

# **A must (cefre) védelme az oxidációtól**

# Az oxidáció szerepe

- „az oxigén a fehérborok ellensége”
- a legtöbb fehérbor esetében a borkészítés során az oxigén felvétele kerülendő
- elsődleges aromaanyagok megőrzése, barnulási folyamatok megakadályozása
- palackos érlelés során reduktív buké kialakulása
- a feldolgozás során történő védelem a legfontosabb szempont
- az  $\text{SO}_2$  fokozott használatával és a levegő kizárásával a cefre az enzimatikus oxidációtól megóvható
- túlzott mértékű védelem ► a borok a későbbi életük folyamán hajlamosabbak a barnulásra és nehezebben stabilizálhatók kénessav segítségével
- túlzott kénezés: az élesztő több acetaldehidet termel és nő a redukcióért felelős aromaanyagok (metionol, kén-hidrogén) mennyisége

## A mustok oxigénfelvétele

- a fahéjsavszármazékok, a glutation, az aszkorbinsav és a flavonoid fenolok mustban mért koncentrációjának a függvénye
  - a bogyók zúzásával és préselésével befolyásolható a fahéjsavszármazékok és a flavonoid-fenolok mennyisége
  - a hiperoxidáció folyamán az aromaanyagok mennyisége is csökkenhet
- a tiolcsoportot tartalmazó aromaanyagok (Sauvignon blanc) könnyen eloxidálódnak
- ezek az aromaanyagok gyorsan reakcióba lépnek a kinon típusú vegyületekkel
  - a kénezéssel a kinonok kialakulása megakadályozható

# A mustok oxidációjának mechanizmusa

- a must oxigénfogyasztása a fenolvegyületek enzimatis oxidációjával magyarázható
- 2 oxidáz enzim:
  - tirozináz (PPO): egészséges szőlő esetében
  - lakkáz: a Botrytis cinerea által termelt enzim rothadt szőlőben
- lakkázmeghatározáson alapuló egészségi állapot felmérés a szőlő esetében
- a mustok enzimatis oxidációja rendkívül gyors:  $\geq 2 \text{ mg/l x perc}$
- borok esetében :  $\sim 2 \text{ mg/l x nap}$
- az idő előrehaladtával az oxigénfelvétel sebessége jelentősen csökken a szubsztrátumok koncentrációjának csökkenése következtében
- fahéjsav-származékok folyamatos adagolásával az oxigénfelvétel sebessége nem változik
- a mustok kismértékű oxigénfelvétele a kénezést megelőzően elkerülhetetlen

# A mustok oxidációjának mechanizmusa

- a lakkáz más fenolvegyületeket is képes oxidálni, így az oxidáció hosszú ideig azonos sebességgel folytatódik

- a fahéjsav származékokból képződő kinon vegyületek lehetséges reakciói a mustban:

1. glutation (tripeptid): -SH csoportokat tartalmaz

-képződő vegyület: S-glutation-2 kávésv-tartarát



GRP (Grape reaction product)

- aszkorbinsav jelenlétében a fahéjsav származékok kinon vegyületei redukálódnak

2. flavonoid fenolokkal történő kondenzáció kinon képződés mellett

3. o-difenol fahéjsav származékokkal történő kondenzáció: oldhatatlan mély színű vegyületek

# Oxido-reduktázok

1. tirozínáz(PPO): a szőlőbogyóban a kloroplasztok membránjához kapcsolódik  
fahéjsav származékok észtereit oxidálja; aktivitása fajtafüggő

A képződött kinonok reakciói:

- flavonoid fenolokkal kondenzáció: sárga-barna polimerek képződése
- glutationnal: GRP (nem befolyásolja a must színét)

A mustok barnulása függ:

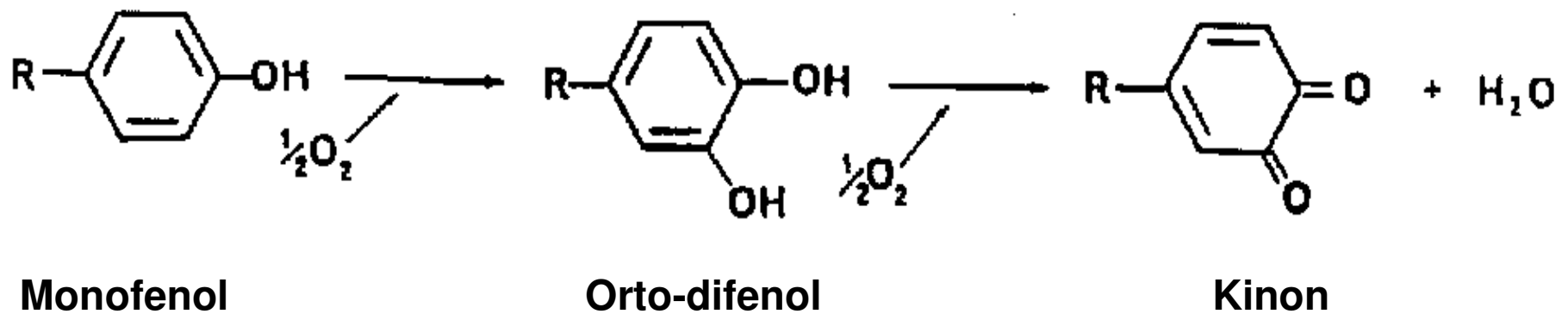
- a flavonoid fenolok koncentrációjától (mechanikai hatások szerepe)
- a glutation koncentrációjának növekedésével a barnulási folyamatok lassulnak
- pH optimum: 4,75 ► a mustok pH viszonyai mellett nem stabil!
- 50 mg/l SO<sub>2</sub> felett inaktiválható (ennél kisebb koncentráció esetén az oxidáció lassul)
- 55 °C feletti hőmérsékleten néhány perc alatt inaktiválható

# Oxido-reduktázok

2. lakkáz: a Botrytis cinerea gomba által termelt enzim

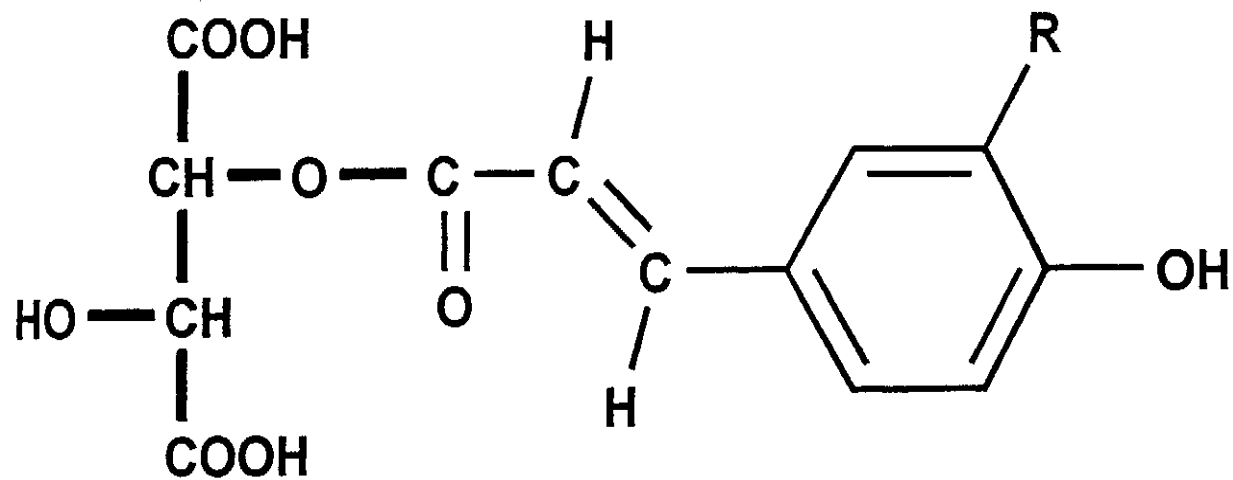
- számos fenolos összetevőt és más molekulákat is képes oxidálni
  - a GRP oxidációja is lehetséges (a glutation nem akadályozza meg a láncreakciót)
  - A barna színű kondenzációs termékek mennyisége nagyobb, mint a PPO esetében
  - a must pH értékén stabil enzim
  - magas kénessav adagokkal sem inaktiválható teljesen
- ▼
- a mustok oxigénfogyasztása hasonló értéket mutat, mint egészséges szőlő esetében, a kénezés hatására azonban a folyamat kevésbé fékezhető (egyéb oxidáz enzimek)
  - hőhatásra érzékenyebb, mint a tirozináz, 50 °C felett inaktiválható

# A tirozináz (PPO) hatásmechanizmusa

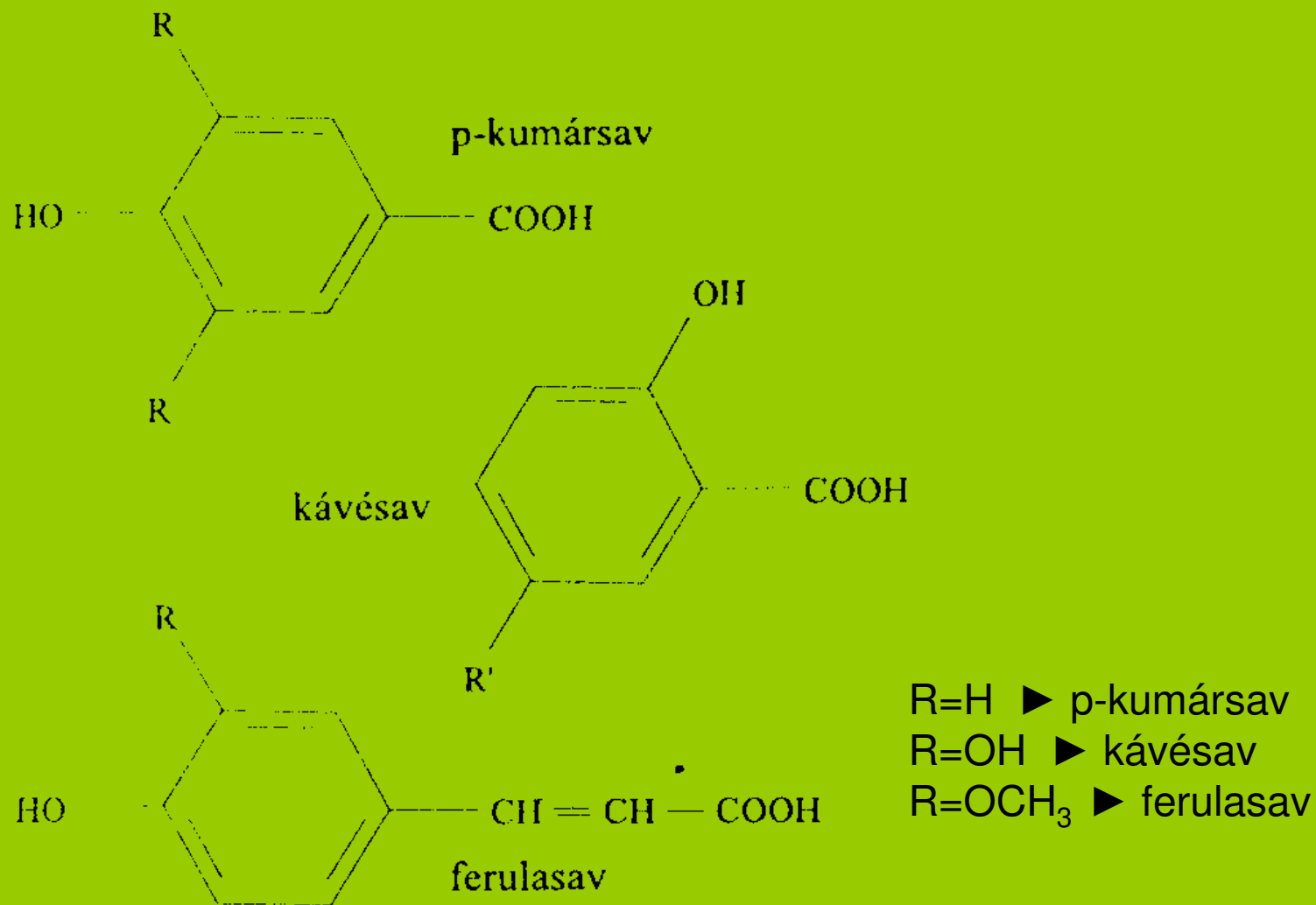




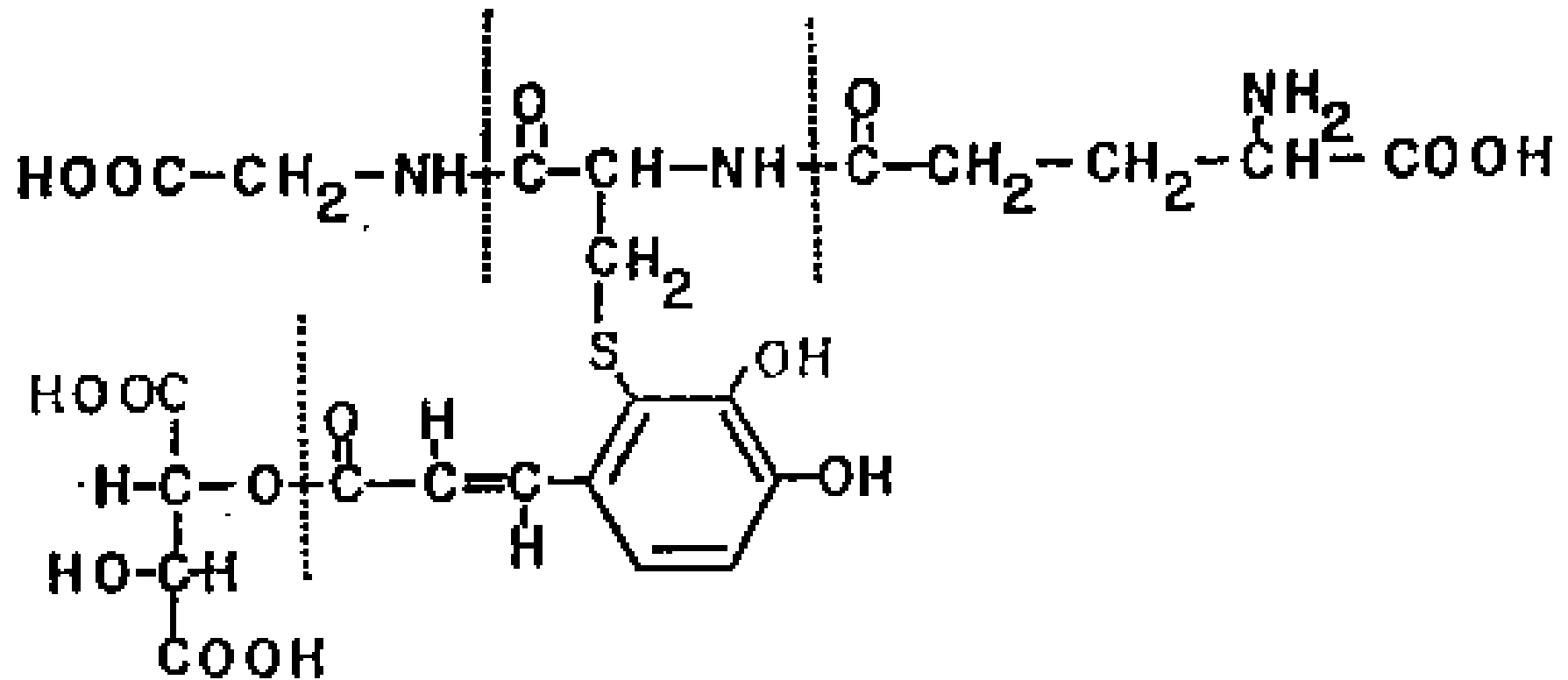
# A fahéjsav származékok borkősavval alkotott észterei



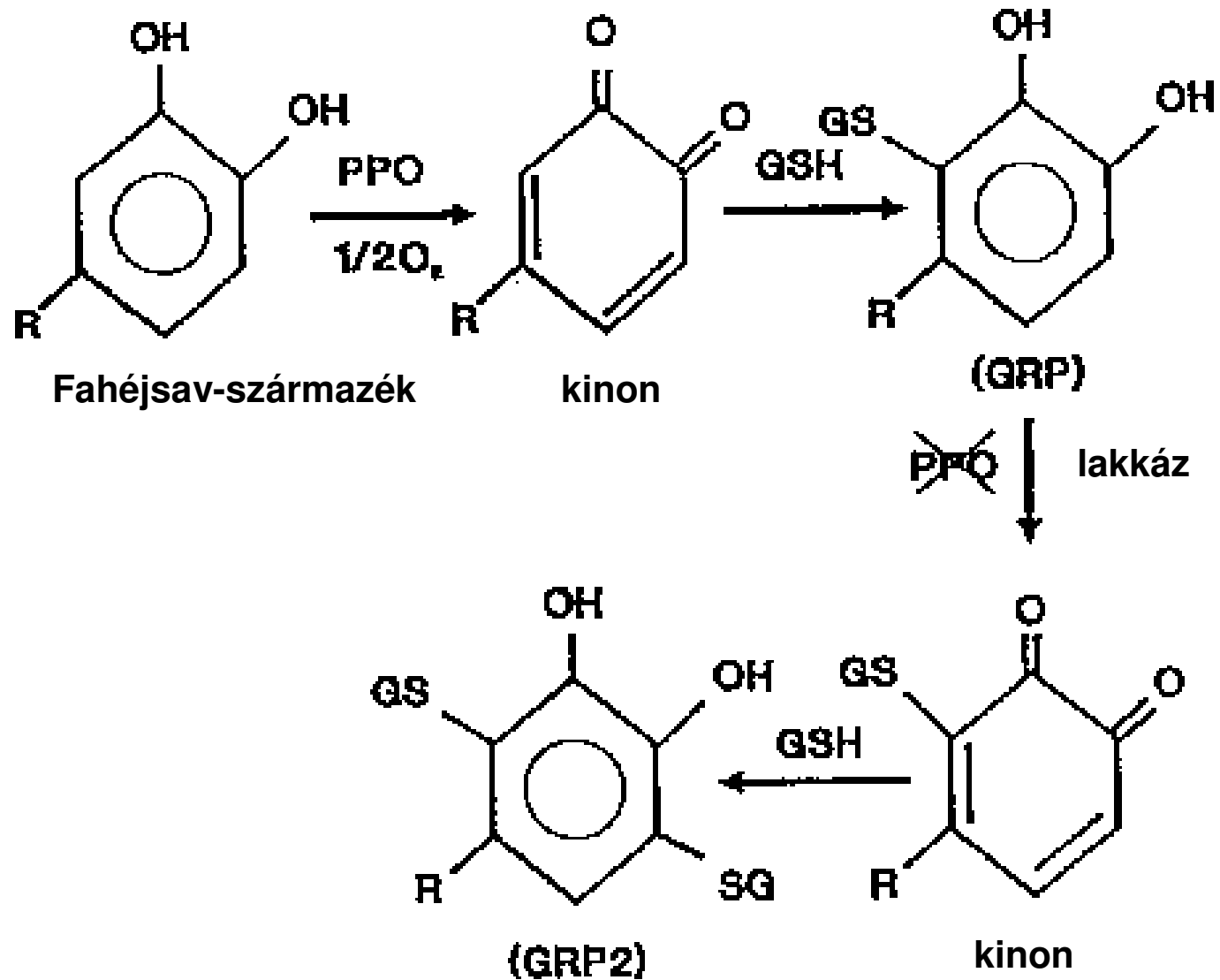
# A szőlőbogyóban előforduló egyszerű fenolok



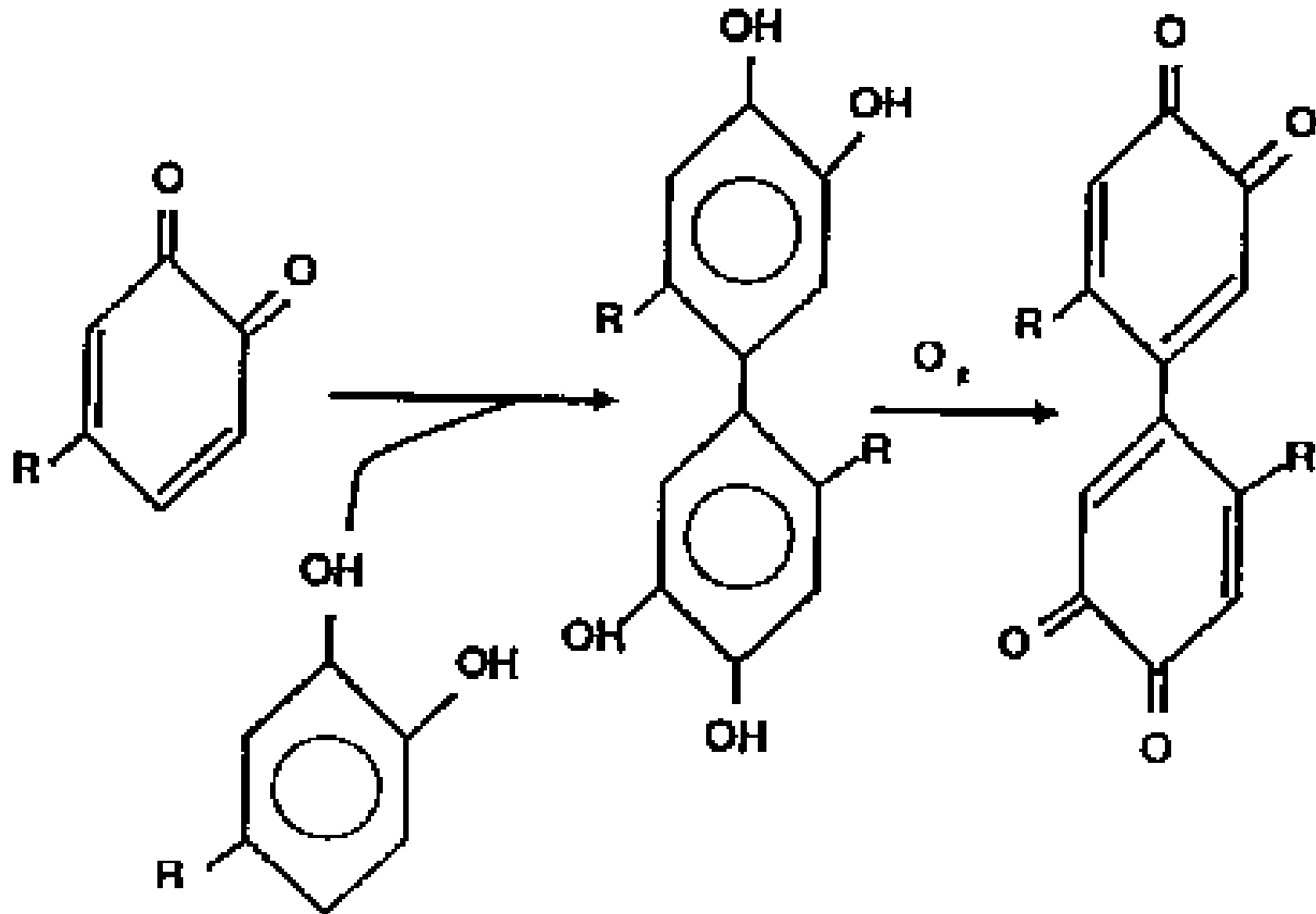
## A GRP (grape reaction product) kémiai felépítése



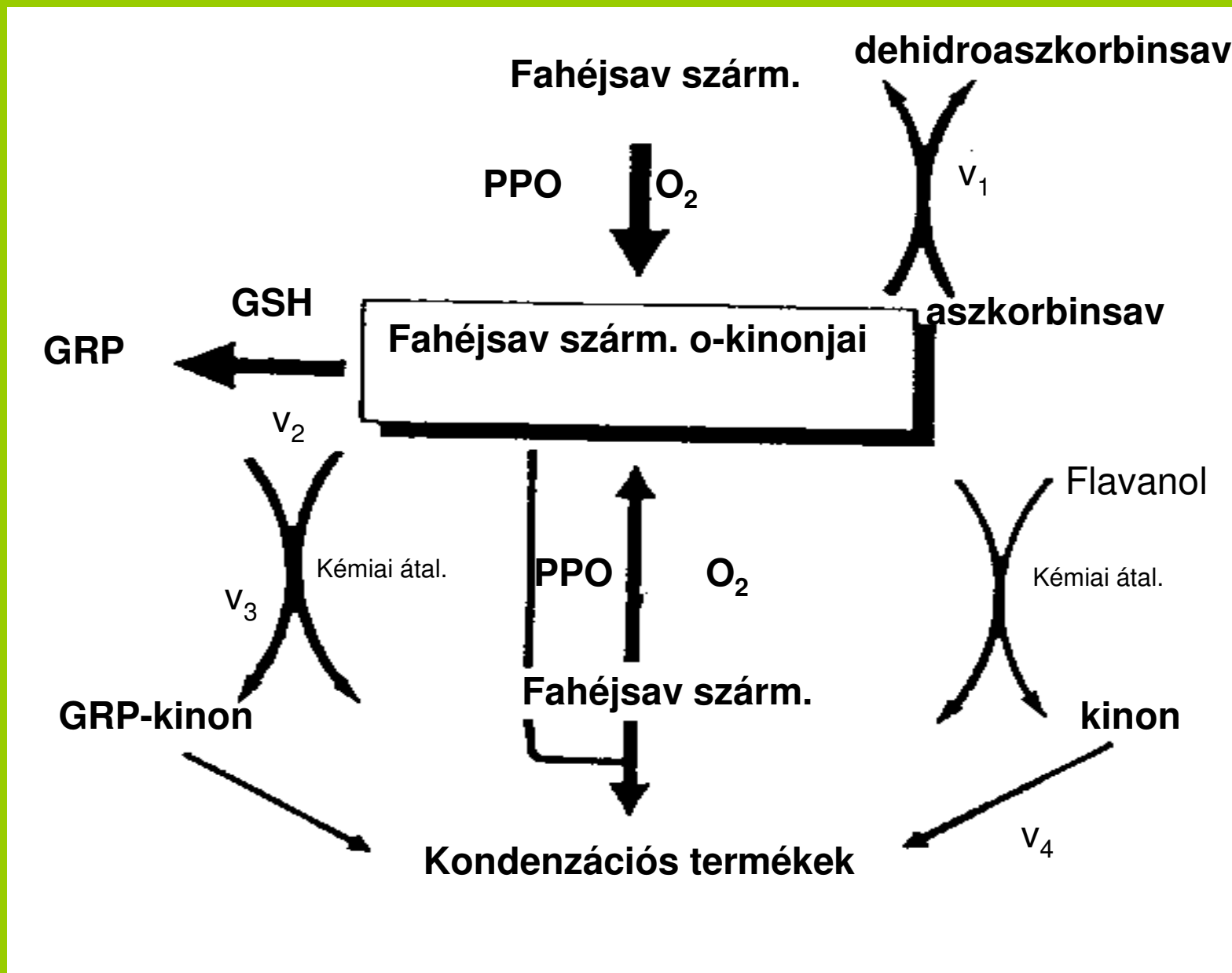
# A must barnulási folyamatai



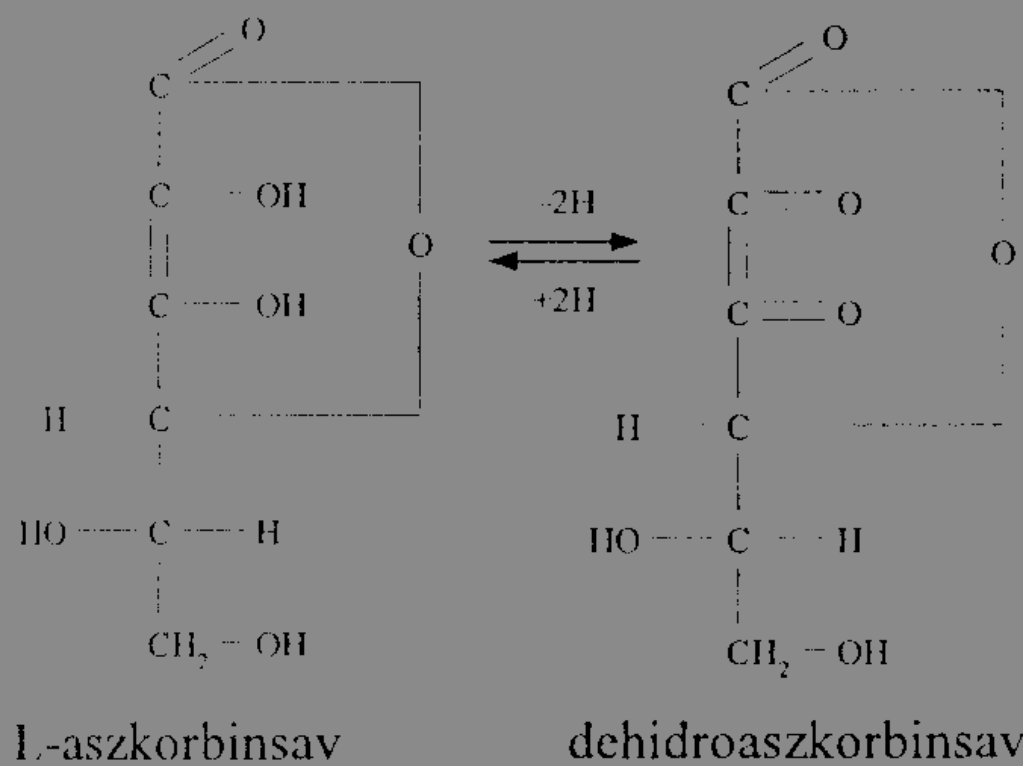
# A polifenolok kondenzációja



# A mustok barnulási folyamatainak sémája



# Az aszkorbinsav (C-vitamin) redukciója



# A hiperoxidáció szerepe

- must (cefre) kénezés nélkül, tiszta O<sub>2</sub> adagolásával a mustülepítés előtt a fehérborok színtabilitása javul, oxidált borjelleg kialakulása nélkül (Müller és Spath, 1977)
- a hiperoxidációval mustok polifenol vegyületei eloxidálódnak, majd az ülepítés során kicsapódnak így a színelő fejtést követően eltávolíthatók
- a színtabilizáció mértéke fajtánként eltérő mértékben, de bizonyítható
- pezsgő-alapborok esetén az utóprésmustok színe is megfelelő lehet
- a borok aromaösszetétele fajtánként eltérő irányban változik
- semleges bort adó fajták (Rajnai rizling, Zöld szilváni esetében) a zamatkomplexitás nem változik, vagy javul a hiperoxidáció következtében
- illatos fajták, Sauvignon blanc, Chardonnay: a fajtajelleget előidéző aromaanyagok mennyisége csökken



## A hiperoxidáció hatásai, kivitelezése

- ülepítés előtti nagy mennyiségű oxigén bejuttatása a mustba
- a polifenolvegyületekből olyan polimerek képződnek, melyek nagy molekulatömegük miatt leülepednek és kiválnak.
- a beavatkozás hatékonysága a fajtafüggő (hidroxifahéjsav/ glutation arány)
- hatékonyan a kénezés elkerülésével alkalmazható
- folyékony oxigén nagy nyomáson történő egyenletes eloszlatása a mustban
- mennyiség: 40-50 mg/l, adagolás időtartama: 2-3 óra
- utána ülepítés szükséges vagy flottációs musttisztítással kombinálható
- a nitrogéntartalmú vegyületek, színyanyagok, polifenolok mennyisége csökken,
- az íz-zamatösszetétel pedig javul, de egyes aromaanyagok (terpénalkoholok, illó, S tartalmú vegyületek) koncentrációja csökken.
- ha közvetlenül az ülepítés után a mustot fajélesztővel beoltjuk, nem szükséges a mustkénezés.

## Az oxidációtól való védelem lehetőségei

- kénezés: antioxidáns, antioxidázikus (enzimek ellen)
- aszkorbinsav adagolása fokozza az antioxidáns hatást
- a termés vagy a cefre hűtése az oxidációs reakciók sebességét csökkenti
- 60 °C feletti hőmérséklet néhány perc alatt elpusztítja az oxidáz enzimeket
- a szőlőfeldolgozás során a cefre levegőtől való minél tökéletesebb elzárásának biztosítása
- a mustülepítéssel a szilárd részekkel együtt a tirozináz egy része inaktiválható
- legalább 5 g/hl feletti cefre (must) kénezés szükséges a tirozináz inaktiválásához
- barna árnyalatú, erősen oxidált mustok (utóprésmustok) 7 g/hl hatóanyag alkalmazható
- egyszeri teljes adagú kénezés szükséges, ellenkező esetben az oxidáció fokozódik
- antioxidánsként az aszkorbinsav max 15 g/hl mennyiségben alkalmazható
- kizárólag a kénezéssel együtt vagy védőgáz alkalmazásával együtt használható!!!





## Az oxidációtól való védelem lehetőségei

- a cefre és a must hűtése rendkívül hatásos az oxidáció fékezésére
- a mustok oxigénfogyasztása háromszorosa 30 °C-on, mint 10 °C esetében
- a prések és a tartályok folyékony CO<sub>2</sub>-vel való töltése kedvező hatású
- krioextrakció és egész fürtök préselése (jégbor) esetén a 0 °C alatti hőmérséklet hatásos ► elsődleges aromaanyagok kinyerése maximális, az oxidáció elhanyagolható
- a mustülepítés csökkenti az enzimek mennyiségét, de önmagában nem elegendő a barnulási folyamatok elkerülésére
- a mustülepítés ugyanakkor megfelelő módszer az oxidációs termékek, különösen a kondenzált flavonoidok eltávolítására
- a mustok fűtése az enzimek elpusztításához vezet, a hőmérsékletet azonban gyorsan kell felemelni, közvetlen a must kinyerését követően

# A kénezés szerepe

- Antioxidáns (az enzimatikus oxidáció ellen is véd)
- Antimikrobiális
- Íz-zamat megőrző hatás

A cefre (must) kiévezés és a bor rendszeres kénezése szükséges

# Cefrekézés

- $\text{SO}_2$ : roncsoló hatású sejtméreg ► nagy mennyiségben hátrányos hatású
- Megfelelő adagolás:
  - 4-6 g/hl egészséges szőlő cefréjéhez
  - 8-10 g/hl rothadt szőlő mustjához
- Almasavbontás esetén legfeljebb 5 g/hl!
- Törzsoldat (8-10 %),  $\text{SO}_2$  gáz vagy  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$  (borkén)
- a borkén hatóanyagtartalma 50 %,  $\text{K}^+$  tartalom!!!
- a kékezés hatékonysága pH függő
- Összes kénessav maximum: fehérborokban: 200 mg/l  
vörösborokban: 150 mg/l  
botrítisztes borokban: 300 mg/l
- Aszkorbinsav használata!