

**Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem**

**Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar**

Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszék

**A Bor**

*Készítette:*

Abonyi Flóra

Csécsy Csaba

Gorbay-Nagy Lilla

Molnár Péter



Budapest, 2018

# **Trendek a borkészítésben:**

A szőlő összetétel minden évben változik. A borászok megpróbálják az oxidáció mértékét csökkenteni és enyhe körülmények között igyekeznek megőrizni bor egyensúlyához fontos a szőlőkomponenseket. Az oxidáció általában a levegő oxigénjei miatt következik be, ezért ügyelni kell a levegőztetés mértékével. Az oxidáció miatt a borban peroxidok keletkezhetnek, vagy un. barnatörés következhet be. A bor oxidációja csökkenthető, ha levegőtől elzárva tartjuk az italt.

 A szőlő összetétele függ magától a szőlő fajtától, a termesztési területtől, a szőlőtermesztés módjától és az éghajlati viszonyoktól. Az összetétel folyamatosan változik az érés során.

 Az egyik fő feladata a borásznak, hogy megőrizze, sőt fokozza a szőlő azon összetevőit, amelyek meghatározzák a bor minőségét, köztük a szőlőszem elsődleges aromáját, és a fermentáció és érlelés másodlagos aromáját, mert mindez kapcsolódik az ital minőségéhez és finomságához.

Manapság az exogén enzimeket széleskörben használják. Azonban a borászok még ma is a hagyományok szerint dolgoznak, a tradicionalitást részesítik előnyben. Ennek következménye, hogy a technológiai hatások és az enzimatikus viselkedések közötti kapcsolat még nem teljesen tisztázott. Az enzimeket a különböző must összetevők extrakciójának hozamnövelésére használják. A musthoz vagy borhoz adva, az enzimek hidrolizálják a nagy molekula tömegű oldható vegyületeket, mint például a pektint, aminek köszönhetően a tisztítás és a szűrés könnyebbé válik.

# **A szőlőszem összetétele**:

A szőlőszem sejtjei sejtfallal vannak körülvéve. Az összetétel függ a szőlőfajtától, a szőlőtermesztéstől és az éghajlati viszonyoktól. A pektin tartalom nagyon összetett, sokféle pektin láncot és elágazást tartalmaz. A pektin a bogyó belsejéből (húsából) származik, ahol egyfajta kolloid hálózatot képez, ami a részecskék leülepedését és a tisztítását lehetetlenné teszi. A szőlő pektin tartalmának 62%-a metilezett formában van. I.-es és II.-es típusú arabinogalaktán pektin részek béta-1,3;-1,6 kötéseket tartalmaznak. A II.-es típusú arabinogalaktán arabinózon és galaktózon kívül ramnózt, glükózt, mannózt és xilózt is tartalmaz. Az arabinóz pektin részek, melyek alfa-1,5 kötésekkel kapcsolódó arabinóz elágazásokat tartalmaznak. A galaktán és I.-es típusú arabinogalakturán főláncú pektin részek olyan galaktóz monomereket is tartalmaz, amelyekhez béta-1,4 kötésekkel 0-40 %-ban arabinózt tartalmazó elágazások kapcsolódnak. Ezek a poliszacharidok fehérjékhez kapcsoltan találhatóak. A szőlő pektin még homogalakturán láncokat vagy helyenként (alfa-1,4 kötéssel), metilezett galakturonsavból és különböző neutrális cukor oldalláncokat tartalmazó ramnogalaturánból álló láncot tartalmaz.

A szőlő pektinnek nagy az affinitása a vízhez, és savas pH értéken gélesedés következik be, mivel a karboxil csoport ionos formája csökken, ezért a láncok összetapadhatnak, illetve a gélesedést még nagyban segíti a magas cukor koncentráció (High methoxyl pektin). A pektin felelős a must viszkozitásáért. A pektin metilezettsége 60-70 % között van körülbelül.

# **Pektinázok:**

A pektinázoknak van a legnagyobb technológiai jelentőségük. A gyümölcslében vagy a borban lévő pektolitikus enzimek többféle eredetűek: szőlő, élesztő, és más mikroorganizmusok. A kereskedelemben lévő enzimek nagyrészt az *Aspergillus niger-*ből származnak.

A pektin tartalom függ a szőlő fajtájától, az érettségétől, és a szüretet követő feldolgozási műveletektől. Az érés során a szőlő pektin endogén pektinázok által hidrolizálódik, azonban ezeknek az endogén enzimeknek az aktivitása túl alacsony, így technológiailag nincs nagy hatásuk. Ezért exogén pektinek adagolásával fokozzák a poliszacharid bontást.

Az exogén enzimek, endogén pektin-metilészterázokkal és poligalakturanázok a szőlő belsejéből még több lé kiextrahálását teszik lehetővé, mert csökkentik a viszkozitást, és megnövelik a préselés kihozatalát, és a tisztítási folyamat is nagyobb hozam érhető el. A mechanika kezelés és a préselés meghatározó lépés a pektinek felszabadulásáért, valamint a mustba való jutásukért. Mindebből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a mustok szűrés szinte lehetetlen az enzimatikus pektinbontás előtt.

# **Élesztők:**

A must erjedését a borélesztő okozza. Az erjedés során az élesztő a must cukor tartalmát alkohollá és CO2-vé alakítja, ebben a szakaszban alakul át a must borrá. Az erjedés kétféle lehet, attól függően, hogy spontán módon vagy irányítottan megy végbe.

Spontán erjedés:

Az erjedést megindító élesztőgombák a talajból, levegőből, szőlőszemek héjáról, kocsányról kerülnek a mustba a feldolgozás során. Manapság alacsony a számuk, a szőlő védelme miatt használt gomba ölő szerek miatt. Ha kerül a mustba vad élesztő és baktérium, akkor képesek az erjesztési folyamatok elindítására, azonban ennek lefolyási iránya csak a véletlentől függ. Azonkívül károsak lehetnek, anyagcsere termékeikkel ronthatják a bor minőségét. Ebből kifolyólag ezen vad élesztőket kizárják az erjesztési folyamatból, például kénezéssel vagy hőkezeléssel, és irányított erjesztéssel fajélesztőket alkalmaznak.

Irányított erjesztés:

A korszerű borászati technológiák elterjedésével széles körben elterjedt a fajélesztők alkalmazása (pl. *Saccharomyces serevisiae*). Alkalmazásuk feltétele, hogy a must „saját” élesztőit kizárjuk a folyamatból. A fajélesztő lag fázisa hosszabb, mint a vad élesztőké, ezért ügyelni kell, hogy a vad törzsek túl ne szaporodják a borélesztőket. Az erjedésnek két szakaszát különböztetjük meg: Első a fő- vagy zajos erjedés, második az utóerjedés. A fő erjedés erős pezsgéssel jár, néhány nap alatt lefolyik, a cukor legnagyobb része elfogy. A képződött alkohol azonban az élesztő működését már akadályozza, ezért lelassul az erjedés, az erős pezsgés lelassul, és elkezdődik az utóerjedés. Az erjedés menetét naponta többször kell ellenőrizni, hogy a fajélesztő megfelelően növekszik, egyenletesen csökken a cukortartalom, a must nem melegszik túl, és az erjedés során nem keletkeznek káros, zavaró íz- és szaganyagok.

# **Fehérbor**

Néha a fehérmust pektin tartalma olyan magas, hogy az gondot okoz a préselés során. A szőlőnedv kinyerése hosszú idő, és préselése magas nyomást igényel, a hozam pedig alacsony. A héj sejtjeinek fala tartalmaz többek között polifenolokat, aromákat és azok prekurzorait. A héj egy szervezett struktúra, mely összetartja a gyümölcshúst. A héjat alkotó sejtek sejtfalainak a poliszacharidjainak 80%-a emészhtető a jelenleg borászati célú elérhető exogén enzimekkel. Ehhez pektinázok, hemicellulázok és cellulázok szükségesek. Használatukkal csökken az üledék mennyisége. A derítést az elektromos töltések semlegesítése után következik be, melynek javulásával csökkent a szennyeződés és az oxidáció kockázata. A derítés során csökken példűául a tirozináz koncentrációja is. Csökkenteni lehet a kén-dioxid adagolást. A pektinázok által javul az préselhetőség: a préselési kapacitás 10-30%-kal javul. Alacsonyabb nyomás beállításával is csökkenteni lehet a szőlőlé-veszteséget, ezzel 10-30%-kal növelve a hozamot. A héj átjárhatóbb lesz, könnyebben végbemegy a lé elválasztása, a komponensek jobban beáramlanak a szemekből a mustba, mint például a fermentálható cukrok, csersavak, antocianinok, fehérjék, poliszacharidok, szerves savak vagy ásványi sók, valamennyi azok közül, melyek javítják a bor minőségét. Mivel az exogén enzimek gyorsítják a természetes mechanizmusokat, a borászok gyorsabban tudnak dolgozni, időt tudnak nyerni. A fehér must hosszan derített. Közben, ahogy a pektinázok hatására csökken a pektin mennyisége, csökken a must viszkozitása és turbiditása. Az adott megfelelő minőséghez a turbiditásnak el kell érnie egy adott szintet. Így rövidebb a feldolgozási idő (kb. 1 óra pektinázokkal a 20 órás spontán derítés helyett). Egy ilyen derített musthoz kb. 20g/hl száraz élesztőt adnak. Rapidase AR 2000-t, mely egy keresedelemben is kapható enzim koktél, ami tartalmaz pektinázokat, és glikozidázokat, szintén adnak 5 g/hl mennyiségben egyidőben vagy a fermentáció végén, hogy megszabadítsák az aromás terpenol vegyületeket glikozilált prekurzoraiktól. A viszkozitás csökkenésének egyik előnye, hogy a hab könnyebben szétesik, a fermentációs tartályok nagyobb mértékben megtölthetőek veszteség nélkül (+30-40%) az enzimes kezelésnek köszönhetően. Az alkoholos fermentáci után a fehérbor könnyen deríthető, mivel jól depektinizált. Sok exogén enzim bentonithez kötött, használata költséges, ezért a magasabb színvonalú borkészítésnél használják. A könnyen szűrt bor intenzív tisztasága és gyümölcsös íze arányos a glikozidázok aktivitásával.

# **Vörös bor**

* 1. **A vörösbor erjesztése:**

A hagyományos erjesztés mellett számos más technika is létezik, legelterjedtebb a carbonic maceration. Az eljárás lényege, hogy a zúzatlan szőlők egész fürtjeit egy kádba helyezik, amit szén-dioxiddal takarnak. Az erjedés a szőlő saját enzimjeiből indul, élesztőgomba nélkül, végül szétrobbannak a szemek, és normális erjedés megy végbe.

A klasszikus feldolgozás során kocsánytalanítják, majd zúzzák. A létrejött masszát, ami tartalmazza a héjat és a magokat is, egy kádba öntik, ahol az erjedés végre fog menni.

Vörösbor esetében az erjedés 20 foknál indul be, és 35 fok körül pedig leáll, így elengedhetetlen a hőmérséklet folyamatos ellenőrzése. A hőmérséklet szabályozása történhet az erjesztőkád köré vezetett tömlőkben áramló víz hőmérsékletének szabályozásával.

vörösbor erjesztésénél az elsődleges cél, hogy az összes cukor alkohollá váljon.

# **Pektinázok:**

Pektinázok alkalmazásával 30-50%-kal csökken a szőlőhéj macerációs ideje, jó extrakciós színt ad, így jó minőségű bor állítható elő. A must mennyisége megnő, a préselés hatásfoka és a hozam 10-15%-kal megnő. 20g h/l száraz élesztőt, és Rapidase AR 2000-et adnak hozzá, utóbbit a fermentáció végén 5 g h/l amely pektinázt és glikozidázt is tartalmaz és felszabadítja az aromákat a prekurzorokból. Mivel az alkohol fermentáció sokkal egyenletesebben zajlik habképződés nélkül, a hibák általában elkerülhetők a fermentáció során, s mely során megfigyelhető az illó savak mennyiségének csökkenése, és az alkohol tartalom növekedése. A malo-tejsavas fermentáció kezdete nem késleltethető, mert így a borok derítése és szűrése jobb. A palackozás korábban végrehajtható. Kereskedelmi enzim preparátum alkalmazásakor, például Rapidase Vinosuper vagy Rapidase CR, 2-4 g / 100 kg zúzott szőlő arány betartásával a fermentáció kezdetén hozzáadható, napi kétszeres keverés mellett. Nincs fenol-oxidáz aktivitásuk és nem inhibeálják őket az általános kén-dioxid mennyiségek (200 mg/l felett) vagy az etanol (14% felett).

# **3.3. Színvesztés:**

Fiatal vörösborok esetén a készítők próbálják növelni a piros szín extrakciót, és csökkenteni a macerációt. Kékszőlők feldolgozásához speciális maceráz enzimeket használhatunk, melyek a különböző pektináz aktivitásokon felül erőteljes celluláz/hemicelluláz aktivitással bírnak, és így erős sejtfal és vakuolummembrán feltáró hatásukkal erőteljes szín- és tanninextrakciót valósítanak meg.

A szőlő héjában a lamella hidrolízisét pektinázok végzik, melyek másodlagos aktivitással rendelkeznek. Például a sav proteázok hatására az antocianin kibocsátás következik be a sejt vakuólumaiból.

A tanninok egyidejű extrakciója lehetővé teszi a szín stabilizációját az öregedés alatt. Az erjesztőkádban a vörösbor felszínen létrejön egy vastag masszaréteg, amely szőlőhúsból és héjból áll. A lé ebből fogja kinyerni a színt, és a cél minél több szín kinyerése, ezért a legáltalánosabb eljárás szerint a bort kiszivattyúzzák a masszaréteg alól, majd visszaengedik és átfolyatják a masszán. Ezt napjában kétszer is megcsinálják, és így lehet a legtöbb színt kinyerni a lé számára. A héjon erjesztés időtartama 6 és 12 nap között mozog, attól függően, hogy mennyire tanninos bort szeretnénk.

Ezek a vegyületek fontosak a bor stuktúrájában, erőt és testességet adnak neki, de ez a szőlő édességétől és az éghajlati viszonyoktól is függ. Bor állapotban aromafokozásra használhatunk fajtaaroma-felszabadító β-glükozidázt, szűrhetőséget javító és a seprőt feltáró, a bor komplexitását, teltségét, kerekségét (mouthfeel) fokozó glükanáz enzimeket, illetve a borok Gram+ baktériumait likvidáló lizozimot (nagy értékű almasavtartalmú borok savvédelme, melynek célja, hogy védelmet nyújtson a különböző borbetegségek és borhibák ellen). Az enzimeket be lehet adagolni az élesztővel egyszerre a vörös bor készítéshez, megfelelő időben. A megfelelő színű bort megkapjuk pár nap múlva.

A tanninok, más néven csersavak vagy digalluszsavak keserű ízű, növényi eredetű polifenolok, amelyek összekötik és kicsapják a fehérjéket. A szövetes növények tannoszóma nevű sejtszervecskéjében termelődik. A csersavnak különböző izomerjei számos növényben találhatók, így a kávéban, teában, kínakéregben. Főleg vörösborok ízének, állagának fontos meghatározó tényezője, de kisebb mennyiségben fehér- és roséborokban is megtalálható. A borban lévő tannin a szőlőfürt kocsányából, a szőlőszem héjából és magvából származik, valamint az érleléshez használt tölgyfahordók dongáiból

# **„Termovinifikáció”:**

Ennek során a szőlőt zúzás után 70°C-ra melegítik pár percre. A melegítés hatására a sejtek folyamatai a zavarás miatt felborulnak, így felszabadulnak aromák, tanninok, cukrok, és a szín. E lépés után a szőlőt gyorsan préselni kell, vagy lehűteni a klasszikus fermentációhoz.

A melegítés elpusztítja az endogén enzimeket, beleértve az oxidázokat. Pektinázok használhatók a melegítés előtt és/vagy a melegítés és hűtés (45°C-ra) után. Így javul a gyümölcslé extrakció, nő a szabad futtatólé 20%-kal, javul a préselés, derítés, szűrés.

# **Bor aromájának fokozása enzimekkel:**

Az aromák a szőlőből és az élesztőből származnak, az öregedés alatt eszenciális a „final equlibrium” –a (végső egyensúlya) a bornak. A kapott bor típusa elsősorban a szőlő aromájától függ, ezért próbálják a gyümölcsösséget és frissességét növelni a borban. Kutatók bizonyították, hogy a terpenolok képviselik egy fontos részét a szőlő aromáknak. Ezek jelen vannak a héjon és cukor-terpenolként kötődnek meg. Ezek a megkötött cukor-terpenol molekulák szagtalan prekurzorai az aromáknak. Az egymásutáni enzimatikus hidrolízise ezeknek a prekurzoroknak felszabadítanak szabad terpenolokat, aminek erős szaga van. Glikozidos prekurzorok a szőlő bogyókban leírtak: linalol, nerol, geraniol. Számos létezik nagy mennyiségben. Például: Rutinóz 6-O-alpha-L-ramnopiranozil-β-D-glükopiranóz, 6-O-alpha-L-arabinozil-β-D-glükopiranóz, 6-O-β-D-apiofuranozil-β-D-glükopiranóz.

Sok egyéb illó komponens prekurzora létezik: linalol oxid, terpén-diol és –triol, lineáris vagy ciklikus alkoholok, sav vagy illó fenolok. Fehér és vörös szőlőben is sok komponens van, de az aromák variációi gazdagabbak. Az aromák kötött formában vannak glikozidként, nagyrészt, mint aroma prekurzorok: 6,5-28 mg/l. Az arány a különböző prekurzorfajták variációi közt a szőlő fajtától függ. Ezek a potenciális aromák glikozidos formában stabilak a fermentáció alatt és oldott formában maradnak a borban. Lehetséges növelni a bor aroma komponenseit, amelyek ezekből a természetes készletből jönnek létre enzimekkel

Ez elérhető ipari exogén enzimekkel: Macer8, Rapidase AR 2000. Ez utóbbi tartalmazza ezt a 4 glikozidáz fajtát megfelelő arányban, hogy felszabadítsa a nagyobb arányú terpenolokat. Több terpenolt és terpén-diolt tartalmaz, így az íz panel megfelelőbb. Az így készített boroknak az íze 1 év után is stabil marad. Ezeket főleg *A. niger* termeli, nincs fenoloxidáz-és fahéjsav észteráz aktivitásuk. (Dugelay, 1992)

Az *A. niger* glikozidázai érzékenyek glükózra, ezért a hozzáadott enzimek végre tudják hajtani az enzimatikus reakció utolsó lépését az alkohol fermentáció alatt, de csak ha a glükóz koncentráció alacsonyabb mint 10 g/l.

A fehér-és vörösborokra is igaz a gyümölcsösebb íz, intenzívebb aroma, a bor minősítésekor pedig figyelembe veszik a terpenol tartalmat.

# **Szűrés, ultraszűrés**

A bor akkor nevezhető stabilnak, ha a fogyasztáskor tökéletesen tiszta, vagyis üledék- és zavarosságmentes. Az erjedés, tárolás, érlelés során a borokban különböző típusú kiválások, zavarosodások jelentkeznek. Ezek eltávolítására, a borok stabilitásának biztosítására alkalmazhatóak a szűrési műveletek.

A szűrőanyaggal kialakítható szűrőfelülettől függően megkülönböztetünk felületi (kétdimenziós) és mélységi (háromdimenziós) szűrést.

* Kétdimenziós szűrés esetében a munka kezdetén meghatározott mennyiségű szűrőanyagot juttatunk a berendezésbe. Ennek mennyisége a szűrés folyamán nem változik, mivel a művelet közben nem adagolunk újabb szűrőanyagot. A bor a szűrőanyagon laminárisan áramlik át, miközben a zavarosító anyagok a szűrőfelületen fönnmaradnak. (a)
* A háromdimenziós szűréskor a munka kezdetén speciális alapréteget képezünk, majd a szűrés során folyamatos adagolással újítjuk fel a szűrőfelületet. A szűrőréteg fokozaton vastagodik, a bor zavarosságai, a benne jelenlévő szűrhető szilárd anyagok beágyazódnak a szűrőanyagba. A folyton megújuló szűrőfelület térbeli szitaként működik. Ily módon megakadályozható a zárófilm kialakulása, és a művelet mindaddig folytatható, amíg a szűrőanyagnak van elegendő helye a berendezésben. (b)



A jó szűrőanyag mechanikailag és kémiailag tiszta, szerkezete megfelelő, a borban nem oldódik, a bor összetételében hátrányos kémiai és ízbeli változást nem okoz. A borászatban alkalmazott szűrőanyagok a szemcsés szerkezetű kovaföld és a perlit, valamint a szálas szerkezetű cellulóz.

Borban jelen lévő fő kolloidok: poliszacharidok, pektinek, ramnogalakturonánok, fehérjék, polifenolok. Ezek problémát okozhatnak szűrés során, mivel eltömíthetik a szűröket, ultraszűrés esetén a membrán pórusait. Kereskedelmi pektinázokkal hidrolizálhatóak ezek a makromolekulák.

Botrytis fungus által fertőzött szőlő esetén a fertőzött részekben glükánok találhatóak β-1,3-oldalláncokkal és β-1,6-os kötésekkel. Ez esetben glükanázok alkalmazhatók különféle Aspergillus törzsekből izolálva.

# **Oxidáció megelőzése**

A bor jelentősebb zavarosodásait, elváltozásait a következőképpen csoportosítjuk:

* 1. oxidációs elváltozások,
* 2. fehérjezavarosodás,
* 3. kristályos zavarosodások,
* 4. fémes zavarosodások,
* 5. biológiai zavarosodások.

Levegővel érintkezve a szőlőmustok és a borok gyakran megváltoztatják színüket, kezdetben a bor színe a felületen mélysárga, sárgásbarna lesz, a barnulás mindig lejjebb terjed, végül az egész bor sötétbarna színűvé válik, majd a bor megzavarosodik, a kiváló csapadék leülepszik. Ez a jelenség barnatörés (1. ábra), melyet egy polifenol-oxidáz(tirozináz) enzim okoz, amely az oxigént az ortofenolcsoportokkal rendelkező vegyületekre (pl. pirogallol, katechinek) viszi át, ezáltal azokat sárgásvörös kinonokká oxidálja, amelyek a továbbiakban barnás színű, többé-kevésbé oldhatatlan csapadékká alakulnak.



Kénessav hozzáadásával a barnatörés megakadályozható.

A redukáló tulajdonságú aszkorbinsav is meggátolja a barnatörést, mégpedig oly módon, hogy antioxidánsként viselkedik. Nem gátolja az enzim működését, hanem az enzim aktivilásához szükséges oxigént köti meg, miközben dihidro-aszkorbinsavvá oxidálódik (ha elfogy, a barnatörés ismét fellép).

1. ábra Barnatörés

Egy jellemző szőlőbetegség okozója a Botrytis cinerea polifenol-oxidázt és lakkázt választ ki egy időben, ami glükán előállításában vesz részt. Ennek aktivitásának csökkentésére hőkezelés, vagy kén-dioxid adagolás alkalmazható.

A barnatörésnek egy pozitív hatása a fehérborok készítésekor alkalmazható ún. hiperoxidációs technológia során jelentkezik. A fehér mustot levegővel telítjük, míg a polifenolok oxidációja révén a szín kávébarna árnyalatúvá válik. Az oxidációs termékek az erjedés végére kicsapódnak, az így kapott bor pedig stabilabbá válik, kevéssé lesz érzékeny az oxidációs behatásokra.

Az oxidált állapot kedvez a vasas töréseknek. Vas oldhatatlan kiválása, csapadéka a legtöbb esetben ferri-foszfát, ennek kiválásakor beszélünk fehértörésről, amely elsősorban a fehérborok kellemetlen hibája. A vörösborokban leginkább a feketetörés következik be, amely a vas és a cserzőanyagok, illetve a vas és a színezékek komplex vegyületének kiválását jelenti.

Ha megfelelő mennyiségű védőkolloidot (mézgaanyagot, gumiarábikumot, CMC-t stb.) adunk a borhoz, a törés kémiai reakciói lejátszódnak ugyan, de a bor mégis tiszta marad, mert a védőkolloid meggátolja a flokkulációt. Az oldhatatlanná váló és a folyékony fázisból kilépő ferri-foszfát-molekulák többé-kevésbé összetapadnak és kolloid oldatot képeznek, amelynek részecskéi oly kicsik lehetnek, hogy a bor a szó mindennapi értelmében tiszta marad, s zavarosodás csak akkor következik be, ha a részecskék összetömörülésével a flokkuláció megindul.

A borok egy másik zavarosodási formája a fehérjekiválás, mely történhet tannin hatására. Nagyobb mennyiségű, pl. 2 g/l borászati tannin hozzáadására a fehérjében gazdag borok gyorsan megzavarosodnak, a kiválás sebessége azonban erősen változó a boroktól függően, és a fehérjék teljes eltávolítása több napot igényel. Ez a jelenség felhasználható annak megvizsgálására is, hogy a bor tartalmaz-e fehérjéket.

A gyakorlatban valószínűleg a fahordós tárolás az egyik fő oka a fehérjék folyamatos kiválásának, mivel a bor a hordó fájából tannint old ki, s így a tannintartalom állandóan növekszik. A fehérjék főleg a hordó falának közvetlen közelében csapódnak ki, ahol a tannin koncentrációja viszonylag nagyobb. A palackokban a dugóból oldódó tannin ugyanezt a szerepet játszhatja. A palackban tartott borok fehérjetörésekor néha megfigyelhető, hogy a zavarosság és a kiválás először a palack nyakában jelentkezik.

# **Fehérje kicsapódásának megelőzése**

A szőlő fehérjéi miatt időnként “ködrészecskék” jönnek létre a bor tárolása során akár üvegben. A csapadék létrejöttének megelőzéseképp bentonitot használnak adszorbeáló hatóanyagnak. A bentonit az agyag egy fajtája.



1. Bentonit

A jelenlegi trendek szerint a felhasznált bentonit mennyisége növekszik, ez hulladékkezelési problémát okoz. Bár a módszer nem specifikus a fehérje eltávolítására, a szőlőmust exogén proteázokkal történő kezelésével megelőzhető a csapadékképződés. A szőlő endogén proteázai, vagy az élesztő proteolitikus aktivitása túl gyenge a gyors és technológiailag elfogadható hatáshoz. Ráadásul így az endogén enzimek aminosavakat biztosítanak az élesztőnek és malo-laktikus baktériumnak, továbbá javítjá a bor minőségét. Mivel számos különböző fehérje szerepet játszik a jelenségben, nehéz enzimes megoldást találni.

# **Jövőbeli fejlesztések**

Az enzimatikus reakciók már az érés során elkezdődnek, zajlanak a szüretelés és a fermentáció és a derítés alatt, sőt, még a palackozás után is.

A fejlesztések célja a jobb szabályozhatóság elérése a must oxidációját illetően, a jobb minőség elérésének érdekében.

Egyes fermentációk során génmanipulált *Saccharomyces cerevisiae* fajokat is felhasználnak szőlőmust depektinizálása végett, hogy kivonják a specifikus komponenseket, mint színanyagok vagy aromák, vagy azért, hogy almasavas fermentációt végezzenek más mikroorganizmusokból enzimek heterológ klónozásával. Az almasav mennyiségének csökkenésével emelkedik a pH, a bor lágyabb karakterűvé válik.

# **Forrás:**

**Industrial enzymology Hardcover – 1996** by [Tony Godfrey](https://www.amazon.com/s/ref%3Ddp_byline_sr_book_1?ie=UTF8&text=Tony+Godfrey&search-alias=books&field-author=Tony+Godfrey&sort=relevancerank) (Editor), [Jon Reichelt](https://www.amazon.com/s/ref%3Ddp_byline_sr_book_2?ie=UTF8&text=Jon+Reichelt&search-alias=books&field-author=Jon+Reichelt&sort=relevancerank) (Editor), [Stuart West](https://www.amazon.com/s/ref%3Ddp_byline_sr_book_3?ie=UTF8&text=Stuart+West&search-alias=books&field-author=Stuart+West&sort=relevancerank) (Editor)

BORÁSZATI PEKTINBONTÓ ÉS MACERÁCIÓS ENZIMEK Dr KOVÁCS TAMÁS Ph.D. Borászati szakértő KOVÁCSNÉ BERÁR OLGA Károly Róbert Főiskola Gyöngyös

Borászati technológia

Eperjesi Imre, Horváth Csaba, Sidlovits Diána, Pásti György, Zilai Zoltán <https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Boraszati_technologia/ch08s02.html?fbclid=IwAR2wO8NYZsOjJLBvZUXQvTh2sMcovEPtFDJpdMB5zD5cqxz1N3SLfsw0Z1o>

Borászati kémia

Kállay Miklós

<https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Boraszati_kemia/ch05s07.html?fbclid=IwAR0zDLjM9NklQGDPb-y-TF1v9m-zB00D3qzcrJLWDArEz81PRXZ5h3GAi-0>

Wine Protein Haze: Mechanisms of Formation and Advances in Prevention

Steven C. Van Sluyter\*†§#, Jacqui M. McRae†, Robert J. FalconerΔ, Paul A. Smith†, Antony Bacic§, Elizabeth J. Waters†⊥, and Matteo Marangon\*†Π

<https://pubs.acs.org/doi/ipdf/10.1021/acs.jafc.5b00047>

Turcsányi Gábor, Turcsányiné dr. Siller Irén: Növénytan I.2.3. fejezet