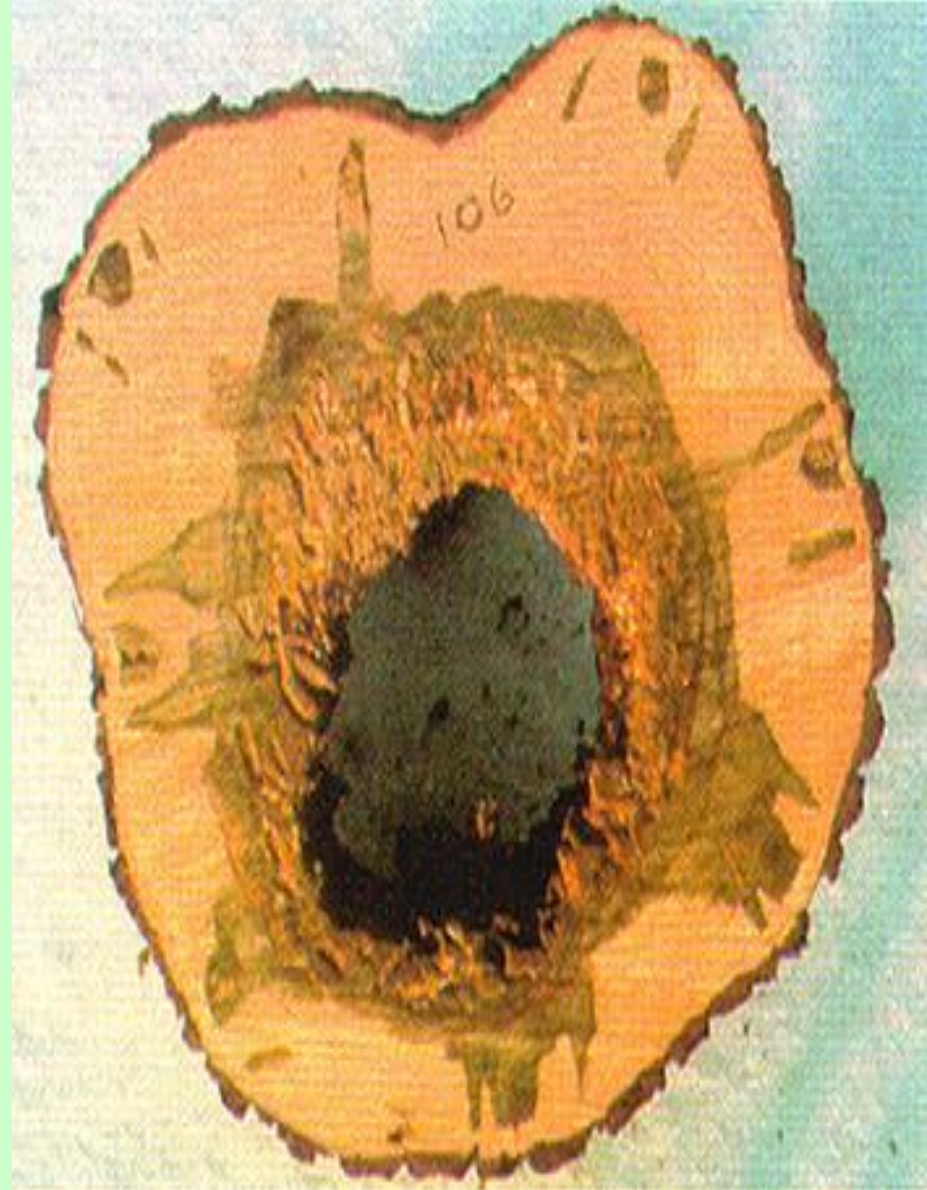
- Bakteri, virüs, fungus veya böcek saldırısı sonucunda yaprak üst ve alt taraftan merkeze doğru absisyon tabakası oluşur ve yaprak düşer.
- Bazı funguslar, bakteriler veya virüsler tarafından yapılan enfeksiyonun sonucu olarak, oksalat kristalleri içeren meyve ağaçları gençken aktif olan yapraklarında absisyon tabakaları oluşur.
- Absisyon tabakası, belli zamanlarda iç ve dış faktörlerin etkisiyle, bir yaprağın gövdeye bağlı olduğu bölgede, üst ve alt taraftan merkeze doğru kama şeklinde ilerleyen özel bir mantar dokusudur.
- Bu doku yaprak ve gövdeyi birbirinden ayırır.
- Yüksek yapılı bitkilerde böcek yada patojen saldırısına karşı özellikle yaprak ayası veya petiolde erken gelişen bir absisyon tabakası, erken yaprak dökümüne neden olur.
- Yaprak dökülmesinde patojen bitkiden uzaklaştırılır.
- Oluşan bu tepki patojene karşı bitkiyi koruyan bir yapıya sahiptir ve absisyon tabakasının oluşumu ile gerçekleştirilir.



3. Bölmelere ayırma işlemi:

Ağaçların öz kısımlarındaki yapısal ve fizyolojik değişimler sonucunda patojen saldırılarının kısıtlanmasıdır.

Büyüme halkaları ve öz ışın kollarının meydana getirdiği engeller tarafından belirlenir.



Bölmenin

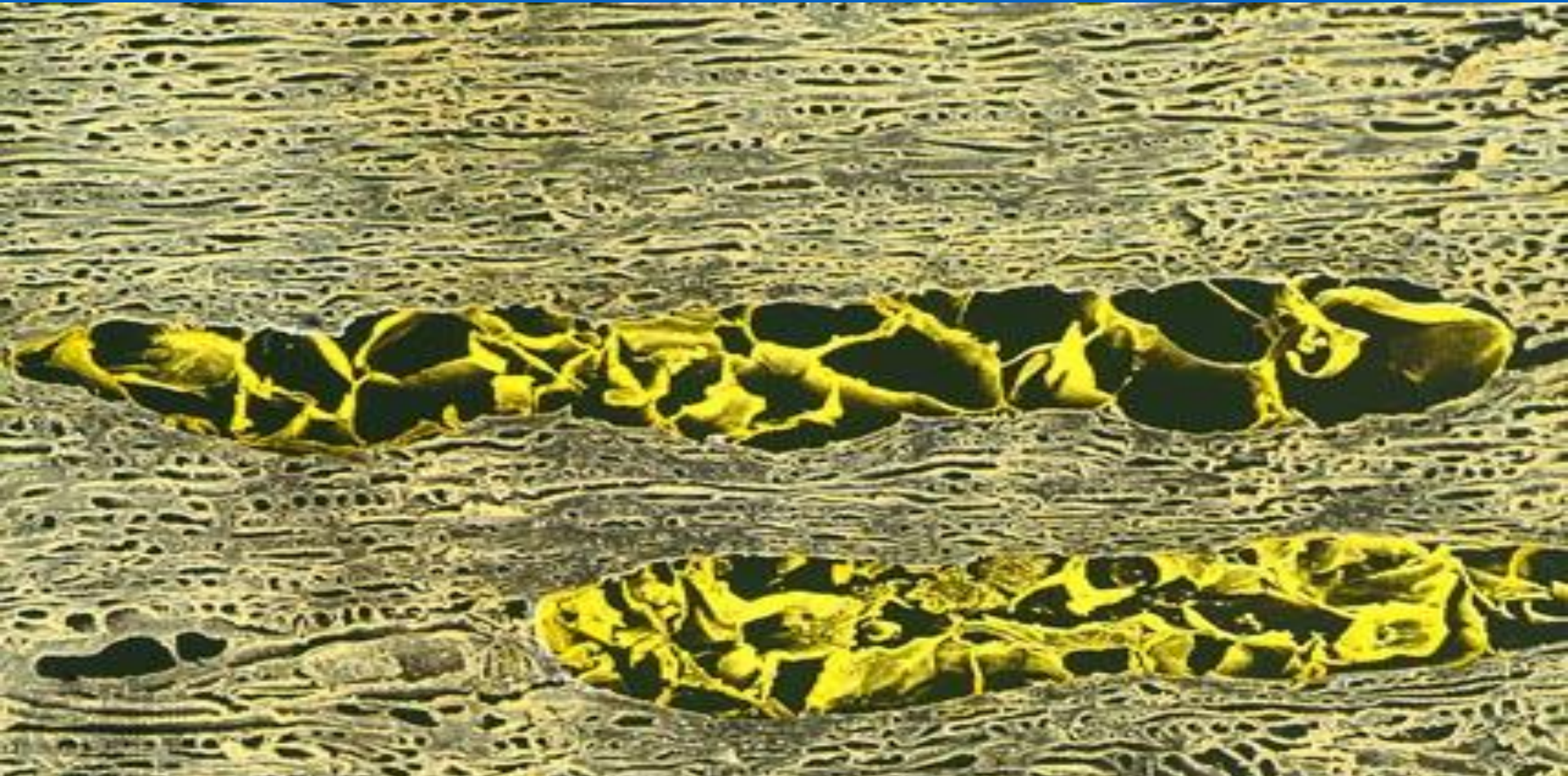
fonksiyonu iki
yönlüdür:

1. İlk saldırının
yayılmasını önler.

2. Orijinal giriş
noktasındaki diğer
sekonder patojen
saldırılarını
engeller.



- ✓ Tylose oluşumu ve sakız depolanması iletime engel olur.
Patojen kuşatılır.
- ✓ Lokal bir tepkidir, kompartıman dışındaki bölgelere yapılan



3. Bölmelere Ayırma

- Bölmelere ayırma işleminde, hücrede yeni kimyasalların sentezi gerektiği için fazla miktarda enerji harcanır.
- Bölmelere ayırma işleminde, hücrede yeni kimyasalların sentezi gerektiği için fazla miktarda enerji harcanır.
- Bölmelere ayırma işlemi lokal bir tepkidir. Kompartıman dışındaki bölgeye patojen saldırısını önleyemez.



4. Tylose Oluşumu

- Tylose' lar ksilem içinde çıkıntılar oluşturarak, birbirlerine yakın canlı parankimatik hücreler protoplastlarını örtecek derecede büyürler.
- Tylose oluşumunun hızı onun savunmada rol oynayıp oynayamayacağını belirler.
- Tylose genellikle solmaya neden olan faktörlerden biri olarak kabul edilir ve bir bölmelere ayırma işlemi sayılır.



5. Sakız, zamk ve reçine depolanması:

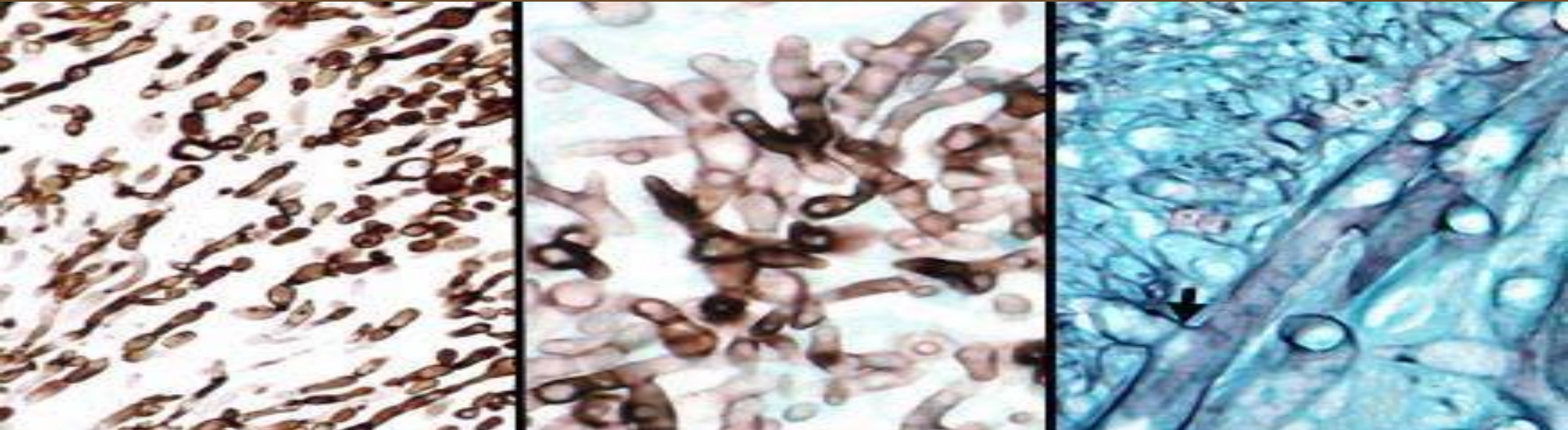
Hastalıklı bölgenin sınırları boyunca sakız, zamk ve reçine depolanarak mekanik bir direnç oluşturulur.

Örn.: Eriğin *Pershore* varyetesi ve *Steum purpureum*.



6. Hyphae (mantar hifi) Kılıfı

- ❖ Hücre çeperine nüfuz eden hyphae'nin çeper genişlemesi ile örtüldüğü görülür ve bu örtü yayılan patojenleri durdurur.
- ❖ Örtünün yapısı değişmez, hyphae kılıfı, selüloz, kalloz ve diğer maddelerden meydana gelir ve bazen bu örtü çeper yerine bir sitoplazma ürünü olabilir.



2.3. Enfeksiyon Sonrasında Oluşan Kimyasal Savunma Mekanizmaları:

2.3.1. Yüksek derecede duyarlı bitkilerin oluşturduğu tepkiler

Hipersensitif

Tepkiler (HSR):

Bitkilerden herbivor veya patojenlere karşı oluşturulan bir savunma reaksiyonudur.



Enfeksiyon Sonrasında Oluşan Kimyasal Savunma Mekanizmaları

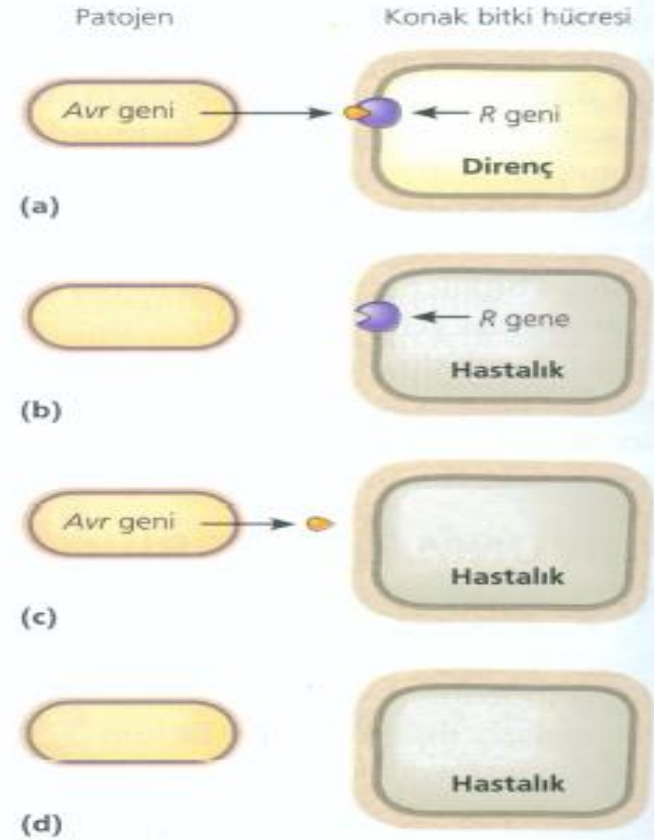
- **Kimyasal Savunma Mekanizmaları**
- Bir patojen bitkiye girince, bitki bir savunma hattı olarak süratle bir kimyasal saldırı başlatır.
- Kimyasal savunma sistemi, bitkinin belirli patojenleri kalıtsal olarak tanıma yeteneğiyle güçlenir.
- Bitkiler genelde patojenlerin çoğuna karşı toleranslıdır.
- Bunun nedeni, bitkilerin doğasında patojenleri tanıma ve onlara karşı başarılı savunma stratejileri geliştirme yeteneğinin bulunmasıdır. Bazı patojenler, kimliğini saklayabilmekte ve konukçunun savunma sistemini baskılamaktadır.

Enfeksiyon Sonrasında Oluşan Kimyasal Savunma Mekanizmaları

- Özgül dominant direnç allellere (R) sahip bir bitki, tamamlayıcı avirülans allellere sahip (Avr) patojenleri tanıyınca, bu durum ortaya çıkmaktadır.
- Özgül dominant direnç allellere (R) sahip bir bitki, tamamlayıcı avirülans allellere sahip (Avr) patojenleri tanıyınca, bu durum ortaya çıkmaktadır.
- Eğer bitki uygun bir R geni içermezse, patojen bitkiye saldırabilir ve bitkiyi öldürür.
- Pek çok patojen mevcuttur ve bitkiler çok sayıda R genine sahiptir.
- Avr geni, muhtemelen, patojenden gelen bazı "sinyal" moleküllerinin üretimine yol açmaktadır; bu molekül, bitki hücrelerinin reseptörüne özel olarak bağlanma yeteneğine sahip bir ligand dır.

Enfeksiyon Sonrasında Oluşan Kimyasal Savunma Mekanizmaları

- Ligandın reseptöre bağlanması, enfekte olmuş bitki dokusunda savunma tepkisine yol açan bir sinyal iletim yolunu harekete geçirmektedir.
- Bu savunma, hem enfeksiyon bölgesindeki lokal bir tepkinin ve hem de tüm bitkide daha genel sistemik bir tepkinin artışını kapsar.



ŞEKİL 39.30 Bitkilerin patojenlere karşı, gene–gen direnci. (a) Bir bitki patojendeki dominant özgül *Avr* alleline karşı özel bir dominant *R* alleline sahip olduğunda direnç ortaya çıkar. Olasılıkla *R* genleri özel reseptörleri kodlamaktadır. *Avr* genleri patojende iş gören bileşikler üretir; ancak, aynı zamanda özel olarak konak bitki hücrelerinin reseptörlerine bağlanan ligandlar olarak da iş görür. Eğer bir gen diğer geni tanıyamazsa hastalık oluşur. Çünkü (b) patojen bitkideki *R* alleline karşılık gelen dominant *Avr* alleline sahip değildir. (c) Bitki, patojendeki *Avr* alleline karşılık gelen dominant *R* alleline sahip değildir ya da (d) hem patojen ve hem de bitki, birbirlerini tanımayı sağlayan allellere sahip değildir.

Enfeksiyon Sonrasında Oluşan Kimyasal Savunma Mekanizmaları

- 1. Hypersensitif Tepkiler (HSR)
- 2. Phytoncides Kavramı
 - Fitoalexinler



1. Hypersensitif Tepkiler (HSR)

- Hypersensitif Tepkiler ile birbirleriyle uyumsuz olan konak parazit kombinasyonları meydana gelir.
- Yani parazit bir direnç ile karşılaşır.
- Hypersensitif Tepkiler fenolik maddelerin aşırı oksidasyonu sonucunda, hücrelerdeki oksidatif ve redüktif işlemler arasındaki dengenin bozulması sebebiyle meydana gelir ve bazı hücresel yapıların yıkımına yol açar.
- Yaprak gövde gibi kısımları enfekte eden virüs ve bakterilere karşı bitki dokuları deforme edilerek hypersensitif bir tepki ile savunma oluşturulur.
- Enfeksiyon, aynı zamanda, hücre çeperinde moleküllerin karşılıklı bağlantı kurmasını ve lignin birikimini uyarmaktadır.
- Bu tür tepkiler, bitkinin diğer kısımlarına patojenin yayılmasını önler.

1. Hypersensitif Tepkiler (HSR)

- Eğer patojen *R-Avr* eşleşmesine dayalı bir avirüent ise, lokal olarak beliren savunma tepkisi daha canlı ortaya çıkar.
- Bu tür bir yanıt, **aşırı duyarlı tepki** (kısaltması HSR) olarak isimlendirilir.
- Enfeksiyon bölgesindeki hücreler, kendi kimyasal savunmalarını ortaya koyup, o bölgeyi örttükten sonra, kendilerini yok ederler.
- HSR'nin sonucunu, bir yaprak üzerinde ya da enfekte olmuş diğer bir organda bir lezyon olarak görebilirsiniz.
- "Hasta" görünümlü böyle bir yaprak yaşar ve bu yaprağın savunma tepkisi, bitkinin geride kalan diğer kısımlarının korunmasına yardım eder.
- Aşırı duyarlı tepki, lokaldir ve özgüldür; ve aynı zamanda konukçu ve patojen arasında bir genin diğerini tanımasına

Enfeksiyon Sonrasında Oluşan Kimyasal Savunma Mekanizmaları

- Bir bitkinin, çok az özgül savunma gösterdiği patojenlerin virülans oldukları ifade edilir.
- Aksi durumda konukçu ve patojen birlikte ölür.
- Bitkiler ve patojenlerinin arasında gerçekleşen bir tür "uyuşma" birlikte ortaya çıkmıştır.
- Böyle durumlarda, patojen konukçuya ciddi bir şekilde zarar vermeden ve onu öldürmeden konukçunun içine girme şansı elde eder.
- Bu tür patojenler, **avirülans** olarak isimlendirilir. Bir bitki hastalığına karşı özgül direnç, **bir genin diğerini tanımasına** dayanır; çünkü bu direnç, bir bitkideki genetik allel ile bir patojendeki allelin tam olarak birbiriyle uyuşmasına dayalıdır.

2. Phytoncides Kavramı

- Bitki patolojistleri tarafından spesifik bir terim olarak kabul gören “phytoncides” ler, hayvanlar ve bitkiler gibi diğer organizmalara karşı aktif olan bitki orijinli kimyasal maddelerdir.
- Phytoncides tanımı fitoaleksinleri de kapsar ve bitki patojenlerine karşı oluşturulacak direnci meydana getiren önceden var olup, enfeksiyon sonrasında biçimlenen maddeleri içerir.

2. Phytoncides Kavramı:

Phytoncides, diğer organizmalara karşı aktif olan bitki orijinli kimyasal maddelerdir.

Bu tanım fitoaleksinleri de kapsar.

Patojenlere karşı direnci meydana getiren, önceden varolan, enfeksiyondan sonra biçimlenen maddelerdir.



Fitoaleksinler

- Fitoaleksinlerin etki ve oluşum mekanizmasını anlamak için iki hipotez ortaya atılmıştır;
- **1. Enzimlerin De Novo Sentezi (Enzimlerin Doğal Olarak Sentezi)**
- **2. Önceden Varolan Enzimlerin Etkisinin veya Aktivasyonunun Kontrolü**
- Fitoaleksinlerin oluşumu; ağır metal iyonları, metabolik inhibitörler, bazı aminoasitleri tarafından uyarılabilir.
- Fitoaleksinlerin bazıları mikroorganizmaların engellendiği konsantrasyonlarda, bitkiler için de toksiktir.
- Yalnızca ihtiyaç duyulduğunda fitoaleksinleri üreten bir sistem ile ototoksisite engellenir.
- Fitoaleksin gibi maddelerin dışında, bitki pH değişimi, besin

Fitoaleksinler

- Fitoaleksinlerin kimyasal yapısının sadece bulunduğu familyaya bağlı olması, taksonomik olarak önemlidir.
- Her familya, genel olarak kendine özgü Fitoaleksin molekölü tipi üretir.
- Bitkideki savunma mekanizmaları önceden var olan ve uyarılmış savunmalar olarak ikiye ayrılabilir.
- Önceden var olan savunmalar saldırganın içeri girmesini önler.
- Bir patojenin (bakteri, mantar, virüs) saldırısı düşünöldüğünde, bitkide savunma amacıyla üretilen maddeleri üç gruba ayırabiliriz:

Fitoaleksinler

Çeşitli Bitki Familyalarının Ürettiği Fitoaleksin Tipleri (Harbourne, 1994)

Familya	Fitoaleksin Tipi	İncelenen Cins	Örnek
<i>Chenopodiaceae</i>	İzoflavonoid	<i>Beta</i>	Şeker pancarı (<i>B. vulgaris</i>) dan Betavulgarin
<i>Compositae</i>	Poliasetilen	<i>Carthamus, Dahlia</i>	Yalancı safran (<i>C. tinctoria</i>) dan Safinol
<i>Convolvulaceae</i>	Seskuiterpenoid furanolakton	<i>Ipomoea</i>	Tatlı patates (<i>I. batatus</i>) den Ipomeamaron
<i>Euphorbiaceae</i>	Diperten	<i>Ricinus</i>	Hint yağı (<i>R. communis</i>) dan Kaspın
<i>Leguminosae</i>	İzoflavonoidler	<i>Pek çok</i>	Bezelye (<i>P. sativum</i>) dan Pisatin
<i>Malvaceae</i>	Terpenoid polifenol	<i>Gossypium</i>	Pamuk (<i>G. barbadense</i>) Gossipol
<i>Orchidaceae</i>	Hidroksifenantren	<i>Loroglossum, Orchis</i>	Orkide (<i>O. militaris</i>) den Orçinol
<i>Rosaceae</i>	Benzoik asitler	<i>Malus, Prunus</i>	Elma (<i>M. pumilla</i>) dan Benzoik asit
<i>Solanaceae</i>	Oksijenli seskuiterpenler	<i>Solanum</i>	Patates (<i>S. tuberosum</i>) Rişitin
<i>Umbelliferae</i>	İzokumarinler	<i>Dacus</i>	Havuç (<i>D. carota</i>) dan 6-metoksimellein
<i>Vitaceae</i>	Hidroksistilben	<i>Vitis</i>	Üzüm (<i>V. vinifera</i>). Den Resveratol

Fitoaleksinler

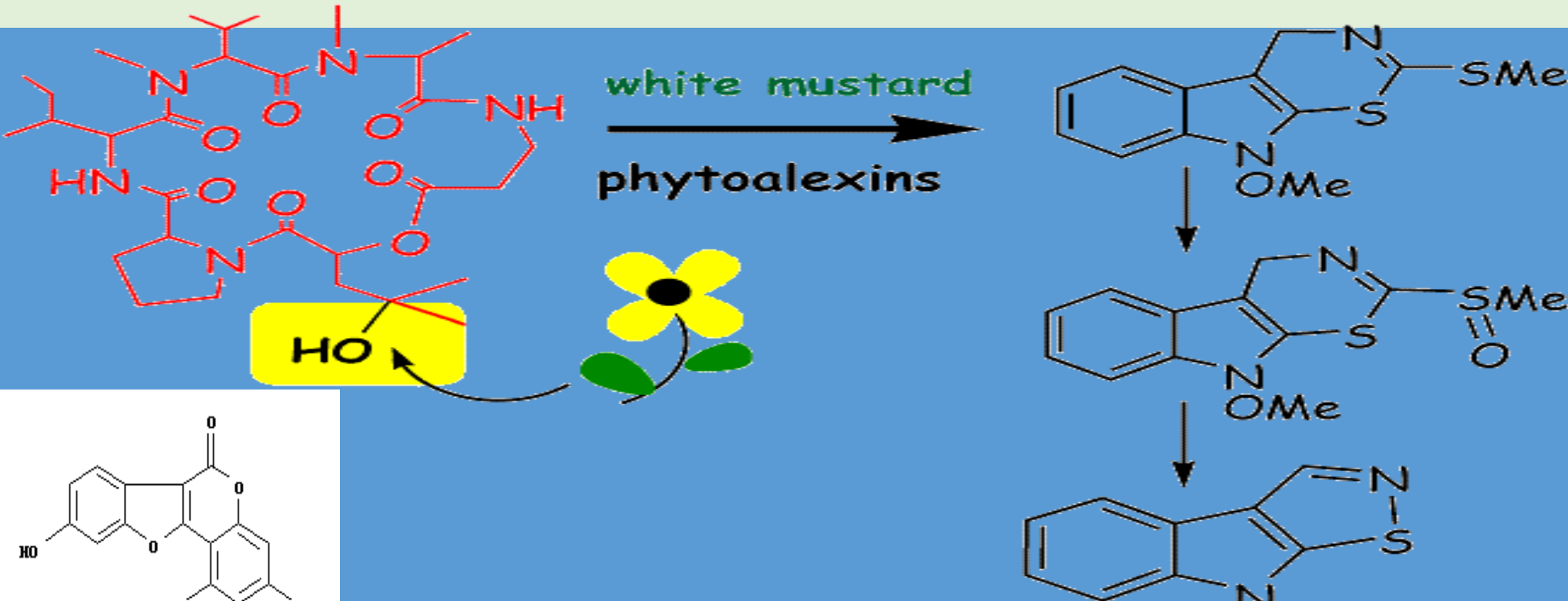
- Fitoaleksinler konak ve parazitin karşılıklı metabolik etkileşimi sonucu ortaya çıkar, bitkilere saldıran böcekler ve mikroorganizmalara karşı engelleyici rol oynayan antibiyotikler olarak tanımlanabilir.
- Zarar görmüş hücre çeperi tarafından salınan oligosakkarin denen ve çoğunlukla da selüloz fragmentlerinin oluşturduğu **elisitörler, fitoaleksin** denen antimikrobiyal bileşiklerin üretimini teşvik etmektedir.
- Enfeksiyon, aynı zamanda **PR proteinlerini** (patojenlikle ilişkili) üreten genleri de aktifleştirir.
- Bu proteinlerden bazıları antimikrobik olup, örneğin, bir bakteri hücresinin çeperindeki moleküllere saldırılmaktadır.
- Herhangi bir kimyasal maddenin fitoaleksin özelliğine sahip olduğunun kabul edilebilmesi için, sağlıklı bir bitki dokusu bir mikroorganizma ile enfekte veya inokule edildiğinde, o maddenin üretiminin uyarılması gerekir.

•Fitoaleksinler:

Fungal parazitin bitkiye saldırması sonucunda, bitki tarafından fungal gelişimi önlemek için üretilen maddelerdir.

Bakteri ve virüslere karşı da üretildikleri saptanmıştır.

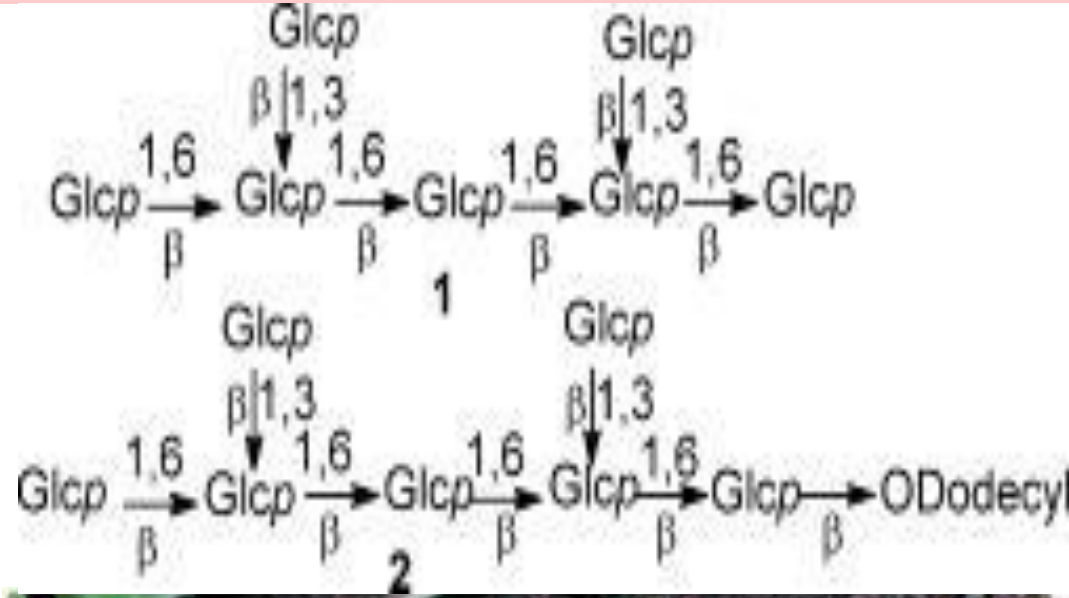
Bitkiler abiyotik strese (uv, sıcaklık şoku, yaralanma, anorganik tuzların etkisi) maruz kalınca da bu maddeleri üretirler.



Fitoaleksinlerin etki ve oluşum mekanizması ile ilgili hipotezler:

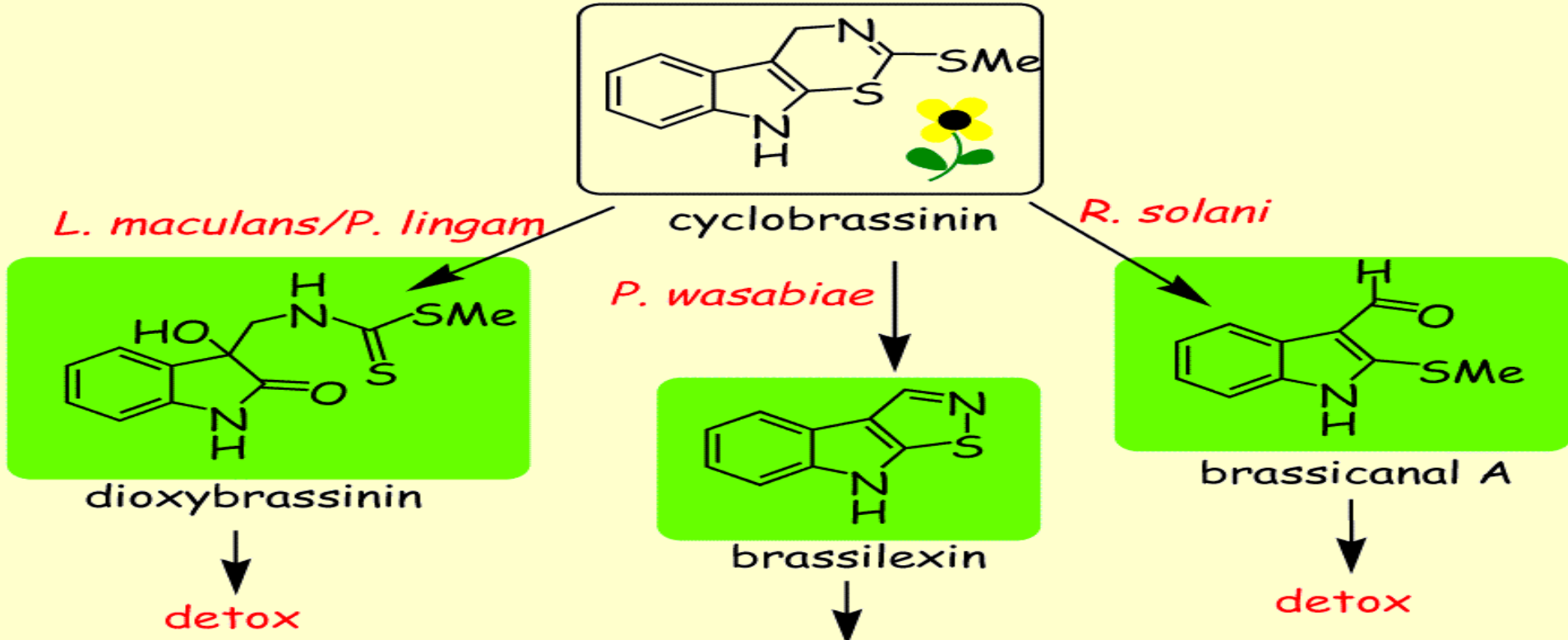
1. Enzimlerin doğal olarak sentezi:

- Operon aktivitesi, sürekli olarak kısa yaşamlı bir reseptör üreten, regülatör bir gen tarafından düzenlenir.
- Enfekte dokularda bulunmayan operatörler, bir reseptör tarafından işgal edilir, böylece yapısal genlerin baskılanması önlenir.
- Enfekte dokularda ise, yapısal genler, reseptörlerin deformasyonu ile ayrılırlar.



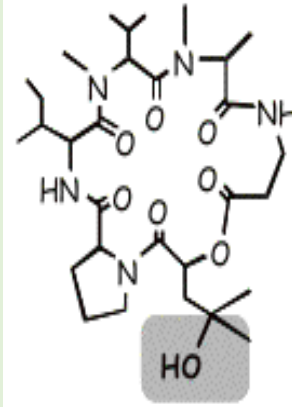
2. Varolan enzimlerin etki veya aktivasyonununun kontrolü:

- ❖ Fitoaleksinlerin oluşumu, ağır metal iyonları, metabolik inhibitörler ve bazı aminoasitler tarafından uyarılabilir.
- ❖ Fitoaleksinler bazen patojenleri engelledikleri yoğunlukta, bitkiler için de zehirlidirler.

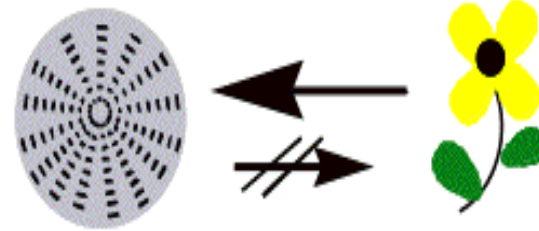
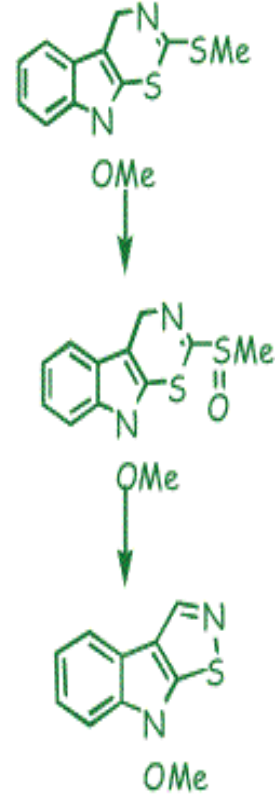


İhtiyaç halinde fitoaleksinleri üreten bir sistem ile ototoksisite engellenir.

Bitkinin pH'sı (enzim aktivitesi), besin metabolizmasının ve osmotik basıncın değişimi (mineral besin miktarını değiştirme) de saldırıya karşı rol oynar.



white mustard
→
phytoalexins



Fitoaleksinler:

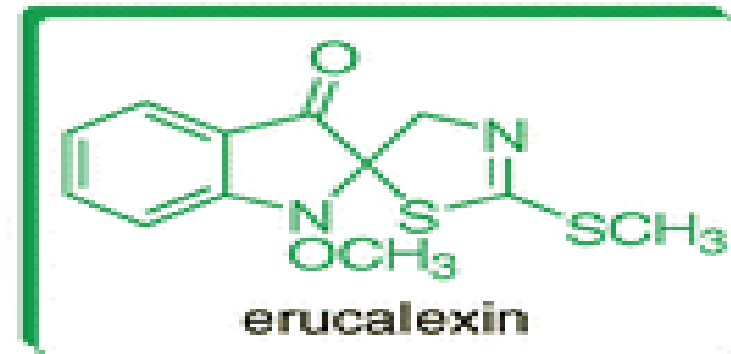
1. Hipersensitif dokuda fungus gelişimi önler.
2. Aktifleştiklerinde canlı hücrede savunma reaksiyonu oluşur.
3. İnhibitör materyal bir kimyasaldır ve konağın ürünüdür.
4. Sadece funguslara karşı duyarlı değildirler, fungusların da fitoaleksinlere dirençliliği değişir.



pathogenic microbe

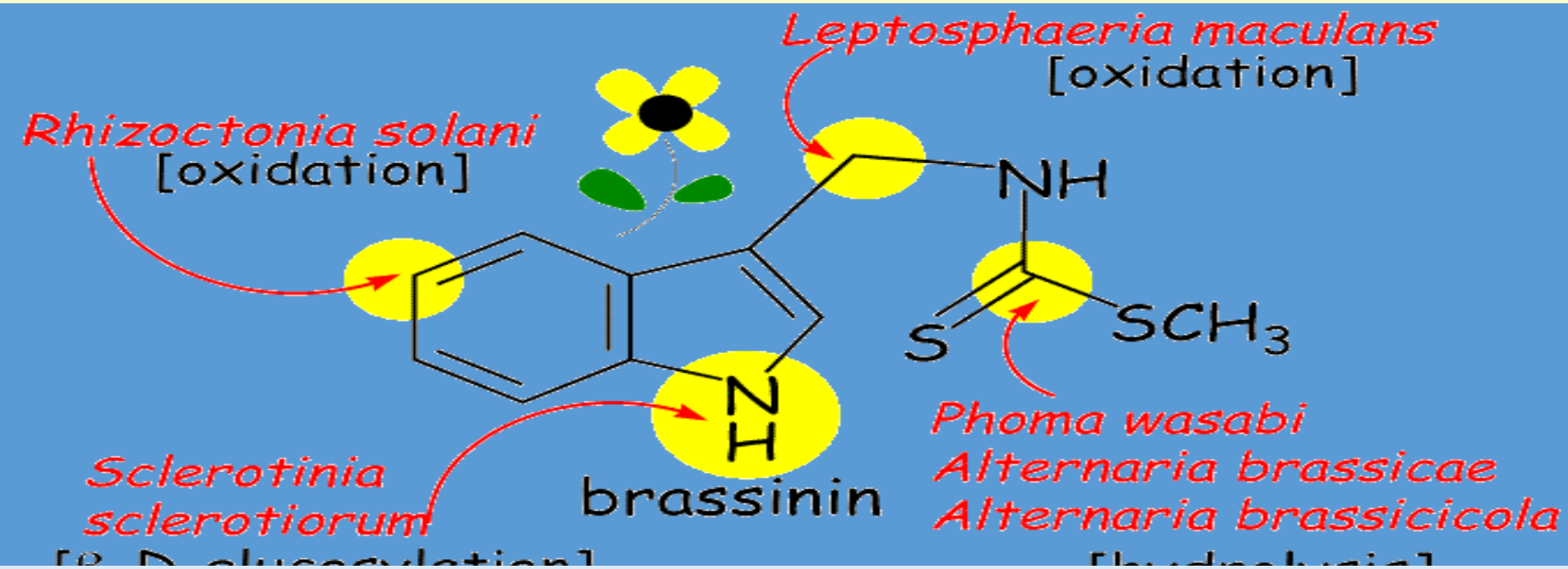


CrO₃/AcOH



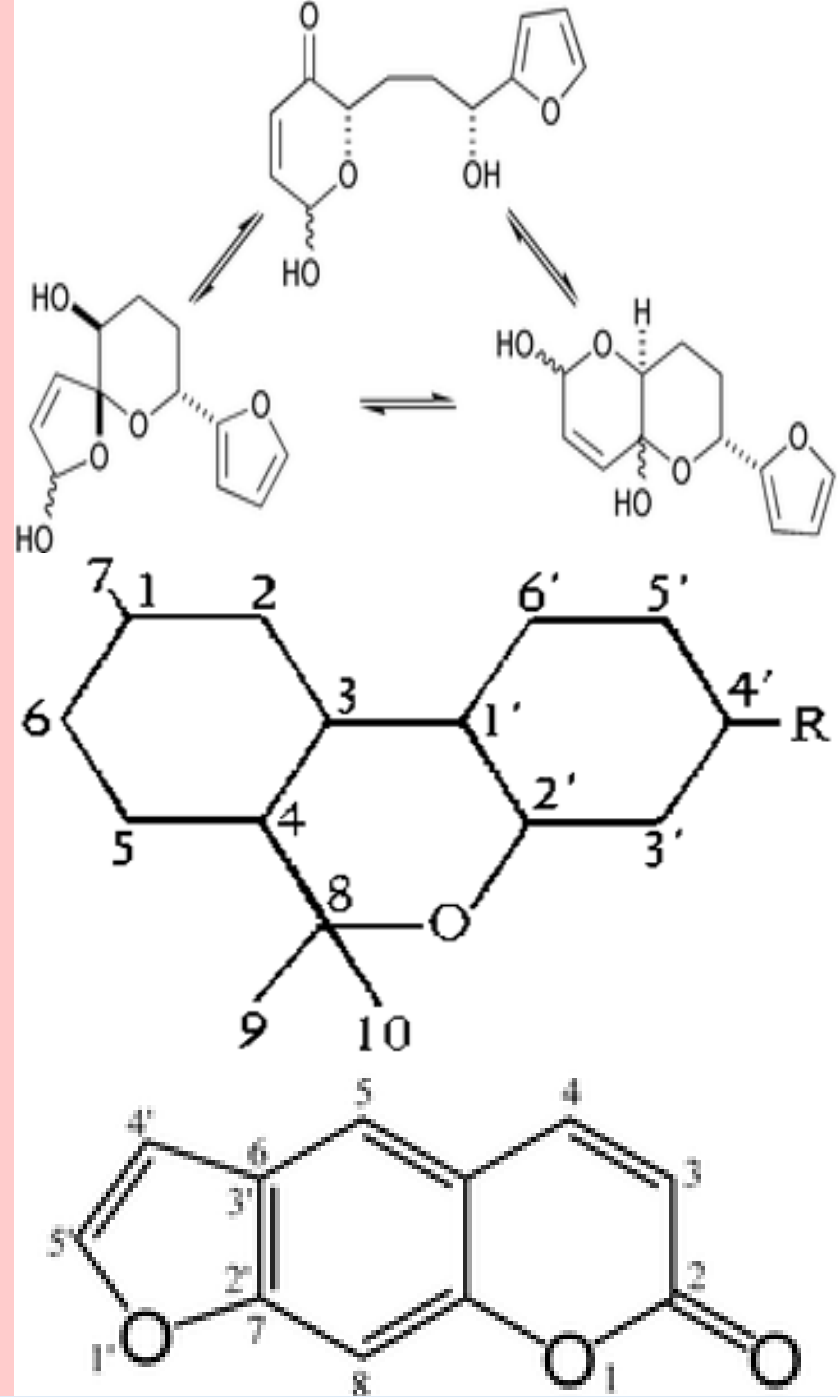
erucalexin

5. Dirençli ve hassas konak arasındaki fark fitoaleksinin oluşum hızına bağlıdır.
6. Savunma reaksiyonu, enfekte doku ve çevresi ile sınırlıdır.
7. Direnç durumu kalıtsal değildir.
8. Daha çok ikinci patojene karşı direnç oluşturur.
9. Konak özgünlüğü cins seviyesindedir.
10. Fungusid olmaktan çok fungustatiktirler.



Fitolaeksinlerin kimyasal yapısı, familyaya bağlı olduğu için taksonomik olarak önemlidir. Familyaya ait fitolaeksin tipi, ergastik madde olarak biriktirilen sekonder madde ile yakın ilişkilidir.

Compositae'ler poliasetilen, *Solanaceae* üyeleri seskiterpen, *Umbelliferae* üyeleri ise furanokumarin sınıfı fitoaleksinler üretirler.



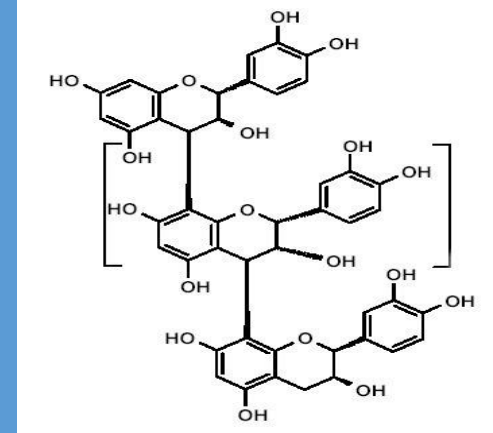
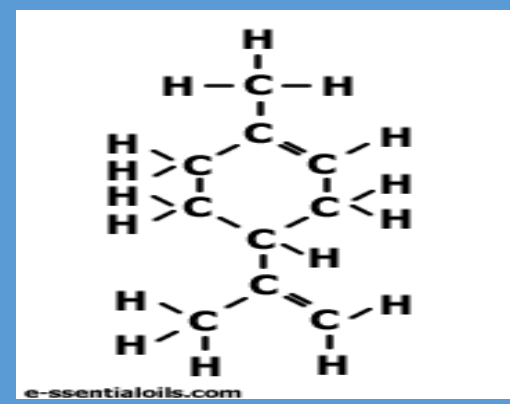
Bitkide savunma amacıyla üretilen maddeler 3 gruba ayrılır:

1. **Proinhibitörler**: Enfeksiyon başlangıcında üretilen veya bitkide bulunan maddelerdir. **Flavonoidler, monoterpenler.**

2. **Inhibitörler**: Enfeksiyon başladıktan sonra patojene tam toksisite gösterirler. **Taninler, PIF'ler.**

3-**Postinhibitörler**: Enfeksiyon sonrasında etkili olan metabolitlerdir.

- Bunların büyük bir kısmı bitkide daha önceden vardır ve toksik değildir.
- Toksik olmayan bu substratların hidrolizi veya oksidasyonu ile durdurucu veya toksik metabolitler oluşur.

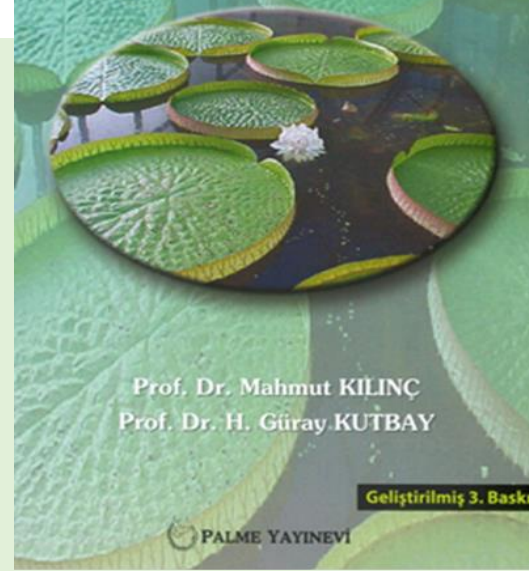


Bitkilerde Sistemik Olarak Kazanılmış Savunma Mekanizmaları

- ❖ Bitkilerde görülen savunma yanıtları, kimyasal sinyallerin üretimi ile mümkün olabilir.
- ❖ Kimyasal sinyaller tüm bitkiye "enfeksiyon alarmı" verir.
- ❖ Enfeksiyon bölgesinden serbest bırakılan alarm hormonları, bitkinin her tarafına yayılır.
- ❖ Böylece fitoaleksinlerin ve PR proteinlerinin üretimi uyarılır.
- ❖ **Sistemik olarak kazanılmış dayanıklılık (SAR)** olarak isimlendirilen bu tepki, özel olmayıp, çeşitli patojenlere karşı günlerce koruma sağlar.

KAYNAKLAR

BİTKİ EKOLOJİSİ



Akman, Y., Ketenoğlu, O.. Vejetasyon Ekolojisi ve Araştırma Metotları, A.Ü.F.F. Yayınları.

Atalay, İ., 1984. Türkiye Vejetasyon Coğrafyasına Giriş, Ticaret Matbaacılık.

Brewer, R., **The science of Ecology**, Saunder College Publishing

Chapman, J.L., Reis, M.J. **Ecolgy Preiciples and Aplications**, Chambridge Universty Pres

Çepel, N., **Çevre Koruma ve Ekoloji Terimleri Sözlüğü**, TEMA.

Eye, B., **Bitki Ekolojisi**, Konya.

Kılınç, M., Kutbay, HG., **Bitki ekolojisi**, , Palme Yayıncılık

Kocataş, A., **Ekoloji Çevre Biyolojisi**, E.Ü.Su Ürünleri Fak Yay.

Öztürk, M., Seçmen, Ö. Bitki Ekolojisi, Ege Üniversitesi Basımevi

Smith R.L., **Elements of Ecology**, Harper Collins Publisher

Şişli, N., **Çevre Bilim Ekoloji**, H.Ü. Fen Fakültesi.

Yücel, E., **"Canlılar ve Çevre"**, Biyoloji, Anadolu Ü.Yay.

Yücel, E. 2010. **"Ekoloji Laboratuvarı 1 (Arazi ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu)"** Alf Dijital Baskı, 140 Sayfa, ISBN 978-975-93746-6-2, Eskişehir.

Yücel E. 2009. **"Ekoloji"** İn:Genel Biyoloji, 218-236 s., A.Ü. Yayınları, ISBN 978-975-06-0652-6, Eskişehir.

Yücel E. 2009. **"Populasyon ve Yapısal Özellikleri"**, İn:Ekoloji, 40-57 s., A.Ü. Yayınları, Eskişehir.

Yücel, E. 1999. **"Canlılar ve Çevre"**. In (Ed.) Özata, A., **"Biyoloji"**, Anadolu Üniversitesi Yayınları No. 1083, Eskişehir: 823-109.

Yücel, E. 2004. **"Ekolojinin İlkeleri ve Biyosfer (Bölüm 23)"**. Yeri: Bitki Biyolojisi. 2004. Çeviri Editörü: K. ISIK. Palme Yayınevi, Ankara, ss: 376-397. (Çevirisi yapılan orijinal kitap: L.E. GRAHAM, J.M. GRAHAM, L. W. WILCOX. 2003. Plant Biology, Prentice Hall, New Jersey, 497 pp), (Çeviri), ISBN 977-975-8624-90-5.

Yücel, E. 2004. **"Kutup Çölleri, Kutup ve Tayga (Bölüm 24)"**. Yeri: Bitki Biyolojisi. 2004. Çeviri Editörü: K. ISIK. Palme Yayınevi, Ankara, ss: 398-411. (Çevirisi yapılan orijinal kitap: L.E. GRAHAM, J.M. GRAHAM, L. W. WILCOX. 2003. Plant Biology, Prentice Hall, New Jersey, 497 pp, (Çeviri), ISBN 977-975-8624-90-5.

Yücel, E. 2012. **«Genel Ekoloji (Ders Notları)**, Cetemenler, , Eskişehir.

ÖNEMLİ UYARI

Bu ders materyalinin hazırlamasında, çok sayıda kitap, makale ve diğer yazılı kaynaklar ile internet ortamında yer alan resim, şekil vd. materyallerden faydalanılmıştır. Bu ders materyalini yazılı basımda veya internet ortamı gibi başka dijital ortamlarda yayınlamayınız. Çünkü resim grafik vb. kaynakların bazıları telif ücreti gerektirebilir.

Bu bölüm ile anlaşılamayan veya sormak istediğiniz konuları portal üzerinden veya

eyucel@eskisehir.edu.tr e-mail adresinden sorabilirsiniz.

Öğrenciler için hazırlanan bu ders materyali ücretsizdir, para ile satılamaz.