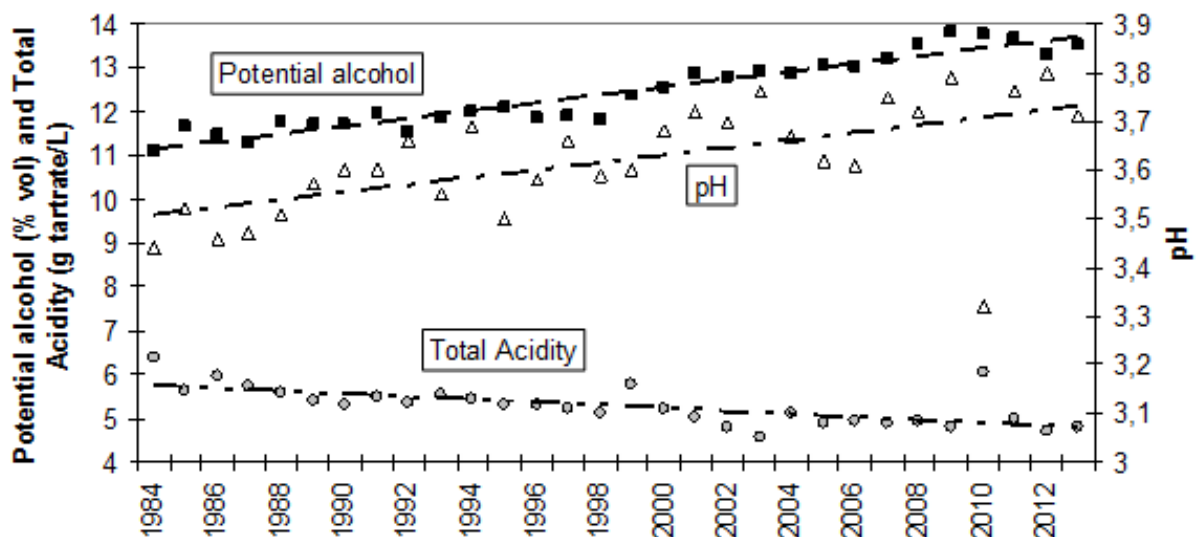


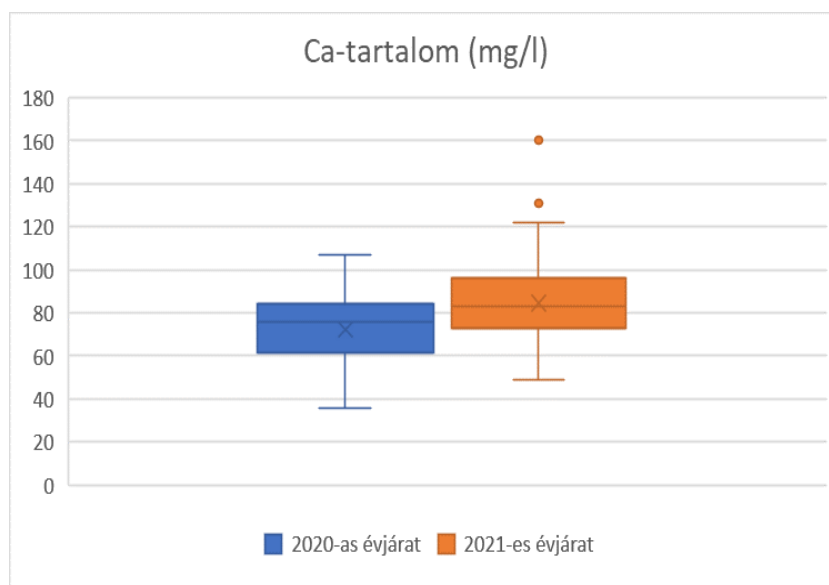
Mikrobiológiai stabilizálási lehetőségek stresszhelyzetet szenvedett alapanyagok esetében

A klímaváltozás szélsőséges időjárási körülményei a 2022-es évjáratban is tetten érhetőek voltak a Tokaji borvidéken is. Annak ellenére, hogy a szőlőnövény alkalmazkodó képessége nagy, a szélsőséges időjárási körülmények hatására az egyes fenológiai fázisok közötti időszakok lerövidülnek (JONES& DAVIS, 2000), így a zsendülés és termésérés hamarabb, magasabb hőmérsékleten játszódik le. Az érő szőlőbogyó különösen érzékeny az extrém magas hőmérséklet és napsugárzás kombinációjára, mivel párologással csak minimális mértékben képes hűteni felületét (KELLER, 2010). **A cukortartalom, ezáltal a bor alkoholtartalma megnő (BINDI et al., 2001; DUCHENE&SCHNEIDER, 2005); ezzel egyidejűleg a savtartalom csökken, a pH érték viszont emelkedik (STOCK et al., 2003; Van LEEUWEN&DESTRAC-IRVINE, 2017) (1.ábra).** A magas alkoholtartalom ellenére is számolni kell a veszéllyel, hogy pH 3,8 fölött káros mikrobiológiai tevékenység lép fel.

Egyre több kártevő megjelenésével kell számolni (DeLUCIA et al., 2008), valamint az UV-B sugárzás növekvő mértéke (SCHULTZ, 2000) a tápanyagellátottsági problémákkal együtt a szárazság-stresszel kísérve kálium-, kalcium- (2. ábra), polifenol tartalomban is növekedést fog eredményezni, valamint egyre kevesebb aromaprekurzor jelenlétével kell számolni (BENE, 2022).



1. ábra: Languedoc borrhégyóban, a szüret időpontjában mért alkohol-, titrálható sav-, pH-tartalom (1984-2013) (Forrás: Van LEEUWEN&DESTRAC-IRVINE, 2017)



2. ábra: A 2020 és 2021-es évjáratban mérhető kalcium tartalmak (Forrás: BENEa, 2022)

2020-ban a kalcium tartalom 35–108 mg/l tartományban volt mérhető, a minták 63%-a esetében 80 mg/l alatti érték mutatkozott. 2021-ben 42–160 mg/l tartományba estek a mért értékek és a minták 38%-a rendelkezett csak 80 mg/l alatti értékkel. A mérési eredmények és statisztikai értékelésük alapján tetten érhető tendencia a kalcium tartalomban való növekedés. Ami aggodalomra ad okot, hogy már extrém magas, 130 és 160 mg/l érték is mérhető volt, egyre magasabban helyezkednek el az átlagértékek is (2020-ban 72,22; 2021-ben 85,53).

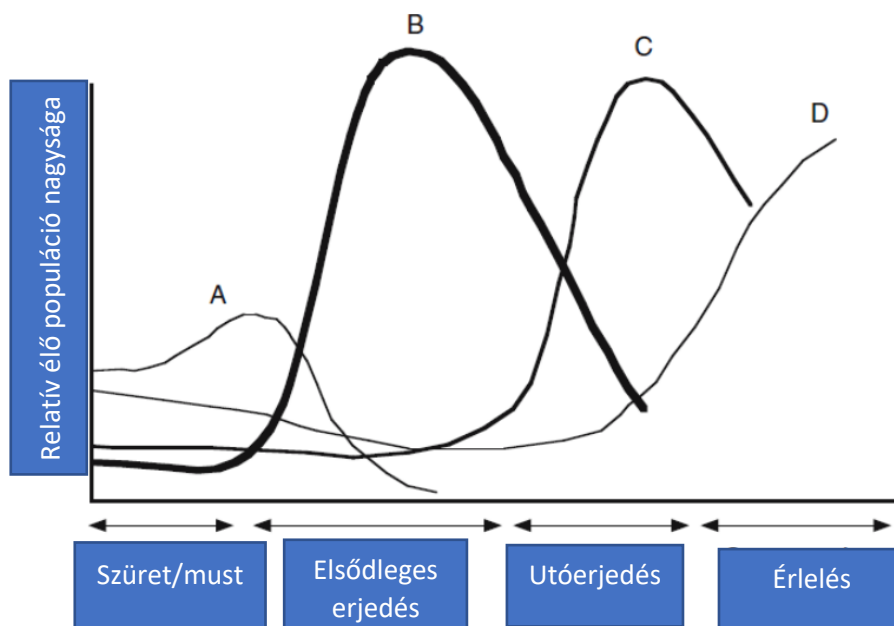
A vízhiány következtében a szőlőnövény stimulálja a fenilpropanoid és flavonoid útvonalak enzimrendszerét, elősegítve ezzel a különféle polifenol vegyületek képződését. A különféle polifenol vegyületek bogyón belüli elhelyezkedése és borászati tulajdonság alapján való megítélésük nagyon eltérő lehet, a magban és a héjban megtalálhatóknak nem tulajdonítunk kedvező borélettani szerepet. A fenolos vegyületek felelősek a borok oxidációjáért, és jelenlétük elengedhetetlen a bor jellegének kialakításában. A fenolos vegyületek a szőlőből a borba biológiai aktivitásuk megtartásával kerülnek át, így a borok fenolösszetétele elsősorban az alkalmazott szőlőművelési (töketerhelés, hajtásválogatás, levelezés, talaj tápanyag pótlása, növényvédőszer használat) szőlőfeldolgozási (törődésmentes szüret és szállítás, kíméletes zúzás-bogyózás-préselés) és borkészítési (derítés, finomhangolás, érlelés) technológia függvénye.

A klímaváltozás hatására a szárazság előidézheti a fehérjeszintézis megakadását a szőlőbogyóban és az oldható fehérjetartalom megnövekedését eredményezi. Így egyre

komolyabb nehézséget jelent a borok stabilizálása, amely alapvetően a fehérjék kolloidális viselkedésétől függ, azonban számos, nem fehérje természetű vegyületek jelenléte befolyásol, pl. a polifenol tartalom, pH, alkoholtartalom, poliszacharidok jelenléte.

A 2022-es évjárat a Tokaji borvidéken is számos területen mutatta a stresszfaktorok növekedését, amelynek hatására feldúsult a kálium-, és kalciumtartalom a bogyókban, sok esetben rendkívül alacsony almasav- és borkősavtartalommal párosulva. A kiejert borok nagy mennyiségű borkő kiválása tovább rontotta a helyzetet és a pH-tartalmak a pH3,6 fölé emelkedtek, több esetben megközelítették a pH4,0 értéket is (BENEb, 2022).

A mikrobiológiai állapotot tekintve a következőkkel kell számolnunk (3. ábra).



3. ábra: A mikrobiológiai állapot (A-nem-Saccharomyces élesztők, B- Saccharomyces élesztők, C-Oenococcus oeni, D-romlást okozó élesztőgombák és ecetsavbaktériumok)

(Forrás: FUGELSANG&EDWARDS, 2010)

1. *Brettanomyces* élesztők szaporodásának gátlása

- magas alkoholtartalom, tápanyaghiány, magas pH, magas SO₂ tartalom ellenére szaporodnak!
- az alkoholos erjedés után, a spontán almasavbomlás előtt vagy a fahordós érlelés során szerepük felerősödik

2. *Pediococcus* és *Lactobacillus* tejsavbaktériumok szaporodása: képesek természetes úton a szabad hidroxifahéjsavakból illó-fenolokat előállítani!

A fenol pozitív *Oenococcus oeni* vagy *Lactobacillus plantarum* baktériumok a borkósavhoz kötött hidroxifahéjsavakból szabad hidroxifahéjsavakat szabadítanak fel, amiből a *Brettanomyces* vagy brettet okozó baktériumok brett jelleget okozó aromaanyagokat termelnek)

3. *Ecetsavbaktériumok felszaporodása: illósav tartalom növekedése*

Jelen tanulmány a 2022-es évjáratban tapasztaltakra reflektálva vetíti elő a lehetséges mikrobiológiai veszélyekre való felkészülési lehetőségeket.

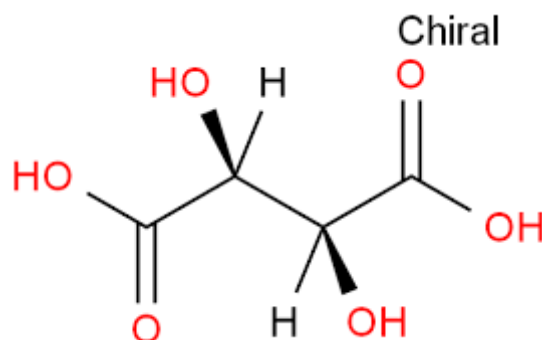
Borászati technológiai lehetőségek a pH-tartalom csökkentésére (savasság növelése)

1. Savtartalom additív növelése

a) a friss szőlő, a szőlőmust, a részben erjedt szőlőmust, a még erjedésben lévő újbor esetében 1,50 g/l felső határig (borkósavban kifejezve) vagy literenkénti 20 milliekvivalensig,

b) borok esetében 2,50 g/l felső határig (borkósavban kifejezve) vagy literenkénti 33,3 milliekvivalensig.

A savtartalom növelésére használható anyagok: L(+)-borkósav, L(-)-almasav, D,L-borkósav (racém) (4. ábra), D,L-almasav, L(+)-tejsav. Szigorúan szabályozott az adagolás, max. 4 g/l borkósav, vagy 3,6 g/l almasav vagy 4,8 g/l tejsav adagolása engedélyezett és az EU Commission Regulation no. 934/2019 rendeletben foglaltak szerint kell eljárni.



4. ábra: A racém borkósav szerkezeti képlete (Forrás:

<https://www.guidechem.com/encyclopedia/dl-tartaric-acid-dic294238.html>)

A borkósav és az almasav adagolása a legelterjedtebb eljárás, azonban drasztikus beavatkozást jelent nemcsak a savérzetre, hanem az egyéb aromaprekurzorok átalakulását is magával hozza, legtöbbször elérhető vele a kívánt pH-tartalom beállítása, csökken a mikrobiológiai kockázat, viszont nem épül be a savszerkezetbe az így adagolt sav.

A tejsav egy komplexebb, krémesebb, lágyabb ízérzetű sav, amely használata rendkívül költséges és 5 g/l titrálható savtartalom alatt nem javasolt, nem tud kellő védelmet nyújtani még magas alkoholtartalom mellett sem. Az Erbslöh Boerovin nevű készítménye (5. ábra) kifejezetten alkalmas erre a célra, 80%-os tejsav-oldat.



5. ábra: Boerovin Erbslöh készítmény (Forrás: <https://www.erbsleoh.com>)

2. Savtartalom növelése kationcserélő műgyantákkal

A felhasználható ioncserélő gyanták olyan sztírol vagy divinilbenzol kopolimerek, amelyek szulfonsavat vagy ammóniumcsoportokat tartalmaznak. Meg kell felelniük az 1935/2004/EK rendeletben és az annak végrehajtása céljából elfogadott uniós és nemzeti rendelkezésekben foglalt követelményeknek.

3. Tejsavbaktérium tevékenység elleni védelem a savtartalom additív növelése nélkül

Fumársav E297 adalékanyag adagolásával lehet elérni a tejsavbaktériumok gátlását. Fontos, hogy az alkoholos erjedés befejeztével kell adagolni, mert különben az élesztők átalakítják. A fumársav telítetlen dikarbonsav-izomerpárból áll, amelyiknek egyike transz-izomer, a másik maleinsav-cisz-izomer (6. ábra).



6. ábra: A fumársav szerkezeti képlete (Forrás: <http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.10197150.html>)

Az Erbslöh GmbH **MaloStop-F** néven forgalmaz tiszta fumársav készítményt. A mikrobiológiai aktivitás leállításához szükséges adag általában 30–60 g/hl, ha a borban lezajlott az almasavbontás, akkor 60 g/hl adagolás szükséges a tejsavbaktériumok tevékenységének meggátolására.

A fumársav mellett másik fontos hatóanyag a lizozim, amely képes a tejsavbaktériumok tevékenységét meggátolni. Az Erbslöh GmbH készítménye a **BactiCare** nevet viseli, nagytisztaságú lizozim készítmény. Képes a malolaktikus erjedés meggátolására, feloldja a baktérium sejtfalának peptidoglikán vázát. A baktériumos tevékenység megakadályozására 25 g/hl mennyiség adagolása javasolt, a kész borban a malolaktikus erjedés leállításakor 50 g/hl.

4. Kitozánok alkalmazása

A borászatban az *Aspergillus niger* törzsekből kitozánkészítményeket állítanak elő, amelyekkel az ecetsav- és tejsavbaktériumok szaporodását lehet gátolni (BARRETT, 2019). Az Európai Unióban 2014. július 01-jén hagyta jóvá alkalmazását, 9012-76-4 CAS számon az *Aspergillus niger* gombából származó kitozánt derítőszerként lehet alkalmazni (2019/934 EU rendelet). A **kitozán** (β -1,4-*N*-acetilglükózamin polimer) a gombák sejtfalának természetes összetevője, a kitin deacetileződésével jön létre. A kereskedelmi forgalomban kapható készítmények: **Bactiless™** (Kokoferm Kft.), **EnartisStab Micro M** (Enartis), **Floracontrol** (Laffort) (7. ábra).



7. ábra: Kereskedelmi forgalomban kapható kitozán készítmények (Forrás: BENEc, 2022)

5. Kitozánok fumársavval kombinálva

Az AEB forgalmazásában álló termék Chito-F néven kapható (8. ábra), antimikrobiális, baktericid és bakteriosztatikus hatású készítmény. Elsősorban tejsavbaktériumok ellen határos, de ecetsavbaktériumok és a *Brettanomyces* gátlására is jól alkalmazható. Képes lebontani a mikroorganizmusok sejtfal alkotóelemeit a kitozán tartalmánál fogva, másrészt a fumársav alkotórésze denaturálja a membránfehérjéket.



8. ábra: Chito-F termék (Forrás: <https://www.aeb-group.com/hu/chito-f-16691>)

Összefoglalva meg kell állapítani, hogy az egyes évjáratokban tapasztalt szélsőséges savtartalmakkal egyre gyakrabban kell számolnunk, nemcsak az extrém magas értékek, hanem az extrém alacsonyak is veszélyforrást jelentenek. A savtartalomba való beavatkozás bejelentésköteles tevékenység és engedélyhez kötött a C1b övezetben, valamint a minőségi kategória megváltozásával jár együtt, amire nagyon figyelni kell! Ha nem indokolt ilyen drasztikus beavatkozás, vannak lehetőségek, amelyekkel a káros mikrobás tevékenység megelőzhető és/vagy meggátolható, érdemes odafigyelni rá.

Dr. Bene Zsuzsanna

Felhasznált irodalom

BARRETT, L. (2019): Microbial Stability and Control: EnartisStab Micro (Chitosan) Application during Wine Maturation, Enartis, www.enartis.com

- Bene, Zs.a (2022): Kalciumstabilitási vizsgálatok a Tokaji borvidéken. *Borászati Füzetek* XXXII. 4: pp. 29-32.
- Bene, Zs.b (2022): A 2022-es évjáratban mérhető analitikai paraméterek. Tokaji Borvidék Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet írásos szakmai beszámoló
- Bene, Zs.c (2022): Possible Reduction Method Of Volatile Acid Content And Polyphenols Of Tokaj Aszú Wines With The Aid Of Cytosan Bactericid Wine-Treatments In: IVAS2022 - In Vino Analytica Scientia, Analytical Chemistry for Wine, Brandy and Spirits : Book of Abstracts IVES - International Viticulture and Enology Society (2022) p. 29 Paper: S2
- Bindi, M., Fibbi, L., Miglietta, F. (2001): Free air CO₂ enrichment (FACE) of grapevine (*Vitis vinifera* L.): II. Growth and quality of grape and wine in response to elevated CO₂ concentrations. *European Journal of Agronomy* (14): pp. 145-155.
- DeLucia, E.H., Casteel, C.L., Nability, P.D., O'Neill, B.F. (2008): Insects take a bigger bite out of plants in a warmer, higher carbon dioxide world. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 105, 1781-1782.
- Duchêne, E., Schneider, C. (2005): Grapevine and climatic changes: a glance at the situation in Alsace. *Agron. Sustain. Dev.* 24, 93-99.
- Fugelsang, K., Edwards, C. (2010): *Wine Microbiology (Second Edition ed.)*. New York: Springer Science and Business Media.
- Jones, G.V. (2006): Climate and Terroir: Impacts of Climate Variability and Change on Win". *Fine Wine and Terroir - The Geoscience Perspective*. Macqueen, R.W., and Meinert, L.D., (eds.), Geoscience Canada Reprint Series Number 9, Geological Association of Canada, St. John's, Newfoundland, 247.
- Keller, M. (2010): Managing grapevines to optimise fruit development in a challenging environment: a climate change primer for viticulturists. *Austr. J. of Grape and Wine Research*, (16): pp. 56-69.
- Schultz, H. R. (2000): „Climate Change and viticulture: A European perspective on climatology, carbon dioxide and UV-B effects”. *Austr. J. of Grape and Wine Research*, (6): pp. 2-12.
- Stock, M., Badeck, F., Gerstengarbe W., Kartschall, T., Werner, P. C. (2003): Weinbau und Klima – eine Beziehung wechselseitiger Variabilität. *Terra Nostra*. (6): pp. 422-426.
- Van Leeuwen, C., Destrac-Irvine, A. (2017): Modified grape composition under climate change conditions requires adaptations in the vineyard. Vol. 51 No. 2 (2017): *OENO One*. DOI: <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2017.51.2.1647>
- <https://www.guidechem.com/encyclopedia/dl-tartaric-acid-dic294238.html> (Letöltés dátuma: 2022.nov.27)
- <https://www.erbsleoh.com> (Letöltés dátuma: 2022.nov.27)
- <http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.10197150.html> (Letöltés dátuma: 2022.nov.27)
- <https://www.aeb-group.com/hu/chito-f-16691> (Letöltés dátuma: 2022.nov.27)