



Enzimek szerepe a borászatban

Geyer Fanni A.

Riger Vivien

Plegányi Bálint

2021.12.02.

Bevezetés

Természetes módon előforduló enzimek

- szőlőből
- baktériumokból, élesztőgombákból

A tipikus borkészítési körülmények

- magas cukor- és etanolkoncentráció
- alacsony pH-érték

→ gátolhatják az enzimek aktivitását

Borászati enzimkészítmények

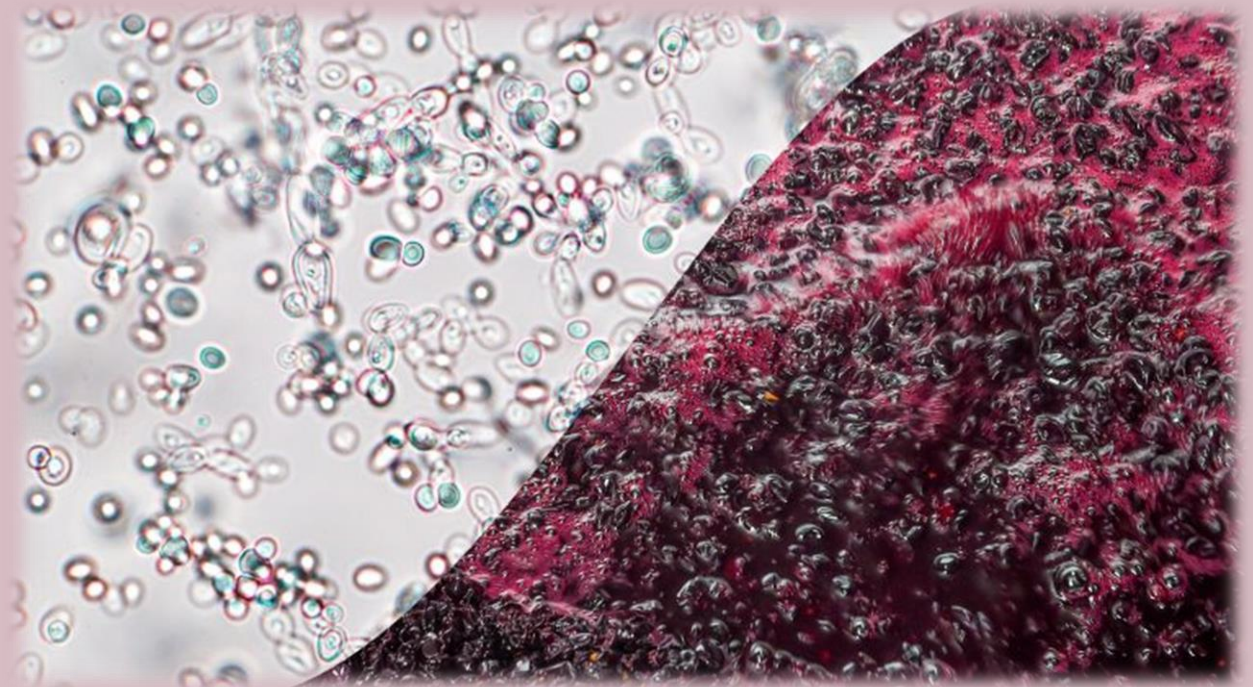
- gombákból nyerik
- EU: Nemzetközi Szőlészeti és Borászati Szervezet (International Organisation of Vine and Wine, OIV) szabályozza.

Forrásorganizmusok:

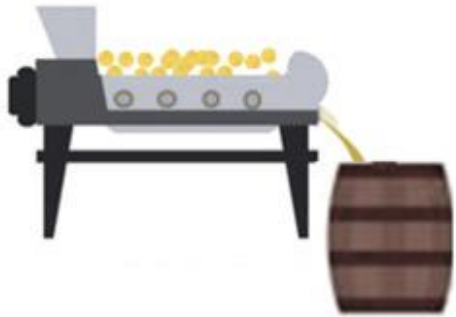
- *Aspergillus niger* (pektinázok, hemicellulázok, glikozidázok)
- *Trichoderma* fajok (glükanázok)

Borászati enzimkészítmények

- különböző aktivitású koktélok:
glükozidázok, glükanázok, pektinázok, proteázok
- fajtaaromák felszabadítása, az ízérzet fokozása
- derítés, szűrés és kitermelés javítása
- fehérje- és színstabilitás növelése
- A bor érlelésének elősegítése
- etil-karbamát képződés és alkoholszint csökkentése



A borkészítés fő lépései és a használt enzimek



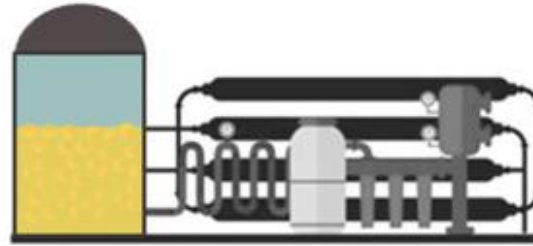
Pressing and
Maceration

- Cellulases
- Hemicellulases
- Pectinases
- Glucose oxidase



Fermentation

- Glycosidases



Clarification

- Pectinases



Stabilization
and Aging

- Lysozyme
- Proteases
- Ureases



A borkészítés fő lépései és a használt enzimek

Alkalmazás/Folyamat	Enzimatis aktivitás	Cél
A must szűrésének / tisztításának fokozása	Pektolitikus enzimek	A viszkozitás csökkentése (pektin)
Cefre erjesztés / hevítés (vörösbor)	Pektináz mellékaktivitásokkal (celluláz, hemicelluláz)	A növényi sejtfal poliszacharidjainak hidrolízise A szőlő héjmacerálásának és színkivonásának, minőségének, stabilitásának, borok szűrésének javítása
Az erjedés késői fázisa (fehérbor)	Glikozidáz	Az aroma javítása a szagtalan prekurzorokból származó cukormaradványok leválasztásával
Fiatal bor	Glükanáz	Élesztő sejtfalának lízise, mannopeinek felszabadulása
Szennyezett lé		Mikrobiális exopoliszacharidok lízise a derítés javítására
Bor	Ureáz	Élesztőből származó karbamid hidrolízise, amely megakadályozza az etil-karbamát képződését
Must, bor	Tyúktojásból származó lizozim	A baktériumok szaporodásának szabályozása
	Proteáz	Bor stabilizálása az opálosodás megelőzésével A bentonitszükséglet csökkentése

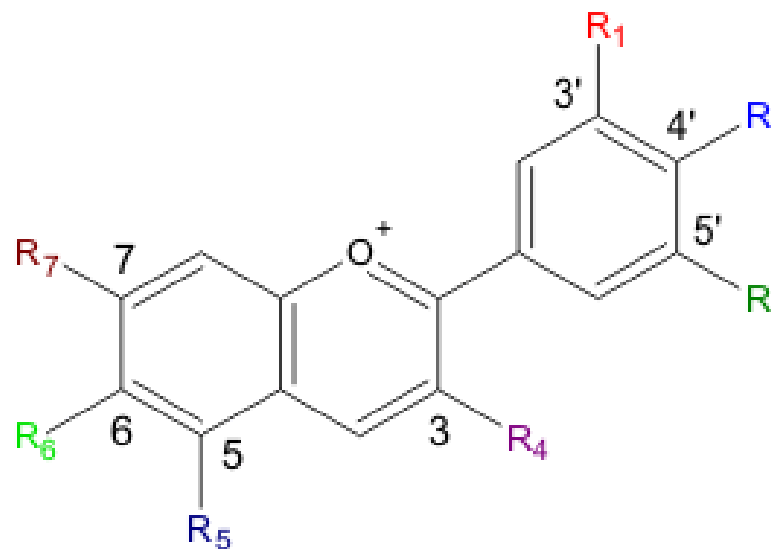
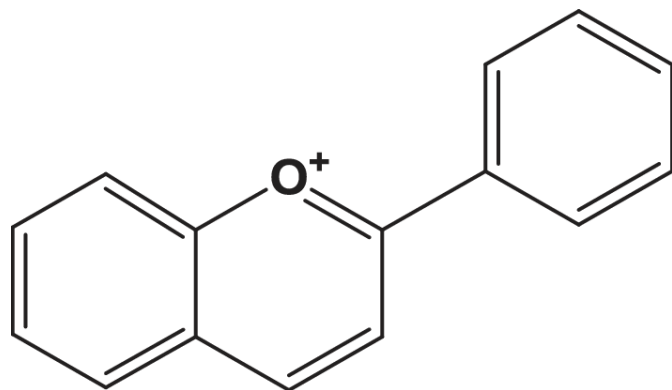


**A bor színtabilitásának
növeléséhez használt enzimek**

A fehérborok színe

Antocianidinek

- A legtöbb növényben megtalálható
- Alapváza a flavilium ion
- Pirosas színelváltozást okoz

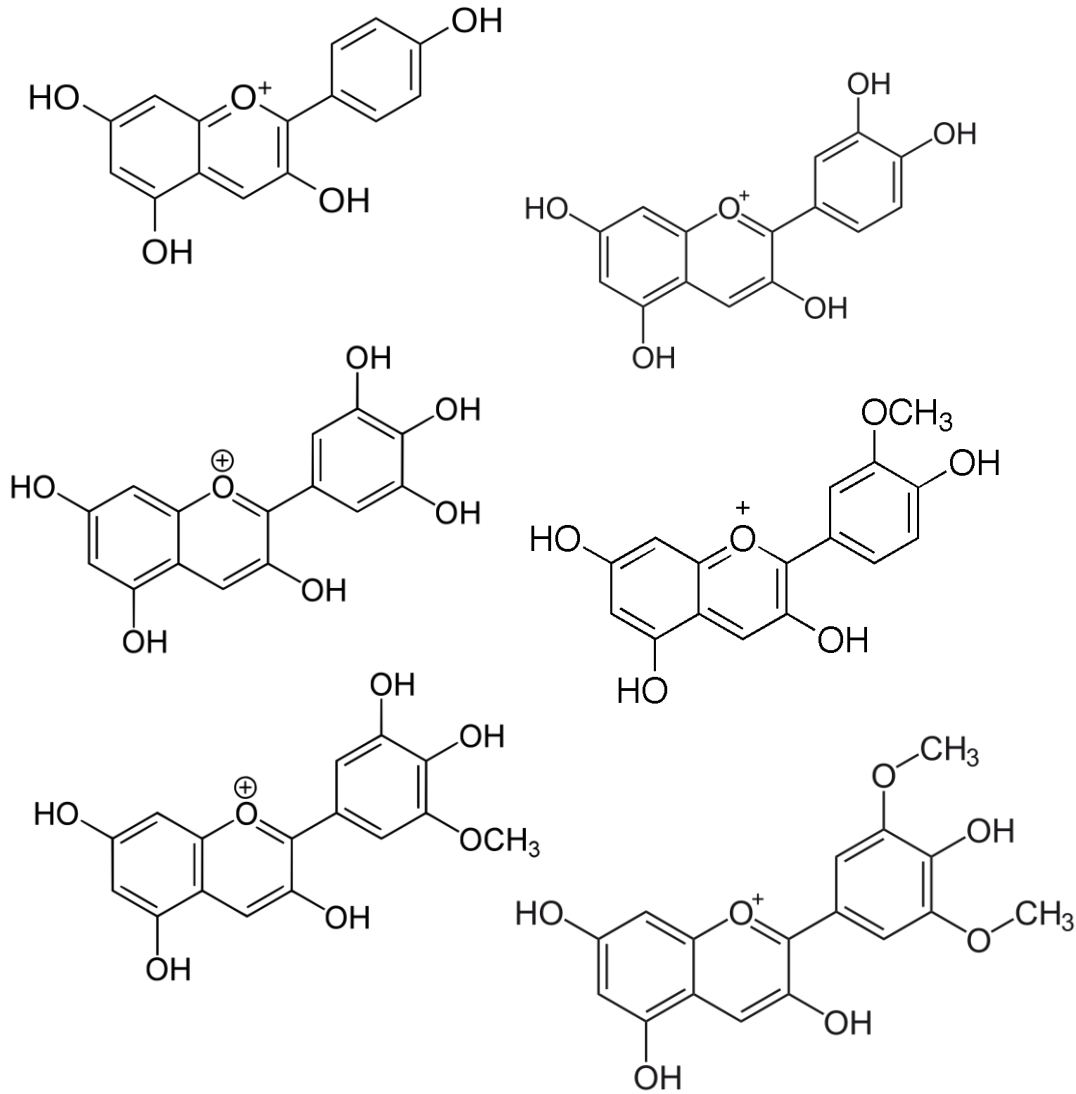


A vörösborok színe

Érdekünk a mélyebb, sötétebb szín

Főbb pigmentek:

- Pelargondin
- Cianidin
- Delfinidin
- Peonidin
- Petundin
- malvidin



A vörösborok színe

- A szőlőhéj fizikai akadályt képez a sejtekből történő diffúziónál
- Különféle technikákat fejlesztettek ki a jobb szín- és ízélmény eléréséért
- Különösen a pektináz kezeléssel készült borok mutattak magasabb antocianin- és összes fenolkoncentrációt, valamint nagyobb színintenzitást és optikai tisztaságot a kezeletlen kontroll borokhoz képest.

A vörösborok színe - pektinázok

A pektintartalmú sejtfal elbontásával:

- lékinyerést nagymértékben elősegítik
- növelik a must mennyiségét
- elbontják a kolloid védőburkot, amely a durva diszperz zavarosító anyagokat szuszpendálva tartja



Feltáródás fokozódása:

- áztatási idő rövidülése
- musttisztítás hatékonyságának növelése

A szőlőben kétféle pektinbontó hatás mutatható ki:

- a pektinészteráz metanolt tesz szabaddá, amely főként a szőlőszemek héjában koncentrálódik
- a poligalakturonáz csökkenti a lé viszkozitását a már demetoxilezett pektin elbontásával, ugyanakkor gátolja is a pektinészteráz aktivitását

A vörösborok színe - macerázók

- pektináz aktivitásokon felül erőteljes celluláz/hemicelluláz aktivitással bírnak

erős sejtfal és
vakuolummembrán
feltáró hatás

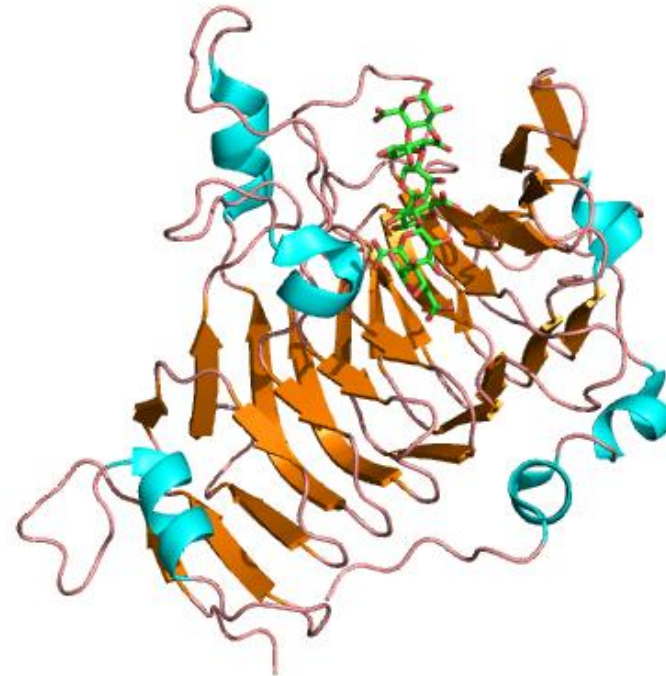
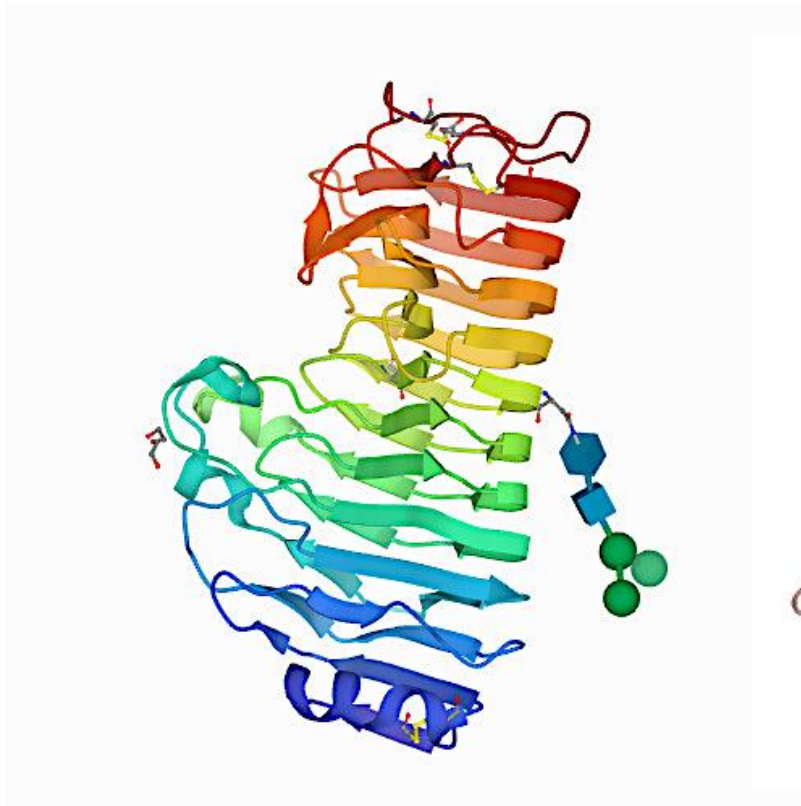


erőteljes szín- és
aromaextrakciót
valósít meg

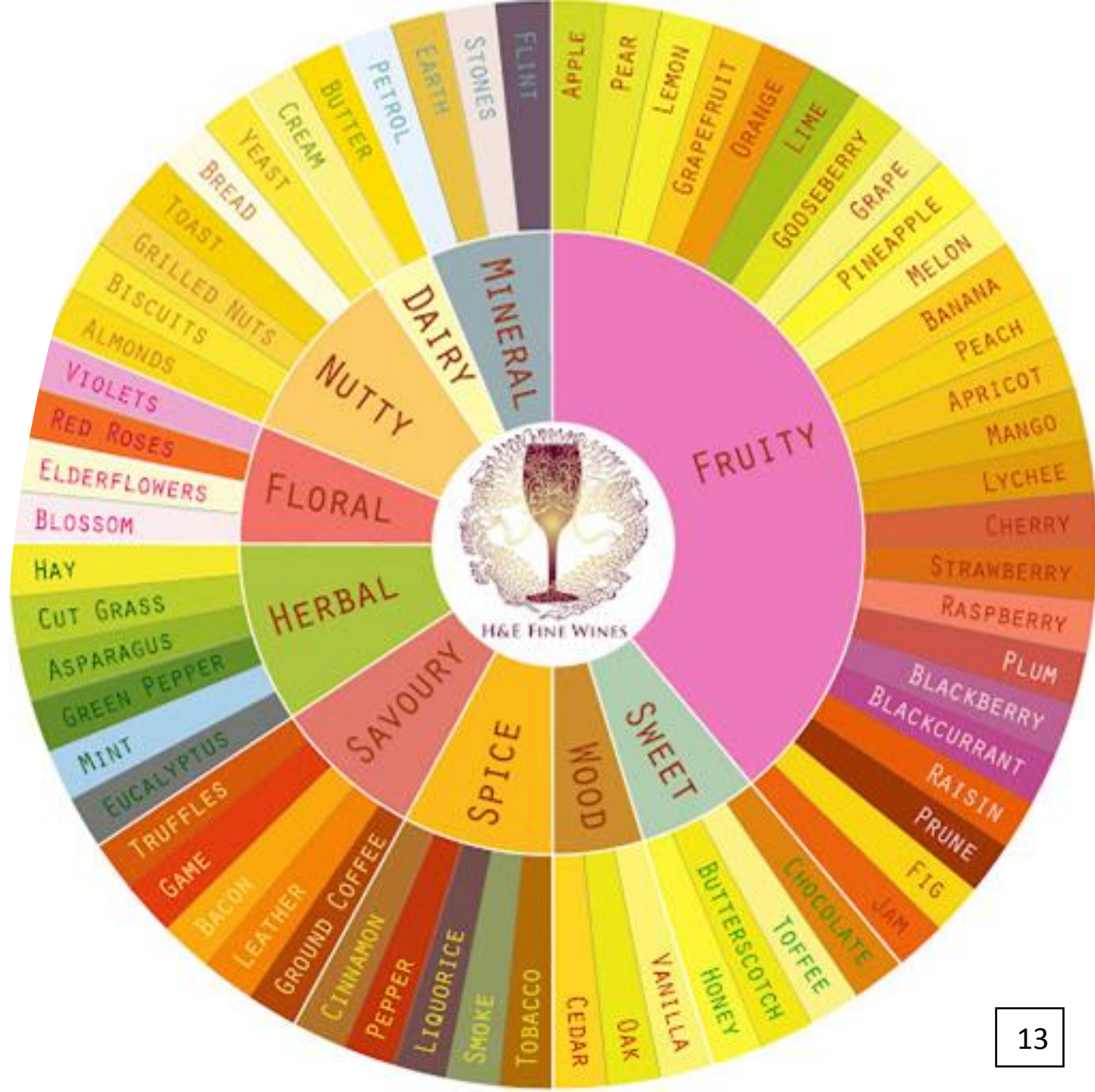


A vörösborok színe – pektin-észteráz

- A pektinláncok metilezett csoportjairól szakítja le a metil csoport
- Ez a pektinbontás 1. lépése, mert a **poligalakturonáz** enzim csak a metil csoportok leszakítása után tud csatlakozni és tovább haladni a pektinláncon



A bor aromájának fokozására használt enzimek



A bor aromájának fokozására használt enzimek

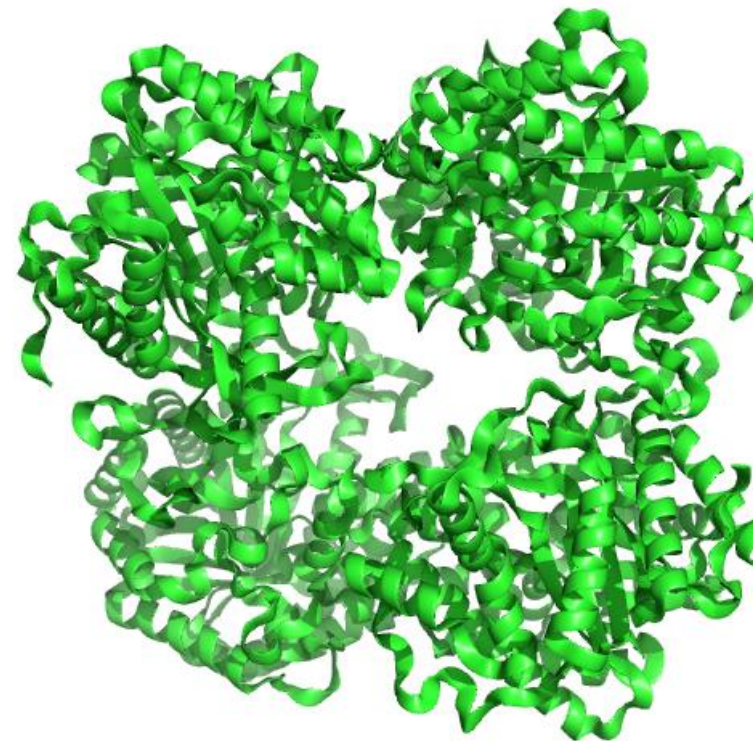
- A borfajták ízét a felhalmozódó illékony másodlagos metabolitok profilja határozza meg. Ezek általában terpenolok
- A terpenolok lehetnek illékony kötetlen formában és nem illékony kötött glikozidos komplexben is. Utóbbiakból tudjuk őket felszabadítani enzimek segítségével
 - illatosabb, intenzívebb bor
- Glükózidázok használata

pl.: a β -glükózidáz lehasítja a terpénhez kötődő glükózt, így a molekula illékonyabbá válik



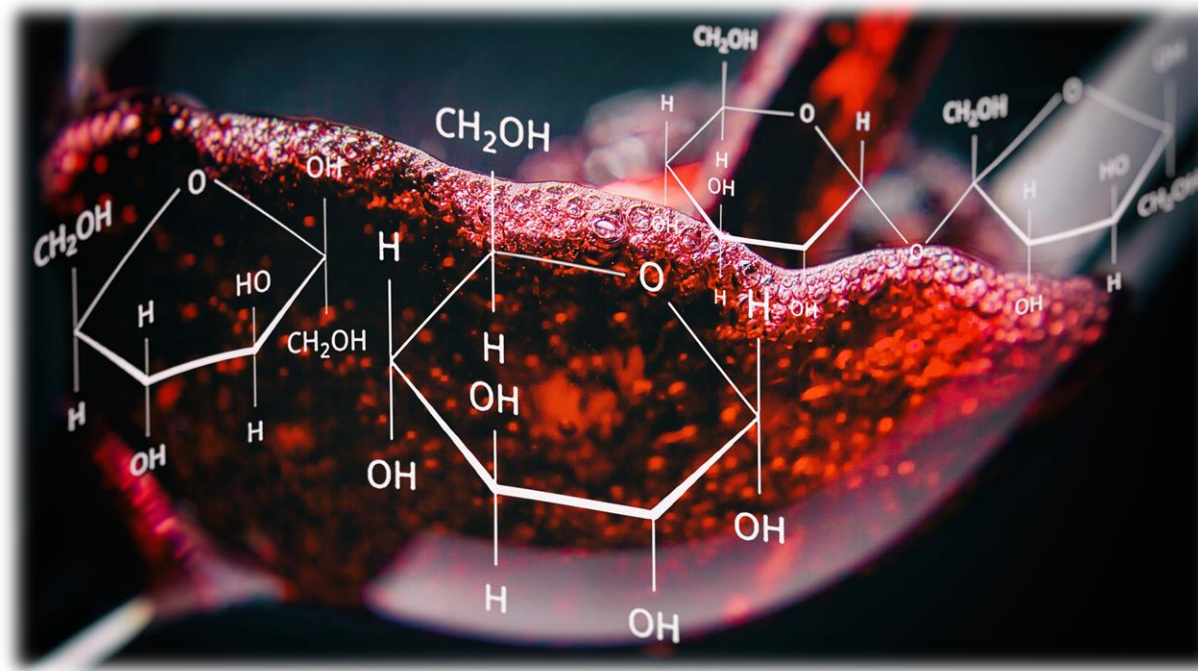
A bor aromájának fokozására használt enzimek

- Ezek az enzimek maximálják a bor aroma-potenciálját
- Megtámadják a szénhidrátok, glikolipidek és glikoproteinek glikozidkötéseit
- Nem túl specifikus enzimek, legtöbbször csak a kötés típusát különböztetik meg
- Az illékony anyagok felszabadulása enzim nélkül is végbe menne, savas hidrolízissel, viszont csak nagyon lassan



A bor aromájának fokozására használt enzimek

- A glükozidázok nagyon sok élőlényben előforduló enzimek
- Endogén glükozidázok azonban nem, vagy csak alig mutatnak aktivitást a mustban lévő terpenil-glikozidokkal szemben
- A szőlő saját glükozidázának aktivitását gátolja a jelen lévő glükóz, valamint gyenge a stabilitása a bor magas etanolszintjén és alacsony pH-ján

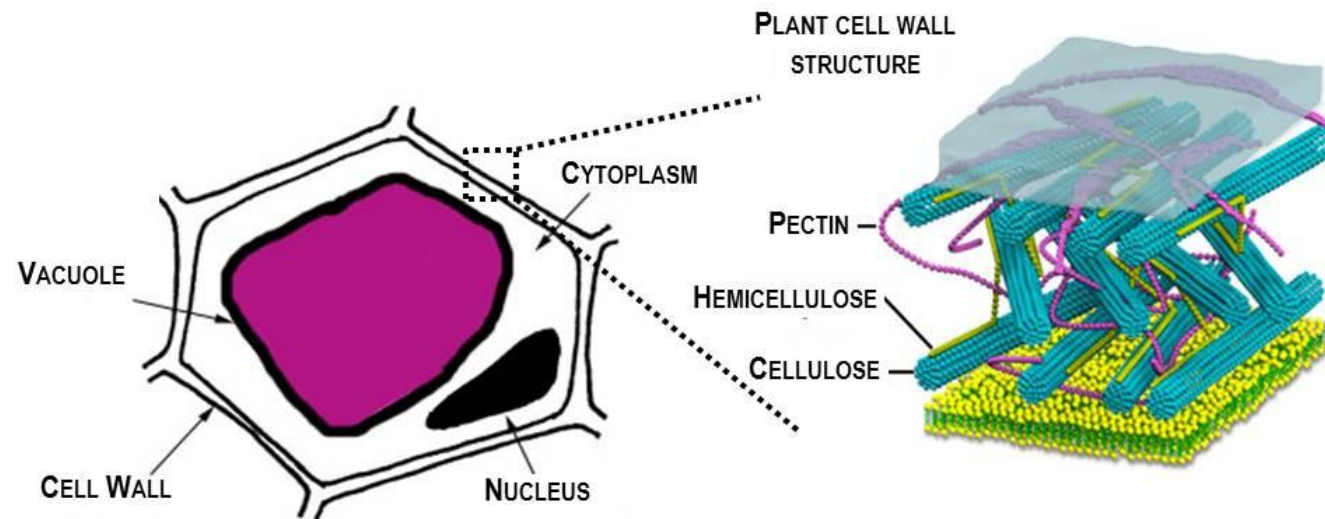


Enzimek a
derítés,
szűrés és
kitermelés
javítására



Enzimek a derítés, szűrés és kitermelés javítására

- A szőlő sejtfala cellulóz mikrofibrillumokból áll, amelyeket xiloglukán, mannán, xilán (hemicellulóz) és pektin mátrix köt össze, mindezt egy fehérjehálózat stabilizálja.
- A bogyózúzás után feloldódó pektin magas viszkozitása akadályozza a gyümölcsle kivonását, derítését és szűrését.
- Ezenkívül a a mustban a borerjedés során a fenol- és aromavegyületek diffúzióját is korlátozza.



Pektinázok

- a világ élelmiszeripari enzimtermelésének $\frac{1}{4}$ -e
- gyümölcsle hozamok javítása
- préselés után használják fel, a lé derítésének céljából
- **pektolitikus enzimkészítmények** pektinázok és cellulázok keverékét tartalmazzák



- csökkentik a szőlőlé viszkozitását: a lebegőrészecskék leülepednek, és könnyen eltávolíthatók
- préselés előtt a péphez adva javítható a léhozam - a pektin enzimes lebomlása jó préselési tulajdonságokkal rendelkező pépet eredményez.

Enzimek a derítés, szűrés és kitermelés javítására

- A legtöbb kereskedelemben kapható pektináz-készítmény gombákból származik - *Aspergillus* fajok
- különféle elnevezés, hatékonyság és tisztaság
- A szándékosan kevert enzimek előállítása egyre népszerűbb, mert a termékeknek több funkciója is van.
- A cellulázokat és hemicellulázokat tartalmazó enzimek készítmények a pektináz aktivitás mellett cseppfolyósítóként ismertek.



Elősegített bor érlelés
seprőn

β -glükózidázzal

Miért jó ha rögzítjük
az enzimet?



Mi az a seprő?

- Más néven a hordó aljára lesüllyedő üledék

Azért fontos a felkeverése, mert:

- ezzel megállítják a kéntartalmú vegyületek és merkaptánok fejlődését (kén-hidrogén származék - erős fokhagymaszaggal teszi tönkre a bort)
- előmozdítják az illat- és zamatanyagok üledékből történő kioldódását
 - így minimálisra csökkenthető, hogy a bor magába szívja a hordó fában lévő durva csersavakat és ízeket
 - halványabb és simább szerkezetű italt kapunk

A glükánáz enzim

- nagy szubsztrátspecifitást mutat
 - csak azokat az (1→4) kötéseket hidrolizálja, amelyek egy (1→3) kötés mellett helyezkednek el
 - végtermékei főként tri- és tetraszacharidok
- enzimkomplex részeként kitozán hordozóhoz rögzítik glutáraldehydes keresztkötések segítségével a bor- és gyümölcsle iparban történő lehetséges felhasználás érdekében



Az enzim rögzítettség javítása

Zselatin és szilikagél hozzáadásával:

- javul a fizikai, mechanikai tulajdonsága az enzimmészítménynek
- nő az alkalmazáskor mért stabilitás
- nő a ténylegesen rögzült enzimmennyiség
- csökken az enzim kioldódása a preparátumból

A rögzített enzimek előnyei

- ismételt felhasználhatóság
- alacsonyabb költség
- különböző katalitikus hatású enzimek meghatározott sorrendben való alkalmazhatósága

A β -glükózidáz enzim

- borokban az aromaanyagok többsége alkoholos hidroxilcsoportot tartalmaz β -glikozidos kötésben
- A kipréselt must 1 % arányban tartalmaz csak szabad illatkomponenseket
- a kívülről bevitt enzim előnye, hogy csak specifikusan az aromaprofílt kialakító vegyületeket szabadítja fel
- az enzim aktiválódásakor felszabadítja az aglikon aromaanyagot a cukor-aromavegyület közötti glikozidos kötések hidrolizálása által





Köszönjük a figyelmet!