

# DIPLOMAMUNKA

Huszár István

2024



**Magyar Agrár- És Élettudományi Egyetem**

**Budai Campus**

**Szőlészeti és Borászati Intézet**

**Szőlész-borász mérnöki mesterképzési szak**

## **PEZSGŐ ALAPBOROK BORKŐSTABILIZÁLÁSI LEHETŐSÉGEI**

**Belső konzulens:** Szövényi Áron  
tanársegéd

**Belső konzulens  
intézete/tanszéke:** Borászati Tanszék  
**Külső konzulens:**

**Készítette:** Huszár István

**Budapest**

**2024**

## TARTALOMJEGYZÉK:

1. Bevezetés .....	5
2. Célkitűzés .....	7
3. Irodalmi áttekintés .....	8
3.1. A borkősav .....	8
3.2. Kálium .....	9
3.3. Kalcium .....	10
3.4. Alkohol keletkezése és szerepe .....	10
3.5. Hideginstabilitást okozó kristály kiválások.....	11
3.5.1. Kálium-hidrogén-tartarát .....	11
3.5.2. Kalcium-tartarát.....	12
3.6. Pezsgő alapborok hidegstabilitásának előrejelző módszerei.....	13
3.6.1. Empirikus.....	13
3.6.2. Telítési hőmérséklet (Wurdig-teszt).....	14
3.6.3. Oldhatósági szorzat .....	15
3.6.4. Mini-kontakt teszt.....	16
3.7. A hidegstabilitás megteremtése .....	17
3.7.1. Ioncsere .....	17
3.7.2. Elektrodialízis.....	17
3.8. Stabilitás kialakítása kémiai úton.....	18
3.8.1. Gumiarábikumok .....	18
3.8.2. Metaborkősav .....	18
3.8.3. Mannoprotein.....	19
3.8.4. Karboximetil-cellulóz.....	20
3.8.5. Kálium-poliaszpartát .....	20
4. Anyag és módszer .....	22
4.1. Anyag .....	22
4.1.1. Az alapborok.....	22
4.1.2. Kezelőanyagok .....	23
4.2. Módszer .....	24
4.2.1. Vezetőképesség.....	24
4.2.2. Lángfotometria .....	25

4.2.3. Mini-kontakt teszt.....	26
4.2.4. Alkohol térfogat százalék emelés .....	26
4.2.5. Alkohol tartalom meghatározás .....	26
4.2.6. Kálium tartalom meghatározás .....	26
4.2.7. Kalcium tartalom meghatározás.....	26
4.2.8. Oldhatósági szorzat.....	28
4.2.9. Telítési hőmérséklet: .....	28
4.2.10. Minták előkészítése .....	29
5. EREDMÉNYEK .....	30
5.1. Telítési hőmérséklet.....	30
5.2. Mini-kontakt eljárás.....	31
5.2.1. Az alapborok mini-kontakt eredményei.....	31
5.2.2. Kontroll minták eredményei.....	37
5.2.3. Metaborkóssavval kezelt minták eredményei .....	38
5.2.4. VinoStab eredményei.....	39
5.2.5. Zenith Uno eredményei .....	40
5.2.6. Kezelőanyagok hatékonysága .....	41
5.3. Oldhatósági szorzat .....	43
5.4. Összesített eredmények .....	44
6. KÖVETKEZTETÉSEK .....	45
7. ÖSSZEFOGLALÁS.....	47
8. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	48
9. IRODALOMJEGYZÉK.....	49
10. Ábrajegyzék.....	51
11. Táblázatjegyzék .....	52
12. Melléklet .....	53

## 1. Bevezetés

Magyarországon a borfogyasztás évről-évre csökkenő tendenciát mutat, azonban a különböző bortípusok között átrendeződés figyelhető meg. Mindig vannak aktuálisan felkapott fajták, stílusok vagy bor típusok. Jelenleg a fajták között a Sauvignon blanc hódít jellegzetes illatával, könnyedségével. Stílusban igen populárisá váltak a natúr borok, ahol a bor értékét a létrejöttének körülménye határozza meg a minőség helyett. Típusban a pezsgő „újralfedezése” jelenti a népszerűséget. A fiatalabb generációk a borok helyett újonnan divatba jött alkoholos italokat fogyasztanak, mint a koktélok spiritek. A minőségi borok közönsége többnyire az idősebb, tehetősebb korosztályból kerül ki. Ők amellet, hogy megengedhetik maguknak a magasabb árú borokat, igényesebbek is az italfogyasztás terén.

A pezsgőkészítés elterjedése, a hagyományok folytatása, valamint a fogyasztók pezsgőszeretete mind azt eredményezi, hogy a közeljövőben akár nagyobb mennyiségben, de határozottan magasabb minőségben készülhetnek pezsgők.

A pezsgő elkészítési módja szerint sokféle kategóriában készülhet. Lehet az olcsóbban elkészíthető methode charmat (tank pezsgő), methode transvasée, valamint a legmagasabb minőségű methode traditionelle (palack erjesztés). A petnat vagy a gyöngyözőbor, amik szintén tartalmaznak széndioxidot, bizonyos fogyasztói körökben fontos helyet foglalnak el, de technikailag ezek nem tekinthetők pezsgőnek.

A pezsgő alapboroknak a második erjedés lezajlása miatt alacsonyabb alkoholtartalmú borok a megfelelőek. Ezen borokhoz a pezsgőnek szánt szőlők szüretelése a teljes érést megelőzően, technológiai szüreti állapotban történik. Így garantálható az alacsonyabb cukortartalom, ami a szőlők fiziológiai állapota miatt magasabb savtartalommal is párosul. A magasabb savtartalom és a moderált alkohol tartalom a kiváló minőségű és hosszan palackban érlelhető pezsgők értékmérő tulajdonsága.

A klímaváltozás következtében az elmúlt tíz év időjárása melegebb nyarakat hozott, ami a szőlők gyorsabb érését indukálta. A gyorsabb érés a szőlő fenológia felgyorsulását okozta és ezáltal a savtartalom csökkenését vont maga után. Az alacsonyabb savtartalom következtében a pH-k is emelkedtek, ami a savérzetet a már kész pezsgőkben csökkentette. Továbbiakban elmondható, hogy az érés felgyorsulásával a savösszetétel is változott a szüret időpontjára, az almasav- és a borkősav tartalom eltolódott a borkősav irányába. A borokban

megtalálható savak közül a leginstabilabb a borkősav, ennek a koncentrációja változik a legnagyobb mértékben. A palackos erjesztésű és érlelésű pezsgők készítés-technológiájának lényeges lépése az alapborok borkőstabilitásának megteremtése. Ennek hiányában a palackos erjesztésű pezsgők seprőtlenítése nem valósítható meg.

## 2. Célkritizés

Kísérletemet a pezsgő kategóriákon belül kifejezetten a tradicionális eljárással készülő pezsgők készítéséhez szánt alapborokon végeztem, mert ennél a technológiánál történik a legkevesebb beavatkozás és telik el a legtöbb idő az alapbortól a fogyasztásig. Munkámhoz alapborokat használtam, mivel még a palackba töltés előtt kell elvégezni ezen borok stabilizálását. Alapvető elvárás egy csendesbornál és pezsgőnél is annak általános stabilitása. A borok az idő előrehaladtával öntisztuláson esnek át, ami a borkő kiválását is magával hozhatja. Ez a folyamat sok tényezőtől függ (évjárat, fajta, hőmérséklet) és sok időt vesz igénybe, valamint a teljes stabilizálódás így nem garantálható. Mivel a borkőstabilitás megteremtése napjainkban is hidegkezeléssel történik, így a már úgy is alacsony savtartalmú alapborok savtartalma tovább csökken. A palackos erjesztésű pezsgők esetében is kulcsfontosságú a borkőstabil alapbor. Ha az érlelés alatt válik ki borkő, az a palack falára tapadhat és degorzáláskor a pezsgő nagyrésze kifut. Ha pedig lerázáskor a seprővel együtt a palack nyakába ér a borkő, degorzáláskor visszaeshet a pezsgőbe. A seprővel ellentétben a borkő nem tud összetömörödni és így különálló anyagként viselkedik. A borkőstabilitás megteremtésére a bortörvény védőkolloidok alkalmazását is engedélyezi, ilyenek a metaborkősav, karboxi-metil-cellulóz, vagy a kálium-poliaszpartát. A kutatás célja ezen anyagok borkőstabilizáló hatásának vizsgálata pezsgőalapborokon.

### 3. Irodalmi áttekintés

#### 3.1. A borkősav

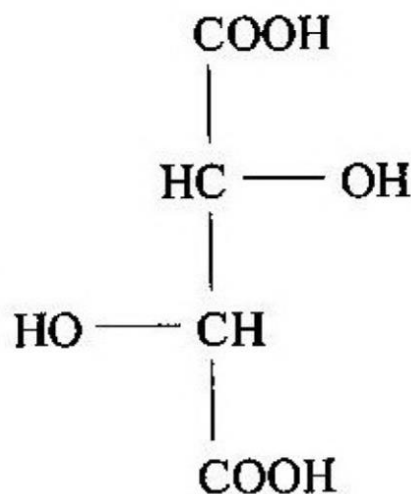
A borkősav keletkezése a szőlő érésének elejére tehető. Akkumulációja akkor kezdődik, amikor a virágzás befejeződött és a szőlőbogyók kialakultak. Ekkor még a bogyó kemény, majd lassú növekedésnek indul és vele együtt növekszik a savtartalom is. Maximumát a zsendüléskor éri el, amikor hirtelen bogyónövekedés megy végbe, puhábbá válik, a héj elszíneződik mivel elveszti klorofil tartalmát. Ettől az időponttól kezdve a savtartalom csökken, és a cukortartalom emelkedik.

A borkősav a szőlő összetételét tekintve a legnagyobb koncentrációjú szerves sav. Érés során a koncentrációja kevésbé változik, mint az almasavé. Eközben a bogyóban folyamatosan áramlik be a borkősav, de ezzel arányosan kötődik le. Szélsőséges időjárás mellett bizonyos évjáratokban azonban ez az egyensúly eltolódhat és csökkenhet a borkősav a szőlőbogyóban.

(prof Kállay, 2010)

**1. ábra:** A borkősav képlete

(Forrás: prof. Kállay, 2010)



A borban lévő borkősav (2,0 ~ 10,0 g/l) a bor tipikus pH-értékét 2,8 és 3,8 közé teszi (Batista, Monteiro, Loureiro, Teixeira, & Ferreira, 2010). Ezenkívül a borkősav koncentrációja a borban a tárolás során a polifenolokkal, poliszacharidokkal (mannoproteinek, rhamnogalakturonánok), káliumionokkal, kalciumionokkal való önpolimerizáció miatt csökken, borkősav lerakódásokat képezve.

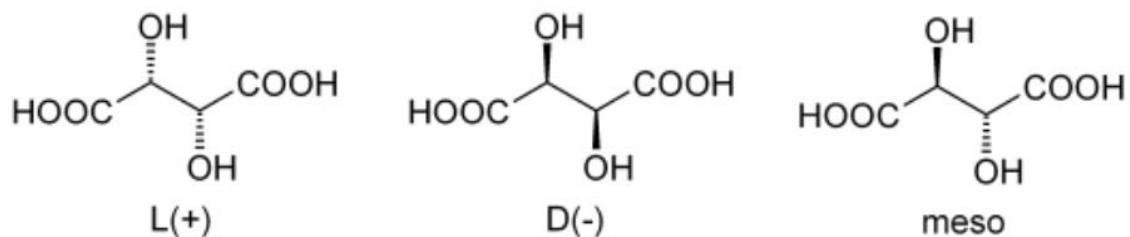
A borkősav egy kétbázisú oxisav. A természetben az L-borkősav és a racém borkősav (D és L forma keveréke) a legelterjedtebb, azaz a szőlőből meghatározott grapepinsav. Az



adalékanyagok nemzetközi jegyzékében a 334-es E-kóddal L-borkósavként van jelölve. A szignetsó vagy nátrium-kálium-tartarát a borkósavból származik, amely a Fehling-reagens része, amely a redukáló szacharidok kimutatására szolgál.

Két optikailag aktív és egy inaktív izomer alakja van: a balra forgató D-borkósav és a jobbra forgató L-, és az inaktív mezo.

**2. ábra:** A borkósav izomerei  
(forrás: Ribéreau-Gayon, 2006)



A borkósavnak két féle sója a leggyakoribb. A legismertebb a félig kötött káliumsó a kálium-hidrogén-tartarát. A semleges, kötött kalciumsó, a kalcium-tartarát kisebb mennyiségben válik ki.

### 3.2. Kálium

A kálium ion egy rendkívül mobilis makrotápanyag, amely számos élettani és biokémiai folyamat szerves része a növényekben. A káliumion nagy szerepet játszik a sejt membránpotenciáljának szabályozásában, és ezért kritikus fontosságú más ionok és cukrok felvételéhez. Elengedhetetlen a növényi jelátvitelhez, az ozmoregulációhoz, a kation-anion egyensúly fenntartásához, a citoplazmatikus pH szabályozásához, az enzimek aktiválásához, valamint a fehérje- és keményítőszintézishez. (Wang és Wu, 2013) A sejtek programozott halálában és az öregedésben is szerepet játszik (Shabala, 2009, 2017), ami a szőlőbogyóban fajtafüggő, és az érés késői szakaszában fellépő érési zavarokhoz kapcsolódik.

A káliumion a szőlőbogyóban található összes kation kb. 80%-át teszi ki (Rogiers, 2006). A szőlőbogyó a szüretig több mint 5 mg K<sup>+</sup>-t halmozhat fel, és a magokba, a mezokarpiumba és az exokarpiumba történő felhalmozódás a terméskötéstől az érésig folyamatos, de az érés kezdete után a leggyorsabb (Hale, 1977). Ez a kation erősen befolyásolja a gyümölcsle pH-

értékét, ezért a bogyók, a gyümölcslevek és a borok savassága és színe szempontjából is fontos. Ezen túlmenően a magas kálium megváltoztathatja a mikrobiológiai stabilitást és az erjedési folyamatokat (Walker és mtsai., 1998).

### **3.3.Kalcium**

A kalcium alapvető növényi tápanyag. A talajoldatból a gyökérrendszer veszi fel, és a xilémán keresztül a hajtásba jut. A gyökérnek egyensúlyt kell teremtenie a kalcium xilémába való eljuttatása és az egyes gyökérsejtek kalciumiont intracelluláris jelzésekhez való felhasználásának szükségessége között. A kalcium szükséges a sejtfalak és membránok szerkezeti integritásához és stabilitásához, valamint másodlagos hírvivőként részt vesz a fejlődési és a stresszre adott válaszjelzésekben. A gyümölcsfák esetében a kalciumot a gyümölcs minőségét meghatározó legfontosabb tápanyagnak tekintik. Szőlőben a bogyó kalciumtartalma nem növekszik a zsendülést követően, mivel a xiléma nem működik, a kalcium a floémában kevéssé mobilizálódik, és a gyümölcs alacsony transzspirációs sebessége miatt.

### **3.4. Alkohol keletkezése és szerepe**

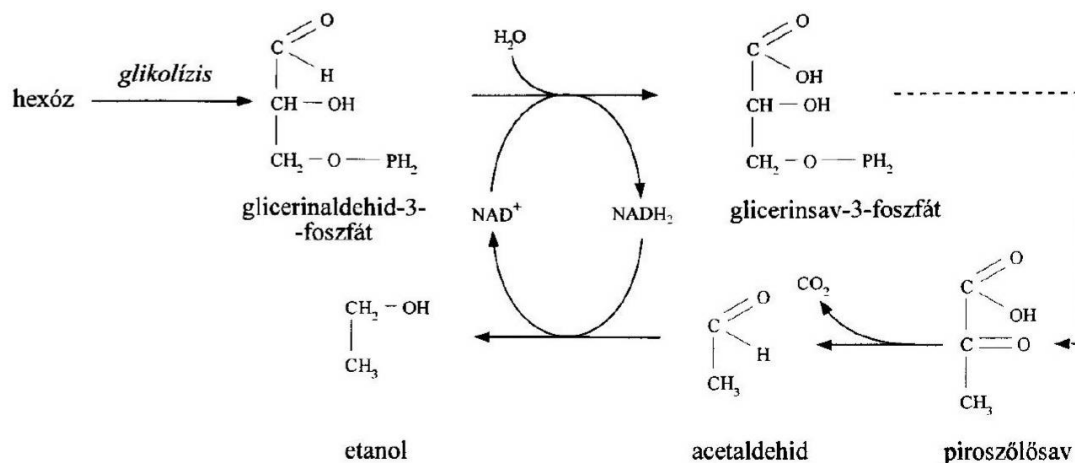
Az alkoholos erjedés közel harminc egymást követő reakcióból áll. Ezeket különféle enzimek indukálják. A borászatban ez a folyamat a legfontosabb, mivel az alkohol képződése során alakulnak ki a bor fő alkotóelemei is. (prof Kállay, 2010)

Az alkoholos erjedéshez erjeszthető cukrokra van szükség, ez a mustban a nagy mennyiségben jelen lévő glükóz és fruktózt jelenti. Kevés szacharóz is megtalálható benne, amit az invertáz enzim bont le, még az erjedés előtt.

A glikolízis során keletkezett piroszőlősav dekarboxileződik acetaldehiddé, amely a NADH<sub>2</sub> által katalizált reakcióban alkohollá redukálódik (prof Kállay, 2010).

Az etil-alkohol mennyisége meghatározhatja egy bor harmóniáját. Védelmet is nyújt a bornak, stabilitást ad neki. Magasabb alkoholtartalmú borok ellenállóbban a mikroorganizmusokkal szemben, valamint a borkőkiválást is indukálják, így stabilabbá válnak a borok.

**3. ábra:** Az alkohol keletkezése  
(forrás: prof. Kállay, 2010)



### 3.5. Hideginstabilitást okozó kristály kiválások

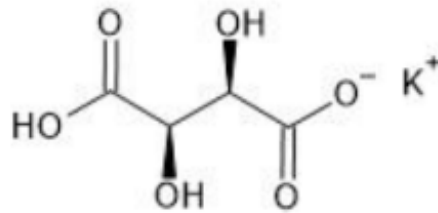
#### 3.5.1. Kálium-hidrogén-tartarát

A **borkő** a borban jelenlévő L-borkősav sóiból jön létre, amik az oldhatóság csökkenésével kristályosan válnak ki. Fajtáját tekintve lehet semleges kalcium-tartarát és savanyú borkősavas kálium- hidrogén-tartarát. Mivel a borkősav már a szőlőben is megtalálható, ezért borkő is előfordul a borászatban már must ülepítés során is. A kálium és a borkősav koncentrációja a szőlőmustban a régiótól, a fajtától, az érettségtől, a talajtól és a szőlészeti eljárásoktól függően változhat (Dunsford és Boulton, 1996). A borkősav általában 2-10 g/l között van jelen (Zoecklein et al. 1995), míg a kálium általában 1,5-2,5 g/l között van, de a vörös fajtáknál magasabb is lehet. A kálium-hidrogén-tartarát oldhatósága 10%-os etanolos oldatban 20°C-on 2,9 g/l, és ha egy bor 780 mg/l káliumot tartalmaz, akkor ez 3,76 g/l kálium-hidrogén-tartarátot jelent. Bár a kálium-hidrogén-tartarát só vízben meglehetősen jól oldódik, alkoholban viszonylag oldhatatlan (Boulton et al. 1996, Ribéreau-Gayon et al. 2006), így az erjedés során az etanolkoncentráció növekedése csökkenti a kálium-hidrogén-tartarátoldhatóságát.

Berg és Keefer(1958) kimutatta, hogy a borkősav oldódásakor keletkező borkősav ( $\text{H}_2\text{T}$ ), bitartarát anion ( $\text{HT}^-$ ) és tartarát anion ( $\text{T}^{2-}$ ) aránya függ a pH-tól, a hőmérséklettől, a jelenlévő egyéb ionok koncentrációjától (ionerősség) és az etanol koncentrációjától. A fiatal

borokban lévő szuszpenziós és kolloid anyagok is fékezik a kristályosodást. A kálium-hidrogén-tartarát koncentrációja a borban könnyen nagyobb lehet, mint az oldhatósága, ami borkőkiválást eredményez. (prof Kállay, 2010)

**4. ábra:** A borkő, azaz kálium-hidrogén-tartarát  
(Forrás: Dr. Kállay M. és munkatársai, 2024)



## Borkő

A bor készítés során a borkő képződése a must kezelés és az erjedés alatt a legintenzívebb, az első a hőmérséklet csökkenése (hidegkezelés), a második pedig az alkoholkoncentráció emelkedése miatt jön létre. A két só közül először a kálium-hidrogén-tartarát válik ki, mert hőmérséklet csökkenés hatására ennek intenzívebben romlik az oldhatósága. Az érlelés alatt folytatódik a borkő kiválása és stabilabbá válik a bor. Itt nagyrészt már kalcium-tartarát képződik, aminek a kiválása kevésbé függ a hőmérséklettől és egy időigényes folyamat.

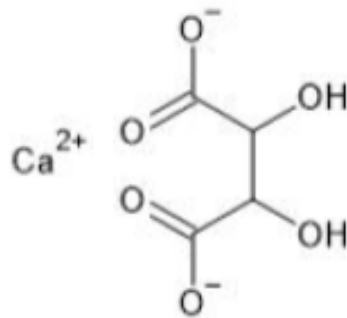
### 3.5.2. Kalcium-tartarát

A kalcium-tartarát egy viszonylag oldhatatlan só, tizedannyira oldódik, mint a kálium-hidrogén-tartarát. Nem hőmérsékletfüggő, tehát ellenben a kálium-hidrogén-tartaráttal hidegkezelés hatására sem válik ki. A kalcium-tartarát kiválása gyakran sok idő elteltével jelentkezik, előrejelezni nehéz. A kalcium-tartarát a bor alkotóelemi közé tartozik, de a borkezelő anyagokból is kerülhet a borba, valamint szennyeződésekből. A megnövekedett kalcium koncentráció miatt kiválás következhet be. Általánosságban elmondható, ha a kalcium koncentrációja nagyobb, mint 60 mg/l vörösborokban és a 80 mg/l fehérborokban akkor nagy a kalcium-tartarát kiválásának valószínűsége. Ez a szabály azonban egyéb

tényezőktől is függ, mint a védőkolloidok mennyisége, így ezek a határértékek minden bornál eltérőek.

**5. ábra:** A kalcium tartarát

(Forrás: *Dr. Kállay M. és munkatársai, 2024*)



**Kalcium-tartarát**

### 3.6. Pezsgő alapborok hidegstabilitásának előrejelző módszerei

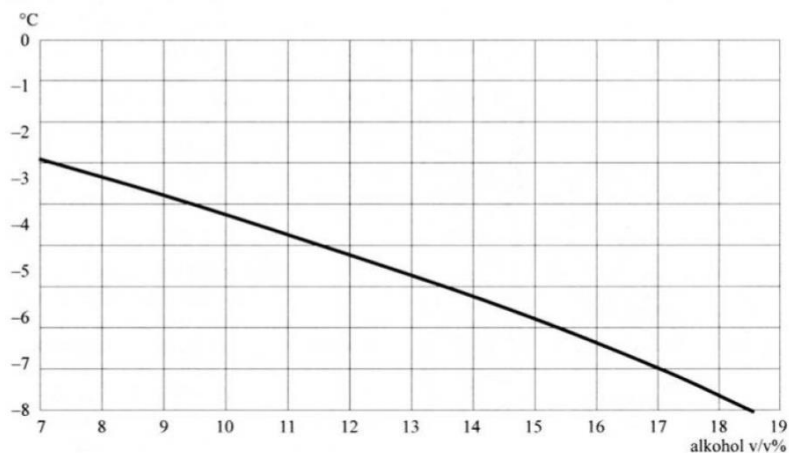
#### 3.6.1. Empirikus

A mesterséges hidegstabilizálás előtt, vagy után vett bormintát 4-6 napig 0 °C-on hűtőben tárolják, majd megvizsgálják a kristályokat. A második erjesztésre szánt borok esetében az alkoholtartalmat 1,5%-kal. ez szimulálja a második erjesztés hatását, és lehetővé teszi a kész pezsgő kálium-hidrogén-tartarát-stabilitásának értékelését.

A vizsgálat előnye, hogy egyszerű, praktikus és nem igényel speciális felszerelést. Másrészt elsősorban minőségi, és nem ad pontos jelzést a bor instabilitásának mértékéről. Legnagyobb hátránya, hogy hosszú időt vesz igénybe, és nem kompatibilis a rövid kontaktusú stabilizációs technológiákkal.

**6. ábra:** Borok fagyáspontja

(forrás: *Eperjesi, 1998, borászati technológia*)



### 3.6.2. Telítési hőmérséklet (Wurdig-teszt)

A Wurdig-tesztet "telítési hőmérséklet-tesztként" is definiálják, mivel azon az elven alapul, hogy minél alacsonyabb egy bor telítési hőmérséklete, annál több kálium-hidrogén-tartarátot képes alacsony hőmérsékleten oldani, annál kevésbé telített, és ezért annál stabilabbnak tekinthető a borkőkiválások szempontjából (Ribéreau-Gayon et al., 2006).

A Wurdig-teszt a telítési hőmérséklet értékeléséből áll. A telítési hőmérsékletet Wurdig et al. (1982), Boulton et al. (1997) és Ribéreau-Gayon et al. (2006) szerint a következőkkel határozzák meg

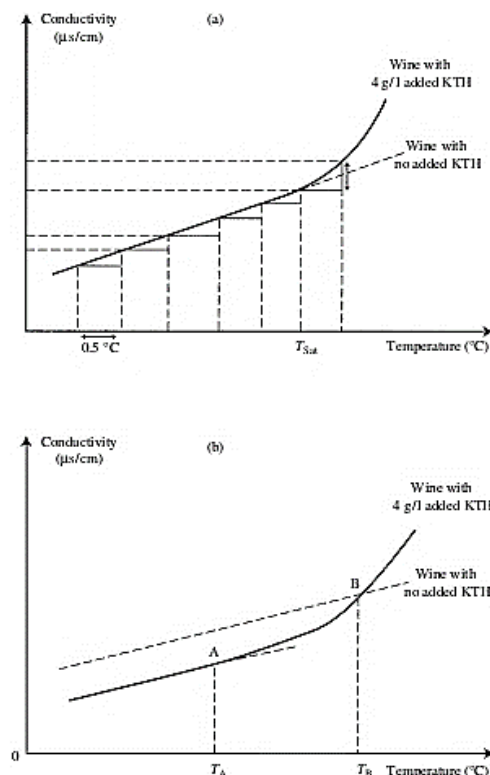
kétlépcsős kísérlettel határozzuk meg:

1. lépés: a bort hő- és hidegforrásokkal felszerelt, termosztáttal szabályozott fürdőben körülbelül 0 °C-os hőmérsékletre hűtjük. Ezután a hőmérsékletet 0,5 °C-os lépésekben 20 °C-ra emelik, és minden egyes hőmérsékletváltozás után mérik a bor vezetőképességét.

2. lépés: a bort 0 °C közeli hőmérsékletre hozzuk, 4 g/l kálium-hidrogén-tartarát-kristályokat adunk hozzá, majd a hőmérsékletet 0,5 °C-os lépésekben 20 °C-ra emeljük, és minden egyes hőmérsékletváltozás után mérjük a bor vezetőképességét.

A kísérlet eredményeként két vezetőképességi görbét kapunk. A két görbe metszéspontját tekintjük telítési hőmérsékletnek (Ribéreau-Gayon, 2006).

**7. ábra:** Telítési hőmérséklet  
(forrás: Ribéreau-Gayon, 2006)



### 3.6.3. Oldhatósági szorzat

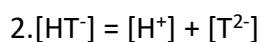
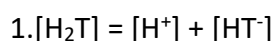
Az oldhatósági egyensúly jelenti a dinamikus egyensúly, ami fellép, ha egy szilárd kémiai vegyület és egy ugyanilyen vegyület oldata egymással egyensúlyban vannak. az egyensúlyhoz tartozik egy oldhatósági termék, amely hőmérsékletfüggő. Dinamikus egyensúlynak lehet hívni, mert az oldódás és a kicsapódás aránya egyenlő. Amennyiben ez a folyamat megáll, azaz beáll az egyensúly, akkor hívjuk az oldatot telített oldatnak. Az oldhatóság mértékegysége általában moláris ( $\text{mol dm}^{-3}$ ), de térfogatra is ki lehet fejezni. Túltelített oldatról beszélhetünk, ha az oldat az oldhatóságnál nagyobb koncentrációban tartalmaz oldott anyagot. Ez esetben, hogy az oldatot egyensúlyba hozzuk, az oldott anyag egy kristályát kell hozzáadni és elindul a kiválás.

Az oldhatósági egyensúlyoknak három fő típusa van:

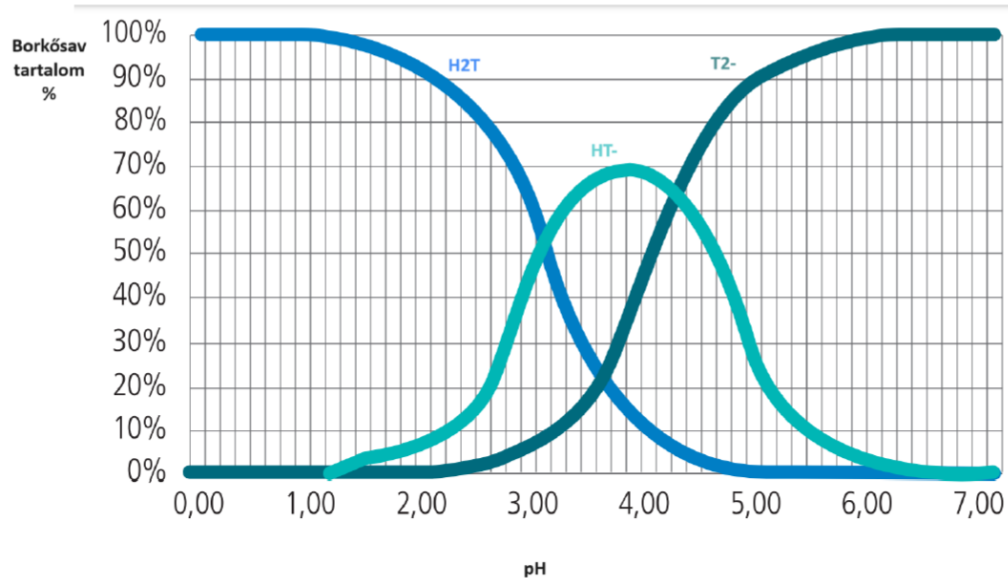
1. Egyszerű oldódás.
2. Oldódás disszociációs reakcióval. Ez a sókra jellemző. Az egyensúlyi állandó ebben az esetben az oldhatósági termék.
3. Oldódás ionizációs reakcióval. Gyenge savak vagy gyenge bázisok oldódására jellemző változó pH-jú vizes közegben.

Az oldhatósági szorzat (PS) ezen egyensúlyi folyamatokban az a határérték, ami kimondja, hogy egy oldat stabil vagy instabil.

A borkősav két lépésben disszociál:



**8. ábra:** A borkósav és sóinak a disszociációja a Ph függvényében.  
(Forrás: Dr. Kállay M. és munkatársai, 2024)



Az oldhatósági szorzat (PS) kiszámítása:

Kálium-hidrogén-tartarátra:

$$[\text{KHT}] = [\text{K}^+] + [\text{HT}^-]$$

$$\text{PS}_{\text{KHT}} = [\text{K}^+] \times [\text{HT}^-]$$

Kalcium-tartarátra:

$$[\text{CaT}] = [\text{Ca}^{2+}] + [\text{T}^{2-}]$$

$$\text{PS}_{\text{CaT}} = [\text{Ca}^{2+}] \times [\text{T}^{2-}]$$

A stabilitás számolásának elvégzéséhez szükség van az oldhatósági szorzat (PS) mellett egy koncentráció szorzatra (PC). Ezzel az értékkel be lehet vonni a bor paramétereit.

Ha  $\text{PC} > \text{PS} \rightarrow$  a minta instabil,

ha  $\text{PC} = \text{PS} \rightarrow$  a minta telített, instabilitásra hajlamos,

ha  $\text{PC} < \text{PS} \rightarrow$  a minta stabil

### 3.6.4. Mini-kontakt teszt

A borkóstabilitás értékelésére használt első vezetőképességi vizsgálatot a mini-kontakt teszt képviseli (Müller-Spath, 1979). Ez a vizsgálat abból áll, hogy 4 g/l kálium-hidrogén-tartarátot adunk hozzá, és a bort 2 órán keresztül 0 °C-os hőmérsékleten tartjuk, állandó keverés mellett. Az összegyűjtött kálium-hidrogén-tartarát tömegnövekedését értékelik. A vizsgálat alapja a homogén indukált nukleáció, amely gyorsabb, mint az elsődleges nukleáció. Amint



azt Boulton (1996) kimutatta, a teszt hajlamos túlbecsülni a bor stabilitását. Megfigyelték, hogy a 2 órás érintkezés után az endogén tartarát csak 60-70%-a kristályosodott ki.

Annak ellenére, hogy ez egy egyszerű és mérsékelt megbízható teszt, viszonylag hosszú, nem veszi figyelembe a kálium-tartarát részecskék méretét, és a bor stabilitását a vizsgálat időpontjában 0 °C-on határozza meg, nem ad megerősítést a tárolás és a bor érlelése során bekövetkező kolloidális átrendeződésről.

A bormintába 10 g/l borkő hozzáadása és vezetőképesség csökkenésének mérése 0°C-on. A borban uralkodó extrém túltelítettségi körülmények között a stabilitás szabályai a következők: Ha az adagolást követő 5-10 percen belül a vezetőképesség csökkenése nem több, mint a bor kezdeti vezetőképességének 5 %-a, a bor stabilizáltnak tekinthető. Ha a csökkenés meghaladja az 5 %-ot, a bor instabil marad.

### **3.7. A hidegstabilitás megteremtése**

#### **3.7.1. Ioncsere**

A kationcserélő és a kettős kation-anioncserélő gyanták alkalmazását a bor borkő stabilizálására használják. A bor előzetes hidegkezelése nélkül is hatékony. (Helena, 2006) Az R1 gyantát  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$  és  $H^+$  formában, az R2 gyantát mindig  $H^+$  formában, az R3 gyantát pedig  $OH^-$  formában használják. Az eluált bor mennyiségét kezeletlen borral házasítják össze, hogy stabil bort kapjanak. Az R2 gyanta  $Mg^{2+}$  formában hatékonyabb a tartarát stabilizálás fokozásában, mint az R1.  $H^+$  formában azonban a két gyanta viselkedése meglehetősen hasonló. A kettős kation-anioncserére kapott tartarát-stabilizációs eredmények hasonlóak voltak a kationcserével kapott eredményekhez. A múlt század közepe óta használják az ioncserélő technológiát a borkő stabilizálására, a bor savtartalmának emelésére és az olyan fémek, mint a vas, a réz és az ólom eltávolítására. (Austerweil, 1953)

#### **3.7.2. Elektrodialízis**

Az elektrodialízist a kálium-hidrogén-tartarát eltávolítására használják. Membrántechnikán alapuló módszer, melynél a bort elektromos mezőn és anion-szelektív membránon vezetik át. Itt az oldatban többletben lévő  $Ca^{2+}$ ,  $K^+$  és borkősav-anhidrid áthaladásakor az ellentétes töltés miatt átjutnak a membránon, így a folyamatot követően a bort már nem kell szűrni.

Az elektrodialízisben a bor kation- és anionszelektív membránok által körülhatárolt téglalap alakú csatornában kering. A membránokra normális külső elektromos tér hat, ezért az ionok az elektródák felé vándorolnak, így ionokban szegény boráram keletkezik (Strathman, 1986). Ezt vázlatosan az 1. ábra mutatja be, ahol a bor a koncentrátum rekeszekkel váltakozó hígító rekeszekben kering. Az elektrodialízis fontos eleme az, hogy a bor keringése során a hígítórekesz membránfalával való érintkezés felülete csökken. Ez ellentétben áll a szűrési vagy ioncsere-eljárásokkal, ahol a bor nagy felületű porózus közegeken keresztül áramlik, ami nagyon gyakran a borok érzékszervi tulajdonságai szempontjából döntő fontosságú szerves molekulák adszorpciójához vezet. Emellett az elektrodialízis-membránok sűrű polimer anyaga nem hajlamos az adszorpciós hatásokra. A technika egyik nagy előnye, amint azt már említettük, hogy nem változtatja meg a bor érzékszervi tulajdonságait, a másik pedig a kálium-hidrogén-tartarát-ionok extrakciójának mértékére vonatkozó rugalmasság. A hidegkezeléssel ellentétben, ahol a kálium-hidrogén-tartarát eltávolítása rögzített, az elektrodialízis lehetőséget nyújt arra, hogy az elektrodialízis működési idejének változtatásával a kálium-hidrogén-tartarát eltávolításának bármilyen mértékét elérjük. A jelenlegi ipari gyakorlat azonban nem használja ki ezt a lehetőséget, és az elektrodialízis ipari üzemét egy rögzített deionizációs fok beállításával végzik. Escudier és társai, (1993) által a hideg kicsapást laboratóriumi méretekben szimuláló vizsgálat segítségével javasolt elvégezni

### **3.8. Stabilitás kialakítása kémiai úton**

#### **3.8.1. Gumiarábikumok**

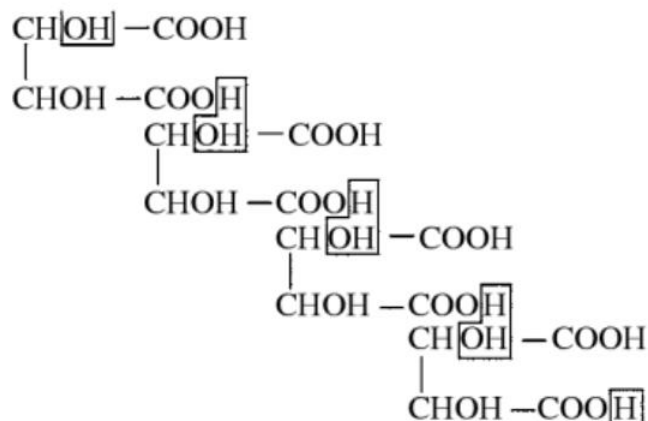
A gumiarábikum, az Acacia senegal és Acacia seyal fák exudátumából származó természetes poliszacharid, egy általánosan használt élelmiszer-hidrokolloid. A gumiarábikum összetett kémiai szerkezetét széles körben tanulmányozták, amely egy több frakcióból álló anyagot mutat. Főként egy erősen elágazó poliszacharidból és egy kisebb komponensként fehérje-poliszacharid komplexből (GAGP) áll.

#### **3.8.2. Metaborkősav**

A metaborkősav előszeretettel használt borkőstabilizálásra szolgáló anyag. Állagát tekintve szürke, higroszkópos por. Körbefogja a borban lévő mikrokristályokat és meggátolja azok további növekedését. (Eperjesi, 1998) Mivel a metaborkősavat a borkősav hevítésével állítják elő, és a hevítés hatására víz távozik, észter kötések tartják össze a hosszú metaborkősav láncot. Az észter kötés nem a legstabilabb, ezért idővel és fizikai behatásra a metaborkősav

töredezhetsen. Hatása csak korlátozott ideig biztosított, ez legnagyobb mértékben függ a tárolás hőmérsékletétől és a borkősav tartalmától.

**9. ábra:** A metaborkősav poliészterezése.  
(Forrás: Ribéreau-Gayon, 2006)



### 3.8.3. Mannoprotein

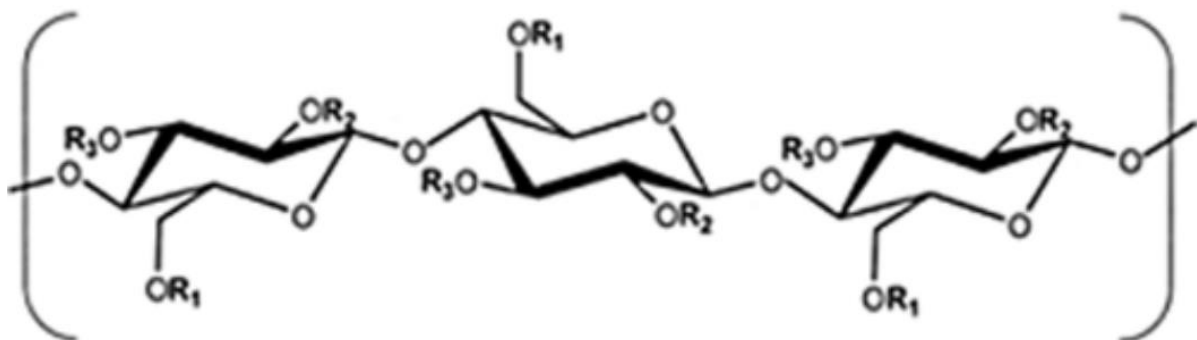
A mannoproteinek (Mps) természetes módon jelen vannak a borban, mivel az élesztősejtek falának szerves alkotóelemei. Az mannoproteinek három típusba sorolhatók aszerint, hogy milyen kötésekkel kötődnek a sejtfal szerkezetéhez: nem kovalens kötéssel, kovalens kötéssel a sejtfal glükánjához, és diszulfidkötéssel más fehérjékhez, amelyek maguk is kovalens kötéssel kapcsolódnak a glükánhoz (Noble & Lipke, 1994). Borászati körülmények között az mannoproteint a *Saccharomyces cerevisiae* az élesztősejtciklus két fázisában szabadítja fel: 1) az alkoholos erjedés során, amikor a sejtek aktívan növekednek; és 2) az autólízis során, amikor a sejtek elhalnak. Az első fázisban az mannoprotein nagy része az exponenciális fázisban szabadul fel az élesztőből, majd a sejtbimbózás során a sejtfal kontrollált hidrolízise következik be az extracelluláris  $\beta$ -(1-3)-glükánáz aktivitás növekedésével (Dupin et al., 2000). A második fázisban, a sejthalált követően az autólízis folyamata felelős a sejtfal fokozatos enzimatis lebontásáért (Charpentier & Feuillat, 1993). A  $\beta$ -glükánáz enzimek felbontják az mannoprotein glükánmátrixhoz való kapcsolódását, így az mannoprotein a külső közegbe kerül, amely különböző, elsősorban sejtfal eredetű vegyületekben, mint például poliszacharidokban, nukleotidokban, nukleozidokban, peptidekben, aminosavakban gazdagodik, amelyeket az élesztő felszabadít. E vegyületek felszabadulása a borok seprőn történő érlelése során hozzájárul a borok érzékszervi és fizikai-kémiai tulajdonságaihoz. A

fehérborok hagyományos, több hónapos, élesztőseprőn történő hordós érlelésének gyakorlata gyakran nagyfokú tartárstabilitást biztosít, így a hidegstabilizálás szükségtelen.

#### 3.8.4. Karboximetil-cellulóz

A karboximetil-cellulóz (CMC) a cellulóz anionos, vízben oldódó származéka, egy lineáris anhidro-glükóz poliszacharid. Az ismétlődő egységeket  $\beta$ -1,4-glikozidos kötések kötik össze. Molekuláris szinten a karboximetil-cellulóz és a cellulóz közötti fő különbség csupán néhány anionos karboximetilcsoport a karboximetil-cellulóz szerkezetében, amelyek az érintetlen cellulóz infrastruktúrájában jelen lévő néhány hidroxilcsoport hidrogénatomjait helyettesítik. A karboximetil-cellulózt először 1918-ban szintetizálták. A karboximetil-cellulózt általában úgy állítják elő, hogy a megduzzadt cellulózból szerves oldószerben lúgos oldatot hoznak létre monoklór-ecetsavval vagy annak nátriumsójával (Heinze és Pfeiffer 1999, Hedlund és Germgård 2007). Ebben a reakcióban a cellulóz glükóz egységein lévő hidroxil csoportok hidrogénatomjait nátrium-karboximetil csoportokkal helyettesítik (Gelman 1982).

**10. ábra:** A karboximetil-cellulóz sematikus ábrája  
(Forrás: Ribéreau-Gayon, 2006)



#### 3.8.5. Kálium-poliaszpartát

A kálium-poliaszpartát szagtalan, világosbarna por, aminek szárazanyag-tartalma nagyjából 98%. Vízben teljesen oldódik. A kálium-poliaszpartát előállításához a monomer L-aszparaginsavat használják, amely erjesztéssel keletkezik. Melegítés hatására a monomer L-aszparaginsav oldhatatlan poliszukcinimiddé alakul. Ezt követően a poliszukcinimidet ellenőrzött körülmények között kálium-hidroxiddal kezelik, hogy kondenzációval előállított

biopolimert kapjanak, azaz kálium-poliaszpartátot. (R. Edera, M. Willach, M. Strauss, C. Philipp, 2019)

A kálium-poliaszpartátot az OIV 2016-ban hagyta jóvá. A bor pH-ján negatív töltést mutat, lehetővé téve a káliumkation megkötését és korlátozva a borkósók kicsapódását. Számos vizsgálat kimutatta, hogy nincs mérgező hatása az emberi egészségre (Galbusera et al., 2017), és a karboxi-metil-cellulózhoz hasonló stabilizáló képességgel rendelkezik, de idővel tartósabb.

A borászati segédanyagok befolyásolhatják egy bor érzékszervi tulajdonságait. A bentonitot például a zavarosodásképző fehérjékkel való kölcsönhatása miatt használják, de reakcióba léphet más kémiai vegyületekkel, például fenolokkal és aromavegyületekkel is. Korábbi kutatások már beszámoltak arról, hogy a kálium-poliaszpartát nem lép kölcsönhatásba a polifenolokkal, tanninokkal vagy antociánokkal, megőrizve a bor színét és aromavilágát. (Bosso, Motta, Panero, Lucini, 2020)

## 4. Anyag és módszer

### 4.1. Anyag

#### 4.1.1. Az alapborok

Hat pezsgő alapbort vizsgáltam két évjáratból, a Chardonnay és Pinot Noir fajták mindkét évjáratban ugyanarról a területről származnak és azonos módon készültek. A Chardonnay és a Pinot Noir 1 esetében acél tartályban tárolták, míg a Pinot Noir 2 bort mindkét évben 3 h-es fahordókban érlelték. A mintavételezés mindkét évjáratból azonos időszakban történt. A Pinot Noir-ok színét tekintve a Pinot Noir 1 halványabb pirosas színnel rendelkezett, mint a Pinot Noir 2 mindkét évjáratból.

**1. táblázat:** A pezsgő alapborok analitikája  
(Forrás: saját munka)

Borminták	Alkohol-tartalom v/v%	pH	Titrlhatósav g/l	Redukáló cukor g/l	Borkősav g/l	Almasav g/l	Tejsav g/l
Chardonnay '22	11	3,11	6,3	0,1	2,5	0,21	2,07
Pinot Noir '22 1	10,1	3,01	6,7	0,4	3,5	0,44	1,39
Pinot Noir '22 2	9,8	3,03	7,4	0,3	3,6	0,41	1,43
Chardonnay '23	10,7	3,23	6,5	0,5	2,2	3,34	0
Pinot Noir '23 1	11,7	3,29	5,8	0,4	1,9	2,83	0
Pinot Noir '23 2	12,7	3,75	3,8	0,4	1,3	0,25	2,04

Analitikát tekintve a borok savtartalma változatos, egyik sem kiemelkedő. A 2022-es évjárat savtartalmában magasabb, egyöntetűen 6-7 g/l között vannak. A 2023-as alapboroknál megfigyelhető a savtartalom csökkenése is. A vizsgált hat bor közül a tejsav koncentrációjából látható, hogy négyenél lezajlott a malolaktikus fermentáció. Ezeknél az almasavtartalom lecsökkent, míg a tejsav mennyisége emelkedett. A cukortartalom mindegyik bornál 1 g/l alatt van, így megállapítható, hogy az erjedés sikeresen végbement.

### 4.1.2. Kezelőanyagok

#### a. VinoStab

Hatóanyaga a nátrium-karboximetil-cellulóz (CMC), amivel hosszú ideig megakadályozható a borkő kikristályosodása, valamint a borok szűrhetősége is javul. Ha a borkő telítési hőmérséklete 20°C-nál magasabb a karboximetil-cellulóz hatása jelentősen lecsökken. Főként a kálium-hidrogén-tartarát kiválását gátolja meg, kalcium-tartarát ellen nem véd. Palackos erjesztésű pezsgő esetében legideálisabb már a tirázs során hozzáadni a töltőborhoz.

#### b. Zenith Uno

A Zenith uno-ban a fő hatóanyag a kálium-poliaszpartát, amivel az erősen instabil borokat is borkőstabilárá lehet tenni. A VinoStabbal ellentétben ez nem javítja a szűrhetőséget, de magas hőmérsékletnek is ellenáll, így alkalmazható pasztörizált boroknál is. A kalcium-tartarát ellen ez a kezelőanyag sem nyújt védelmet. Fontos, hogy adagolásakor a bor fehérjestabil és lizozim mentes legyen, mivel reakcióba lép a fehérjékkel és a lizozimmal zavarosodást, kiválást eredményez.

#### c. Metagum

Magas észterezettségi fokú metaborkósav és gumiarábikum tartalmú kezelőanyag. Hosszú ideig képesek megakadályozni a borkőkiválást. Lassabban esik szét, mint az sima metaborkósav, még magasabb hőmérsékleten is. Alkalmazása esetén fontos, hogy a bor fehérjestabil legyen. Az előző két folyékony kezelőanyaggal ellentétben a Metagum szilárd, por állagú és higroszkópos, tehát megköti a levegőben lévő páratartalmat és szagokat, ezért fontos, hogy száraz és szagmentes helyen kell tárolni.

## 4.2. Módszer

### 4.2.1. Vezetőképesség

Az elektromos vezetőképesség egy anyag elektromos áram vezetésre való képességét jelenti. Olyan általános paraméterek összessége, amit az oldatban lévő oldott ionos anyagok határoznak meg. Ez a mérési módszer csak az összes ion tartalmat tudja megmutatni, ezek fajtáit, arányát (savak, bázisok, sók, egyéb szerves anyagok) nem képes.

A méréshez minden esetben szükség van töltött részecskére, hogy áthaladhasson az elektromosság. Két csoportot lehet megkülönböztetni, az első a rács szerkezetű anyagok pl.: fémek, grafit. Második az ionos oldatok, amit elektrolitoknak hívnak. Jelen mérésben az utóbbi mérés típus szükséges, ahol a bor (mint oldat) ionkoncentráció változását mértem.

Vezetőképesség mérésénél kompenzálni kell a mért közeg hőmérsékletét vagy hőmérsékletfüggő tulajdonságát.

A mérés során a Mettler Toledo seven compact vezetőképességmérőt használtam.

**11. ábra:** Mettler toledo vezetőképességmérő.  
(Forrás: saját kép)





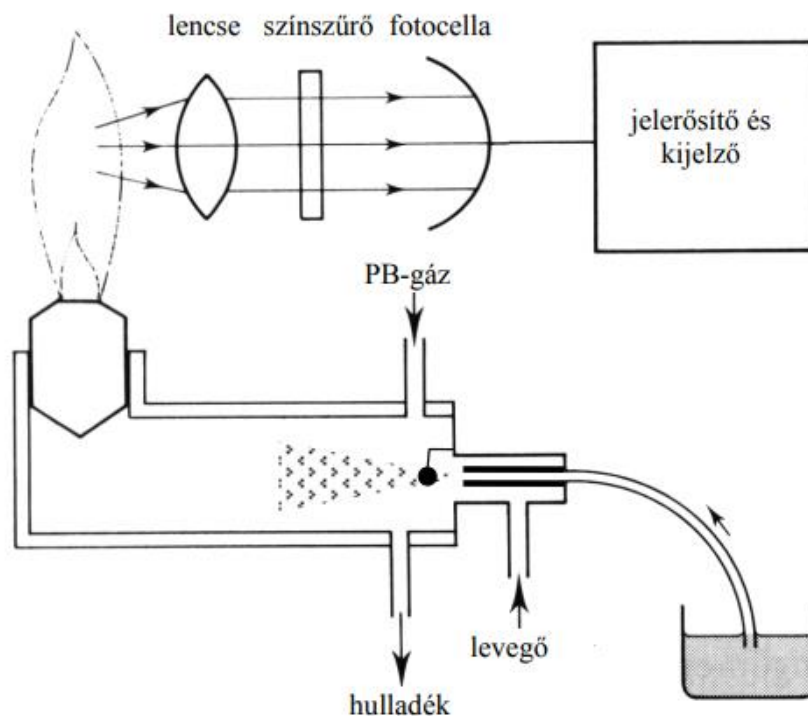
### 4.2.2. Lángfotometria

A lángfotometriával egy anyag lángban kibocsátott fénye energiát ad le. Ezt mérve meghatározhatjuk az oldatban egy anyag mennyiségét, koncentrációját. Ezzel a technikával mérhetünk fémeket, mint kálium, kalcium és nátriumot.

A méréshez elő kell készíteni a mintákat, amikben kálium és kalcium tartalmat vizsgáltam. A borokat vizsgálat előtt leszűrtem, mivel, ha a minta szennyeződések tartalmaz, vagy ha a mérőeszközök érzékenyek a részecskékre, akkor a mintát szűrni kell. Ez eltávolítja a nagyobb részecskéket, így a mérés pontosabb lesz. Utána történik a kalibráció, amikor meghatározzuk a műszer pontos működését azáltal, hogy különböző ismert koncentrációjú standard oldatokat használunk a mérés előtt. Ezeket az ismert koncentrációjú oldatokat a mérőműszerrel mérjük meg, és a kapott adatok alapján készítjük el a kalibrációs görbét.

**12. ábra:** Lángfotometria működése.

(forrás: műszeroldal: lángfotometriás mérések)



### 4.2.3. Mini-kontakt teszt

A mérés elején az összes mintánál elvégeztem a kezelőanyagok hozzáadását, majd lehűtöttem 5 °C alá és megmértem a vezetőképességüket. Ezt követően mikrokristályos borkövet (KaliContact) adagoltam a mintákba 10g/l koncentrációban. A kristály adagolás utáni egy órában összeráztam a mintákat. Amint a kristályok leülepedtek újra megmértem a vezetőképességeket. Az itt kapott értékeket az első mérés eredményeiből kivonva kapjuk meg a vezetőképesség különbséget. Abban az esetben, ha ez az érték a kiindulási szám 5%-ánál kisebb, akkor a vizsgált borminta kálium-hidrogén-tartaratra stabil.

### 4.2.4. Alkohol térfogat százalék emelés

palackban erjedés szimulálása +1,5<sup>v</sup>/<sub>v</sub>% alkohol emeléssel.

#### 2 táblázat: Alkoholtartalom emelés számítása

(Forrás: saját munka)

Borminta	Etil-alkohol ml/dl	alkohol 40ml mintára
Ch '22 +alk	1,79	0,716
Pn' 22 1 +alk	1,777	0,710
Pn '22 2 +alk	1,77	0,708
Ch '23 +alk	1,79	0,716
Pn '23 1 +alk	1,81	0,724
Pn '23 2 +alk	1,833	0,733

### 4.2.5. Alkohol tartalom meghatározás

Az alkoholtartalom meghatározás a desztillálás elvén működik. Ezt követően hidrosztatikus mérleggel határozzuk meg.

### 4.2.6. Kálium tartalom meghatározás

Kálium meghatározáshoz a bormintákat százszorosára hígítottam. Ez azért szükséges, hogy a mérési tartományba kerüljön. Következő lépésben küvettákba helyeztem, majd lemértem.

### 4.2.7. Kalcium tartalom meghatározás

Méréshez szükséges anyagok:

- Ammónium-oxalát-oxálsav. pH 5,0 M-0,1- Oxálsav, M-0,1. 10 ml. és ammónium-oxalát. M-0.1. 190 ml.
- Perklórsav Körülbelül 0,05 N.-os, 60%-os perklórsav 0,83 ml 100 ml-re hígítva desztillált vízzel.
- Kalcium-klorid. 5 mg. 100 ml kalciumra. Ezt az M-0,125 kalcium-klorid törzsoldat hígításával állítjuk elő, amelyet a kloridkoncentráció meghatározásával ellenőriznem. A törzsoldatot 1:100 arányban hígítottam.

Két milliliter folyadékot pipettáztam egy lekerekített centrifugacsőbe, és 3 ml oxalátpuffert adtam hozzá. A cső tartalmát összekevertem, és 30 percig állni hagytam. Célszerű, de nem feltétlenül szükséges, hogy ezzel egyidejűleg 2 ml, 10 mg kalcium-klorid oldatot tartalmazó kalcium-kloridot is adjunk 100 ml-enként. A csöveket ezután 10 percig legalább 1500 fordulat/perc sebességgel centrifugáltam. A felúszó folyadékot dekantáltam, és a cső száját egy darab szűrőpapírhoz vagy vattához érintettem. Ezután 0,05 N perklórsavat adtam a 4 ml-es jelhez és kb. 10 másodpercig erőteljesen ráztam. A tartalmat ezután átöntöttem egy 5 ml-es főzőpohárba.

Egy 12 ml-es szabványos lángfotométeres főzőpoharat desztillált vízzel, egy másikat pedig frissen készített 5 mg-os kalciumoldattal töltöttem meg. A lángfotométert a kalciumszűrővel együtt úgy állítottam be, hogy a desztillált víz nulla, a kalciumoldat pedig 50-et mutasson a lángfotométer alsó skáláján. Ezután az 5 ml-es főzőpohárban lévő ismeretlen oldatot permeteztem be, és jegyeztem fel a kapott értéket.

### **Borkősavtartalom meghatározás**

A méréshez fel kellett oldani 10 g ammónium-metavanadátot 150 ml 1 M nátrium-hidroxidoldatban. Ezt az oldatot át kellett tölteni egy 500 ml-es mérőlombikba, és hozzáadni 200 ml 27%-os nátrium-acetát-oldatot, majd fel kellett tölteni 500 ml-re desztillált vízzel. 15 perc elteltével 1 ml 10%-os glicerint adagoltam a fölösleges perjódsav lebontásához. Két perc után 5 ml vanádiumreagenst adagoltam hozzá. Ezután 490nm-en spektrofotométerrel megmértem a vak mintához viszonyítva. Végül az a kalibrációs görbén a kapott abszorbanciát megkeresve, megkapjuk a borkősavtartamat g/l-ben.

#### 4.2.8. Oldhatósági szorzat

Az oldhatósági szorzat kiszámításához szükség van a minták kálum-, kalcium-, valamint borkősav-tartalmára, valamint a pH-ra is.

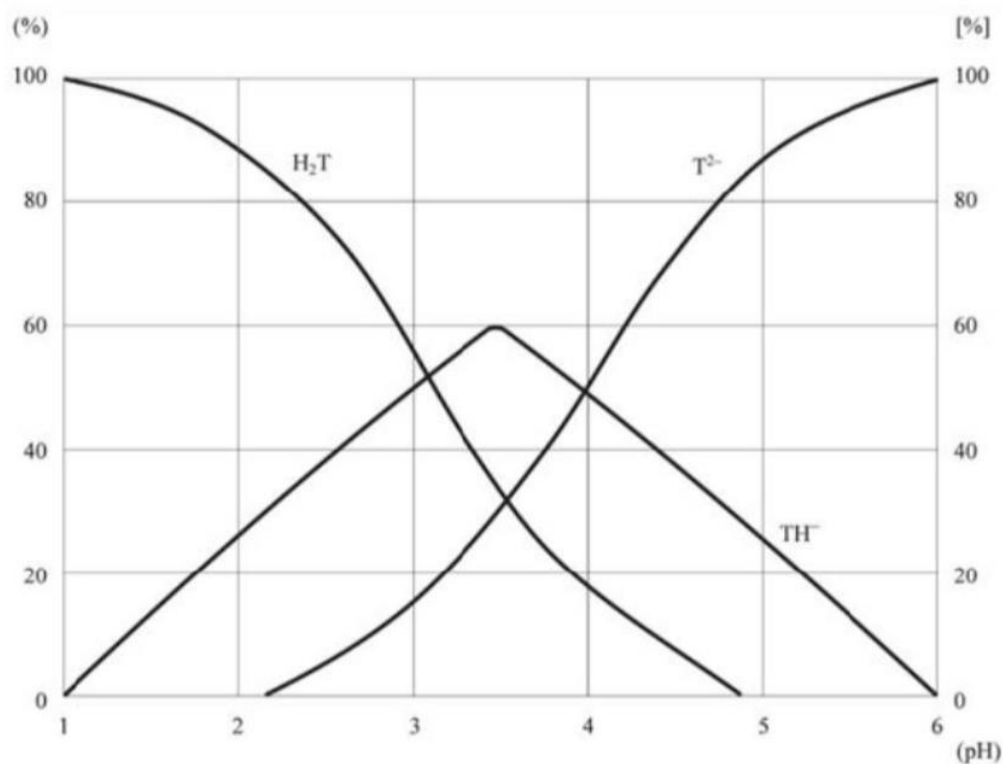
T % érték: a teljesen disszociált tartarát ionok százalékos aránya az összes borkősavhoz képest.

PC érték a koncentrációs szorzat, ami kalcium ionok koncentrációja ( $\text{mol/dm}^3$ ) szorozva a tartarát ionok ( $\text{mol/dm}^3$ ) koncentrációjával és megszorozva a T% értékkel.

Számítás módja:  $\text{PC} = [\text{Ca}^{2+}] \times [\text{H}_2\text{T}] \times \text{T\%}$

**13 ábra:** A borkősav disszociációs viszonyai a borban.

(Forrás: prof. Kállay, 2010)



#### 4.2.9. Telítési hőmérséklet:

A telítési hőmérséklet kiszámításához első lépésben megmértem a vezetőképességet és a hőmérsékletet az alaborokon. Majd beoltottam mikrokristályos borkővel (KaliContact) és 5 perccel később ismét megmértem a vezetőképességet.

Ha a két vezetőképesség érték különbségét elosztom 33-mal, és ezt kivonva a bor hőmérsékletéből megkapom a bor telítési hőmérsékletét.

telítési hőmérséklet =  $T_{\text{bor}} - (\text{delta vezetőképesség}/33)$

#### 4.2.10. Minták előkészítése

a. Kontroll minta

b. Metagum 13g/hl

Mivel ez az egyetlen por alapú kezelőanyag, fel kellett oldani először. Készítettem 100ml 10%-os oldatot, amiből mikropipettával adagoltam bele a 40ml-es mintákba.

c. VinoStab 130ml/hl

A nagyobb viszkozitás miatt, hogy pontosabban mérhető legyen kétszeresére hígítottam, majd mikropipettával adagoltam bele a 40ml-es mintákba.

d. Zenith Uno 100ml/hl

Itt a viszkozitás miatt nem volt szükséges a hígítás, így közvetlen mikropipetta alkalmazásával adagoltam bele a 40 ml-es mintákba.

**14 ábra:** A kontroll és a kezelt borminták.

(Forrás: saját kép)

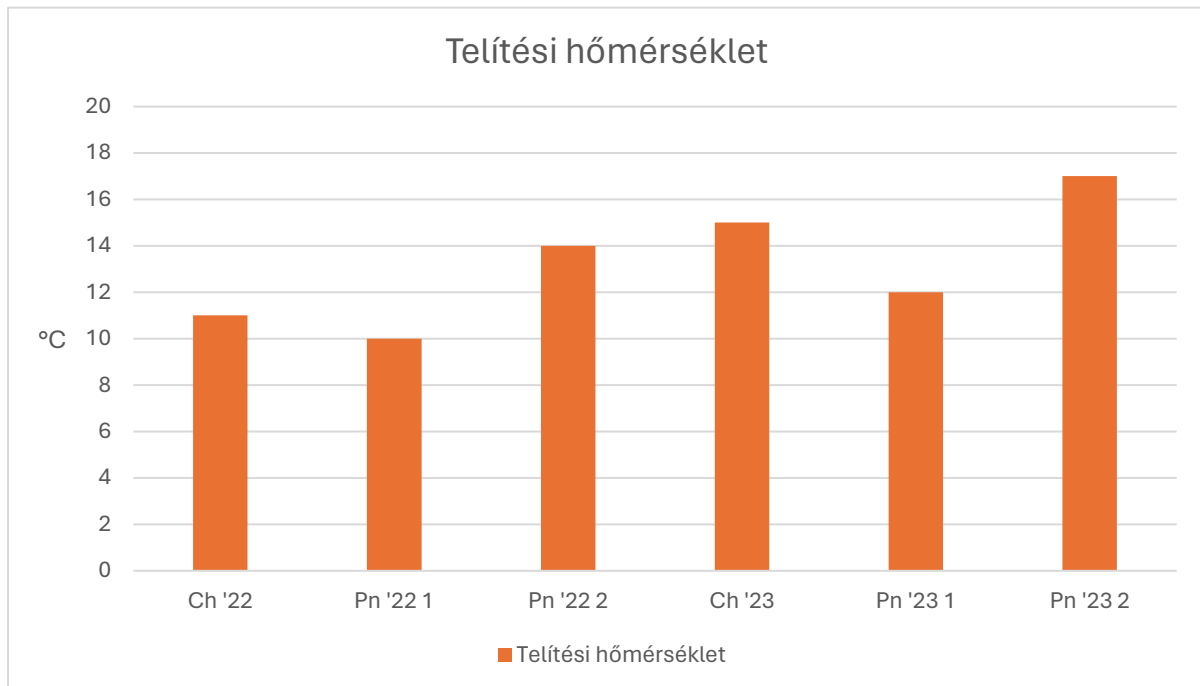


## 5. EREDMÉNYEK

### 5.1. Telítési hőmérséklet

**15. ábra:** Telítési hőmérsékletek

(Forrás: saját szerkesztés)

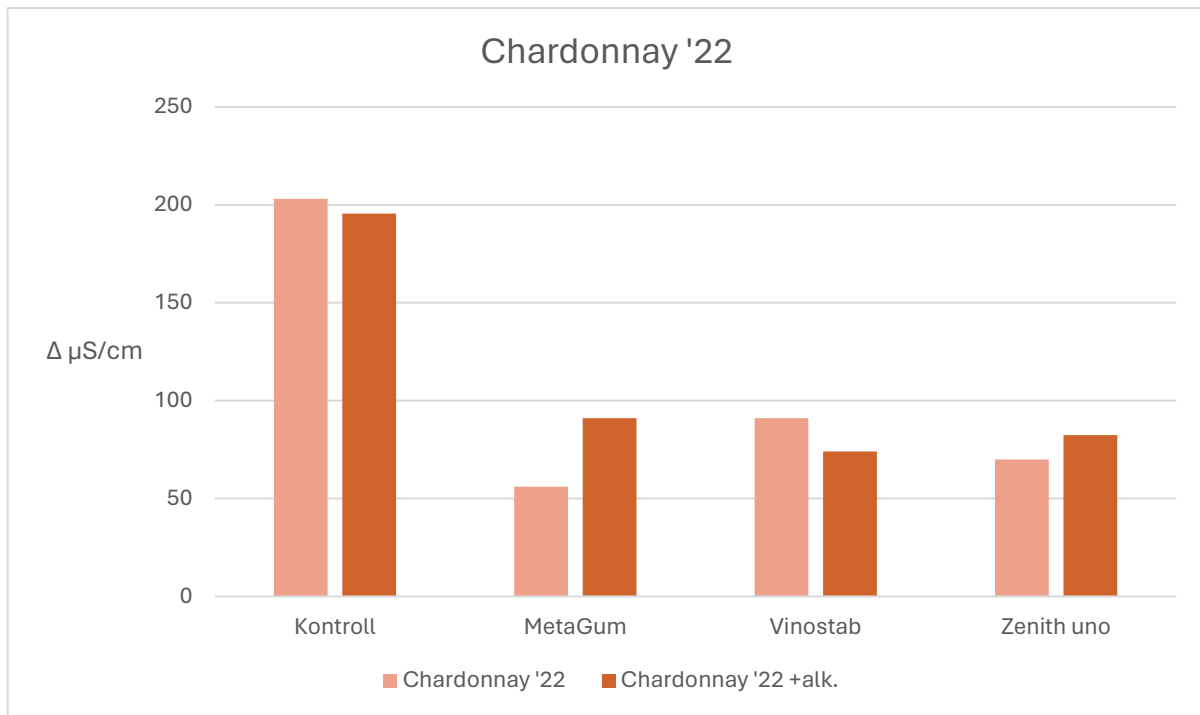


A telítési hőmérsékletnél a 10 °C alatti értékek jelentik azt, hogy a bor stabil. Ezen minták egyike sincs az érték alatt, így e szerint a módszer szerint az összes bornál várható további kiválás. Néhány érték megközelíti a határértéket, például a Chardonnay '22 és a Pinot Noir '22 1 vannak a legközelebb alig néhány tizedre. Legrosszabb adatokat a Chardonnay '23 és a Pinot Noir '23 2 mutatta, ezeknél lehet a legnagyobb mértékben számítani a borkő kikristályosodására.

## 5.2. Mini-kontakt eljárás

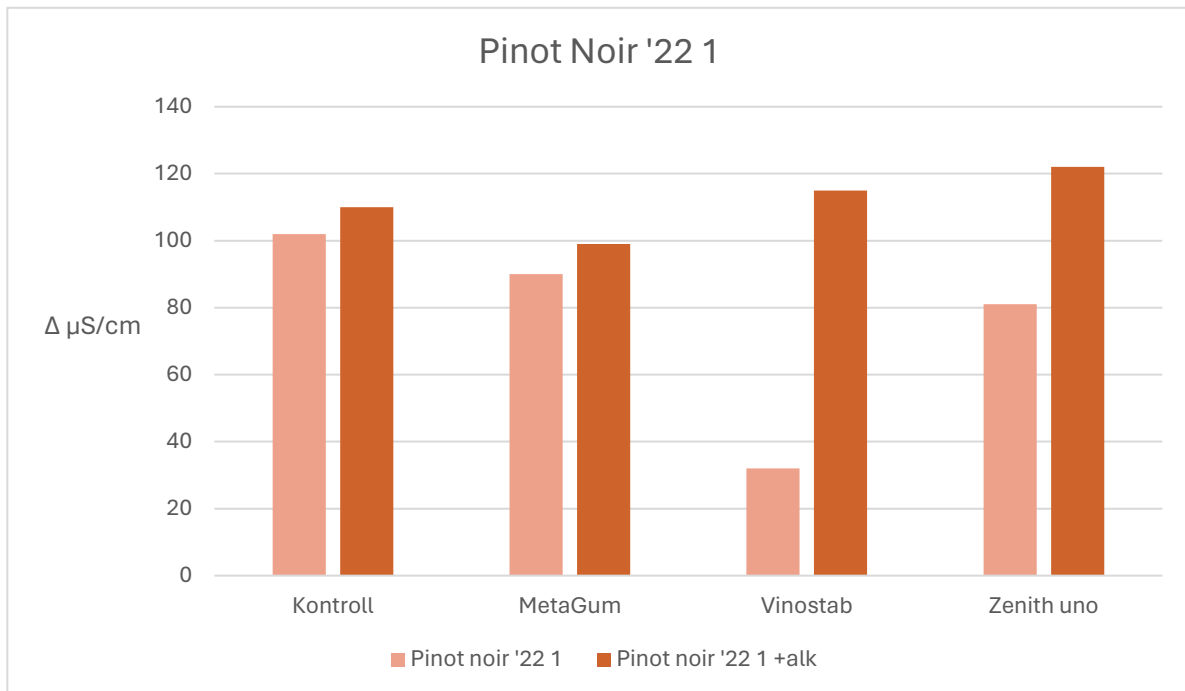
### 5.2.1. Az alapborok mini-kontakt eredményei

**16. ábra:** Chardonnay '22 vezetőképesség különbségek  
(Forrás: saját szerkesztés)



A 2022-es évjáratú Chardonnay vezetőképesség különbsége a két mintánál közel megegyező volt, és a határérték kétszerese. A kezelések hatására az alap minta és az alkohollal emelt is mindegyiknél stabil lett. Az értékek szignifikánsan csökkentek átlagosan  $120 \mu\text{S/cm}$ -t. Leghatékonyabb a Zenith Uno volt, mivel az eredmények átlaga a legalacsonyabb volt. Alkohollal emeltekénél a VinoStabbal kezelt minta lett a legstabilabb

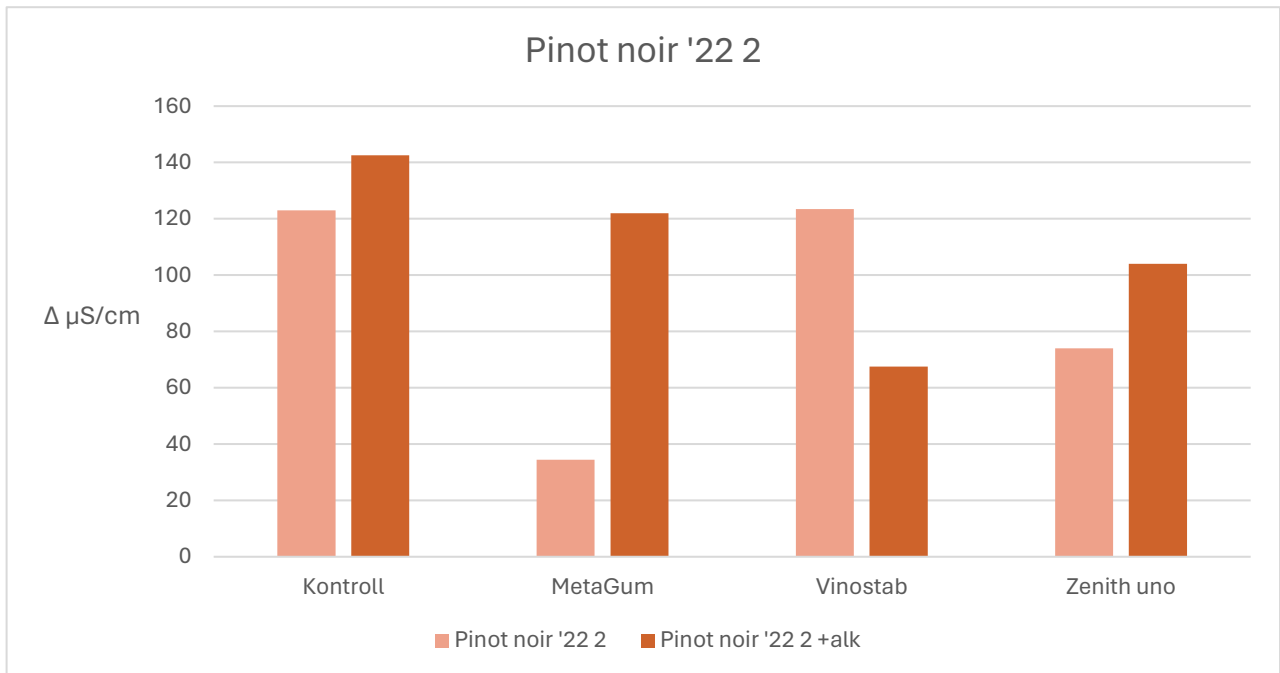
**17. ábra:** Pinot Noir '22 1 vezetőképesség különbségek  
(Forrás: saját szerkesztés)



A 2022-es évjáratú Pinot Noir 1-es mintánál mindkét kontroll éppen a határérték felett helyezkedik el. Megfigyelhető, hogy az alkohollal emeltnél némileg magasabb az érték. A kezeléseket tekintve vegyes a változás, több helyen magasabb érték lett, mint a kontroll mintáknál. Nagyobb változást egyedül az alap mintánál a VinoStab mutatott. A változatosság ellenére a borok többsége stabil lett a kezelést követően. A MetaGum értékei közel helyezkednek a határértékhez, így elképzelhető, hogy kis pontatlanság mellett mégsem mondhatók stabilnak.

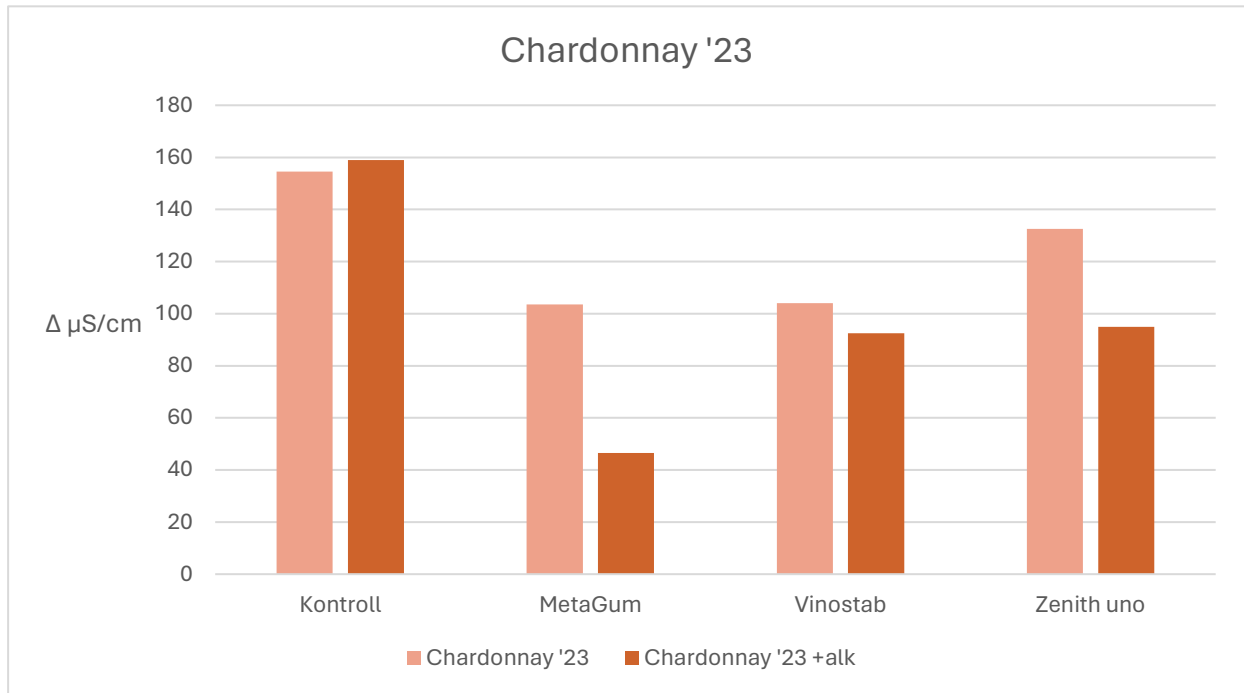


**18 ábra:** Pinot Noir '22 2 vezetőképesség különbségek  
(Forrás: saját szerkesztés)



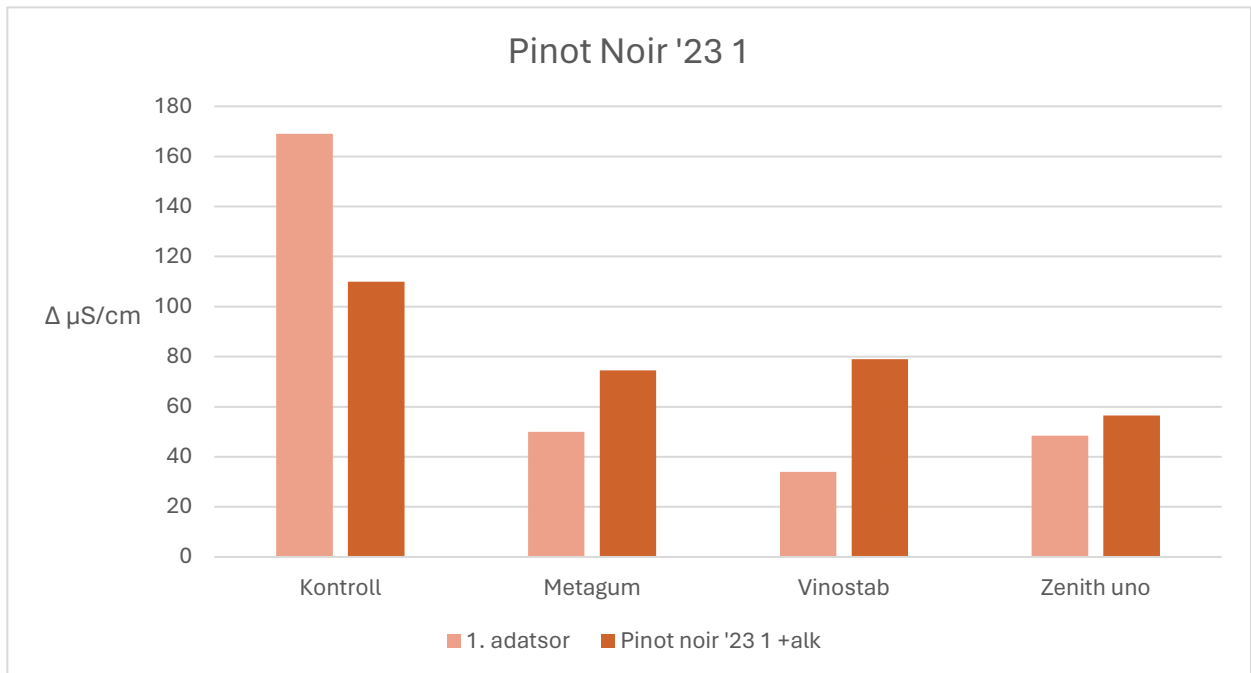
A Pinot Noir 2-nél is a várható különbségek jöttek a két kontroll minta között. Nagy differencia látható a MetaGummal kezelt boroknál, az alkohollal emeltnél alig csökkent a vezetőképesség különbség így instabil maradt, ellenben az alapnál a várt csökkenés történt. VinoStabos kezelésnél az előzőleg megfigyelhető változás történt, azonban itt az alkohollal emelt lett stabilabb. Legkonzisztensebb a Zenith Uno volt. Ennél látszik a legkisebb különbség a két érték között és a legközelebb áll ahhoz, hogy mindkettő stabil legyen.

**19. ábra:** Chardonnay '23 vezetőképesség különbségek  
(Forrás: saját szerkesztés)



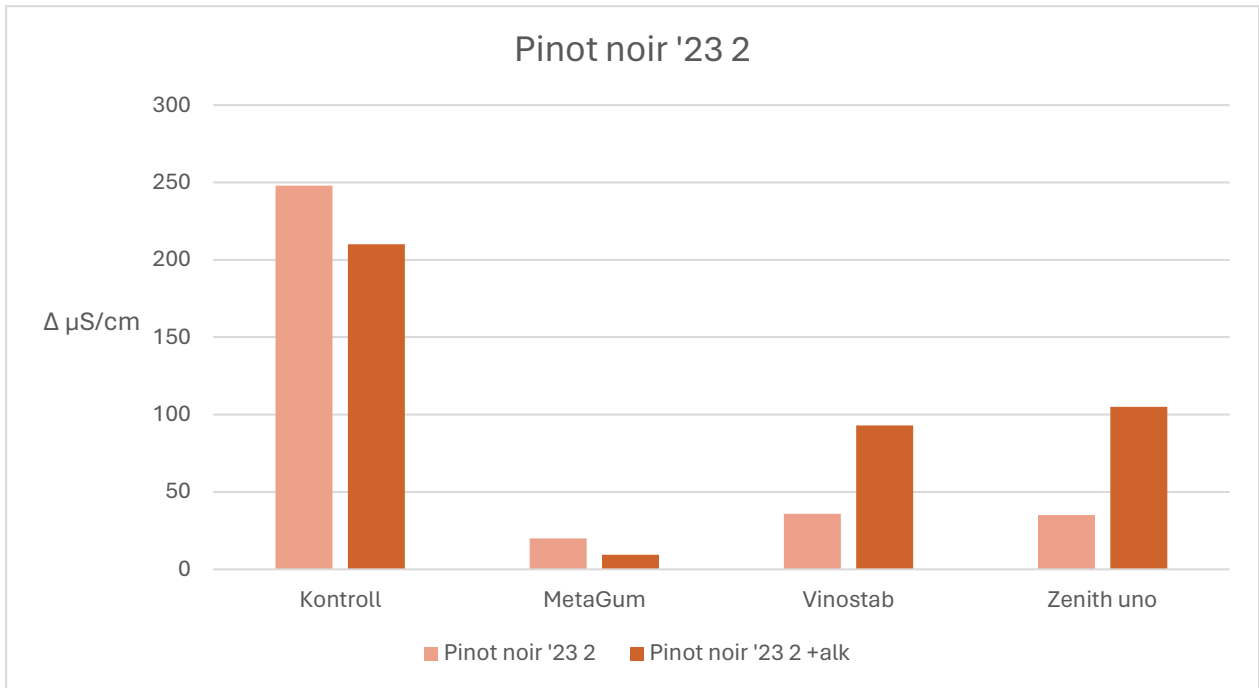
A 2023-as évjáratú Chardonnay-nál a kontroll minták közötti minimális változás figyelhető meg ahogy ez várható. Mindhárom kezelőanyag hatására csökkentek az értékek, azonban vegyes sikerrel. Az alap minták egyik kezelésnél sem váltak stabilá, míg az alkohollal emelt minták mindegyike megfelelt. Legbiztosabb a MetaGummal kezelt bor lett. Legkevésbé a Zenith Uno mutatkozik hatékonynak, ahol a legkisebb változás történt.

**20. ábra:** Pinot Noir '23 1 vezetőképesség különbség  
(Forrás: saját szerkesztés)



Ennél az alapbornál a kontroll mintákban nagyobb változás látszik, az alkohollal emelt közel 60  $\mu\text{S}/\text{cm}$ -rel alacsonyabb és nem áll messze a stabilitáshoz szükséges 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  különbségtől. A kezelések közül mindegyik sikeres volt. Mindegyik kezelésnél az alap minta valamivel alacsonyabban van, ami megerősíti azt, hogy az alkoholtartalom emelkedés hatására romlik a borkőstabilitás.

**21. ábra:** Pinot Noir '23 2 vezetőképesség különbség  
(Forrás: saját szerkesztés)



A 2023-as Pinot Noir 2-nél a legmagasabbak a kiinduló vezetőképesség különbségek és az alap minta magasabb is. Egyedül a Zenith Uno-val kezelt alkoholos minta nem vált stabilá a mérés alapján. Kifejezetten alacsony különbségek láthatók a MetaGummal kezelt mintáknál, ahol a kontroll minta eredményeihez hasonlóan nagyjából 200  $\mu\text{S/cm}$ -rel csökkent a különbség.

## 5.2.2. Kontroll minták eredményei

**3. táblázat:** Kontroll minták eredményei  
(Forrás: saját szerkesztés)

	<b>STABILITÁS</b>
Ch '22	<b>NEM STABIL</b>
Ch '22 +alk	<b>NEM STABIL</b>
Pn '22 1	<b>NEM STABIL</b>
Pn '22 1 +alk	<b>NEM STABIL</b>
Pn '22 2	<b>NEM STABIL</b>
Pn '22 2 +alk	<b>NEM STABIL</b>
Ch '23	<b>NEM STABIL</b>
Ch '23 +alk	<b>NEM STABIL</b>
Pn '23 1	<b>NEM STABIL</b>
Pn '23 1 +alk	<b>NEM STABIL</b>
Pn '23 2	<b>NEM STABIL</b>
Pn '23 2 +alk	<b>NEM STABIL</b>

A vezetőképességkülönbség mérése szerint a vizsgált összesen 12 mintából egyik sem volt kiindulásukkor stabil. Ez a vizsgálat szempontjából előnyös, hiszen több bornál vizsgálhatom a kezelések sikerességét. Mivel egyik minta sincs a határérték alatt, nehéz azt az elméletet vizsgálni, miszerint az alkoholos emelés hatására romlik a borok borkő stabilitása.

### 5.2.3. Metaborkősavval kezelt minták eredményei

#### 4. táblázat: MetaGum eredmények

(Forrás: saját szerkesztés)

	STABILITÁS
Ch '22	STABIL
Ch '22 +alk	STABIL
Pn '22 1	STABIL
Pn '22 1 +alk	STABIL
Pn '22 2	STABIL
Pn '22 2 +alk	NEM STABIL
Ch '23	NEM STABIL
Ch '23 +alk	STABIL
Pn '23 1	STABIL
Pn '23 1 +alk	STABIL
Pn '23 2	STABIL
Pn '23 2 +alk	STABIL

A MetaGumos kezeléskor a minták többsége védett a borkő kiválással szemben. Az alkoholos emelés ellenére is hatékony maradt, kivéve a Pinot Noir '22 2-es bornál, ahol nagy differencia volt a két minta között. A Chardonnay '23-nál az alap minta volt még kiugró.

#### 5.2.4. VinoStab eredményei

5. táblázat: VinoStab eredmények  
(Forrás: saját szerkesztés)

	STABILITÁS
Ch '22	STABIL
Ch '22 +alk	STABIL
Pn '22 1	STABIL
Pn '22 1 +alk	NEM STABIL
Pn '22 2	NEM STABIL
Pn '22 2 +alk	STABIL
Ch '23	NEM STABIL
Ch '23 +alk	STABIL
Pn '23 1	STABIL
Pn '23 1 +alk	STABIL
Pn '23 2	STABIL
Pn '23 2 +alk	STABIL

VinoStab-os kezelésekkel a 12 mintából csak háromnál nem jött létre a stabilitás. A palackos erjedést szimuláló alkoholos emelésnél nagyobb biztonságot mutat, mivel csak egy minta esetében nem sikeres. Amelyik boroknál az alap minták nem voltak stabilak, ott az alkohollal emeltek, már mind stabillá váltak.

### 5.2.5. Zenith Uno eredményei

6. táblázat: Zenith Uno eredmények

(Forrás: saját szerkesztés)

	STABILITÁS
Ch '22	STABIL
Ch '22 +alk	STABIL
Pn '22 1	STABIL
Pn '22 1 +alk	NEM STABIL
Pn '22 2	STABIL
Pn '22 2 +alk	NEM STABIL
Ch '23	NEM STABIL
Ch '23 +alk	STABIL
Pn '23 1	STABIL
Pn '23 1 +alk	STABIL
Pn '23 2	STABIL
Pn '23 2 +alk	NEM STABIL

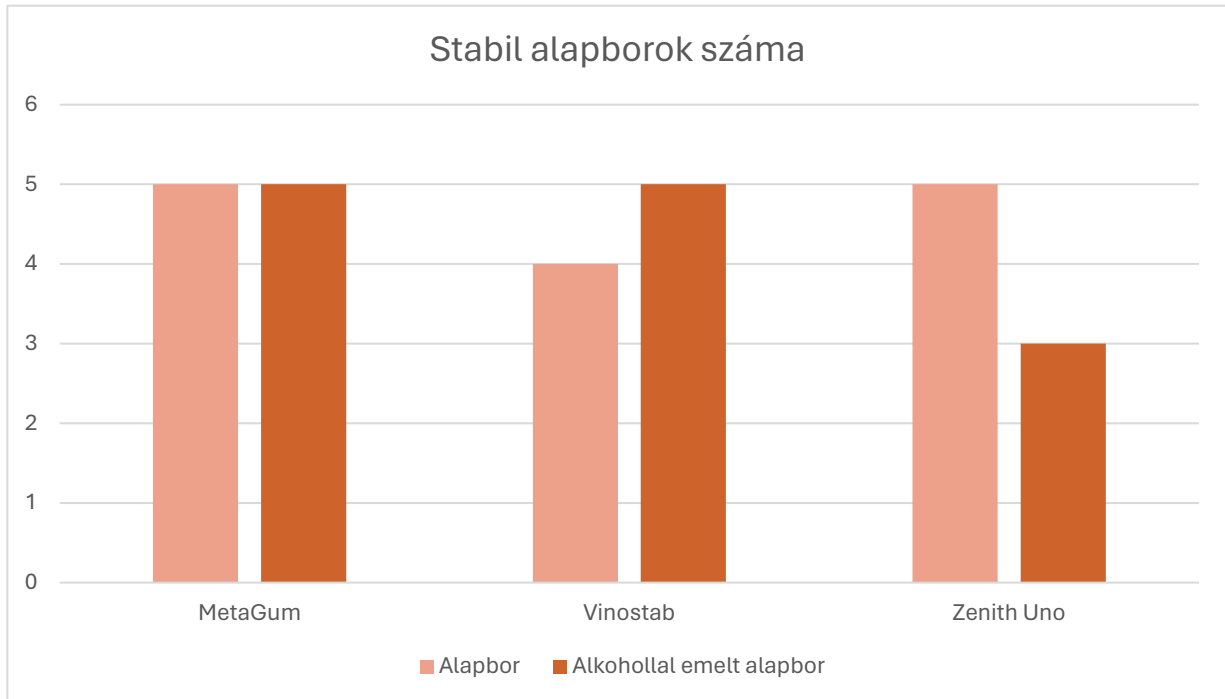
Az táblázat alapján levonható a következtetés, hogy majdnem a borok fele nem vált stabilá.

Az alap mintákat nézve csak egy mintánál nem ért el a kezelés stabilitást, de az alkoholos emelés következtében a hatból mindössze háromnál volt hatékony.



## 5.2.6. Kezelőanyagok hatékonysága

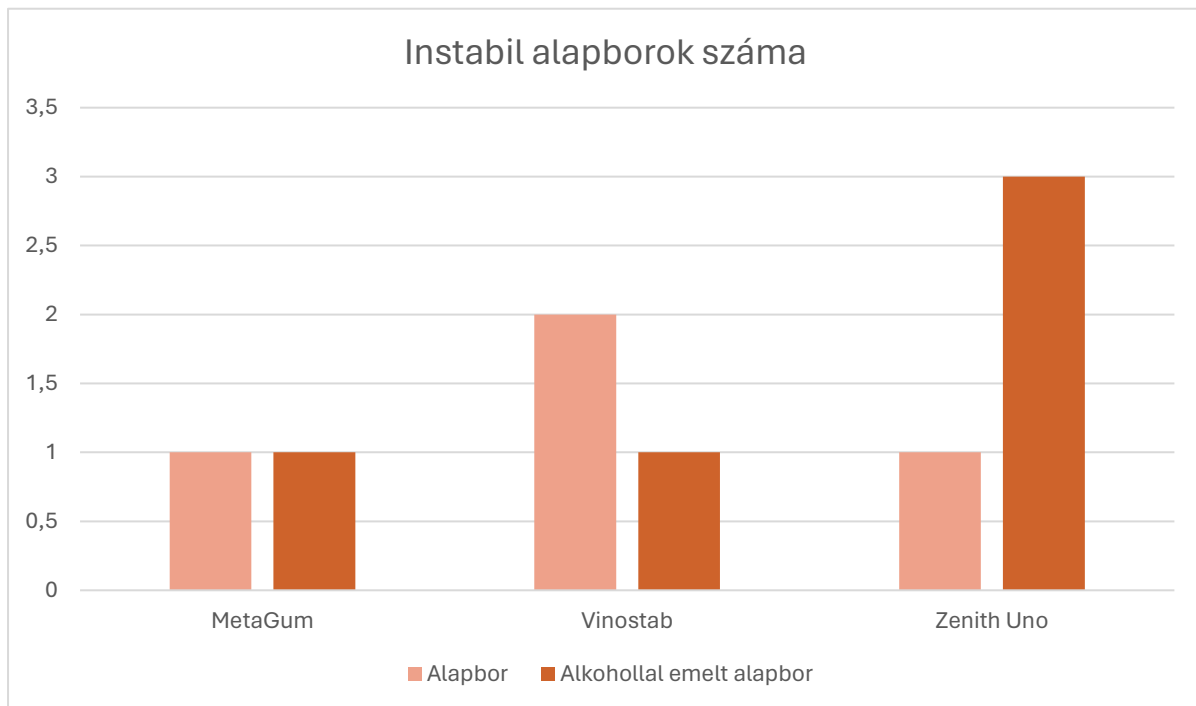
**22. ábra:** Kezelőanyagok stabilitása  
(Forrás: saját szerkesztés)



Az előbbi eredményeket átlagolva a MetaGum mutatta a legnagyobb hatékonyságot, ennél mindösszesen 1-1 alkalommal nem értel sikert. A VinoStab kezelések hatására hasonló eredményességet lehetett elérni, itt további 1 sikertelenség volt. Végül a legrosszabbul a Zenith Uno teljesített, amivel az alkohollal emelt borok félénél értünk el stabilitást.

Összehasonlítva egyik kezelőanyag sem volt tökéletes ezen mérés szerint. Többnyire a vezetőképesség különbségek mindháromnál számottevően csökkentek.

**23. ábra:** instabil kezelőanyagok  
(Forrás: saját szerkesztés)



Az előző ábrával ellentétben, az instabil állapotban maradt borok száma valamivel könnyebben megfigyelhető. A VinoStab hatékonyabb magasabb alkoholtartalom mellett. A Zenith Uno viszont az alacsonyabb alkoholtartalomnál, azaz az alap mintáknál volt megfelelőbb.

### 5.3. Oldhatósági szorzat

**7. táblázat:** Kálium-hidrogén-tartarát és kalcium-tartarát stabilitásai  
(Forrás: saját szerkesztés)

	KHT	CaT
Ch '22	STABIL	STABIL
Pn '22 1	NEM STABIL	NEM STABIL
Pn '22 2	STABIL	NEM STABIL
Ch '23	STABIL	NEM STABIL
Pn '23 1	NEM STABIL	STABIL
Pn '23 2	NEM STABIL	STABIL

Az oldhatósági szorzat alapján az látható, hogy a vizsgált minták többsége legalább egy típusú borkőre stabil. A Chardonnay '22 ezen mérés alapján teljesen stabil kálium-hidrogén-tartaratra és kalcium-tartaratra is. A Pinot Noir '22 1 azonban egyik tartaratra sem stabil.

## 5.4. Összesített eredmények

### 8. táblázat: Stabilitási eredmények összehasonlítása

(Forrás: saját szerkesztés)

	Telítési hőmérséklet	Vezetőképesség különbség kontroll	Oldhatósági szorzat KHT	MetaGum	VinoStab	Zenith Uno
Ch'22	<b>NEM STABIL</b>	<b>NEM STABIL</b>	<b>STABIL</b>	<b>STABIL</b>	<b>STABIL</b>	<b>STABIL</b>
Pn '22 1	<b>NEM STABIL</b>	<b>NEM STABIL</b>	<b>NEM STABIL</b>	<b>STABIL</b>	<b>STABIL</b>	<b>STABIL</b>
Pn '22 2	<b>NEM STABIL</b>	<b>NEM STABIL</b>	<b>STABIL</b>	<b>STABIL</b>	<b>NEM STABIL</b>	<b>STABIL</b>
Ch '23	<b>NEM STABIL</b>	<b>NEM STABIL</b>	<b>STABIL</b>	<b>NEM STABIL</b>	<b>NEM STABIL</b>	<b>NEM STABIL</b>
Pn '23 1	<b>NEM STABIL</b>	<b>NEM STABIL</b>	<b>NEM STABIL</b>	<b>STABIL</b>	<b>STABIL</b>	<b>STABIL</b>
Pn '23 2	<b>NEM STABIL</b>	<b>NEM STABIL</b>	<b>NEM STABIL</b>	<b>STABIL</b>	<b>STABIL</b>	<b>STABIL</b>

Látható, hogy a nem kezelt kiindulási mérések alapján a borok nem stabilak, ez alól kivétel az oldhatósági szorzattal való meghatározás, ami alapján a minták fele stabilnak mutatkozott.

## 6. KÖVETKEZTETÉSEK

A kísérletben használt borok tradicionális pezsgőkészítés szempontjai szerint készültek, azaz magasabb savtartalom és alacsonyabb alkoholtartalommal kell rendelkezniük. Az analitikai mérésekből megfigyelhető, hogy a savtartalom az alapborokban az ideálshoz képest alacsonyabbak és változatosak. Ez elsősorban köszönhető annak, hogy némely mintában lezajlott a malolaktikus fermentáció, azaz megváltozott a borok savösszetétele. A korábban jelen lévő 2-4g/l almasavból 2-3g/l tejsav keletkezett. Emellett a borkősav mennyisége is alacsonynak mondható. Az alacsony savtartalom miatt a pH értékek is magasabbak ezeknél a boroknál. A mintákat a magasabb pH érték mikrobiológiai szempontból sokkal kitettebbé teszi. Egységesen elmondható, hogy az erjedés teljes mértékben végbement, így a redukáló cukortartalmak 1g/l alatt alakultak.

A borkőstabilitás mérésére a kezelések előtt három mérést alkalmaztam. A telítési hőmérséklet, valamint a mini-kontakt teszt alapja a vezetőképesség mérés, az oldhatósági szorzathoz pedig a bor alkotóelemeinek koncentrációja szükséges. Az eredményekben az első két mérés eredményei közt egyezés van, ugyanis ezek alapján egyik bor sem stabil kálium-hidrogén-tartarát-ra. Oldhatósági szorzat szerint a vizsgált minták fele már kiinduláskor stabil volt. Az ezt követő kezeléseknél a vezetőképesség mérésen alapuló mini-kontakt eljárással ellenőriztem vissza a stabilitás meglétét.

A kezelőanyagok hatékonyságát megfigyelve a legjobb hatékonysággal a metaborkősav hatóanyagú MetaGum volt ezt követte a VinoStab (CMC) és végül a Zenith Uno (KPA). Az eredményekből látható, hogy egyik kezelés sem volt sikeres a Ch'23 mintánál. Az alkohollal emelt alapborok esetében minimálisan romlott a stabilitás ezzel az a feltevés, miszerint az alkoholtartalom növekedés negatív hatással van a borkőstabilitásra beigazolódott.

Mivel a MetaGum a hatóanyagából kifolyóan mérsékelten képes hosszútávon kifejteni hatását, ezért kísérletemben a MetaGumot és a VinoStabot egyaránt tekintem megfelelőnek. Az egyes alapboroknál a kontroll minták vezetőképességei a kezelés utáni értékekkel összevetve változatosak. Az az összefüggés azonban megfigyelhető, hogy a magas kontroll értékről nagyobb mértékű csökkenés következett be a kezelések hatására. Magyarán amikor a bor nagyon instabil volt, akkor a hatóanyagok sokkal stabilabbá tették. Ellenben annál a mintánál, ami nemsokkal haladta meg a határértéket, általánosan kisebb változás történt.

Mivel a borkőstabilitás mérésénél több elvet is használtam és eltérő eredményeket kaptam, kijelenthető, hogy valószínűleg egyik meghatározás sem tudja teljes biztonsággal előrejelezni a stabilitást. Lehetnek eltérő eredmények, ugyanis a bor különböző paramétereiből határozzuk meg a borkőstabilitást. Véleményem szerint a borkőstabilitás meghatározás módszerei közül a telítési hőmérséklet mutatta a legreálisabb eredményeket.

Az különböző eredmények mellett, kijelenthető, hogy a kezeléseket követően valószínűleg mindegyik bor elérte a stabilitást. Ez alól kivételt jelent a kalcium-tartarát kiválása, ugyanis egyik hatóanyag sem képes meggátolni annak kikristályosodását. Kísérletemben ennek előrejelzésére az oldhatósági szorzat ad lehetőséget, ami szerint a 2022-es évjáratú Pinot Noir alapboroknál, valamint a 2023-as Chardonnay-nál várható kiválás.

## 7. ÖSSZEFOGLALÁS

Kísérletemben célul tűztem ki, hogy összehasonlítok három borkőstabilizálásra használt kezelőanyagot pezsgőalapborokon, hogy megállapítsam a tradicionális technológiához legalkalmasabb stabilizálószer. Hat alapbort vizsgáltam, amiknél készítettem 1,5<sup>v</sup>/<sub>v</sub>% alkohollal emelt mintákat is, ezzel imitálva a második erjedés következtében történő alkohol emelkedést, ami kihatással van a borkőstabilitásra is. A kezeléseket előtt elvégeztem a telítési hőmérséklet, a mini-kontakt tesztet, valamint az oldhatósági szorzat meghatározását is. Ezekkel, már a kontroll minták stabilitási eredményei alapján is eltérő eredményeket kaptam. Ezután az alapboroknál elvégeztem a kezelőanyagok hozzáadását majd stabilitást visszaellenőriztem mini-kontakt teszttel. A Zenith Uno kálium-poli-aszpartát hatóanyaggal adta a legrosszabb eredményeket, mivel a vizsgált minták fele instabil maradt. Leginkább az alkohollal emelt mintáknál teljesített jól, tehát jelen pezsgőalapborok stabilizálásához ezen mérés alapján nem ajánlott. A MetaGum és a VinoStab közel azonos értékeket produkáltak, kisebb előnnyel a MetaGum részéről. Mivel ez a kezelőanyag inkább rövidebb időintervallumban hatékony, ebből fakadóan inkább rövidebb érlelésű pezsgőkhöz alkalmasabb, míg a VinoStab egyaránt rövidebb és hosszabb érlelésre is. A vezetőképességmérés eredményeiben előfordultak nemvárt különbségek is, mint a kezelés hatására nőtt a vezetőképességek különbsége vagy épp stagnált. Emellett az oldhatósági szorzat alapján az alapborok fele stabil volt, pedig erre egyik másik adat sem engedett következtetni. Ezek alapján megállapítható, hogy a kísérletem a kezelőanyagok közti különbségeket jól bemutatta, viszont a stabilitás előrejelzésének metódusai eltérő, enyhén pontatlan eredményeket adtak.

## **8. KÖSZÖNETNYILVÁNITÁS**

Szeretnék köszönetet mondani anyukámnak és barátaimnak, amiért bízattak és buzdításukkal segítettek munkámat. Emellett köszönetet mondok tanáromnak Szövényi Áronnak a szakdolgozat elkészítésében nyújtott szakmai segítségért és Prof. Kállay Miklósnak a borászati tanszék emeritus professzorának, valamint Hegyiné Kiss Zsuzsának, hogy segítettek elvégezni az analitikai méréseket a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Borászati laborjában. Továbbá hálás vagyok Rókusfalvy Palkónak amiért biztosította számomra a kísérlethez szükséges pezsgő alapborokat.



## 9. IRODALOMJEGYZÉK

Bosso, A., Salmaso, D., De Faveri, E., Guaita, M., & Franceschi, D. (2010). The use of carboxymethylcellulose for the tartaric stabilization of white wines, in comparison with other oenological additives. *Vitis*. old.: 95–99.

Bosso, A., Panero, L., Petrozziello, M., Sollazzo, M., Asproudi, A., Motta, S., & Guaita, M. (2015). Use of polyaspartate as inhibitor of tartaric precipitation in wines. *Food Chemistry*, 185, 1–6.

Abguéguen, O., & Boulton, R. B. (1983.). The crystallization kinetics of calcium tartrate from model solutions and wines. *American journal of enology and viticulture*, 44.(1.), old.: 65-75

A.D. Coulter, M.G. Holdstock, G.D. Cowey, C.A. Simos, P.A. Smith, E.N. Wilkes, (2015). Potassium bitartrate crystallisation in wine and its inhibition. The Australian Wine Research Institute. old.: 627-641.

Berg, H.W. and Keefer, R.M. (1958) Analytical determination of tartrate stability in wine. I. Potassium bitartrate. *American Journal of Enology and Viticulture*. 180–193.

A.Natolino, L. Tat, A. Gallo, T-Roman, E. Celotti, (2023). Use of potassium polyaspartate on white wines: Interaction with proteins and aroma compounds. University of Udine. old.: 1-4.

Bories A, Sire Y, Bouissou D, Goulesque S, Moutounet M, Bonneaud D, Lutin F, (2011). Environmental impacts of tartaric stabilisation processes for wines using electro dialysis and cold treatment. INRA. old.: 174-180

C. Cabanne, B. Doneche, (2003). Calcium accumulation and redistribution during the development of grape berry. Université V. Segalen Bordeaux old.:20-21

C.Lasanta, J.Gomez, (2012). Tartrate stabilization of wines. University of Cadiz. old.: 52-59

Dr. Barócsi Zoltán, (2018). Borok készre kezelése és palackozása. Szekszárd. PTE KPVK

Dr. Kállay M., Antal E., dr. Sólyom-Leskó A., Nyitrai dr. Sárdy D., (2024). A borkőstabilitás előrejelzése különös tekintettel a kalcium-tartaratra. MATE Szőlészeti és Borászati Intézet, Borászati tanszék.

E.Pittari, S. Catarino, M.C. Andrade, J.M. Ricardo. (2018). Preliminary results on tartaric stabilization of red wine by adding different carboxymethylcelluloses. LEAF. old.:48-57

Eperjesi Imre, M.I.K.M., (1998). Borászat. Budapest. Mezőgazda Kiadó Kft.

Ferenczi, S., (1966). A szőlő a must és a bor kémiája. Budapest: Mezőgazda Kiadó

F. Goncalves, C. Fernandes, P. Cameira, (2003). Wine tartaric stabilization by electro dialysis and its assessment by the saturation temperature. Department of Chemical Engineering. old.: 229-235

HNT: borkőstabilizálási stratégiák. Letöltés dátuma: 29 március 2024. 03. 29. Forrás: <https://www.hnt.hu/borkostabilizalasi-strategiak/>

Kállay M., (2010). Borászati Kémia. Budapest.

Marija Bešter-Rogač, Dušan Habe, (2006). Modern Advances in Electrical Conductivity Measurements of Solutions. University of Ljubljana. old.: 391-395

Mészáros G., Harsányi D. (2017). Borkollégium Bortankönyv 1. Alapfok. Budapest. BorMatura Kft.

R. Eder, M. Willach, M. Strauss and C. Philipp. (2019). Efficient tartaric stabilisation of white wine with potassium polyaspartate. BIO web Conf. old.: 1-4

Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean A., & Dubourdieu, D. (2006). Handbook of Enology Volume 2 The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments. Anglia: John Wiley @ Sons, Ltd.

S. V. Corti, S. C. Paladino, (2016). Tartaric stabilization of wines: comparison between electro dialysis and cold by contact. Mendoza. Universidad Nacional de Cuyo. old.: 225-238

S. Y. Rogiers, Z. A. Coetzee, R. R. Walker, A. Deloire, S. D. Tyerman, (2017). Potassium in the Grape (*Vitis vinifera* L.) Berry: Transport and Function. University of Adelaide.

Wurdig, G., Muller, T., & Friedrich, G. (1982). Methode pour caracteriser la stabilete vin vis-a-vis du tartre par determination de la temperature de saturation. Bull. OIV, 55(613), old.: 220-229.

Széles Gábor, 2022. A vezetőképesség-mérés gyakorlata. Letöltés dátuma: 2024. 04.11. Forrás: <https://www.muszeroldal.hu/measurenotes/vezetokep.pdf>

White, P. J. (2001). The pathways of calcium movement to the xylem. Journal of Experimental Botany, old.: 891-899.

## 10. Ábrajegyzék

1. ábra: A borkősav képlete.....	8
2. ábra: A borkősav izomerei.....	9
3. ábra: Az alkohol keletkezése.....	11
4. ábra: A borkő, azaz kálium-hidrogén-tartarát.....	12
5. ábra: A kalcium tartarát.....	13
6. ábra: Borok fagyáspontja .....	13
7. ábra: Telítési hőmérséklet.....	14
8. ábra: A borkősav és sóinak a disszociációja a pH függvényében.....	16
9. ábra: A metaborkősav poliészterezése.....	19
10. ábra: A karboximetil-cellulóz sematikus ábrája.....	20
11. ábra: Mettler toledo vezetőképességmérő.....	24
12. ábra: Lángfotometria működése. ....	25
13. ábra: A borkősav disszociációs viszonyai a borban.....	28
14. ábra: A kontrol és a kezelt borminták.....	29
15. ábra: Telítési hőmérsékletek.....	30
16. ábra: Chardonnay '22 vezetőképesség különbségek.....	31
17. ábra: Pinot Noir '22 1 vezetőképesség különbségek.....	32
18. ábra: Pinot Noir '22 2 vezetőképesség különbségek.....	33
19. ábra: Chardonnay '23 vezetőképesség különbségek.....	34
20. ábra: Pinot Noir '23 1 vezetőképesség különbség.....	35
21. ábra: Pinot Noir '23 2 vezetőképesség különbség.....	36
22. ábra: Kezelőanyagok stabilitása.....	41
23. ábra: instabil kezelőanyagok.....	42

## 11. Táblázatjegyzék

<b>1. táblázat:</b> A pezsgő alapborok analitikája.....	22
<b>2. táblázat:</b> Alkoholtartalom emelés számítása.....	26
<b>3. táblázat:</b> Kontroll minták eredményei.....	37
<b>4. táblázat:</b> Metagum eredmények.....	38
<b>5. táblázat:</b> VinoStab eredmények.....	39
<b>6. táblázat:</b> Zenith Uno eredmények.....	40
<b>7. táblázat:</b> Kálium-hidrogén-tartarát és kalcium-tartarát stabilitásai .....	43
<b>8. táblázat:</b> Stabilitási eredmények összehasonlítása.....	44

## 12. Melléklet:

1. melléklet: A kálium- és kalcium koncentrációi a pezsgőalapborokban

	<b>Kálium mg/l</b>	<b>Kalcium mg/l</b>
<b>Chardonnay '22</b>	<b>1248</b>	<b>63</b>
<b>Pinot noir '22 1</b>	<b>1095</b>	<b>95</b>
<b>Pinot noir '22 2</b>	<b>1056</b>	<b>105</b>
<b>Chardonnay '23</b>	<b>1589</b>	<b>190</b>
<b>Pinot noir '23 1</b>	<b>1749</b>	<b>95</b>
<b>Pinot noir '23 2</b>	<b>2555</b>	<b>74</b>

## NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió<sup>1</sup> nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

x \_\_\_\_\_ Huszár István  
A Hallgató Neptun kódja: \_\_\_\_\_ FILQWA  
A dolgozat címe: \_\_\_\_\_ Pezsgő alapborok hidegstabilizálási lehetőségei  
A megjelenés éve: \_\_\_\_\_ 2024  
A konzulens intézetének neve: \_\_\_\_\_ Szőlészeti és Borászati Intézet  
A konzulens tanszékének a neve: \_\_\_\_\_ Borászati tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió<sup>2</sup> egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemitulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

-nem titkosított dolgozat a védést követően

-titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: \_\_\_\_\_ 2024 \_\_\_\_\_ év \_\_\_\_\_ április \_\_\_\_\_ hó \_\_\_\_\_ 28 \_\_\_\_\_ nap



\_\_\_\_\_  
Hallgató aláírása

## NYILATKOZAT

Huszár István (név) (hallgató Neptun azonosítója: FILQWA) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót<sup>1</sup> áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom<sup>2</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem<sup>\*3</sup>

Kelt: 2024 év április hó 28 nap



belső konzulens