

# Biochemické změny v poravinářských surovinách a produktech rostlinného původu

- a) Přirozené, *in vivo*, procesy - zrání a stárnutí pletiv
  - Změna struktury b.s. a střední lamely (pektinové látky)
  - Intracelulární procesy
- b) Stres - chlad, sucho, poranění, infekce
  - Oxidační vzplanutí
  - Akumulace fytoalexinů, polyaminů, fenolických látek
  - Aktivace enzymů (PPO, LOX, Plasy ...)
- c) Posklizňové procesy - porušení pletiv
  - Mechanické zpracování
  - Fyziologické – PCD, nekrosa

# Zrání a stárnutí pletiv

## 1. Iniciace

- Dosažení metabolického prahu
- Utlumení fotosynthesy
- Změny redox stavu buňky
- Signální dráhy

## 2. Reorganizace / degenerativní fáze

- Aktivace metabolických drah, utlumení jiných
- autotrofní met. → heterotrofní
- detoxifikace

## Terminální fáze

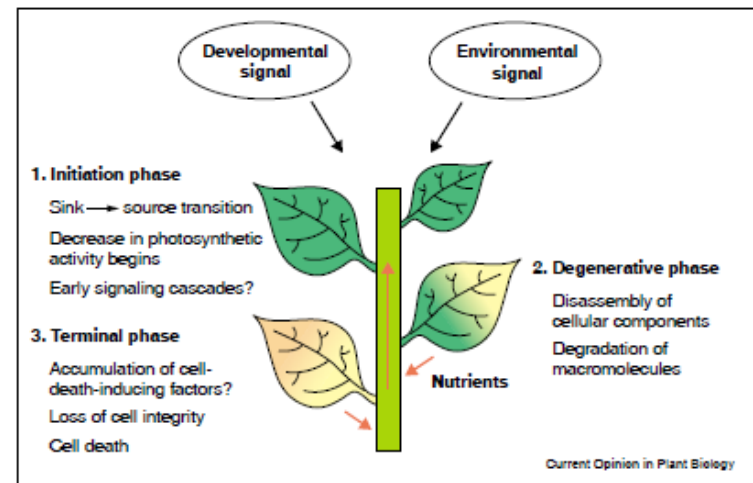
- akumulace antibiotik
- volné radikály
- eliminace metabolitů
- ztráta b. integrity, buněčná smrt

Iniciátory:

Vliv prostředí, vývojové vlivy (počátek kvetení, tvorba plodů nebo semen), hormony, patologické stavy

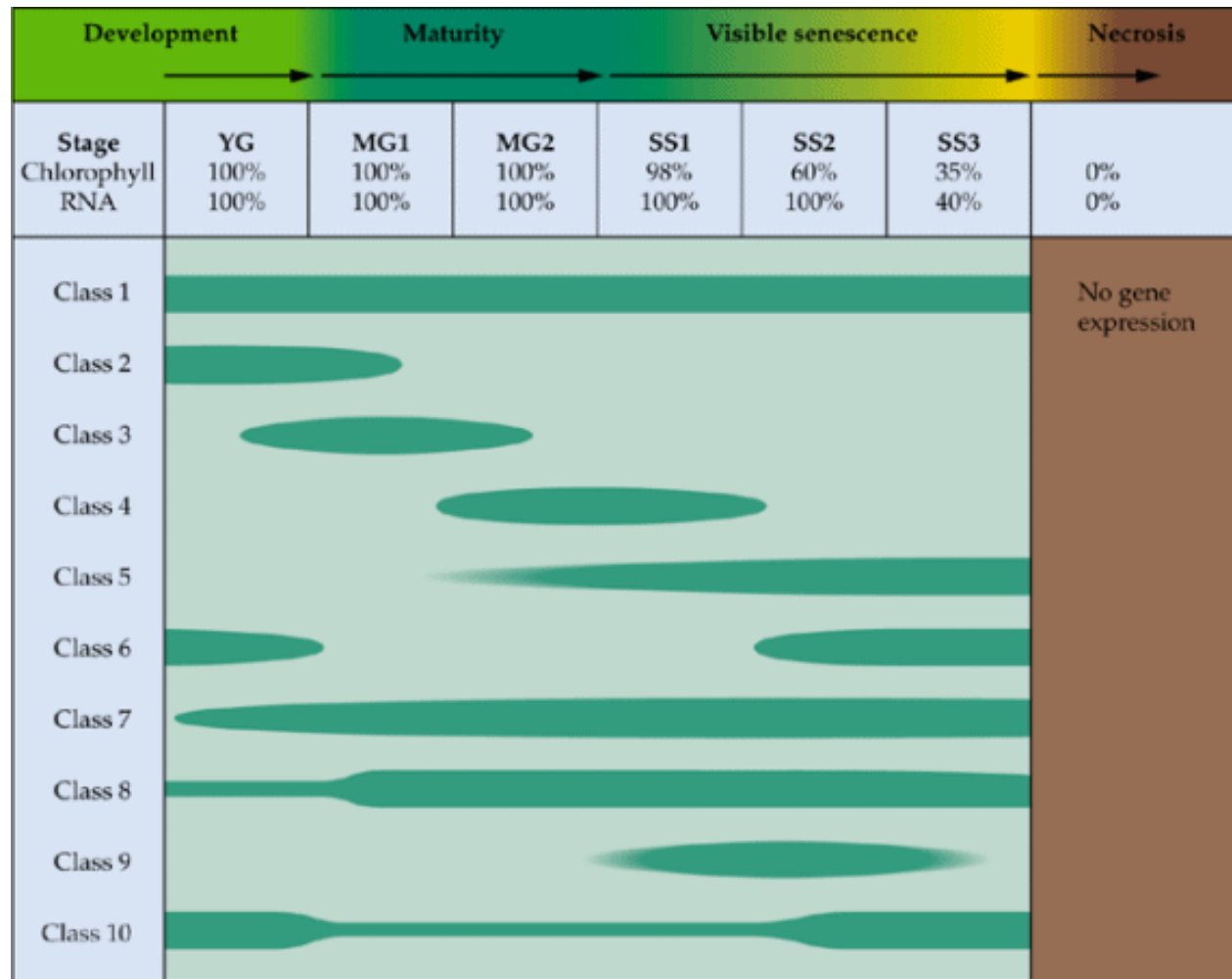
Akcelerátory a inhibitory:

Hormony, prostředí, vývoj



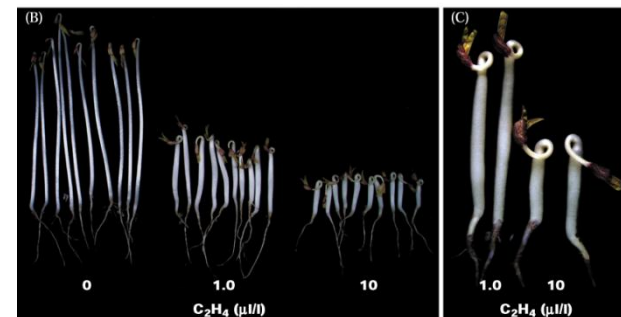
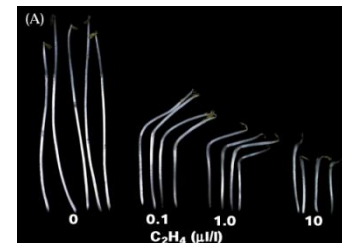
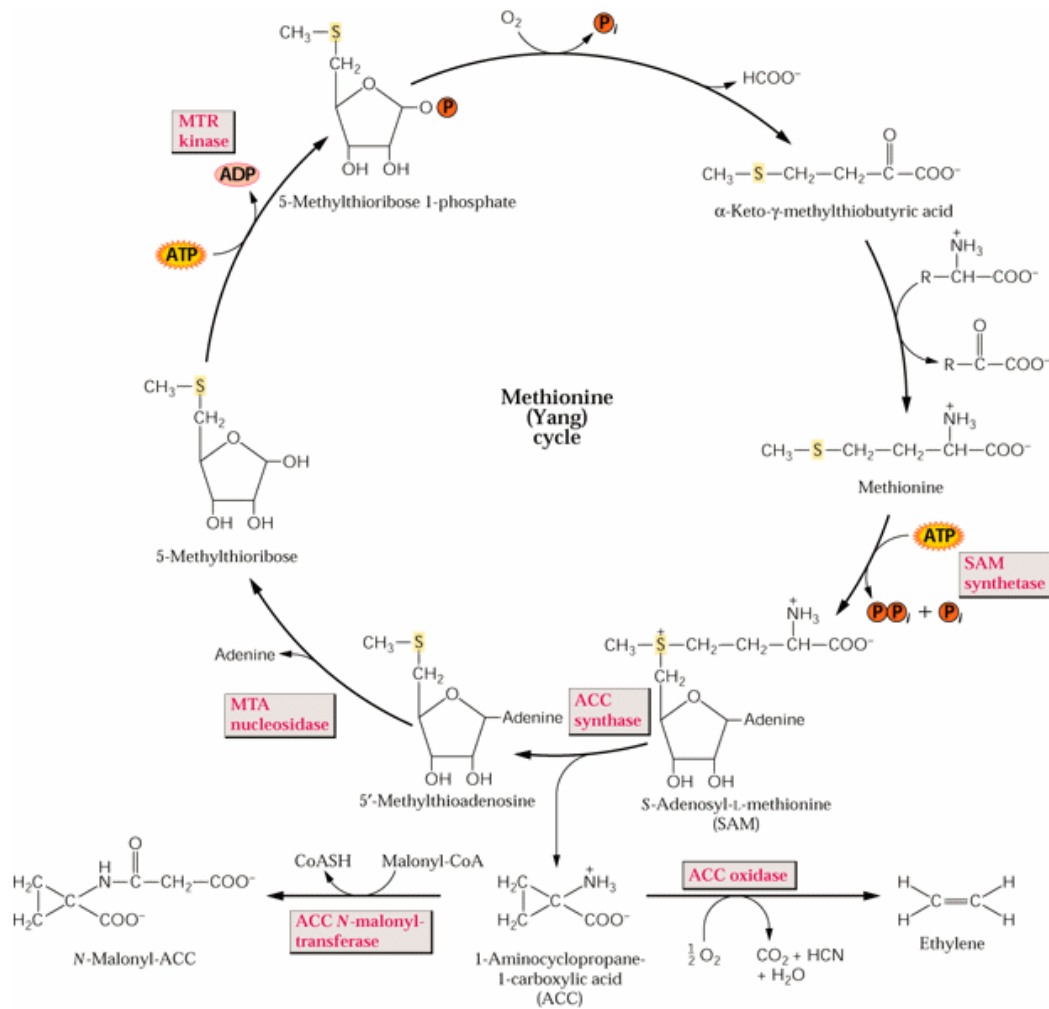
# SAG geny – senescence associated

B. napus



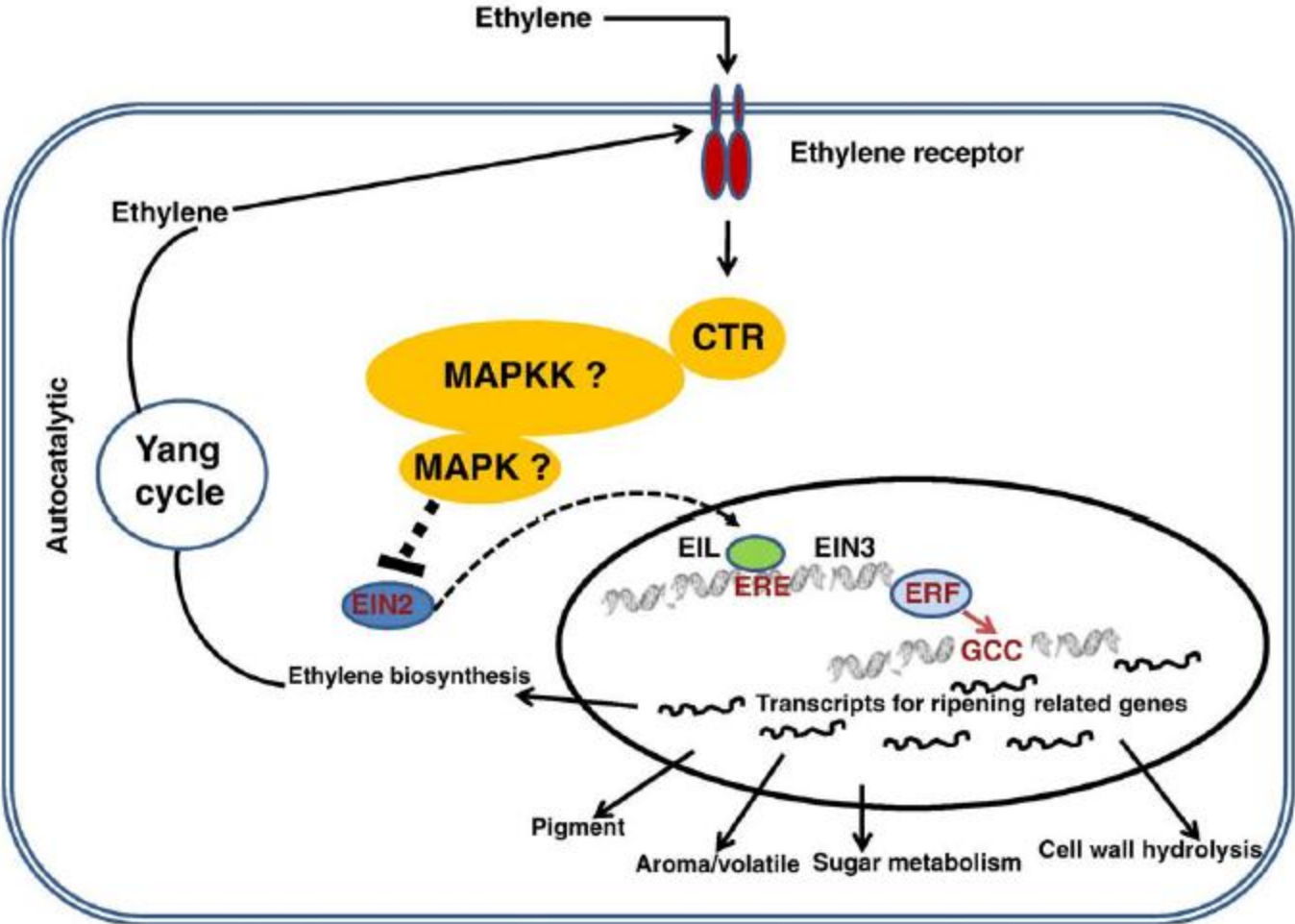
Proteazy, ubikvitinační faktory, enzymy CKC, PLD, gln synthasa, metalothionein, GST, katalasa, cytP450, PR1, chitinasa, ACC oxidasa, NADH oxidasa

# Synthesa ethylenu

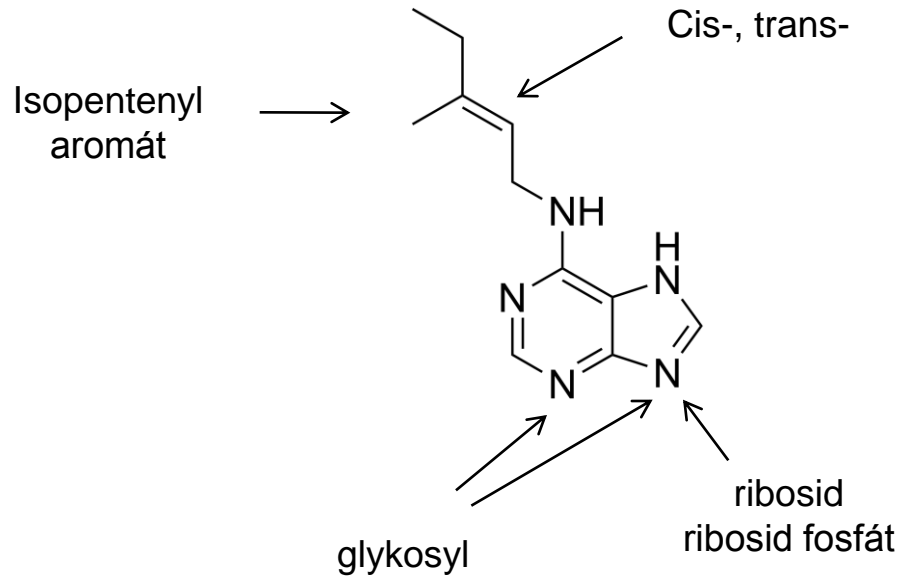


Indukce synthesy pathogeny, poraněním

# Signální dráha ethylenu



# Cytokininy- deriváty adeninu



## Změny ve struktuře buněčné stěny - ovlivnění textury

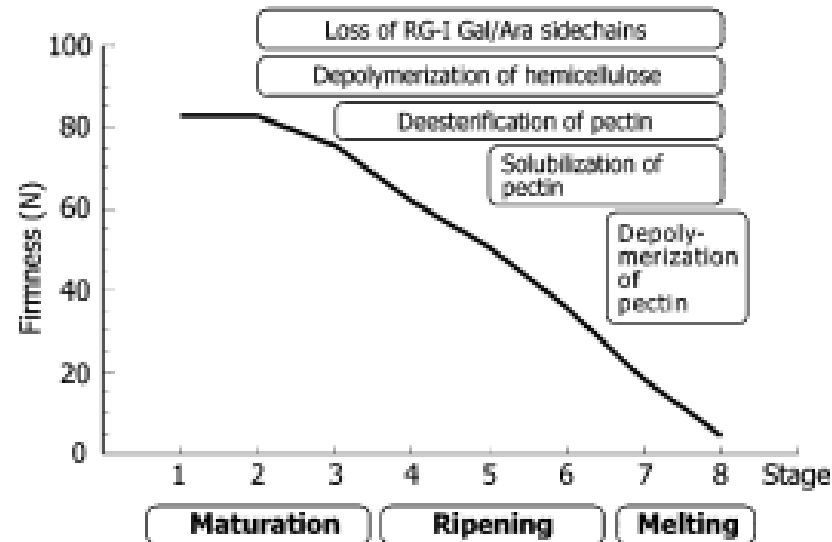


Fig. 5. Schematic representation of softening and changes to cell wall components occurring during maturation and ripening of melting-flesh peach. Note that the chronological order and extent of most of these events varies between fruit types, with some processes being reduced or absent in other species. Figure modified from Brummell (2006), based on data in Brummell et al. (2004). RG-I, rhamnogalacturonan-I.

# Biochemické procesy při zrání a stárnutí (senescence) pletiv

metabolismus pigmentů, fenolických látek (PAL)

metabolismus proteinů

Vliv na fotosyntezu

Oxidativní metabolismus

lipidy → sacharidy (glyoxalátový cyklus)

ROS

Degradace nukleových kyselin

Regulace metabolismu

Endogenní regulátory (ethylen)



# Metabolismus chlorofylu a ostatních barviv

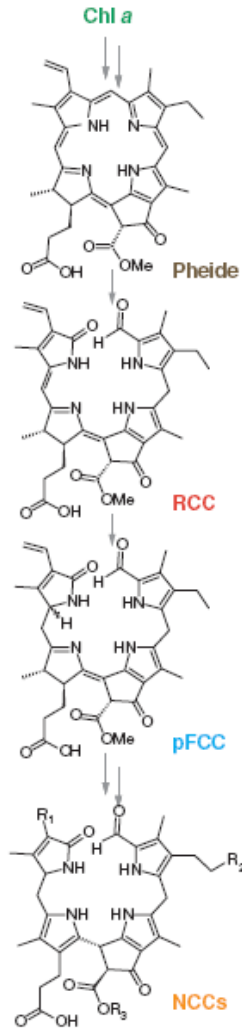
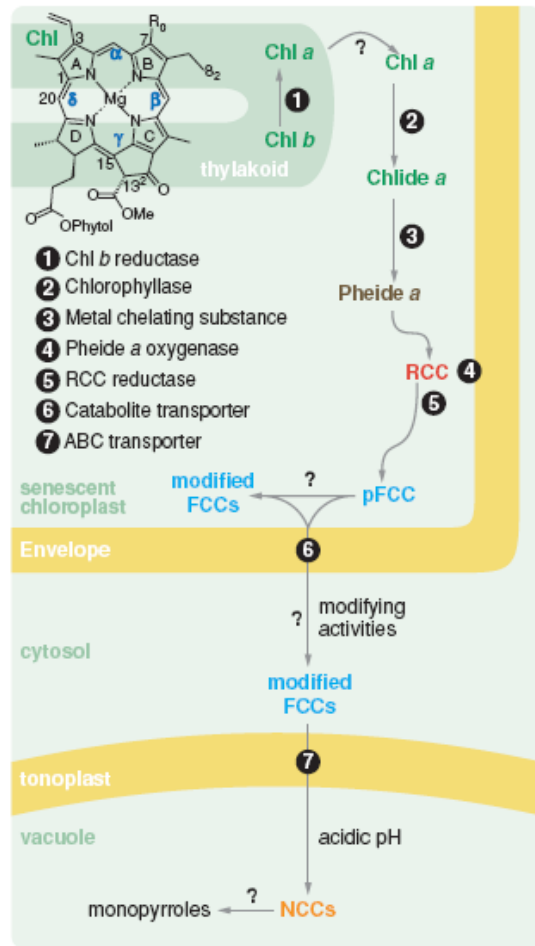
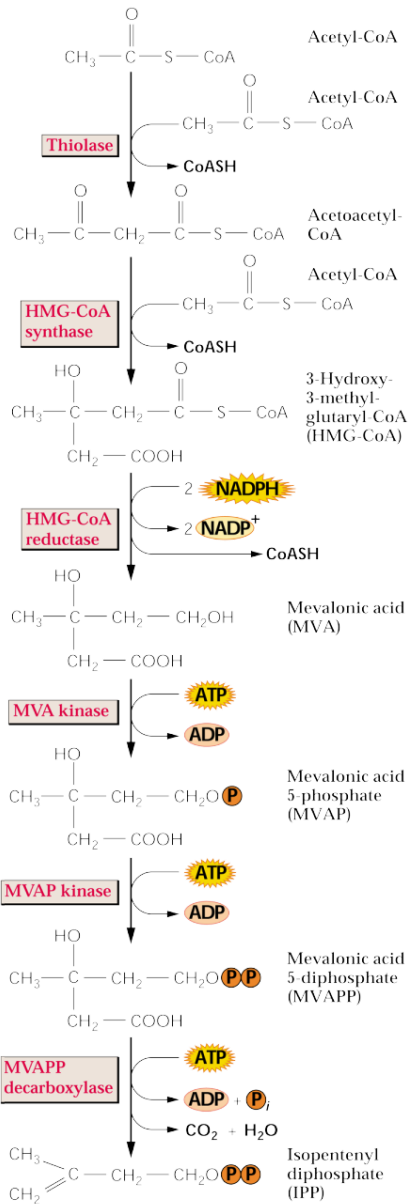


Figure 1

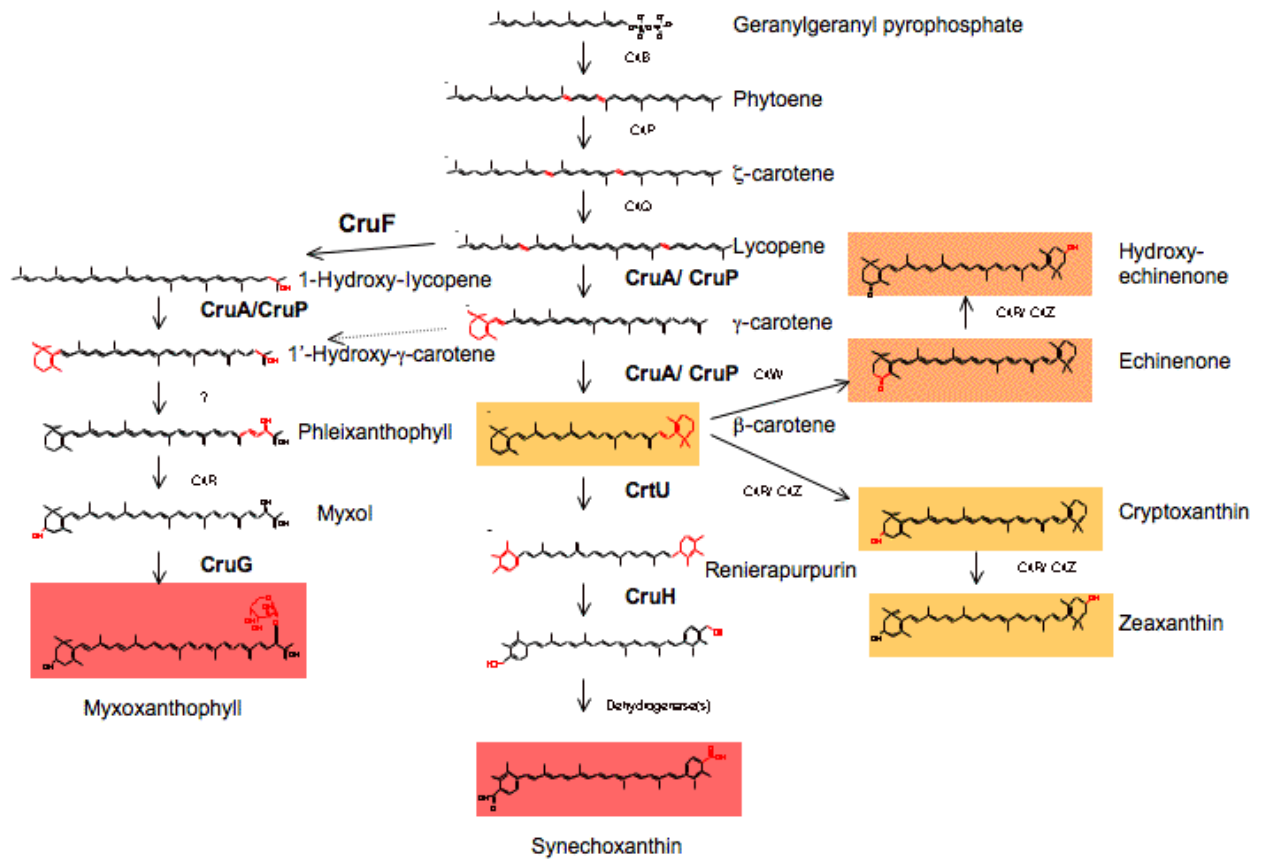
Topographical model of the Chl breakdown pathway of higher plants and chemical structures of Chl and of Chl catabolites. Putative (enzymatic) reactions are indicated with a question mark. Pyrrole rings (*A-D*), methine bridges ( $\alpha$ - $\delta$ ), and relevant carbon atoms are labeled in Chl (*top left*).  $R_0 = \text{CH}_3$ , Chl *a*;  $R_0 = \text{CHO}$ , Chl *b*.  $R_1$ - $R_3$  in NCCs indicate modifications as outlined in Table 1.

Degradací chl se „odhalí“ ostatní barviva - karotenoidy

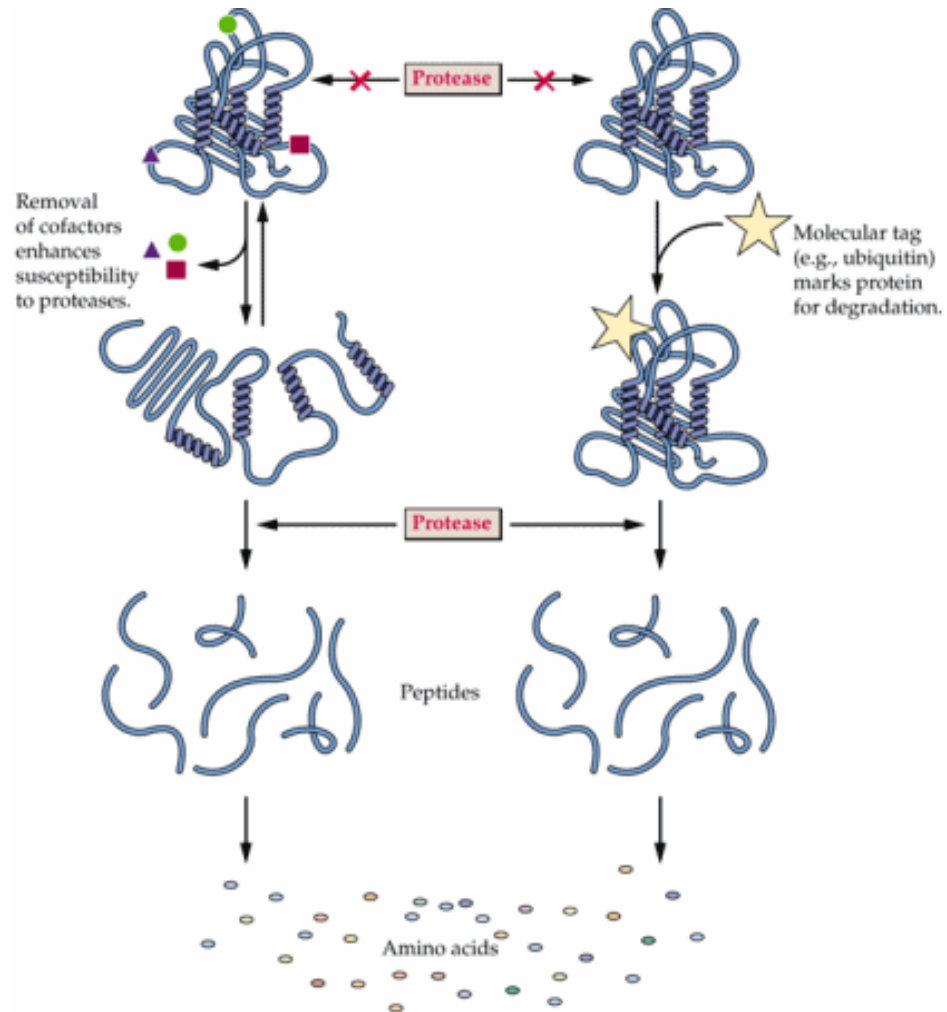
# Synthesa karotenoidních barviv



## Carotenoid biosynthetic pathway in *Synechococcus* sp. PCC 7002

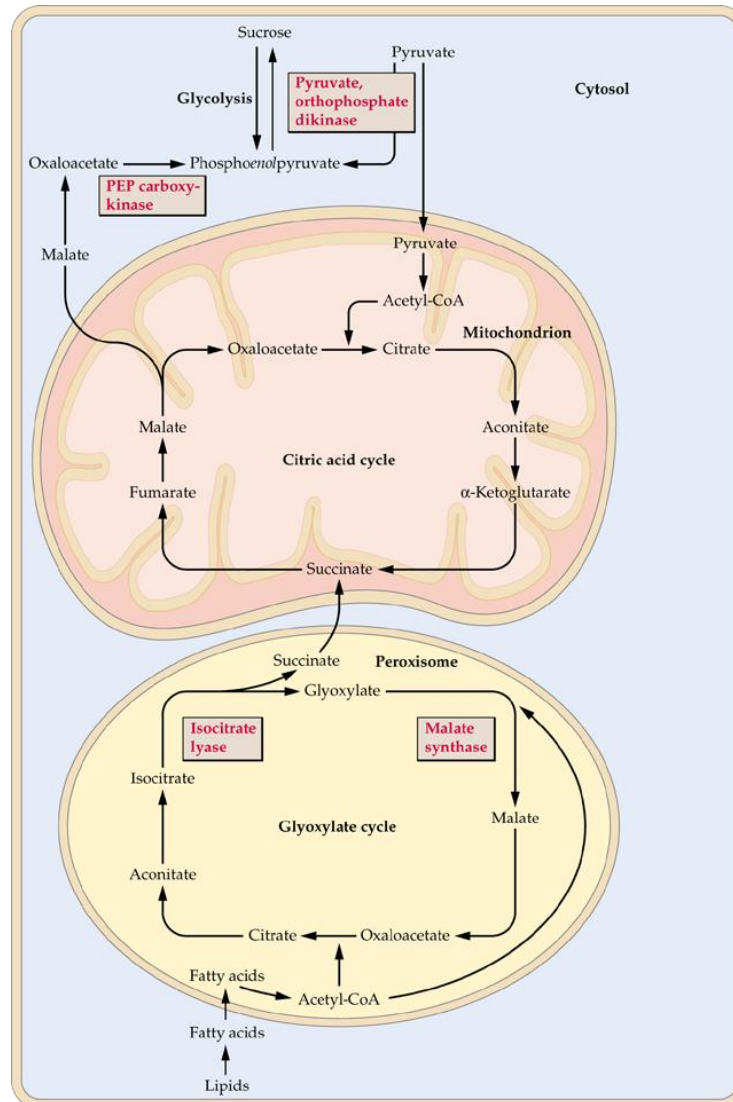


## Degradace proteinů

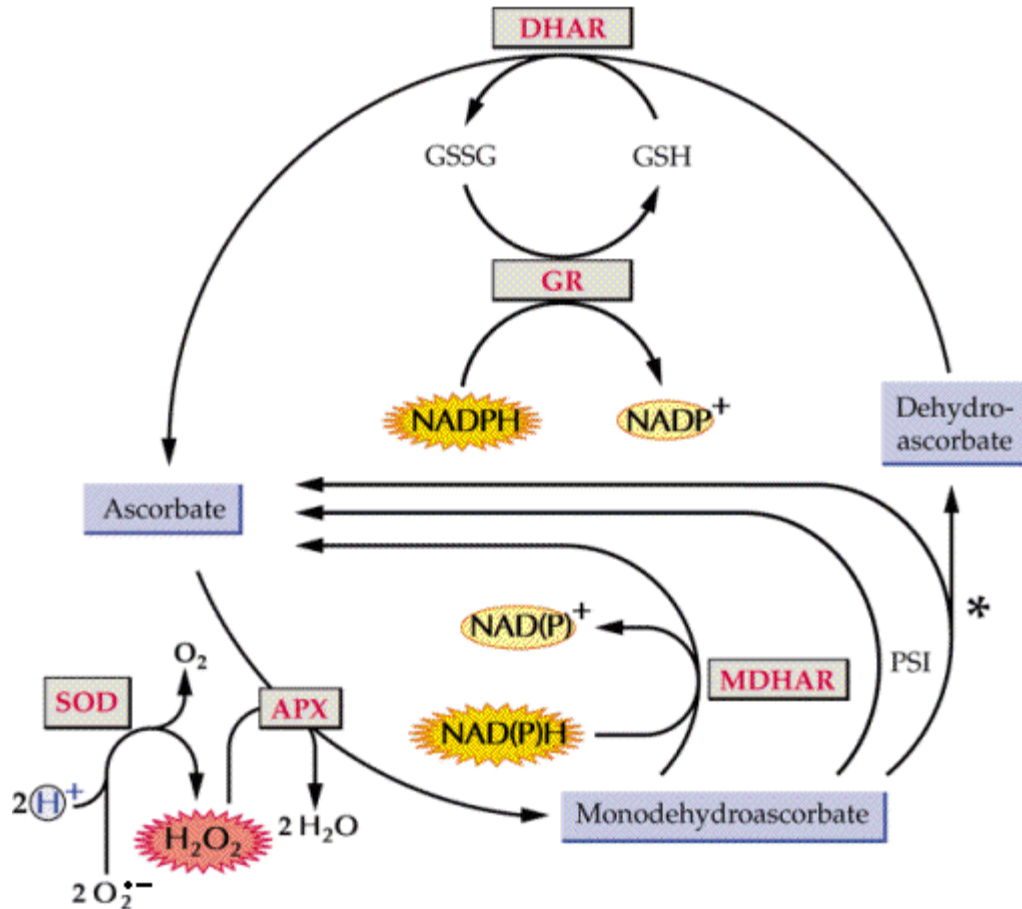


# Změny basálního metabolismu

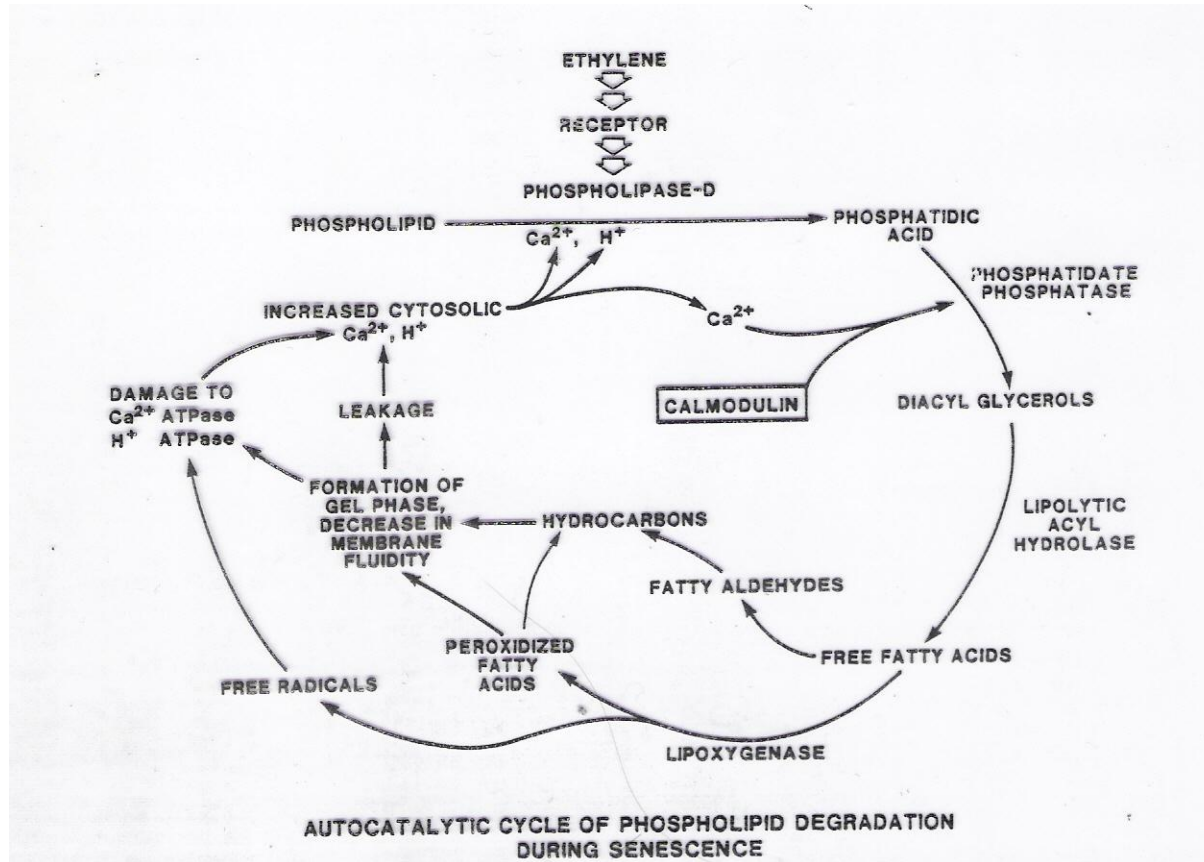
– konverze peroxisomů (fotorespirace C3) na glyoxysomy (lipidy → sacharidy)



# Změny redox stavu buněk – produkce ROS str 1069



# Deteriorace membrán



# Biochemické změny v poravinářských surovinách a produktech rostlinného původu

## a) Přirozené, *in vivo*, procesy - zrání a stárnutí pletiv

- Změna struktury b.s. a střední lamely (pektinové látky)
- Intracelulární procesy

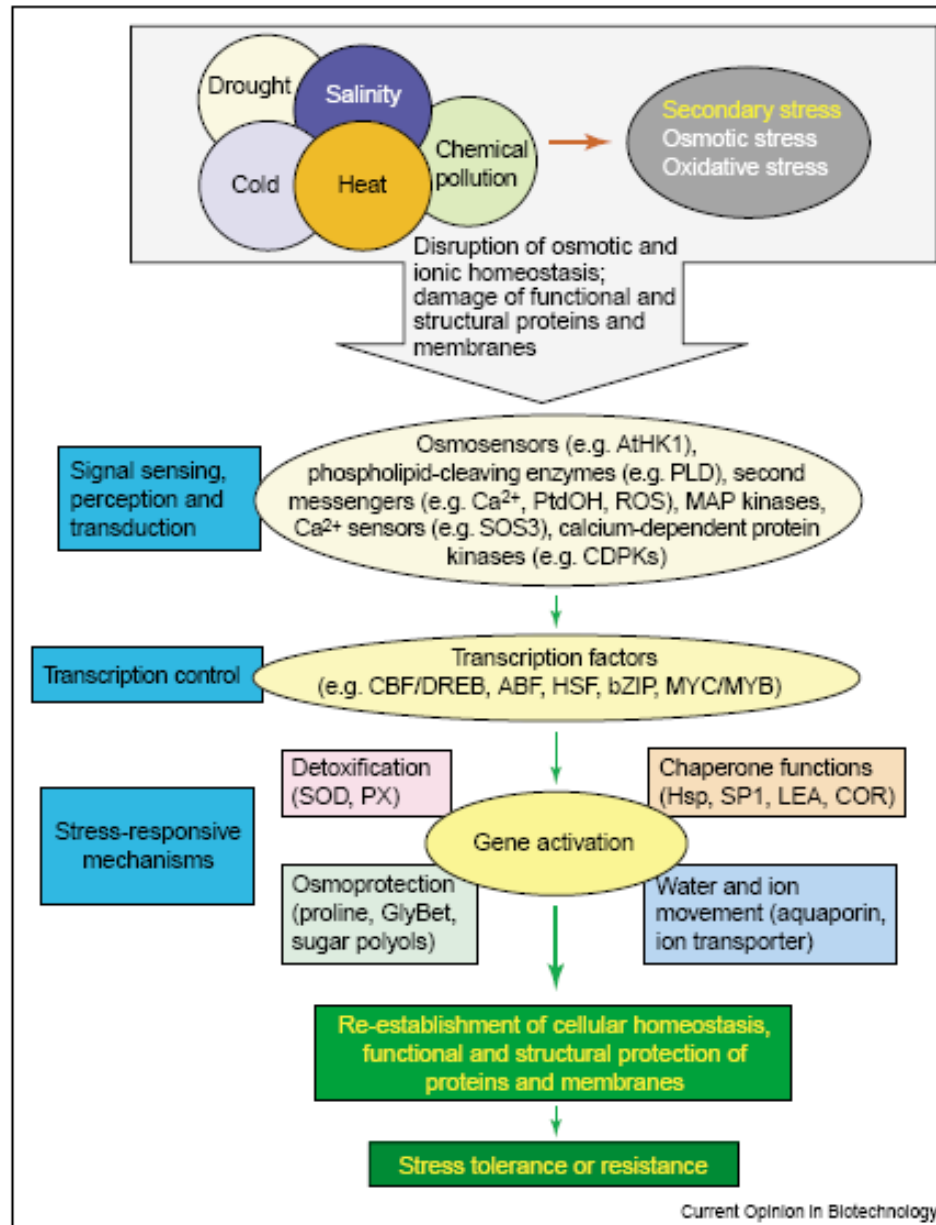
## b) Stres - chlad, sucho, poranění, infekce

- Oxidační vzplanutí
- Akumulace fytoalexinů, polyaminů, fenolických látek, JA
- Aktivace PPO

## c) Posklizňové procesy - porušení pletiv

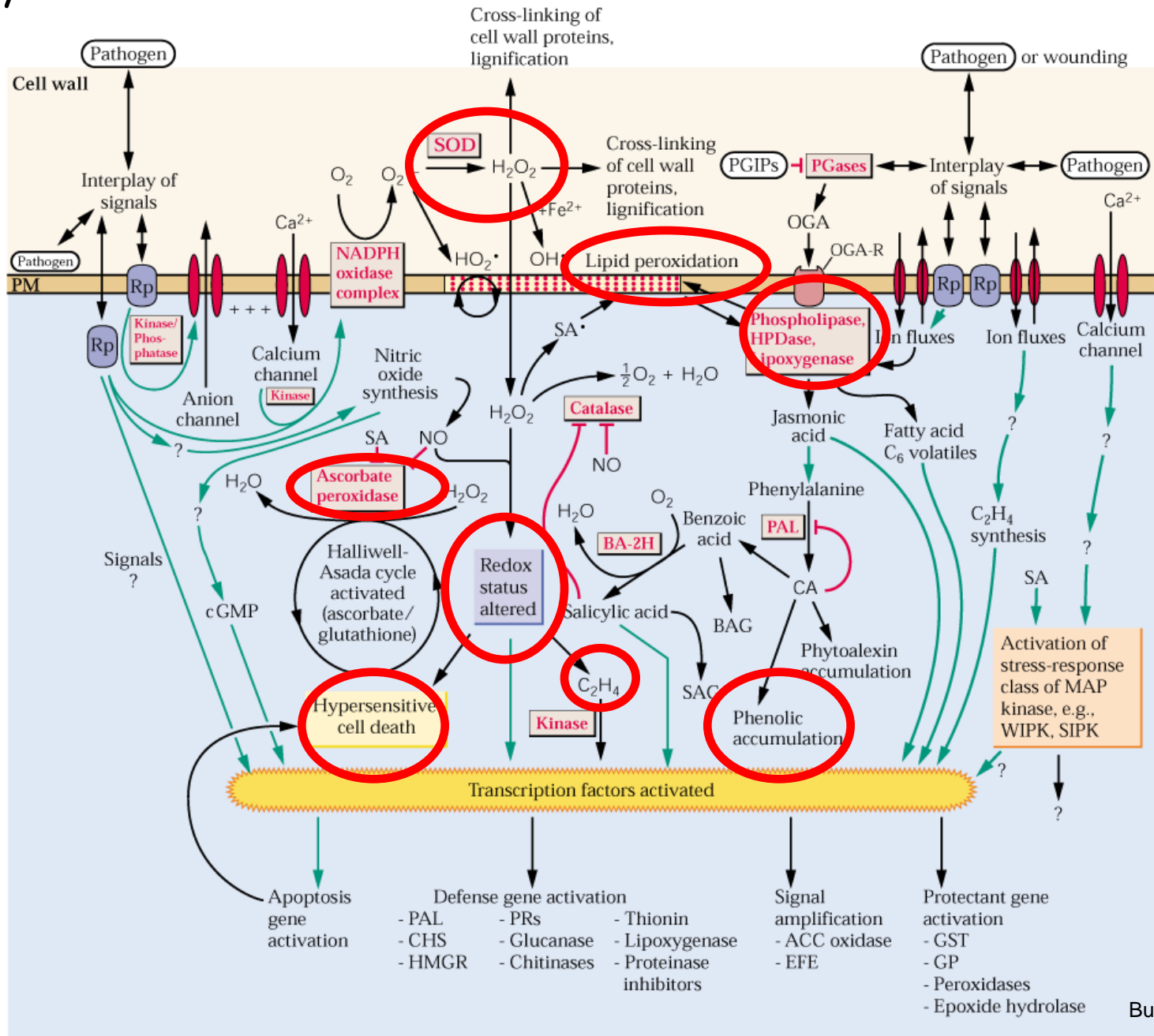
- Mechanické zpracování
- Fyziologické – PCD, nekrosa

# Abiotický stres





# Biotický stres



# Rajčata - vděčný objekt výzkumu

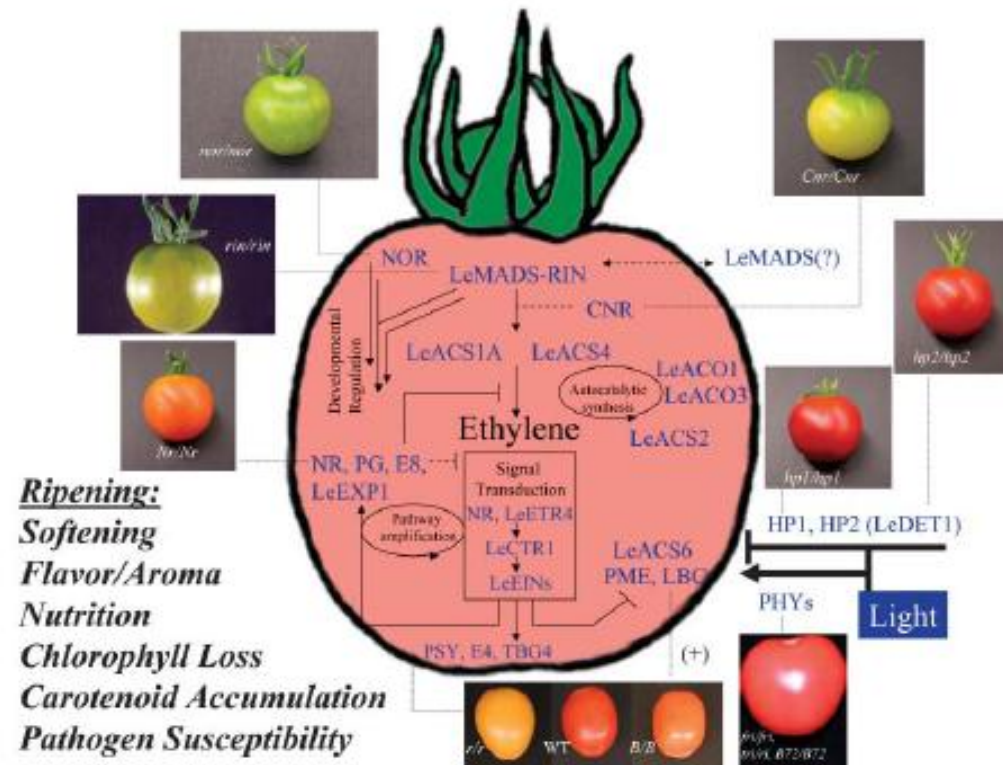


Figure 2. Model for the Molecular Regulation of Tomato Fruit Ripening.

Fruit harboring homozygous mutations for the indicated genes or loci are shown. The *nor*, *rn*, *Nr*, *Cnr*, *hp1*, and *hp2* mutants are all nearly isogenic with cv Ailsa Craig. The *r* and *B* mutants are from reported introgression lines (Eshed and Zamir, 1994) nearly isogenic with cv M82 (WT). A triple phytochrome (PHY) mutant deficient in *PHYA* ( $\#$ ), *PHYB1* ( $\#$ ), and *PHYB2* (*B72*) with associated modification of carotenoid accumulation also is shown.

## Ovlivnění textury Le

PG v nezralých plodech nedetegovatelná, synth. *de novo*, kódována 1 genem - 2 isoformy (1% mRNA ve zrajících plodech!!!!)

**Flavr Savr** – první geneticky modifikovaná plodina AntiPG (FDA 1994)

PE konstitutivně, více isoformem, anti-PE2

Table 3. Enzyme activities in normal and genetically engineered ripe tomato fruit.

Fruit type	Polygalacturonase ( $\mu\text{moles GA}\cdot\text{min}^{-1}\text{mg}^{-1}$ )	Pectinesterase ( $\mu\text{eqNaOH}\cdot\text{min}^{-1}\text{mg}^{-1}$ )
Normal	0.550	82
Antisense PG	0.004	67
Antisense PE	0.670	9

Table 2. Properties of cell wall polyuronides in normal and genetically engineered tomato fruit.

Fruit Type	Degree of Esterification (%)	Solubility (%)	Weight Average Molecular weight (kD)
Green Normal	75	36	294
Ripe Normal	56	59	111 ←
Green Antisense PG	66	30	270
Ripe Antisense PG	53	52	248 ←
Green Antisense PE	87	30	341
Ripe Antisense PE	67	66	85

# Rajčatová šťáva z antiPG rejčat

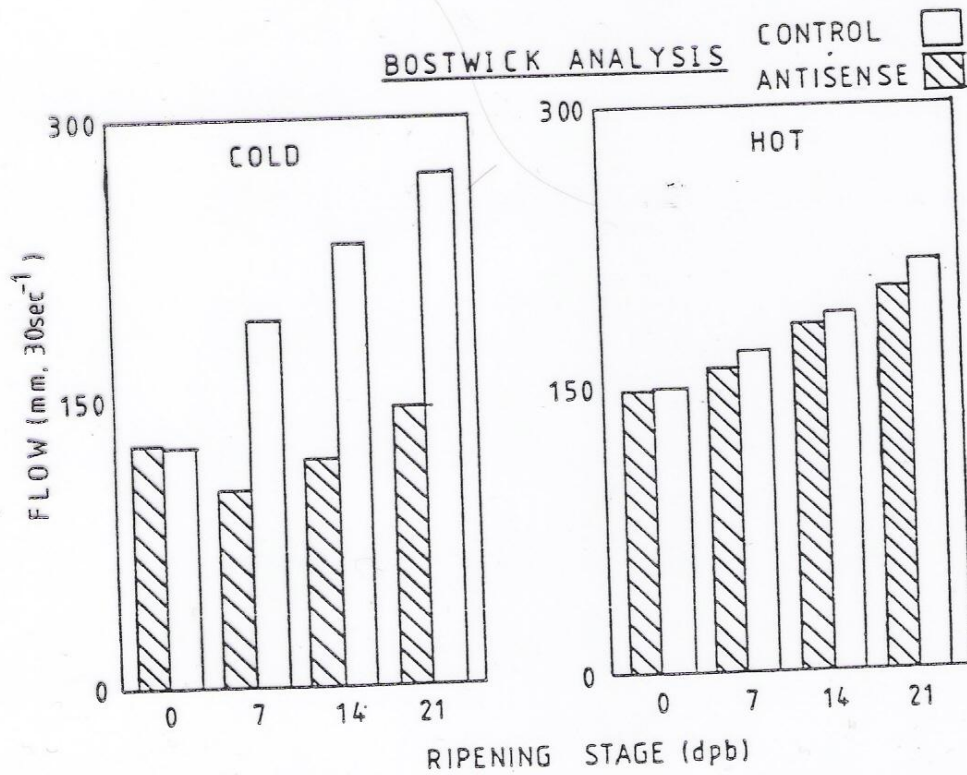


Fig. 3. Consistency of tomato juice, expressed as Bostwick readings, prepared by (A) cold break or (B) hot break processing.

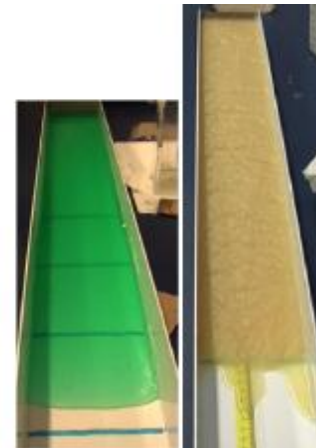
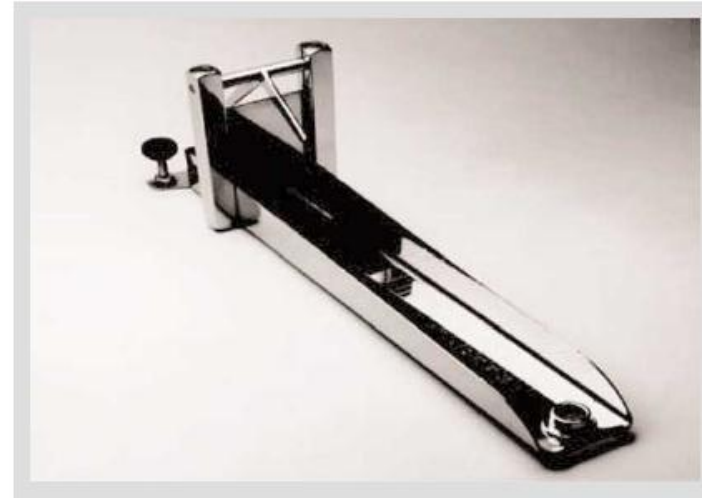
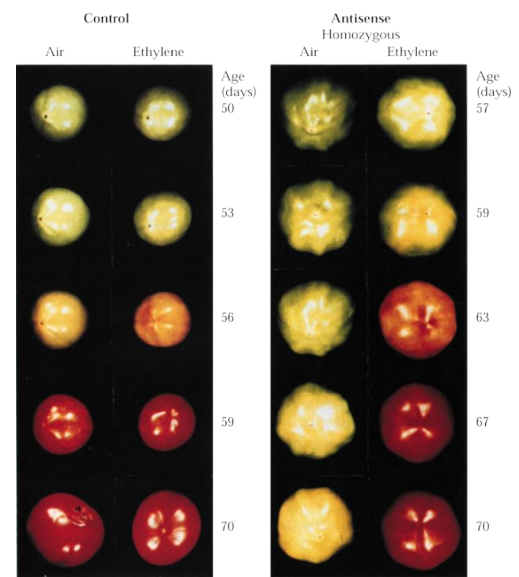
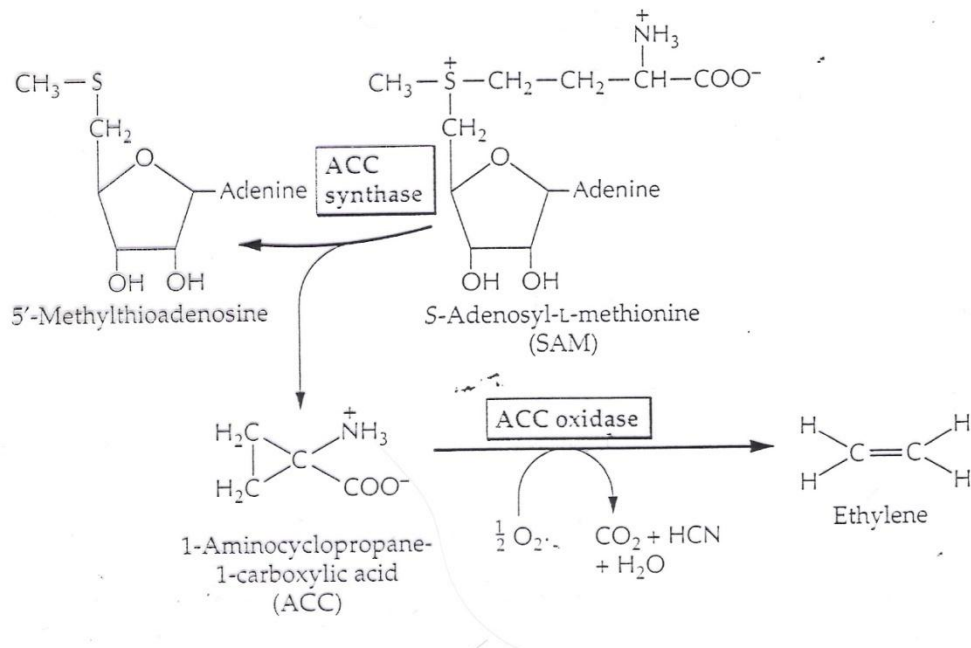
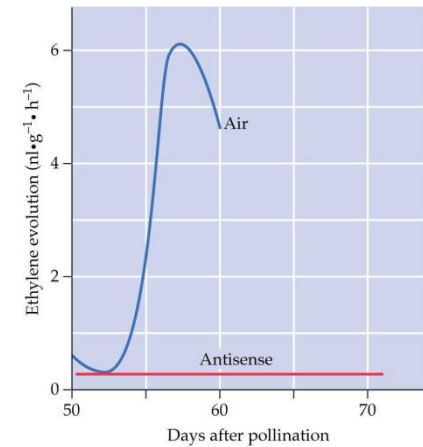


Fig. 6. Photograph of (a) dyed carbopol and (b) apple sauce slumping down the channel. The flow front is relatively flat, suggesting that the slump is largely two-dimensional and the side walls do not have much effect. The channel is 10 cm wide and 6cm deep (well over 1 m long), and the initial reservoir was 40 cm long. The lines drawn across the channel in (a) indicate the original position of the dam and the three stations downstream of it where recordings of the passing fluid front were made. In (b), note the fluid at the flow front that has separated from the suspension, and the uneven surface of the deposit.

Nejlépe prostudovaným faktorem ovlivňujícím procesy zrání a stárnutí u rostlin je **ethylen**.....



Lycopersicon esculentum  
 Antisense - ACC synthasa, ACC oxidasa  
 GMO - ACC deaminasa bakteriální



# Biochemické změny v poravinářských surovinách a produktech rostlinného původu

## a) Přirozené, *in vivo*, procesy - zrání a stárnutí pletiv

- Změna struktury b.s. a střední lamely (pektinové látky)
- Intracelulární procesy

## b) Stres - chlad, sucho, poranění, infekce

- Oxidační vzplanutí
- Akumulace fytoalexinů, polyaminů, fenolických látek, JA
- Aktivace PPO

## c) Posklizňové procesy - porušení pletiv

- Fyziologické – PCD, nekrosa
- Mechanické zpracování

## Enzymy působící v průběhu zpracování

1. Změna senzorických vlastností
  - LOX, lipasy, fosfolipasy, proteasy
2. Změna textury, konsistence
  - pektolytické a celulolytické enzymy
3. Změna barvy
  - PPO, POD
4. Snížení nutriční hodnoty
  - Askorbát oxidasa, thiaminasa

# Enzymové hnědnutí

Korýši (Crustacea)

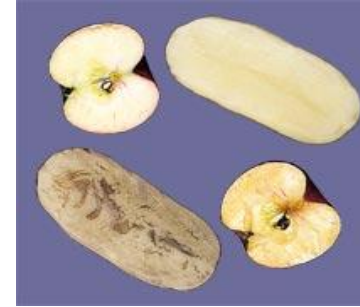


Rostliny  
(ovoce, zelenina)

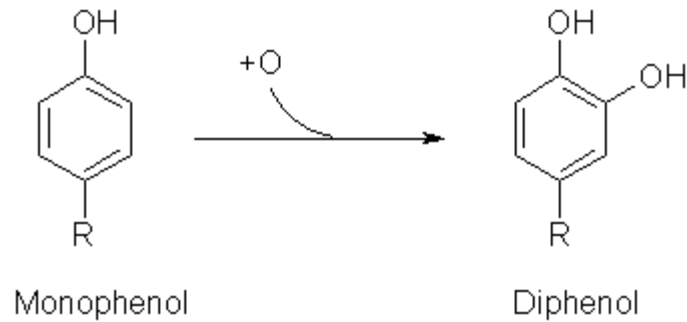




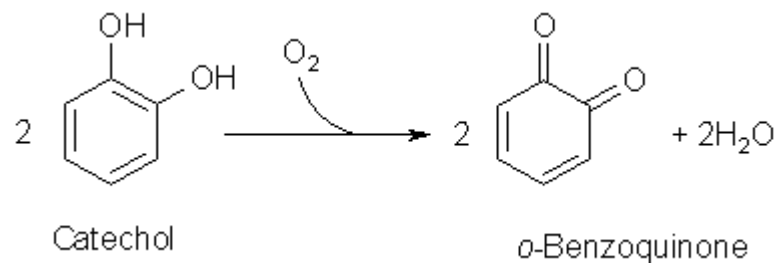
# Enzymové hnědnutí



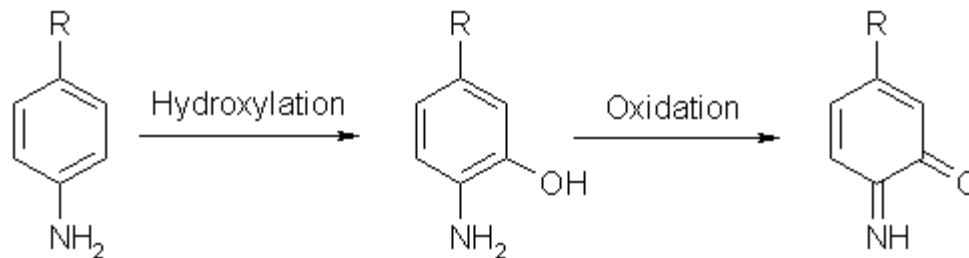
## Reakce katalysované polyfenoloxidasou



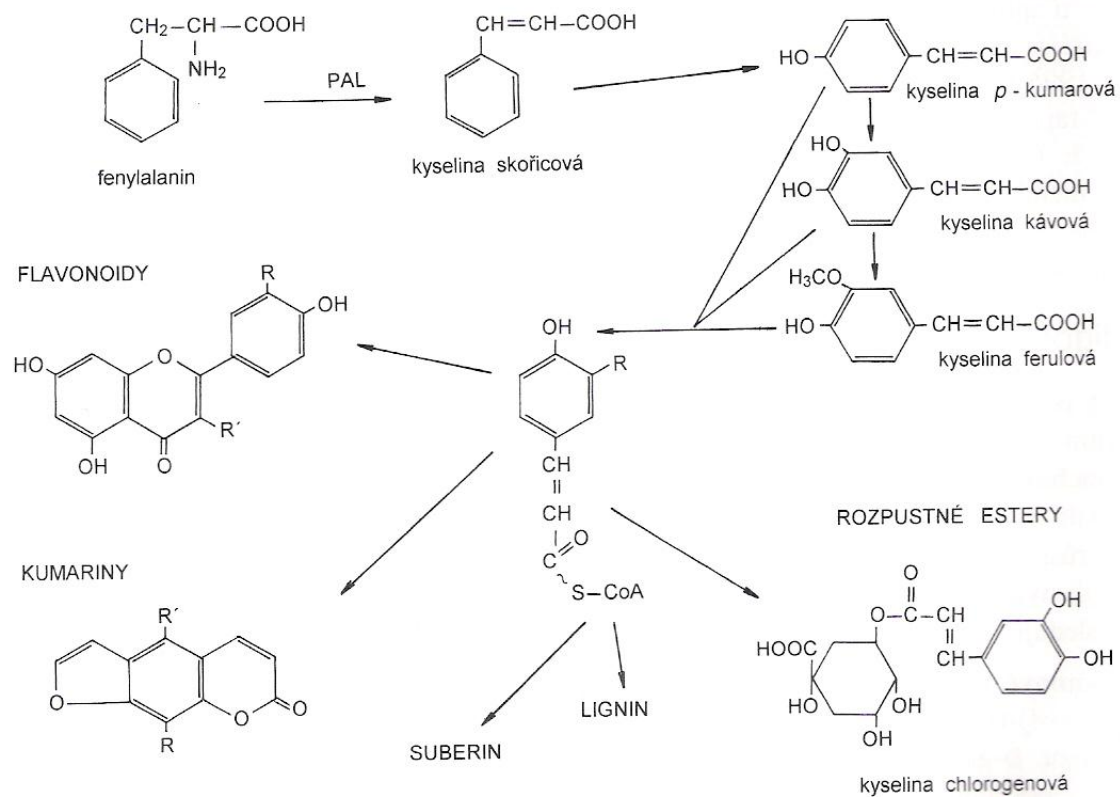
**monofenoloxidasová  
reakce**



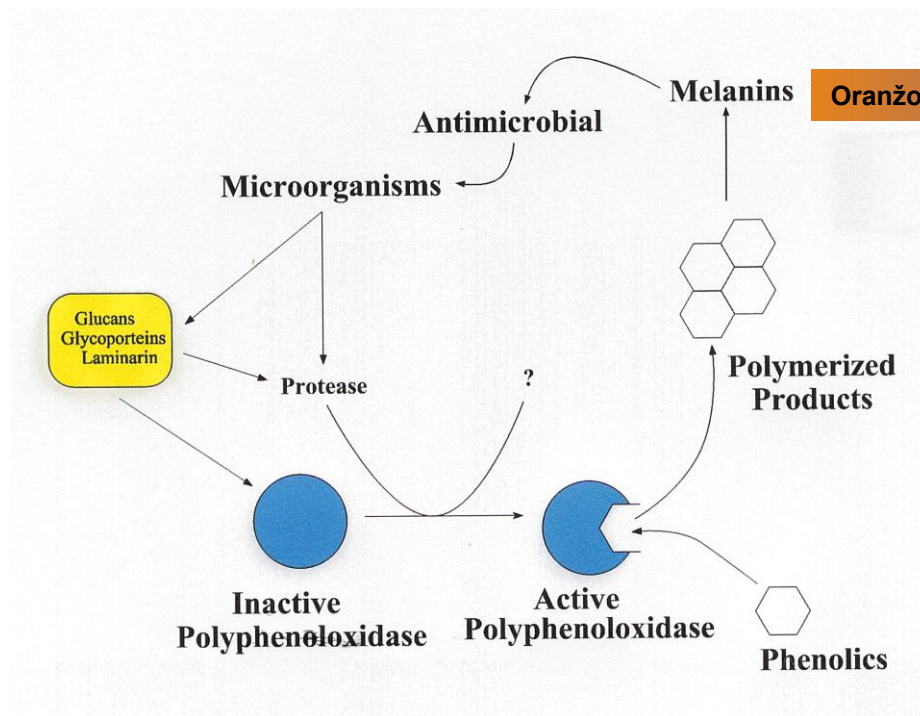
**difenoloxidasová  
reakce**



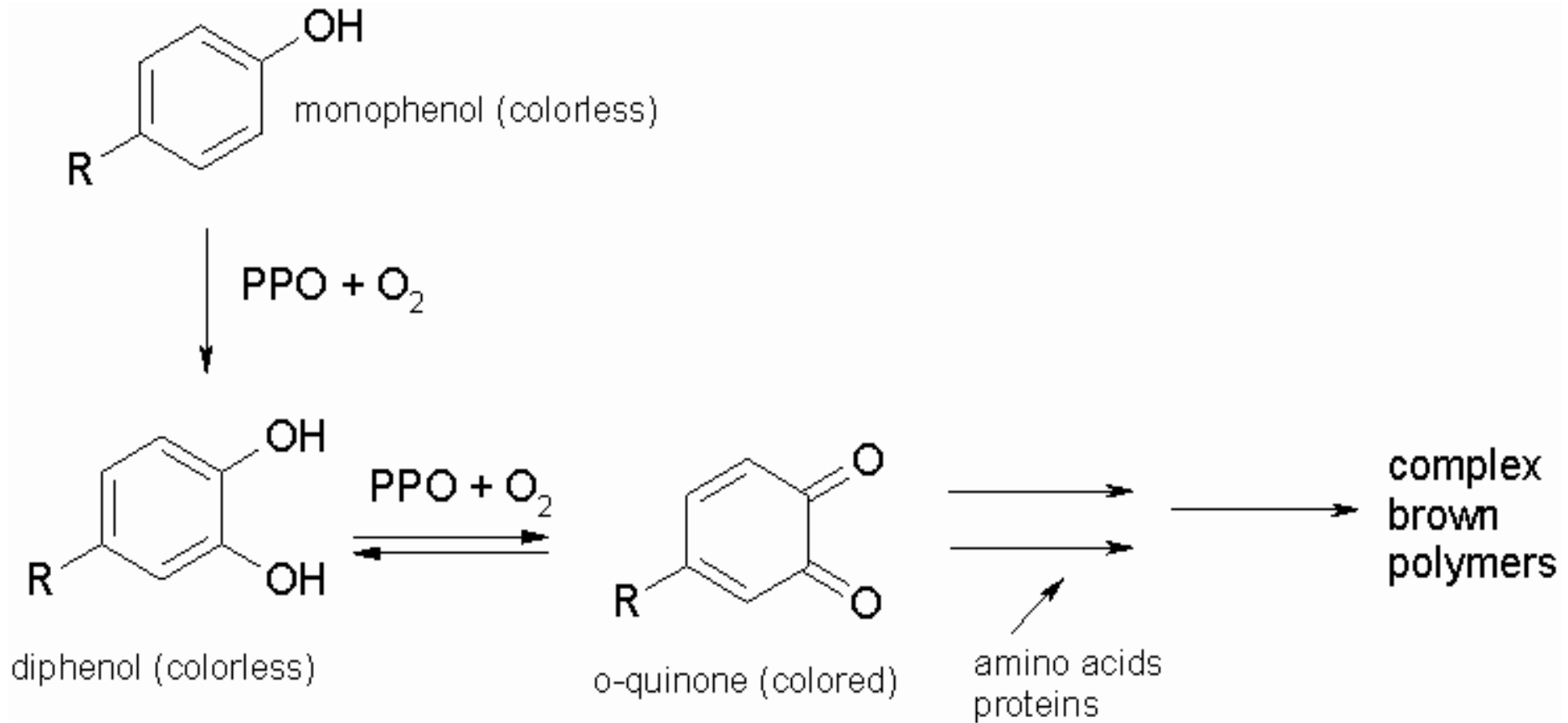
# Produkty fenylnopropanové dráhy – substráty PPO



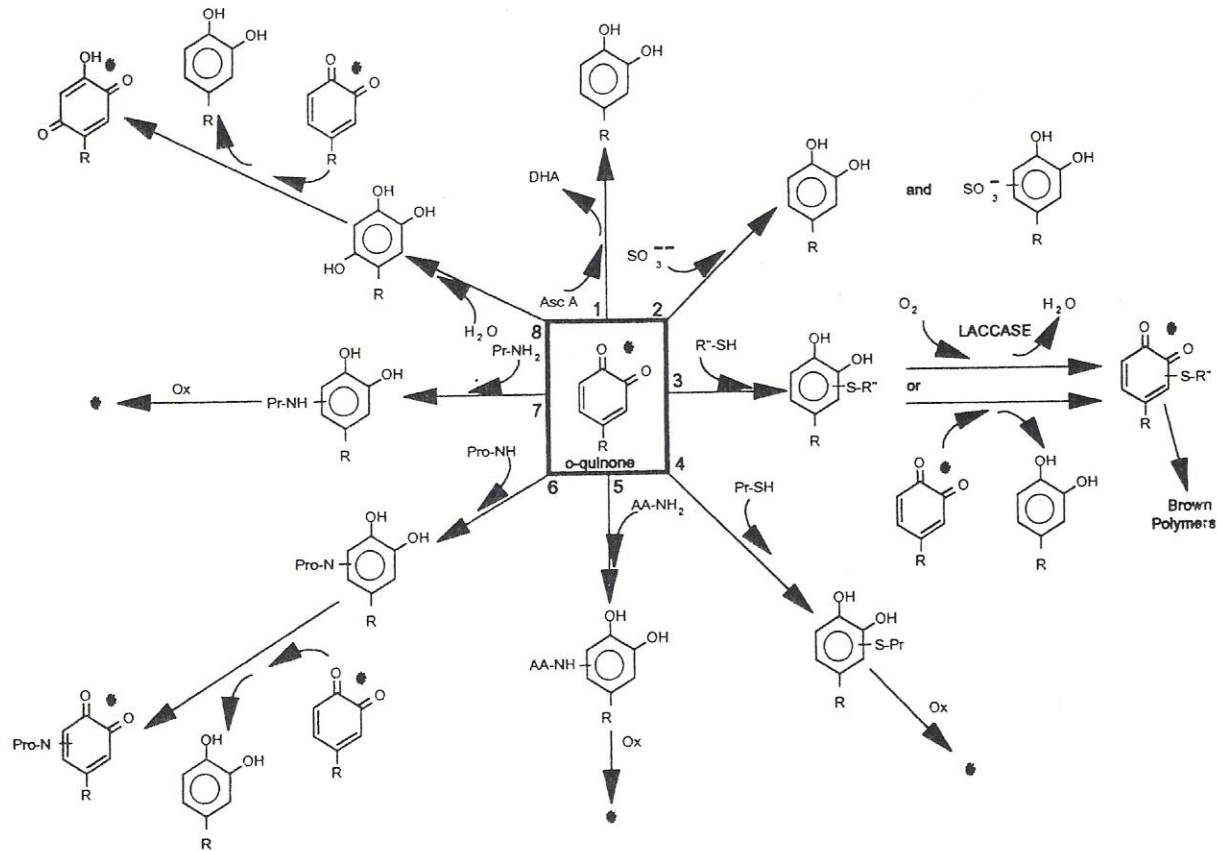
# Fyziologická funkce polyfenoloxidasy



# Podstata enzymového hnědnutí



# Enzymové hnědnutí



**FIGURE 5.** Reactions of *o*-quinones with nonphenolic compounds. (All reactions are nonenzymatic except those with laccase; reactions 1 to 3, 6, and 8 are able to regenerate the original phenol.) Products with different color intensities are indicated by asterisks. Ox, further oxidation reactions by oxygen or *o*-quinone; Pr-SH and Pr-NH<sub>2</sub>, proteins; Pro-NH, Proline; AA-NH<sub>2</sub>, amino acids; Asc A, ascorbic acid; DHA, dehydroascorbic acid; R'SH, small thiol compounds (e.g., cysteine or glutathione). (From Rouet-Mayer, M. A., Philippon, J., and Nicolas, J., *Encyclopaedia of Food Science, Food Technology and Nutrition*, McRae, R., Robinson, R. K., and Sadler, M. J., Eds., Vol. 1, Academic Press, London, 1993, 499. With permission.)

## Prevence enzymového hnědnutí

1. Šlechtění odrůd s nižším obsahem fenolů
2. Inaktivace PPO - fyzikálními metodami  
- inhibicí
3. Kombinované postupy

### Ad 2) **fyzikální metody**

- a) Změna teploty, pH
- b) omezení přístupu  $O_2$ 
  - obaly bez přístupu  $O_2$
  - balení v inertní atmosféře
  - proslazování

### **Inhibice**

- a) Chelatační činidla
- b) Anorganické ionty - halidy (NaCl, NaF)
- c) Kompetitivní inhibitory - k. benzoová, skořicová
- d) Látky redukují chinony (askorbát,  $HSO_3^-$ , thioly)