



Budapesti Corvinus Egyetem

Kertészettudományi Kar

Borászati Tanszék

Szaturáló berendezés borászati technológiai értékelése

a Nicron Kft.-nél

Tóth Adrienn

Budapest

2014

Budapesti Corvinus Egyetem
Élelmiszertudományi Kar

Szakirány szerinti tanszék: Hűtő- és Állattermék Technológiai Tanszék

Diplomadolgozat készítés helye: Szőlészeti és Borászati Intézet, Borászati Tanszék

Hallgató: **Tóth Adrienn**

A diplomadolgozat címe:

Szaturáló berendezés borászati technológiai értékelése
a Nicron Kft.-nél

Konzulens: Nyitrai dr. Sárdy Diána egyetemi adjunktus

Külső konzulens: dr. Restás Tibor

diplomadolgozat készítés helyének
vezetője

konzulens

szakirány szerinti tanszék vezetője

Tartalomjegyzék

1	Bevezetés	3
2	Irodalmi áttekintés	4
2.1	A gyöngyözőbor fogalma	4
2.2	A habzóbor fogalma	5
2.3	Egyéb, széndioxidot tartalmazó borok, bor alapú termékek	6
2.4	A széndioxid tartalmú borok piaci szerepe	7
2.4.1	Hazánkban.....	7
2.4.2	A nemzetközi piacon.....	8
2.5	A gázok alkalmazása a borászatban	8
2.5.1	A nitrogén	8
2.5.2	Nemesgázok	11
2.5.3	Az oxigén	11
2.5.4	Széndioxid.....	13
2.6	A széndioxid-tartalom meghatározásának különböző módszerei	14
2.7	A szaturálás	17
2.7.1	A szaturálás elméleti háttere	17
2.7.2	Széndioxid szaturálása alkoholmentes italoknál.....	20
2.7.3	Széndioxid szaturálás a bor esetében	22
2.8	Különböző szaturáló berendezések a piacon.....	24
2.9	A BUBICON szaturáló berendezés	26
3	Célkitűzés.....	30
4	Anyag és módszer.....	31
4.1	Vizsgálati anyagok	31
4.2	A kezelések paraméterei.....	31
4.3	Vizsgálati módszerek	32
4.3.1	Az oldott oxigén tartalom meghatározása.....	32
4.3.2	A széndioxid tartalom meghatározása	33

4.4	Érzékszervi bírálat	33
4.5	Az érzékszervi bírálat statisztikai értékelése	34
5	Eredmények és értékelésük.....	37
5.1	Az egyes kezelések hatása az oldott gázok mennyiségére	37
5.1.1	Oldott O ₂ csökkentés és CO ₂ frissítés eredménye a gázösszetételre.....	37
5.1.2	Oldott O ₂ csökkentés eredménye a gázösszetételre	38
5.1.3	CO ₂ frissítés eredménye a gázösszetételre	39
5.2	Érzékszervi bírálat	40
5.3	Az érzékszervi bírálat statisztikai értékelése	44
6	Összefoglalás	47
	Felhasznált irodalom	49
	Mellékletek.....	54

1 Bevezetés

A különböző borfogyasztási és étkezési szokások szoros összefüggésben állnak egymással, így a táplálkozási kultúra változása a borfogyasztási trendek változását is maga után vonja. A „modern”, egészségtudatos táplálkozás kerül a zsíros, nehéz ételeket, így, ezek helyett inkább a könnyed fogásokat, pl. salátákat, fehér húsokat részesíti előnyben. A könnyedebb étkezésekhez könnyedebb, légiesebb, üdőbb jellegű borok illenek, így a széndioxidot tartalmazó borok is egyre nagyobb szerepet kapnak. Táplálkozás-élettani szempontból a széndioxid étváagnövelő tulajdonságáról, valamint az emésztést és gyomornedvtermelést elősegítő hatásáról sem feledkezhetünk meg.

Az ily módon fejlődő borfogyasztás a feldolgozás és kezelési technológiák fejlesztését is szorosan maga után vonja. Ezek egyrészt a kívánt termék jellegének kialakításában, a minél pontosabb érlelési paraméterek biztosításában és ellenőrzésében is elengedhetetlenek. Mindenek felett törekednünk kell az érzékszervi tulajdonságok növelésére, értékesebbé tételére. Más megközelítésből a termelés gazdaságosságának optimalizálásában szintén elengedhetetlenek, gondolok itt többek között az energia szükséglet és a technológiai segédanyagok mennyiségének minimalizására, a műveleti idők redukálására, valamint az önköltség csökkenésére.

2 Irodalmi áttekintés

2.1 A gyöngyözőbor fogalma

A szénsavas borok közé soroljuk a pezsgőt, a gyöngyözőbort és a habzóbort. Közöttük a fő technológiai különbségeket a széndioxid eredete és a palackban uralkodó túlnyomás jelentik (Eperjesi, 2010). A *gyöngyözőbor* (Perlwein) olyan borászati termék, amely legalább 7 V/V% tényleges és 9 V/V% összes alkoholtartalmú borból készül, és amelyben legalább 1 bar és legfeljebb 2,5 bar túlnyomás uralkodik (Mercz és Kádár, 1998).

Az EU-szabályozás szerint a gyöngyöző borokat két termékcsoportha sorolhatjuk:

- a) *Endogén széndioxidot* tartalmazó (vagyis a széndioxid az erjedésből származik és visszatartják).
- b) *Széndioxid hozzáadásával* készülő gyöngyözőbor. Teljes mértékben, vagy részben mesterségesen hozzáadott (szaturált) széndioxidot tartalmaz.

Mindkét termékcsoportha a következők érvényesek:

- borból, még erjedésben lévő újborból, szőlőmustból vagy részben erjedt szőlőmustból nyerik, feltéve, hogy e termékek összes alkoholtartalma legalább 9 térfogatszázalék;
- tényleges alkoholtartalma nem kevesebb, mint 7 V/V%, az összes alkoholtartalom pedig minimum 9 V/V%;
- 20°C-os hőmérsékleten, zárt tárolóedényben tárolva **minimum 1 bar és maximum 2,5 bar** túlnyomás uralkodik a széndioxid jelenléte miatt;
- 60 l-es, vagy annál kisebb térfogatú tárolóedénybe töltik le;

A gyöngyözőborokra jelenleg az Európai Unióban a 1308/2013 EK rendelet VII. melléklet II. része hatályos, míg korábban 1234/2007 EK rendelet volt érvényben, illetve Magyarországon 127/2009. (IX. 29.) FVM rendelet. A gyöngyözőbor pezsgőspalackban forgalmazható (Eperjesi, 2010; 127/2009. (IX. 29.) FVM rendelet; 1234/2007 EK rendelet; 1308/2013 EK rendelet). A habzóborhoz és pezsgőhöz viszonyítva fontos, döntő érzékszervi különbség, hogy a gyöngyözőbor a palackban uralkodó alacsonyabb gáznyomás miatt nem képez habot a pohárban kiöntéskor (Buxaderas és López-Tamames, 2010).

2.2 A habzóbor fogalma

Mercz és Kádár (1998) megfogalmazásában a habzóbor a pezsgőhöz hasonlító ital, azzal a különbséggel, hogy mesterségesen elnyeletett ásványi szénsavat tartalmaz, amely 20°C-on legalább 3 bar túlnyomást eredményez a palackban.

A habzóbor olyan termék:

- amely széndioxid tartalma teljesen vagy részben a gáz hozzáadásából származik;
- amelyet oltalom alatt álló eredetmegnevezéssel, vagy földrajzi jelzéssel nem rendelkező borból készítenek;
- amelyben zárt tároló edényben tárolva, az oldott széndioxid jelenléte miatt, 20°C-os hőmérsékleten **3 bar-nál nem kisebb túlnyomás** uralkodik;

A fogalom meghatározást jelenleg, a gyöngyözőborhoz hasonlóan, a 1308/2013 EK rendelet VII. mellékletének II. része tartalmazza, korábban pedig a 127/2009. (IX. 29.) FVM rendelet; illetve a 1234/2007 EK rendelet definiálta. Forgalomba hozatala általában pezsgőspalackban történik, a „Habzóbor” megnevezés feltüntetésével (Eperjesi, 2010; 127/2009. (IX. 29.) FVM rendelet; 1234/2007 EK rendelet; 1308/2013 EK rendelet).

A habzóbertípusok a *cukortartalom* szerint a következők:

- a) *brut nature* habzóbor, amelynek cukortartalma 3 g/l-nél kevesebb, és amelyhez a széndioxiddal való telítést követően nem adtak cukrot;
- b) *extra brut* habzóbor, amelynek cukortartalma 6 g/l-nél kevesebb;
- c) *brut* habzóbor, amelynek cukortartalma 15 g/l-nél kevesebb;
- d) *különlegesen száraz (extra dry)* habzóbor, amelynek cukortartalma 12-20 g/l;
- e) *száraz (dry, sec)* habzóbor, amelynek cukortartalma 17-35 g/l;
- f) *félszáraz (medium dry, demi sec)* habzóbor, amelynek cukortartalma 33-50 g/l;
- g) *édes (sweet, doux)* habzóbor, amelynek cukortartalma 50 g/l-nél több.

Ezek a kifejezések alkalmazandók a pezsgők cukortartalmának jelölése esetén is (127/2009. (IX. 29.) FVM rendelet; Eperjesi, 2010).

2.3 Egyéb, széndioxidot tartalmazó borok, bor alapú termékek

Pezsgőnek nevezzük azt a terméket, amelyet friss szőlőből, szőlőmustból, vagy borból első, vagy második erjesztéssel nyernek. A pezsgő széndioxid tartalma kizárólag erjedésből származik, amely jelenléte miatt 20°C-on legalább 3 bar túlnyomás származik. Az előállításához használt alapbor (küvé) összes alkohol tartalma nem kevesebb, mint 8,5 V/V%, míg a kész pezsgő tényleges alkohol tartalma legalább 9,5 V/V% (Eperjesi, 2010 és 1308/2013 EK rendelet). A pezsgők készítésének három különböző módját kell megemlítenünk, ezek a következők (Jackson, 2014).:

- ✓ Champagne-módszer (Méthode traditionnelle)
- ✓ „transzvázé” eljárás”(Méthode classique)
- ✓ tankpezsgőgyártás

Minőségi pezsgőkre a pezsgővel megegyező előírások vonatkoznak, kivéve a túlnyomás mértékét, ez ugyanis 20°C-ra vonatkoztatva legalább 3,5 bar, 25 cm³-nél kisebb térfogatú tárolóedény esetén pedig szintén 3 bar; valamint az alapbor összes alkohol tartalma legalább 9 V/V% míg a kész minőségi pezsgő tényleges alkoholtartalma legalább 10 V/V%. A seprőn tartás, majd érlelés idejét szintén előírja a rendelet (Eperjesi, 2010 és 1308/2013 EK rendelet).

Illatos minőségi pezsgő előállítására csak friss, vagy erjedésben lévő különleges szőlőfajtákból származó must használható fel. A késztermék tényleges alkoholtartalma nem kevesebb, mint 6 V/V%, míg összes alkoholtartalma nem kevesebb, mint 10 V/V% (Eperjesi, 2010 és 1308/2013 EK rendelet).

A pezsgő mellett a különböző **pezsgő alapú** italokat is meg kell említenünk. A **pezsgő koktélokra** hazai példa a Törley Voila márkanéven forgalmazott termékcsaládja. Az **ízesített boralapú koktél** borból és szőlőmustból alkohol hozzáadása nélkül készül. Az ízesített boralapú koktél édesíthető és színezhető, nem feltétlenül szénsavazott termék. A **Kalte Ente** Németországból, egészen pontosan Szászországból származó ízesített bor alapú ital, amely minimum 25 V/V%-ban tartalmaz szénsavas bort (pezsgőt), amelyhez továbbá csendes bort és vizet adagolnak, az ízesítése citrommal történik („Die Kalte Ente...”, 2014).

2.4 A széndioxid tartalmú borok piaci szerepe

2.4.1 Hazánkban

Míg a jó minőségű pezsgő ünnepi légkört, igazi gasztronómiai élményt jelent, a gyöngyöző- és habzóborok szomjunk oltására szolgálnak (Eperjesi, 2010). A gyöngyözőborok fogyasztásának szempontjából kiemelkedő fogyasztói csoportok lehetnek a fiatalok, az értelmiségi borfogyasztók csoportjai, valamint a „gourmet” (ínyenc) szegment, hiszen a felmérések szerint általában ők érdeklődnek első sorban a különlegességek iránt, emellett ők is keresik a mindennapokban fogyasztható, jó minőségű, de megfizethető borokat (Hajdu I.-né, 2004; Hajdu I.-né, 2005).

A választékbővítés céljából egyre több hazai borászat is készít gyöngyözőborokat, ellenben a széndioxid tartalmú borok még nem tartoznak a vezértermékek közé a forgalmazott mennyiségek alapján. Talán ebből is fakadóan nem fordítanak kellő figyelmet sem az előállítás technológiájára, sem az értékesítésre. Holott, a termékkategóriában óriási potenciál rejlik (Nicron Kft., 2014d).

A gyöngyöző- és habzóborok kategóriájában az elmúlt években az egyéb borkategóriákat messze meghaladó ütemű piacbővülés figyelhető meg. Ez nem csak mennyiségi növekedést jelent, a hazai gyöngyözőborok egyre szélesebb választékával találkozhatunk az üzletek polcain. Ennek kapcsán rendezte meg a BOR és PIAC borászati szaklap idén az első hazai gyöngyözőbor versenyt is. A gyöngyöző borok első hazai megmérettetésére huszonhat borászat nevezte harmincöt tételét, összesen kilenc borvidékről (Nicron Kft., 2014c; Nicron Kft., 2014d; „Első alkalommal versengtek...”; 2014; „Gyöngyözőborokat teszteltünk”, 2014).

A fogyasztók figyelmének felkeltése érdekében, illetve egy rövid érzékszervi teszt lebonyolítására a Nicron Kft. 2014-ben önálló standdal állított ki a Budavári Borfesztiválon. Az érzékszervi bírálatot a fesztiválra kilátogató borfogyasztók bevonásával végezték, a feladat egyszerű volt: a Bubicon gázbeoldó készülékkel kezelt és kezeletlen mintapárokat kellett összehasonlítani. A bírálaton ugyanazon mintákat értékelték a fogyasztók, amelyekkel diplomamunkám elkészítése során dolgoztam. A teszt eredménye azt mutatta, hogy a fogyasztóknak a gázbeoldáson átesett borok nyerték el (egy-két kivételtől eltekintve) a tetszésüket (Nicron Kft., 2014d).

2.4.2 A nemzetközi piacon

Európában számos helyen találkozhatunk szinte már tradicionálisnak tekinthető gyöngyöző- és habzóbor előállításával. Megemlítést érdemel a gyöngyözőbor esetében elsősorban Franciaország, Spanyolország, Portugália és Olaszország termelése (Buxaderas és López-Tamames, 2010).

A nemzetközi piacot vizsgálva Olaszországról sem feledkezhetünk meg, hiszen a világ egyik legnagyobb pezsgő előállító országa, emellett a szénsavval dúsított borok előállítása is igen komoly hagyományokkal rendelkezik. Ennek kapcsán a prosecco szőlőfajtát (az észak-olasz Conegliano és Valdobbiadene vidékén termesztik) kell kiemelnünk. A *Spumante* (a szó maga habzást jelent) Olaszországban előállított illatos minőségi pezsgő, míg a *frizzante* habzóbor.

A gyöngyöző- és habzóborok szerepe mellett fontos említést tennünk arról a trendről is, amely azt mutatja, hogy a nemzetközi borversenyeken is a fajta illatát megőrző, reduktívnak nevezett borokat díjazták. Ma a friss, reduktív, érezhető szénsav tartalmú borok igen kelendőek (Sárkány, 2013).

2.5 A gázok alkalmazása a borászatban

Az egyes gázok borászati alkalmazására egyre nagyobb figyelem irányul, számtalan tanulmány születik használatuk lehetséges előnyeiről és hátrányairól. A hazai és nemzetközi kutatások is azt támasztják alá, hogy a helyesen felhasznált (védő)gázok gördülékenyebb, magasabb színvonalú borászati technológiát, végeredményként pedig jobb érzékszervi tulajdonságokkal rendelkező borokat eredményeznek (Nyitrai Sárdy, 2014). Ennek tükrében egy rövid áttekintést adok a következőkben, a borászati technológiában leggyakrabban használatos gázokról.

2.5.1 A nitrogén

A nitrogén nagy mennyiségben fordul elő környezetünkben, a száraz levegő mintegy 78,09 V/V%-a (és 75,527 m/m%-a). Az elemi nitrogén fizikai sajátosságai: színtelen, szagtalan, a levegőtől valamivel kisebb sűrűségű ($-195,8^{\circ}\text{C}$ -on $0,808\text{ g/cm}^3$), olvadáspontja $-210,0^{\circ}\text{C}$, a cseppfolyós nitrogén színtelen, könnyen mozgó folyadék. Forráspontja $-195,8^{\circ}\text{C}$, a kétatomos molekulákat alkot. A vízben csupán kismértékben ($15,2\text{ ml/l}$), alkoholban ennél némileg nagyobb mennyiségben oldódik. Kémiai szempontból a N_2 igen állandó, közönséges körülmények között kémiailag meglehetősen közömbös, a nemesgázok után a legkevésbé reakcióképes elem (Lengyel et al., 1960).

A mustok **flotáció**s tisztításakor üzemi gyakorlatban az átbuborékoltatott gáz nitrogén. Ennek a szilárd-folyadék fázist szétválasztó műveletnek a lényege, hogy a mustban lebegő szilárd részecskék sűrűsége kisebb, mint a folyadéké, az átbuborékoltatott gáz hatására a részecskék ütköznek, kicsapódnak és a fordított ülepedés elvén a folyadék felszínére „úsznak”. A lebegő részecskék flokkulációjának elősegítésére gyakran adagolnak derítószereket (pl. bentonitot, vagy zselatint) is a flotáció során a rendszerhez. A kellő tisztulás elérése után a mustot elvezetik (Marchal és Waters, 2010).

A **krioextrakció** lényege, hogy a szőlőt a fagyáspontját alig meghaladó hőmérsékletre hűtjük. Az alacsony hőmérséklet gátolja a kémiai, enzimatis és mikrobiológiai folyamatokat, illetve a hőmérséklet függvényében különböző összetételű mustokat nyerhetünk préseléskor (**krioszelekció**). Az így kezelt szőlőből testesebb, fajtakarakteresebb borokat nyerhetünk, amelyekben a gyümölcsös jelleg megőrződik. A krioextrakcióval a gépi szüretelésű szőlők kezelése és a kékszőlők prefermentatív kezelése is megvalósítható (Nagy Á.-né, 2014).

A **hiperredukciós** fehérbor készítés esetén, amely nem más, mint az oxigén akár teljes kizárása a szőlő feldolgozás és borkészítés teljes folyamatából, a leggyakrabban használt védőgáz a nitrogén. Hazai vizsgálatok azt mutatják, hogy az új boroknál ugyan még nincs jelentős érzékszervi különbség a „klasszikus” reduktív és a hiperreduktív technológiával készült borok között, de várhatóan az így készült borok érzékszervi tulajdonságai javulnak és hosszabb időn keresztül megőrződnek a palackos érlelés során (Janky et al., 2007).

Ezzel a technológiával készült boroknál azt tapasztaljuk, hogy a héjban és a bogyóhúsban található polifenol-vegyületek feldúsulnak a mustban, illetve a borban, amíg az alkalmazandó SO₂-koncentráció csökken. A fahéjsav-származékok megőrzésével növeljük a fehérborok antioxidáns tulajdonságát. A prefermentatív szakaszban megőrzött vegyületek átkerülnek a borba, így teltebb ízérzetű, erőteljesebb aromaprofilú, új típusú fehérborokat eredményeznek, amelyek a megfelelő zárási mód megválasztásával (a csavarzár adja a legjobb eredményt), palackos érleléssel akár 3–4 évig is eltarthatók (Janky és Kállay, 2011). A polifenol-vegyületek megóvása az oxidációtól nem csak a termék érzékszervi tulajdonságaira hat pozitívan, de a termék egészségvédő szerepét is növelheti. Irodalmi adatok azt mutatják, hogy vörösborokban

1200 mg/l a polifenol koncentráció, míg fehérborok esetén ez csupán 200 mg/l körül alakul (Percival és Talcott, 2003).

A borok pórusmentes tárolóedényben való **tárolásakor** törekszünk az oxigéntől való elzárásra. Az oxigénmentes, reduktív környezet megteremtésének legegyszerűbb módja, ha a tárolóedényzetet teletöltjük, ám ez nem minden esetben valósulhat meg. Ilyenkor a bort inertgáz párna alatt célszerű tárolni. Ehhez elsősorban nitrogéngázt alkalmaznak, de szóba jöhet argon és más inertgáz is, sőt gázkeverékekben akár a CO₂-t is alkalmaznak. A irodalmi források a N₂ és CO₂ 75:25 arányú keverékének ipari használatáról tanúskodnak (Troost, 1988).

Az egyes **keverést** igénylő műveleteknél (pl. derítoszerek bekeverése, házasítás) a N₂ gáz szintén jól használható, a gáz átbuborékoltatásával keverhető az elegy (Nyitrai Sárdy, 2014; Troost, 1988).

A magas oldott oxigén mennyisége a borban nemkívánatos folyamatokat indíthat el, hiszen a molekuláris O₂ igen reakcióképes, az élelmiszerekkel érintkezve oxidációs folyamatokat indíthat el, ezért borban **oldott oxigén kiűzése** (sparging) igen fontos lehet. Ehhez N₂-t adagolnak a borhoz, amely kiűzi az oldott oxigént (Nyitrai Sárdy, 2014). A **palackozás** műveleténél a töltési nyomást biztosíthatjuk N₂ gázzal, valamint a palackokat öblíthetjük vele. A töltést követően cseppfolyós nitrogént az ital feletti légtérbe adagolva szintén eltávolíthatjuk a palackban található oxigént, így a palackozott készterméket megóvhatjuk a nemkívánt oxidációs folyamatoktól egészen a fogyasztók asztaláig (Nagy Á.-né, 2014). Sőt nagy nyomású N₂-nel a pneumatikus (szelep)vezérlést is megvalósíthatjuk.

A nitrogénről nem csak, mint inert gázzal kell említést tennünk. A must és bor legfőbb **nitrogéntartalmú vegyületei**, az aminosavak, peptidek és fehérjék felépítésében is rendkívül fontos elem. Ezek a vegyületek talán a legmélyebben kutatott témákat nyújtják a borászatban. E vegyületek az alkoholos erjedés során tápanyagként szolgálnak az élesztők számára; a malolaktikus fermentáció során fontos szerepet töltenek be a tejsavbaktériumok metabolizmusában; végül pedig az érzékszervi tulajdonságok kialakulásában közvetve és közvetlenül is jelentősek (Moreno-Arribas és Polo, 2009).

2.5.2 Nemesgázok

Az **argon** nemesgáz, amely olvadáspontja $-189,38^{\circ}\text{C}$, forráspontja $-185,67^{\circ}\text{C}$, amíg kritikus hőmérséklete $-122,4^{\circ}\text{C}$ (Lengyel et al., 1960). A száraz levegő közel 1 V/V%-át, egészen pontosan $9,3 \text{ l/m}^3$ mennyiséget tartalmaz. A szó a görög nyelvből származik, jelentése lusta, ez a megnevezés frappánsan utal a rendkívül kis reakcióképességére. Nemesgázként egyatomos gázt alkot (Nagy, 1996). Sűrűsége $1,7838 \text{ g/cm}^3$. Kémiaileg közömbös, vagyis lényegében inert gáznak tekinthető. Borászatban alkalmazása a nitrogénhez hasonló módon lehetséges (Nagy Á.-né, 2014). A gasztronómiában, pl. vinotékák esetében „Vinomax” (argon-hélium gázkeverék) védőgázként alkalmazzák.

A **hélium** nemesgáz, amely olvadáspontja $-269,2^{\circ}\text{C}$ (Nagy, 1996). A Földön bizonyos gázforrásokban és egyes radioaktív ásványokban, mint gázzárvány fordul elő (Lengyel et al., 1960). Védőgáznak kiváló tulajdonságokkal rendelkezik, ellenben borászati alkalmazása nem túl elterjedt a magas ára miatt (Nyitrai Sárdy, 2014).

2.5.3 Az oxigén

A levegő 20,939 V/V%-a (vagyis 23,140 m/m%-a) oxigén. Az O_2 színtelen, szagtalan, a levegőnél némileg nagyobb sűrűségű gáz (cseppfolyós halmazállapotban a forráspontján: $1,18 \text{ g/cm}^3$). Folyékony halmazállapotban halványkék színű, szilárd halmazállapotban pedig sötétebb kék színű (Lengyel et al., 1960). Az olvadáspontja $-218,9^{\circ}\text{C}$, amíg forráspontja $-183,0^{\circ}\text{C}$. Oldékonysága nagyobb, mint a nitrogéné, ami mind technológiai, mind biológiai jelentőséggel bír. A szerves oldószerek jobban oldják, mint a víz, így az alkoholban négyszer jobban oldódik, mint vízben (Lengyel et al., 1960).

A borok fejlődésénél az észterképződés mellett az **oxidációs folyamatok** a legfontosabbak. Mivel a levegő oxigénje az oxidációs folyamatok elindítója, ezért ismernünk kell, hogyan oldódik, hogyan kötődik le és milyen mechanizmusokon keresztül fejti ki hatását a borokban (Kállay, 2010). A magas oldott oxigén koncentráció hatására a borok hamarabb veszítik el az elsődleges íz- és illatjegyeiket. A redukzív borok esetén a magas oldott oxigén mennyisége bágyadtabb, fáradtabb, oxidáltabb jelleget eredményez, vagyis azokat az értékmérő tulajdonságokat veszítik el a borok, amelyekért készülnek a redukzív borok: a frissességet, gyümölcsösséget, könnyedséget (Bozzai, 2013d).

A borok érlelése folyamán nem új keletű eljárás az oxigén alkalmazása, ha arra gondolunk, hogy a bort jó néhány száz éve az oxigén által átjárható fahordókban érlelték, mint ahogyan azt teszik napjainkban is az arra alkalmas borok esetében. Ugyan a fahordós érlelés a polifenol-komponensek tökéletesebb polimerizációjához vezet, tehát testesebb, nagyobb struktúrájú borokat eredményez, azonban ez az **oxidatív érlelés** magas költségvonzata (hosszú érlelési idő és a fahordók nagyobb beruházási költsége) miatt csak a minőségi borok esetében alkalmazható (Kállay et al., 2001). A lassú oxidációs fejlődés másodlagos, ún. ászkolási illat- és zamatanyagok kialakulását segíti elő (Eperjesi 2010), az ilyen típusú borokra kiváló példák a madeira, portoi, xérés és sherry típusú borok, amíg hazánkban az egyes borvidékek kiváló minőségű borai, így a somlói és badacsonyi borok (Kállay, 2010).

A **mikro-oxidáció** alkalmazásakor ismert mennyiségű oxigént adagolunk a borhoz, ez pozitívan hat a polifenol tartalmú aromaanyagok és a szín kialakulására, valamint stabilitására (antocianinok és polifenolok polimerizációja) (du Toit, 2010). A mikro-oxidáció nem más, mint az oxigén lassú és állandó adagolása oly módon, hogy az oxigén beáramlásának sebessége kisebb legyen, mint a bor számára megfelelő oxigénfogyasztás sebessége. Így az oxigén a borban soha nem halmozódik fel (Kállay et al., 2001).

1. táblázat: A mikro-oxidáció alkalmazott paraméterei. Forrás: Kállay et al., 2001, valamint Nagy Á.-né, 2014)

	Alkalmazott O₂-koncentráció	Időpontja	Időtartam	Előnyei
Must	3-5 ml/l (4-7 mg/l 20°C-on)	1-2 nappal az erjedés kezdete után	1-2 nap	Élesztők szaporodása, egyenletes erjedés
Újbor	1-3 ml/l (1-4 mg/l 20°C-on)	Erjedés után (acéltartály vagy barrik)	1-24 óra	Redukált jelleg, H ₂ S megszüntetése fejtés nélkül
Újbor	kb. 10 ml/l (13mg/l 20°C-on)	Az erjedés befejezésétől a biológiai almasavbomlás beindulásáig	10-30 nap	A bor struktúrájának felépítése, stabilizálása. Polifenolok, antocianinok polimerizációja.
Bor	1-4 ml/l (1,3-5,2mg/l 20°C-on)	Az érlelés során	6-12 hónap	A bor harmonizálása. Komplex aromakép, hosszú, testes bársonyos íz!

A mikro-oxidációt különböző időpontokban, más és más O₂-koncentrációval alkalmazhatjuk a különböző érlelési szakaszokban. A mikro-oxidáció mára nem csak a tölgyfahordós érlelés lehetséges alternatívája, de a borászok kezében egy olyan lehetőség, amely segítségével színtabil vörösborokat készíthetnek rövidebb érlelés alatt is (Gómez-Plaza és Cano-López, 2011). Természetesen ebből következően a kezelés érzékszervi tulajdonságokra gyakorolt pozitív hatásai is eltérőek, ezeket és a szokványos paramétereket kulcsszavakban az *első táblázatban* foglaltam össze.

Jackson (2014) kihangsúlyozza, hogy ugyan az oxigén adagolása az antocianinok és tanninok polimerizációjára igen kedvező hatással bír. Akár 60 ml O₂-t is felvehet a vörösbor literenként, amely akár 10-25 oxigén adagolási periódust is jelenthet. Ellenben a kezelés folyamán rendkívül körültekintően kell eljárunk, ugyanis az oxigén jelenléte kedvez az ecetsav baktériumok, illetve *Brettanomyces* szaporodásának.

A **hiperoxidáció** lényegében a must oxigénnel való telítését, levegőztetését jelenti, amely a must flotálásával egybekötve igen egyszerűen kivitelezhető eljárás. A lényege, hogy a mustot komprimált levegővel, vagy oxigéngázzal túltelítik, ennek hatására a polifenolok (pl.: leukoantocianinok, katechinek) oxidálódnak, polimerizálódnak végül kicsapódnak.

Az így kezelt must ugyan erőteljesen megbarnul, de az alkoholos erjedés folyamán keletkező más zavarosító részecskékkel együtt leülepednek a kicsapódott polifenolok is. Az eljárás előnye, hogy később már nem okozhat gondot a polifenol-oxidáció (barnatörés), hátránya azonban, hogy az illat és aroma gazdag, fajták (pl.: muskotályos fajták, Sauvignon blanc) esetében negatív elváltozásokat okoz a hiperoxidáció. Az eljárás a borászati gyakorlatban igazán nem honosodott meg (Eperjesi, 2010). A hiperoxidáció előnye, hogy a bogyóhúsban található fahéjsav-származékok eloxidálódnak, de a primer aromák nem (Nagy Á.-né, 2014).

2.5.4 Széndioxid

A széndioxid színtelen, gyengén savanykás szagú és ízű gáz. Sűrűsége kb. másfélszerese a levegő sűrűségének, így egyik edényből a másikra folyadékhoz hasonló módon áttölthető. Cseppfolyós formában színtelen, könnyen mozgó folyadék, amely vízzel nem elegyedik, de alkoholban és éterben jól oldódik. Szilárd állapotban szárazjégnek is nevezzük. Olvadáspontja 5 bar nyomáson -56,7°C, míg szublimációs hőmérséklete -78,48°C. Sűrűsége folyékony halmazállapotban a forrásponton

1,524 g/cm³ (Lengyel et al., 1960). Fontos megjegyeznünk, hogy az emberre veszélyes, maximum 2,5 V/V%-ig viselhető el, ennél magasabb koncentrációban fejfájást, ájulást okoz, 8 V/V% felett pedig fulladásos halált eredményez (Nagy Á.-né, 2014; Nyitrai Sárdy, 2014).

A széndioxid borászati alkalmazása igen szerteágazó. A technológia első lépéseiben **hűtés**re hasznosítható szárazjég formájában. A frissen szüretelt, a borászati üzembe érkező szőlő, majd a cefre hűtésére egyaránt alkalmazható. A hűtés előnye egyrészt a spontán erjedés megakadályozása, a különböző borminőségre káros mikrobák szaporodásának gátlása (pl. ecetsav baktériumok). Ezen túl a nemkívánatos oxidációs folyamatokat lassítja, gátolja a hűtés alkalmazása (Troost, 1988).

A leszüretelt ép szőlőbogyókban oxigénszegény (anaerob) környezet hatására enzimikus folyamatok indulnak meg, amelyek sajátos illat- és zamatkaraktert eredményeznek. Ezt a vörösborok **szénsavatmoszférás erjesztésénél**, ismertebb nevén az ún. **Flanzy-eljárással** történő erjesztésénél használják ki. Első sorban Dél-Európában alkalmazzák, de hazánkban is kísérletek tárgyát képezi. A módszer elterjedése jóval kisebb, mint a héjon erjesztése (Pásti, 2002). Természetesen az erjedés során felszabaduló CO₂ **macerálásra** és a **törkölykalap feltörésére** is alkalmazható (Eperjesi, 2010).

A tárolás során a pórusmentes edényzetekben az **oxigén kizárására** egyes gázkeverékekben is alkalmazzák a széndioxidot, (pl. N₂ és CO₂ keverék) (Troost, 1988). A csendes borok **felfrissítése**, impregnálása, elsősorban a reduktív fehér- és rozéborok készítésénél szükséges, ehhez általában palackozás előtt 0,4-1g/l közötti mennyiségben adagolják a borokhoz (Nyitrai Sárdy, 2014). A **gyöngyöző- és habzóborok előállítása** ásványi széndioxid szaturálásával történik, ezt a következő fejezetekben részletezem.

A szénsavas italok (habzóbor, pezsgő, sör és üdítőitalok) **palackozásánál** a CO₂ gázzal öblítjük és feszítjük elő a palackokat, biztosítjuk a töltési nyomást, valamint a folyadék felszín feletti légteret is kitöltjük vele (Nagy Á.-né, 2014).

2.6 A széndioxid-tartalom meghatározásának különböző módszerei

A CO₂ tartalom meghatározásának számos módszere ismeretes, ezek közül én a teljesség igénye nélkül mutatok be néhányat.

A **manometrikus (afrométeres)** módszer alapjául a Henry-törvény szolgál. A folyadék feletti gáznyomást mérjük, amelyből a folyadék CO_2 tartalmára következtetünk, mivel a hosszabb ideig nyugalmi állapotban lévő palackban látszólagos egyensúlyi állapot alakul ki a folyadék és gáztér között. Ez a legelterjedtebb módszer az ipari gyakorlatban.

A talán a legegyszerűbb gyorsmódszer a **Bourdon-típusú manométerrel** ellátott nyomásmérő készülék használata. A Bourdon-csőves manométer a gázban vagy folyadékban uralkodó, valamint a gáz vagy folyadék által kifejtett nyomás mérésére alkalmas eszköz. Zárt edényekben, mint pl. lezárt palackban uralkodó nyomás mérésére használják. Belsejében egy úgynevezett Bourdon-cső van, amely terheletlen állapotban kampó alakú. Azonban, ha a belső nyomás meghaladja a külső nyomást, akkor a cső elkezd kiegyenesedni. Ez a mozgás fogaskerekek és emelők segítségével egy számlap körül mozgó mutatót hajt. A skálán az adott műszer méréstartományának megfelelő nyomásértékek leolvashatóak. A zárt edényben uralkodó nyomáson kívül mérünk a bor hőmérsékletét is. A nyomás és hőmérséklet ismeretében pedig táblázatból leolvasható a széndioxid mennyisége (Bird, 2012).

A laboratóriumi körülmények között **titrálósos széndioxid tartalom meghatározási** módszerek is könnyen megvalósíthatók. Az előkészített mintákhoz meghatározott mennyiségű lúgot (NaOH) feleslegben adunk hozzá, amely megköti a CO_2 -t, majd a szabad, el nem reagált, OH gyököket savval titráljuk fenolftalein indikátor jelenlétében.

A **Postel** szerinti meghatározásnál a széndioxidot ismert mennyiségű és koncentrációjú NaOH oldatból bárium-kloriddal csapatják ki, majd a NaOH felesleget ismét savval titrálják fenolftalein indikátor mellett.

Blom és Lund szerinti meghatározás esetén az OH feleslegben elnyelt CO_2 -t erős savval szabadítják fel, majd újra elnyeletik bárium-hidroxidban, végül a bárium felesleget savval titrálják. A **Blom** szerinti meghatározást térfogat elemzési módszerrel végzik, pl. sörben. A módszer elve: a széndioxidot karbonátmentes nárium-hidroxid oldattal megköjtjük, a lúgos oldat alikvot részéből kénsav hozzáadásával felszabadítjuk a széndioxidot, majd levegő segítségével bárium-hidroxid oldatba hajtjuk. A bárium-hidroxid oldat felesleget titrálással határozzuk meg, fenolftalein indikátor és sósav mérőoldat alkalmazásával (MSZ 8761-9:1995).

AZ O.I.V. által javasolt desztillációs meghatározási módszer (1978) esetében a CO_2 mennyiségének meghatározásakor zavaró kénssavat oxidálják H_2O_2 oldattal, Cu ionok jelenlétében. A CO_2 -t zárt rendszerben bárium-hidroxid oldatba hajtják át foszforsavas pufferoldat segítségével. Végül a CO_2 tartalom savas titrálással vakpróba alkalmazása mellett, tomolftalein-fenolftalein keverékindikátor mellett történik. A módszer időigényes, Böröczki (1996) vizsgálatai alapján reprodukálhatósága viszont nem egyértelmű.

A **potenciometrikus** titrálási módszer pH-mérővel (O.I.V.,1990) esetében a mérőoldat adagolás miatt bekövetkező potenciál-változásból következtetünk a savas, vagy lúgos anyagok mennyiségére. A potenciál-reagens térfogat görbét felvesszük, amely inflexiós ponttal rendelkezik. A kapott görbék alkalmasak adott rendszer minőségi és részben mennyiségi meghatározásra (Ferenczi, 1966). Ez a módszer Böröczki (1996) összehasonlító vizsgálatai alapján igen jól reprodukálható, viszonylag gyors és egyszerű.

A titrimetriás és potenciometrikus CO_2 tartalom meghatározási módszerek kiváltására számos kutatás irányul. Az alacsony széndioxid tartalmú (csendes) fehérborok esetében kutatások bizonyították, hogy a piezoelektromos kristály (PQC) kvantitatív CO_2 meghatározására $300\text{--}1000\ \mu\text{cm}^3$ CO_2 tartalom esetén megfelelő pontosságot ad, a berendezés kialakítása viszonylag olcsó (Gomes et al., 1996).

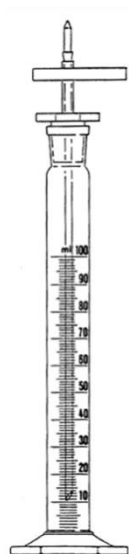
A **térfogatváltozáson** alapuló CO_2 tartalom meghatározásánál két módszert kell megemlítenünk. Az egyik Janke és Böhr (1960) módszere, amely a mintából eltávozott CO_2 mennyiségét gázbürettával méri. Kellner (1992) gázbürettás mérése alapján súlyveszteségen alapuló mérési módszert dolgozott ki.

Bidan (1985) és munkatársai súlyveszteség szerinti CO_2 tartalom meghatározást dolgoztak ki. Ennél a módszernél a mintából a CO_2 -t kénssavval üzik ki, majd a felszabadult CO_2 -t NaOH-ot tartalmazó edényben nyeletik el. Az edény tömegének növekedése megfelel a felszabadított széndioxid mennyiségének.

A megfelelő minta előkészítést követően borminták **SO_2 és CO_2 tartalma egyidejűleg** is meghatározható. Linares és munkatársai (1989) ehhez potenciometrikus és fotometrikus érzékelőt kötöttek sorba, előbbi mindkét vegyület mennyiségét, míg utóbbi csak a SO_2 koncentrációt határozza meg.

Palackozott pezsgők és gyöngyözőborok CO₂ tartalmának meghatározásához nem feltétlenül szükséges kinyitnunk a palackot. Autret és munkatársai (2005) bebizonyították, hogy „roncsolás mentes” vizsgálati módszerként a **mágneses rezonancia spektroszkópia (MRS)** kitűnően alkalmazható erre a célra.

A Nicron Kft. által forgalmazott **egyszerű CO₂ tartalom mérőkészlet** a borok oldott széndioxid tartalmának meghatározásához a következő mechanizmuson alapul: a borokban levő széndioxid mechanikai hatásra (keverés, rázás) felszabadul, és a zárt mérőhengerben túlnyomást hoz létre. A mérendő borból egyszeri mechanikai behatásra nem távolítható el az összes széndioxid, ezért többszöri (4-5) felrázás szükséges a gáz eltávolításához. A felrázások után a keletkező túlnyomást a mérőhenger tetején levő csiptető szeleppel lehet kiengedni. A szelep működése során annyi bor fog eltávozni a mérőhengerből (a belső nyomás folyamatosan csökkenése mellett), amennyit a felszabadult széndioxid, kiszorít a zárt térből. A mérőhengerben visszamaradó bor (ez már széndioxidot nem tartalmaz) mennyiségéből egy táblázat segítségével meg tudjuk állapítani a mért minta széndioxid tartalmát g/l-ben kifejezve (Nicron Kft, 2014b).



1. ábra: A Nicron Kft. által forgalmazott oldott szén-dioxid mennyiségét meghatározó eszköz (forrás: Nicron Kft. 2014b)

2.7 A szaturálás

2.7.1 A szaturálás elméleti háttere

A szaturálás az ásványi szénsavat tartalmazó italok előállításának egyik fontos művelete, amely nem más, mint a kívánt mennyiségű széndioxid elnyelése

(abszorbeálása) a folyadékkal (BacsKay, 2010). Az abszorpciónál bizonyos kiválasztott komponensek kinyerése történik gáz-elegekből, megfelelő folyadékfázisú abszorbens segítségével. A fordított műveletnél, amelyet kihajtásnak (sztrippelésnek), vagy deszorpciónak nevezzük, a folyadékfázis illékonyabb komponenseinek gázfázisba vitele megy végbe. Tehát az **abszorpció** a hagyományos, vagy egyensúlyi anyagátadási műveletek közé tartozik, mivel a két fázis között többé kevésbé beáll a fázisegyensúly (Fonyó és Fábry, 2004). Az abszorpció más élelmiszeripari eljárásoknál is fontos művelet, ezek közé tartozik pl. a kénezés és az aromák elnyeletése is (Szabó, et al., 1987).

A gáz-folyadék és a folyadék-folyadék egyensúlyokat a hőmérséklet a nyomás és az összetétel is befolyásolja, a két fázis közötti egyensúly kialakulását a Gibbs-féle fázisszabály (1. egyenlet) határozza meg,

$$F = C + 2 - P \quad (1.)$$

ahol: C a komponensek száma; P a fázisok száma; F a rendszer szabadsági foka.

Ha a CO₂-levegő-víz gáz-folyadék egyensúlyát vizsgáljuk, három komponensünk és két fázisunk van, azaz ebben az esetben a szabadsági fok három:

$$F = 3 + 2 - 2 = 3 \quad (2.)$$

Ha az össznyomást és hőmérsékletet rögzítjük, csak egyetlen további változó előírása a megengedett. Ha a CO₂ (A) folyadékfázisú móltörtje (x_A) adott, akkor a CO₂ gázfázisbeli móltörtje (y_A), vagy parciális nyomása (p_A) a fázisszabály szerint már meghatározott. Az y_A és p_A értékei kísérleti úton meghatározhatóak.

Az $x_A \sim p_A$ összefüggést felvehetjük a folyadék-gáz fázis létrehozásával és a minták analízise alapján, amely összefüggés általában egyenessel fejezhető ki: Ezt a 3. egyenlet mutatja, ahol H a Henry-állandó [N/m²]:

$$p_A = HX_A \quad (3.)$$

Ha mindkét oldalt p össznyomással osztjuk, kapjuk:

$$Y_A = H'X_A \quad (4.)$$

összefüggést, ahol a $H'=H/P$ módosított, dimenziómentes Henry-állandó. Fontos megjegyezni, hogy míg H' értéke a nyomástól függ, addig H értéke a nyomástól független, ez általában $5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ össznyomásig igaz (Fonyó és Fábry, 2004).

A Henry-törvény olyan gázok oldására alkalmazható, amelyek kritikus hőmérséklete nagyobb az oldat hőmérsékleténél és kielégítő pontosságú eredményt csak a nagy hígítású reális oldatok esetén ad, amelyek tulajdonságai közelítően egyezők az ideális oldatokéval. Vagyis az oldott gáz kis koncentrációja, vagy a gáz csekély oldhatósága esetén alkalmazható. A jól oldódó gázokra, nagy koncentrációk esetén az oldatban az oldódás kisebb mértékű, mint ahogyan a Henry-törvényből következne (Szabó et al., 1987).

Gyakorlati szempontból az abszorpció két típusáról beszélhetünk. A **fizikai abszorpció** esetében kémiai reakció nem megy végbe, csupán fizikai elnyelési folyamat. Lehetetlen a komponens teljes elnyelése, azaz a fizikai abszorpció addig tar, míg az elnyelt komponens parciális nyomása az oldat felett egyenlővé válik a komponens belépő gázban lévő parciális nyomásával.

Kemoszorpcióról (vagy kemisorpcióról) akkor beszélünk, ha az elnyeletésnél kémiai reakció játszódik le. Ilyen pl. a CO_2 elnyeletése NaOH -oldatban. Amennyiben a keletkezett vegyület nem illékony, vagyis az oldat felett a keletkezett alkatrész gőznyomása elhanyagolható, akkor elméletileg teljes elnyelés érhető el.

Az abszorpciót **hőjelenség** is kíséri, ez az abszorpciós hő a kondenzációs hő, oldáshő hígításihő összege. A hígításihő elhanyagolható.

A **hőszínezet** szempontjából ismerünk közel *izoterm* abszorpciót, ahol nincs hőmérséklet-emelkedés a folyamat közben, ilyennek tekinthető a CO_2 abszorpciója vízben. Ugyan ebben az esetben az abszorpcióshő igen jelentős, de kevés oldódik a gázból és így a hőmérséklet csak kismértékben változik. Ellenben az *adiabatikus* abszorpciónál a készülék elméletileg tökéletesen hőszigetelt, így az abszorpcióshő felmelegíti az oldatot, ez befolyásolja az oldhatóságot. Azok a gázok esetében, amelyek az abszorpció hőmérsékletén kondenzálódhatnak, kondenzációs hő is jelentkezik. Ilyen pl. nedves gáz vizes elnyeletése, amikor a belépő gáz hőmérséklete lényegesen magasabb, mint a vízé (Fonyó és Fábry, 2004).

A különböző gázok oldhatósága általában erősen hőmérséklet függő. Az oldhatóság a növekvő hőmérséklettel csökken, éspedig a fizikai oldásnál erősebben,

mint a kemoszorpciónál, ez különösen kisebb gáznyomásoknál igaz. Ezzel összefüggésben nyílik lehetőség a gázokkal telített oldat melegítésével történő *regenerálására*. Természetesen ez megfordítva is igaz: az kisebb hőmérséklet lehetővé teszi az elnyeletés fokozását (Fonyó és Fábry, 2004). A hőmérséklet természetesen a folyadékra vonatkozik, hiszen a gáz fajhője elenyésző a folyadékhoz képest (Simon, 1980). Általában az is elmondható, hogy a kemoszorpciót kísérő entalpiaváltozás nagyobb (az oldáshő és reakcióhő összege), mint a fizikai abszorpció entalpiaváltozása (Fonyó és Fábry, 2004).

2.7.2 Széndioxid szaturálása alkoholmentes italoknál

A széndioxid folyadékban történő elnyeltetését szaturálásnak, az erre a célra használt berendezések pedig a szaturáló berendezések nevezzük. A művelet célja a gáz oldása és minél tökéletesebb eloszlása a folyadékban (Márkus, 2009). Szabó és munkatársai (1987) megfogalmazásában a tiszta gáz oldása, egyetlen gáz oldódása gáztalan folyadékban a telítés, más néven impregnálás, szaturálás.

Mint már feljebb említettem, a szaturálás összetett folyamat, amely során a széndioxid a folyadékba diffundál és abszorpció zajlik le (Márkus, 2009). A hőmérséklet csökkenésével a folyadék széndioxid elnyelő képessége nő, mint ahogyan a gáz parciális nyomásának növelésével is (Simon, 1980), így ezen megfontolásokból az üdítőitalokat 1-2°C-on, 4-5bar nyomáson szaturáljuk (Márkus, 2009). Más források, így Bacskay (2010) is két különböző hőmérséklet tartományt javasol a szaturálás végrehajtásához. Az egyik a tárolási hőmérséklet (12-18°C), a másik 0-2°C, amely a rendszer művelet alatti hűtésével valósítanak meg. A széndioxid telítés gyorsaságát a folyadék és gáz érintkezési felülete is meghatározza, a kettő között egyenes arányosság fedezhető fel (Márkus, 2009).

A **széndioxid abszorpcióját** (elnyeletődését) a következő tényezők befolyásolják:

- nyomás
- hőmérséklet
- érintkezési felület
- gáztalanítás (dezareálás)
- kémiai összetétel.

Az egyes tényezőkkel a bor szaturálásánál foglalkozom bővebben, kivéve a gáztalanítással, ugyanis ezt a műveletet az alkoholos italok szaturálásánál a nagy fellépő aromaveszteségek miatt általában nem alkalmazzák (BacsKay, 2010; Mercz, 1991). Szénsavazni csak a megfelelően előkészített, előzetesen tisztára szűrt italokat szabad, mivel a szűretlen levek diszperz részecskéinek CO₂ felszabadító hatása van (Mercz, 1985).

A **gáztalanítás** azért szükséges, mert a széndioxid elnyeletésének hatásfokát csökkenti a folyadék idegengáz- (pl. levegő, oxigén, nitrogén) tartalma (Mercz, 1991). A gáztalanítók nyomásálló, saválló fémhengerek, amelyeket különböző felületnövelő megoldásokkal kiviteleznek. Működési elv alapján túlnyomásos és vákuum alatt dolgozó gáztalanítókra különböztetünk meg. Az előbbi megoldás alapját a széndioxid és eltávolítandó levegő parciális nyomása közti különbség adja. A vákuumgáztalanítás alapja, hogy a folyadék kisebb nyomáson kevesebb gázt tud elnyelni (BacsKay, 2010).

A **szénsavazó** két fő egységből áll, ezek a széndioxid ellátó berendezés és maga a szaturáló berendezés. A *széndioxid ellátó berendezések* feladata a szénsavazó egységet ellátni folyamatosan a szükséges mennyiségű és nyomású széndioxiddal. A *széndioxid-lefejtő berendezéseket* két fő csoportba sorolhatjuk: az egyik a palackos, a másik a tartályos lefejtő rendszer. Mára nagyüzemi alkalmazásban csak utóbbit alkalmazzuk (BacsKay, 2010; Mercz, 1985). A *palackos* széndioxid-lefejtő rendszerrel cseppfolyós halmazállapotú, 99,8%-os tisztaságú, élelmiszeripari minőségű széndioxidot általában 20 kg nettó tömegű acélpalackban szállítják. Ebben az esetben 18-20°C környezeti hőmérséklet mellett, óránként a tartály tartalmának mintegy 10%-át lehet lefejteni (2 kg-os palack). A *tartályos* széndioxid-lefejtő rendszer esetében két eltérő műszaki kivitelű rendszerről beszélhetünk, amelyek a kisnyomású (20 bar-ig) és a nagynyomású (132 bar-ig) rendszerek (BacsKay, 2010; Mercz, 1985; Mercz, 1991).

A szénsavazó berendezések másik fő gépegysége a *szaturáló* berendezés. A szaturálók a következő három fő részegységből állnak: gáztalanító-, széndioxid elnyelető és pihentető-, vagy pufferegység (BacsKay, 2010).

Az **üdítőital** gyártás esetében attól függően, hogy a víz és szörp összekeverése a palackba töltés előtt vagy után történik, megkülönböztetünk postmix (utókeverő) és premix (előkeverő) rendszerű széndioxid-telítő és italkeverő rendszereket (Simon, 1980).

Hazánkban a legnagyobb hagyománnyal rendelkező alkoholmentes, széndioxidot tartalmazó termék a **szikvíz**, vagy más néven *szódavíz*. A 114/2013. (IV. 16.) kormányrendelet 3. melléklete szerint gyártásához a megfelelően kezelt vizet és az élelmiszeripari minőségű és kellően szabályozott nyomású széndioxidot a szikvízkészítő (szaturáló) gépbe vezetik. A szaturálást különféle módon (vagy fekvőhengeres-keverőlapátos, vagy állóhengeres-porlasztásos) eljárással lehet végezni. A készterméknek legalább 7,2 g/liter széndioxidot kell tartalmaznia, ezért a gépekben lévő széndioxid nyomását, valamint a víz és gáz arányát állandóan ellenőrizni és szabályozni kell, figyelembe véve a felhasznált víz hőmérsékletét, valamint a szikvizes göngyöleg méretét.

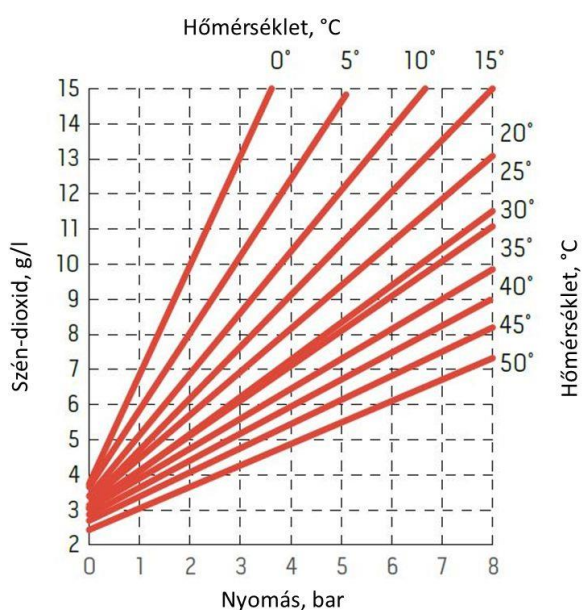
2.7.3 Széndioxid szaturálás a bor esetében

A szaturálás (más néven szénsavazás, impregnálás) széndioxid elnyeletését jelenti. Az *impregnálás* a csendes borok felfrissítésére szolgál, ebben az esetben maximum 2 g/l széndioxidot nyeletünk el a borban (Mercz és Kádár, 1998).

A széndioxid elnyeletést **befolyásoló tényezők** ismerete elengedhetetlen a kívánt, előre meghatározott minőségű késztermék előállításához. A Henry-féle törvény két bar túlnyomás felett már nem érvényesül maradéktalanul, mivel a különböző vegyületek a széndioxid egy részét lekötik. Például a víz 10°C-on, három bar túlnyomáson kerekén 7,0 g/l CO₂-t abszorbeál, amíg a bor csupán mintegy 5,5 g/l abszorbeálására képes. A **nyomás** növelésével ezek az eltérések egyre növekednek, így ugyanezen a hőmérsékleten hat bár túlnyomáson a víz 13,8 g/l CO₂-t nyel el, míg a bor 10,8 g/l-t. (BacsKay, 2010; Mercz, 1991).

A borok esetében a széndioxid oldhatósága atmoszférikus nyomáson a bor hőmérsékletétől és alkoholtartalmától függ (Eperjesi, 2010). Ezzel összefüggésben kell megemlítenünk a **kémiai összetétel** hatását. A borban a sav-, cukor-, az extrakt- és alkoholtartalom csökkenti a CO₂ elnyeletését (BacsKay, 2010). Ezzel szemben Eperjesi (2010) szerint minél magasabb az alkoholtartalma és alacsonyabb a hőmérséklete a bornak, annál több széndioxidot old. A kolloidtartalom kismértékben növeli a széndioxid oldhatóságát. A különböző vegyületek más és más hatása az abszorpcióra azzal magyarázható, hogy az italok széndioxid elnyelő képessége egyenes arányosságban függ a felületi feszültségtől. Így habzásgátló anyagok (pl. szilikon olajok) hozzáadásával jelentősen növelhetjük a felületi feszültséget, ezáltal a CO₂ abszorpcióját is (BacsKay, 2010; Mercz, 1991).

A **hőmérsékletet** vizsgálva azt tapasztaljuk, hogy a hőmérséklet csökkentésével nő a folyadék CO₂-elnyelő képessége és fordítva. A *nyomás és hőmérséklet összefüggését* vizsgálva azt a gyakorlati törvényszerűséget kapjuk, hogy a kívánt mennyiségű CO₂ elnyelése kisebb hőmérsékleten kisebb szaturálási nyomás alkalmazását teszi szükségessé, mint nagyobb hőmérsékleten. A 2. *ábra* mutatja a széndioxid oldhatóságát vízben, a hőmérséklet és nyomás függvényében, míg az 2. *táblázat* ugyanezen összefüggést a borban oldható CO₂ mennyiségére mutatja be. Láthatjuk, hogy bor esetén nem jellemezhető lineáris összefüggéssel a széndioxid oldódása, ennek elsődleges oka a kémiai összetétel.



2. ábra: A széndioxid oldhatósága vízben, a hőmérséklet és nyomás függvényében (Lehnert-diagram) („Buborék a borban...”, 2013 alapján)

2. táblázat: A széndioxid oldhatósága borban g/l-ben kifejezve a túlnyomás és hőmérséklet függvényében. (BOR és PIAC 2013a. alapján).

Hőmérséklet, °C							
túlnyomás, bar	-5	0	5	10	15	20	25
0,00	4,8	4,0	3,5	3,0	2,7	2,3	2,0
0,25	6,0	5,0	4,3	3,6	3,2	2,8	2,5
0,50	7,2	6,0	5,1	4,3	3,8	3,3	3,0
0,75	8,4	7,0	5,9	4,9	4,3	3,8	3,5
1,00	9,6	8,0	6,7	5,6	4,8	4,2	4,0
1,25	10,7	8,9	7,4	6,2	5,3	4,7	4,5
1,50	11,8	10,8	8,2	6,9	5,9	5,3	5,0
1,75	13,1	10,9	8,8	7,6	6,5	5,8	5,5
2,00	14,4	12,0	9,9	8,3	7,1	6,4	6,1

A kisebb szaturálási nyomás alkalmazása a berendezések élettartamát növeli (pl. kisebb a szelepek és tömítések igénybevétele), emellett a művelet veszteségeit csökkenti (pl. kihabzás töltéskor). Ebből következően elengedhetetlen követelmény a nagyobb (legalább 5 g/l) szénsavtartalmú italok előállításánál a szénsavazandó folyadék 2-6°C-ra hűtése (BacsKay, 2010; Mercz, 1991).

Az *érintkezési felület* kérdését vizsgálva azt tapasztaljuk, hogy a széndioxid telítés gyorsasága a felület nagyságával arányos. Ennek okán a korszerű szénsavazó berendezések kialakításánál minden esetben alkalmaznak valamilyen felületnövelő megoldást, ilyenek pl. a töltetek, porlasztás, kavarási, ultrahangos rezgések, hullámos felületű lemezkamrák (BacsKay, 2010; Mercz, 1991). A fentiek alapján tehát könnyen beláthatjuk, a széndioxid elnyeletését alacsony hőmérsékleten, nagy nyomás alatt és nagy érintkezési felületen kell végezni (Márkus, 2009).

„Ökölszabályként” megjegyezhető, hogy az egy liter, 10 V/V% alkohol tartalmú borban, 15°C-on mintegy 2,5 g széndioxid oldódik, az ennél nagyobb mennyiségű széndioxid elnyeletéséhez túlnyomás szükséges (Eperjesi, 2010).

A szénsavas borok palackozása kizárólag hidegsteril eljárással történik. A bort 0-2°C-ra lehűtik, majd izotermikus puffertartályba szűrik, és célszerűen ellennyomósos töltőgéppel töltik (Eperjesi, 2010). Sajnos a magyar borászatok közül nem mindenki rendelkezik ellennyomósos töltővel, ezért sokan próbálkoznak a széndioxiddal frissített borok vákuum töltőn való letöltésével. Azonban ilyen esetben a CO₂ veszteség mellett nagy problémát jelent, hogy nehezen biztosítható az egyenletes CO₂ koncentráció a töltés során. Amennyiben kikapcsolják a vákuumot, akkor a szintretöltés biztosítása okoz gondot.

2.8 Különböző szaturáló berendezések a piacon

Az élelmiszerlánc és hatósági felügyeletéről szóló 2008. évi XLVI törvény 35 § (4) bekezdése alapján az élelmiszeripari gépeket, berendezéseket higiéniai alkalmasság szempontjából vizsgálni szükséges. Az élelmiszeripari gépek és berendezések tervezésekor a kiindulási cél az, hogy a gép, vagy berendezés teljesítse azokat a funkciókat, amelyeket a vonatkozó technológiai művelet elvégzése jelent. Azonban a higiéniai követelmények néha ütköznek a funkcionális követelményekkel. Ilyenkor arra kell törekedni, hogy a termék mikrobiológiai biztonsága és minősége legyen a meghatározó, még akkor is, ha ez a működésre és a technológiai célra nézve ellenkezik (Kolozsvári és Kovácsné Felkai, 2011). Ennek okán a törvényi előírásnak megfelelően

hatósági minősítési eljárás on kell átesnie minden élelmiszeripari berendezésnek és gépnek. A megfelelés esetén megtörténik a *hatósági géphigiéniai (típus)minősítő bizonyítvány* kiállítása (Marthné Schill és Szerényi, 2013).

A Vidékfejlesztési Minisztérium, Mezőgazdasági és Vidékfejlesztési Hivatal és a VM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet a megfelelő engedélyekkel rendelkező gépeket, berendezéseket a gyártó, forgalmazó bejelentését követően **gépkatalógusba** foglalja össze. A gépkatalógus tartalmazza a mezőgazdasági, élelmiszeripari tevékenységekhez, valamint egyéb tevékenységekhez használatos gépeket, berendezéseket. Az adatbázisban az élelmiszeripari termelésben használatos, és támogatott gépek 23 csoportba kerültek besorolásra, a bor- és pezsgő készítés gépei, technológiái a 17. csoportban találhatók (23/2007. (IV.17.) FVM rendelet). Csak a katalógusban szereplő gépek és berendezések esetén vehetők igénybe az EU gépvásárlási támogatásai.

A katalógusban jelenleg saját gyűjtésem alapján nyolc gyártó szaturáló berendezése található meg, ezek és a világpiacon megtalálható berendezések közül fogok kettőt röviden bemutatni („Gépkatalógus használati útmutató”, 2014).

A **Carbofresh** (3. ábra) széndioxid adagolóberendezés, amely a német Technica Entwicklungsgesellschaft cég gyártmánya, több modellje is megtalálható jelenleg a gépkatalógusban. A berendezésben a CO₂ beoldásának elve lényegében szabványos injektálási alapelv (Venturi-cső). A készülék alkalmazásakor ügyelni kell a szaturált folyadék nyomásértékére, valamint a folyadékáramlás folytonosságára. A gyártó ennek okán javasolja egy puffertartály beiktatását a szaturáló berendezés és a töltőgép közé. A berendezés üzemeléséhez legalább 10 bar nyomású CO₂ gáz szükséges.

A berendezés szabályozottságig szintje nem nevezhető túl magas színvonalúnak, az elnyeletni kívánt CO₂ gáz mennyiségét manuálisan kell beállítani, ehhez a berendezésen az átfolyó folyadék és a gáz nyomásának mérése manométerek nyújtanak segítséget (Technica Entwicklungsges., 2008).



3. ábra: A Carbofresh széndioxidadagoló (forrás: „Carbofresh- Gerät. Standard”, 2014)



4. ábra: EVO 1000 gázbeoldó készülék (forrás: „EVO 100 gázbeoldó készülék...”)

Az **Evo 1000** típusú széndioxid adagoló berendezés (az olasz Parsec cég gyártmánya, 4. ábra) alkalmas CO₂ és N₂ beoldására, valamint oldott oxigén tartalom csökkentésére is. A berendezés 60 hl/h kapacitású, 0,1 és 6,0 g/l CO₂ mennyiségének beoldására alkalmas, ehhez a maximálisan alkalmazható üzemi nyomása 7 bar (EVO 1000 gépkatalógus, 2014)

2.9 A BUBICON szaturáló berendezés

A *Nicron Kft.* által fejlesztett és kivitelezett **BUBICON** (korábbi nevén CARBON₂IC FRESH) gázbeoldó berendezés család nemzetközi színvonalú technológiát képvisel a hazai borászati technológiában. A gépcsalád tagjai igen szerteágazó módon alkalmazhatóak nitrogén és széndioxid gáz beoldására, a musterjesztéstől a palackozásig. A berendezés a következő **alkalmazási lehetőségeket** kínálja:

- **oldott oxigén kioldása** borokból nitrogén gáz (0-2 g/l) kontrollált adagolásával (CO₂ adagolással azonos munkafázisban vagy önállóan külön munkafázisban) a folyóbor kezelése során;
- **széndioxid beoldása** borokba (N₂ adagolással azonos vagy külön munkafázisban);
- a borok **széndioxid frissítése**, 0-2 g/l CO₂ beoldásával;
- **gyöngyözőbor készítése** magasabb mennyiségű széndioxid bevitelével a hőmérséklet- és nyomásviszonyok figyelembe vételével.

3. táblázat: A BUBICON gázbeoldó berendezés család műszaki adata (Nicon Kft., 2014a. alapján).

Befoglaló méretek	1.0 m x 0.7 m x 1,7 m
Nettó tömeg	100-145kg
Anyag minősége (váz is):	WNr 1.4301
A berendezés csatlakozási igényei:	
bor csatlakozás	DN 50 zsinórmenetes csatlakozás DIN 11851
gáz csatlakozás	pneumatikus gyorscsatlakozók a gázok gyors rákötésére
elektromos csatlakozás:	230V, 50Hz; (kb. 80 W)
Üzemi hőmérséklet:	0-40°C
Minimális üzemi hőmérséklet	-5°C alacsony hőmérsékletű borok szaturálásnál
Megengedett maximális mosási hőmérséklet:	gőz: 105°C max. 10 perc.
A gép felállítása	kerekeken gördül, a bekötések flexibilisek
Működési körülmények	beltérben, fagymentes helyen.

A BUBICON berendezés család alapvető műszaki adatait a 3. táblázatban foglaltam össze. A berendezés méreteiből és tömegéből kitűnik, hogy a tervezők törekedtek a berendezés könnyű *mozgathatóságára*, amelyhez kerekekkel is ellátták. Az eszköz működése teljesen autonóm, nem igényel elektronikus kapcsolatot a palackozó géppel vagy termékszivattyúval, ezzel is elősegítendő a magasabb fokú mobilitást. A *higiéniai* szempontokból fontos megjegyeznünk, mivel a berendezés anyaga koracél tisztítható a szokásos CIP eljárással, forró vízzel, valamint gőzzel is sterilizálható.

A reduktív technológia kivitelezéséhez remekül alkalmazható, univerzális berendezés, amely a folyóborok kezelésétől a palackozásig segíti a kívánt késztermék minőség elnyerését és hosszú ideig tartó megővését.



5. ábra: A BUBICON gázbeoldó berendezés (forrás: Nicron Kft., 2014a.).

A könnyebb kezelhetőséget a felhasználó barát kijelző biztosítja, amelynek adatstruktúrájába tartozik:

- ✓ **boráramlás** mérése (l/h), numerikusan és folyamatjelző sávon jelezve;
- ✓ **CO₂ és N₂ gázok tömegáramlás** mérése (g/h);
- ✓ **boráramhoz rendelt gáztömeg** (CO₂ és N₂ gáz g/l termékben mérve) adagolásának valós idejű, egyenkénti vagy együttes szabályozása a boráram változásának függvényében;
- ✓ a beállított **CO₂ és N₂ gázok mért értékeinek** folyamatos kijelzése (g/h);
- ✓ **borhőmérséklet és rendszernyomás** kijelzése (°C; bar);
- ✓ a **dúsított bor mennyiségének** kijelzése (liter), tételenkénti, fajtánkénti nullázási lehetőséggel.

A készülék világszínvonalú szabályozással rendelkezik, amely révén képes a technológiai folyamat teljes körű kézbentartásra. Az adatgyűjtésre SD kártyán vagy NET-en a kijelzőn megjelenő adatokból lehetséges. Az adatok saját fejlesztésű program révén igény szerint kiértékelhetők, grafikusán megjeleníthetők.

A készülékcsalád három *teljesítménycatégoriában*, (60-180-200 hl/h) és teljesítménycatégoriánként 3 vezérlési szinten (Basic-SD-NET) került kialakításra (Nicron Kft., 2014a). A berendezéscsalád tagjai között így minden borászat megtalálja a maga számára optimális kapacitású és felszereltséggel bíró berendezést. Az egyes berendezések pontos megnevezését, teljesítményét, tömegét, MVH listaárát és MVH számát a *melléklet I. táblázatában* foglaltam össze.

A BUBICON magában hordozott potenciálját mutatja az is, hogy mára számos hazai borászatban végeztek vele *próbakezeléseket*, amelyek után a borászok elégedetten nyilatkoztak. Ez a Thummerer Pincészetben végzett kísérlet esetében is így történt, ahol az oldott oxigén szintjét csökkentették. A próbához egy rozé tételt használtak a következő paraméterek mellett: hőmérséklet: 7°C, 1,22 g/l CO₂ és 0,47 mg/l oldott oxigén-szint. A berendezéssel 1 g/l N₂-t és 0,5 g/l CO₂-t adagoltak. A 30 hl/h teljesítménnyel kezelt bor oldott oxigén-tartalmát így sikerült 0,24 mg/l-re csökkenteni, az 1,22 g/l CO₂ koncentráció fenntartása mellett (Bozzai, 2013b). Az oldott oxigén mennyiségének 2,59 g/l-ről 0,8 mg/l-re csökkentése mellett a CO₂ koncentráció 0,8 g/l-ről 1,3 g/l-re növelésével a fejtési művelet folyamán alkalmazott kezelés redukzív eljárással készült rozé esetén frissebb, gyümölcsösebb jellegű bort eredményezett (Bozzai, 2013b).

Természetesen a berendezések használatával készült borok már kereskedelmi forgalomban is kaphatóak, ilyen tétel például a Garamvári Szőlőbirtok oldott oxigén csökkentésen és széndioxid frissítésen átesett Lellei Pinot Gris, 2012 (Bozzai, 2013c). Bozzai (2013d) dr. Kállay Miklóssal készített interjújából tudhatjuk, hiánypótló berendezés a BUBICON gázbeoldó berendezés (Bozzai, 2013e).

3 Célkitűzés

A diplomamunkám elkészítése során célom volt egy új fejlesztésű, borászati technológiában alkalmazott szaturáló berendezés tanulmányozása. A Bubicon szaturáló berendezéssel különböző paraméterekkel beállított kísérleteket végeztem négy, különböző boron, majd ezt követően mértem a borokban az oldott oxigén- és széndioxid-tartalmat. A kísérletek során két mintánál az oldott oxigén mennyiségének csökkentésére irányult a kezelés, egy mintánál az oldott oxigén mennyiségének csökkentésére és széndioxid frissítésére, amíg egy minta esetében széndioxid frissítésére törekedtünk.

Arra a kérdésre kerestem a választ, hogy a szaturálás során milyen mértékben változott meg az oldott oxigén és széndioxid mennyisége az egyes kezelések esetében, és ezek milyen mértékben befolyásolták a borok érzékszervi tulajdonságait.

4 Anyag és módszer

4.1 Vizsgálati anyagok

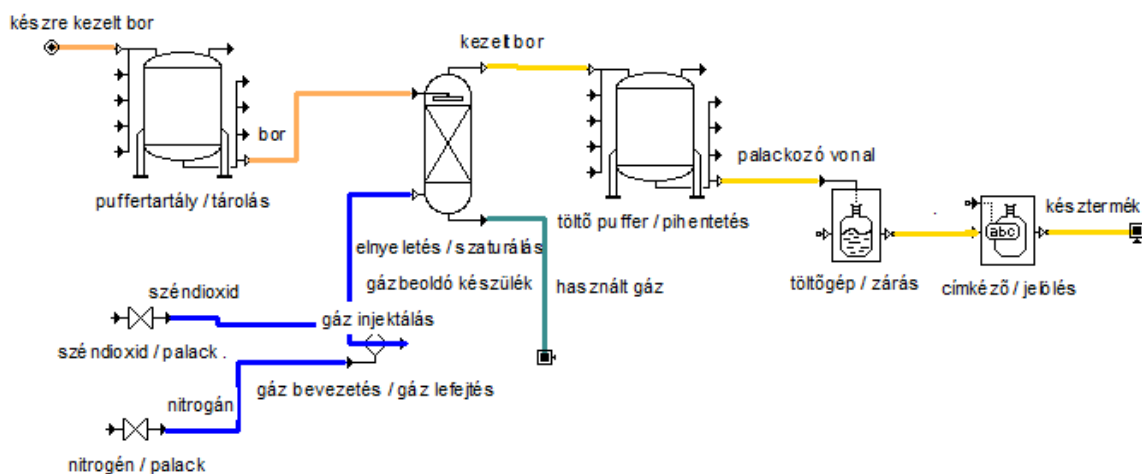
A kísérletek során összesen négy fehérbort vizsgáltam. Ezek a következők: Nyakas Pince Aligvárom 2013, Feind Borház Irsai Olivér, 2013, Daróci Nagy Szőlőbirtok és Pincészet Egri leányka, 2012 és Kaál Villa Szőlőbirtok Olasz rizling 2013. A mintákat a kísérlet és vizsgálati eredmények bemutatásához a 4. táblázatban látható módon neveztem el.

4. táblázat: A borminták rövidítése az értékeléshez.

Feind Pince, Irsai Olivér, 2013	Feind
Daróci Nagy Pincészet Egri Leányka 2012	Daróci
Kaál Villa Szőlőbirtok Olasz rizling 2013	Kaál
Nyakas: Aligvárom, 2013	Nyakas

4.2 A kezelések paraméterei

A dolgozatomban bemutatott mérésekhez és kezelésekhez a NICRON BUBICON 06 BASIC NET típusú gázbeoldó készüléket alkalmaztam, amely adatgyűjtéssel és hálózati hozzáféréssel rendelkezik. A berendezés 60 hl/l bor kezelésére alkalmas. A kísérleti elrendezés egyszerűsített technológiai folyamatábráját SuperPro Designer programmal készítettem el, ez a 6. ábrán mutatom be.



6. ábra: Az alkalmazott kezelések egyszerűsített folyamatábrája

A kezelésekhez reduktív technológiával előállított csendes fehérborokat használtam. Két minta, Daróci és Kaál, esetében az oldott oxigén mennyiségének csökkentését végeztem, amíg Nyakas esetében széndioxid frissítést hajtottam végre, végül Feind esetében az oldott oxigén mennyiségének csökkentését és széndioxid frissítést egyszerre végeztem.

A különböző kezeléseket különböző időpontokban és más-más hőmérsékleten hajtottam végre. Az egyes kísérletek különböző hőmérsékleten való beállításának oka abban rejlik, hogy az oxigén és széndioxid oldhatósága hőmérsékletfüggő, ezért kíváncsiak voltunk, hogy ez a paraméter milyen mértékben befolyásolja a végső oldott gázkoncentrációkat.

A BUBICON gázbeoldó berendezés feltöltéséhez minimum 50 l bor szükséges. Mivel a berendezés működtetéséhez egy-egy kísérlet beállításának szempontjából nagy mennyiségűnek tekinthető bor szükséges, ezért nem állt módomban a kezeléseket megismételni.

Az egyes boroknál alkalmazott kezelések megnevezését, időpontját és a minták hőmérsékletét a 5. táblázatban mutatom be.

5. táblázat: Az egyes borok kezelése, ennek időpontja és a borok hőmérséklete

Minta	kezelés megnevezése	Kezelés időpontja	hőmérséklet, °C
Feind	oldott O ₂ csökkentés és CO ₂ frissítés	2014.09.08	11
Daróci	oldott O ₂ csökkentés	2014.09.04	12
Kaál	oldott O ₂ csökkentés	2014.06.17	16,5
Nyakas	CO ₂ frissítés	2014.08.29	18

A kezelések minden esetben készrekezelt, már a kereskedelmi forgalomban palackozott tételként megtalálható borokkal történt. Az oldott O₂ csökkentését és CO₂ frissítést a Feind mintánál egy kezelési ütemben kiviteleztem.

4.3 Vizsgálati módszerek

4.3.1 Az oldott oxigén tartalom meghatározása

Az oldott oxigén mennyiségének meghatározását Oxi 340 hordozható oxigén meghatározó szettal (7. ábra) végeztem. A készletben CellOx 325 oxigénszenzor

található. A mérést megelőzően a kalibrációt a készletben található OxiCal-SL levegő kalibrációs eszközzel végeztem el. A méréseke minden esetben közvetlenül a kezelést követően végeztem az oxigénszenzor mérési útmutatójának megfelelően.



7. ábra: Oxi 340 hordozható oldott oxigén meghatározó készlet

4.3.2 A széndioxid tartalom meghatározása

A BUBICON gázbeoldó berendezésbe beépített manométerek szolgálnak a gázok mennyiségének meghatározására. A berendezés automatikusan méri és rögzíti a borhoz adagolt CO_2 és N_2 gázok mennyiségét (átfolyórendszerben, g/h), valamint méri a be-és kilépő boráram CO_2 és N_2 koncentrációját. A bor átáramoltatott mennyiségét áramlásmérővel méri, majd rögzíti az automatikus vezérlés. Emellett a bor hőmérsékletét és a nyomásviszonyokat is folyamatosan méri és rögzíti az adatrögzítő rendszer. A hőmérséklet nyomon követésére a beépített Pt1000 ellenálláshőmérő szolgál.

A beoldott CO_2 koncentrációkat, valamint a borok (tehát magának a kezelésnek is) a hőmérsékletét az adatrögzítőből nyertem ki az eredmények összegzéséhez és értékeléséhez.

4.4 Érzékszervi bírálat

Az érzékszervi bírálatot a Budapesti Corvinus Egyetem Szőlészeti és Borászati Intézet Borászati Tanszékén, 2014.10.20-án végeztük. A bírálók a Nemzetközi Borászati és Szőlészeti Szervezet (O.I.V.) és a Borászok Nemzetközi Szövetsége

(Union Internationale des Oenologues, UIOE) által közösen kialakított, *pozitív 100 pontos bírálati rendszerben* (O.I.V.-U.I.O.E.) bírálták a mintákat. Ebben a bírálati rendszerben az „eszmei tökéletes bor” minden szempontból kiváló, maximális pontot kap, amely összege 100. Az előírások szerint a bírálóbizottság létszámánál törekedni kell, hogy páratlan legkevesebb 5, legfeljebb 9 főből álljon egy-egy bizottság. A bírálat végeredményét többféle módon is megállapíthatják: így a középsőérték alapján, vagy az összes kapott pontszám számtani átlagából, vagy a két szélsőérték kizárása után számított átlaggal (Zilai, 2010; „Pozitív 100 pontos módszer...”, 2014).

A bírálatot egy ötfős képzett érzékszervi bírálópanel végezte. A bírálathoz használt bírálati lapot a *melléklet II. táblázatában* mutatom be. A mintákról a bírálók csupán az adott minta évjáratát kapták meg információként, arról, hogy milyen kezelésen estek át a minták, nem kaptak a panel tagjai felvilágosítást. Az első minta értékelését és az erre adott pontszámot közösen megbeszélték a bírálók, majd ezt követően a többi mintát egymástól függetlenül bírálták. A bírálatok kiértékelésekor a kapott összes pontszámokat az egyes bírálók által adott pontszámainak átlagából számítottam. A minták bírálati sorrendjének összeállításakor véletlenszerűen döntöttem el a minták sorrendjét. Ezt az 6. *táblázatban* mutatom be.

6. táblázat: A minták érzékszervi bírálatának sorrendje

Sorszám:	Minta:
1.	Nyakas, kezelt
2.	Feind, kontroll
3.	Feind, kezelt
4.	Nyakas, kontroll
5.	Kaál, kontroll
6.	Kaál, kezelt
7.	Daróci, kontroll
8.	Daróci, kezelt

4.5 Az érzékszervi bírálat statisztikai értékelése

Az érzékszervi bírálat eredményeinek értékeléséhez IBM SPSS Statistics, statisztikai szoftvert alkalmaztam. A kontroll és kezelt minták érzékszervi bírálatra

kapott összes pontszámainak várható értékére Student-féle páros t-próbát és egy tényezős variancia analízist (egytényezős ANOVA) alkalmaztam.

A **páros t-próba** olyan két adatsor várható értékeinek vizsgálatára alkalmazzuk, amelyek nem függetlenek egymástól, sőt épp ellenkezőleg: valamilyen szempont szerint elemeik párosíthatóak. Fontos megjegyeznünk, hogy a párosítható minták elemszáma meg kell, hogy egyezzen és a mintaelemek sorrendje sem tetszőleges (Harmos és Ladányi, 2005). Esetemben az egyes kezelt és kontroll minták érzékszervi bírálatra adott összesített pontszámainak átlagát párosítottam egymással. A próba során arra kerestem a választ, hogy a két, nem független minta alapján elfogadható-e az a feltételezésünk, hogy a vizsgált két alapsokaság várható értéke megegyezik?

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = \mu_0 = 0 \quad (5.)$$

Tehát a nullhipotézis (5. *egyenlet*) azt feltételezi, hogy az érzékszervi bírálatra adott pontszámok az egyes boroknál a kezelés nem befolyásolja. Ezzel szemben a kétoldali ellenhipotézis (6. *egyenlet*) azt állítja, hogy van statisztikailag alátámasztott szignifikáns különbség a várható értékek között (vagyis a kapott összes pontszámban).

$$H_A: \mu_1 - \mu_2 \neq \mu_0 = 0 \quad (6.)$$

A statisztika elvégzéséhez feltételeztem, hogy a minták különbsége normális eloszlású. Az elsőfajú hibát, $\alpha_1=0,05$ -re, majd $\alpha_2=0,01$ -re választottam. Amennyiben a szignifikancia szint nagyobb, mint α elsőfajú hiba ($SL>\alpha$) az azt jelenti, hogy a próbastatisztika mintából számított értéke nem esik bele a kritikus tartományba, vagyis $1-\alpha$ megbízhatósági szinten elfogadjuk H_0 hipotézist.

Az **egytényezős (egy szempontú) varianciaanalízist** szintén az IBM SPSS Statistics programban végeztem. Azt vizsgáltam, hogy az egyes borminták esetében elfogadható-e az a feltételezés, hogy a minták érzékszervi bírálatra kapott összes pontszáma (várható értéke) statisztikailag azonosnak tekinthető-e.

A nullhipotézis H_0 (5. *egyenlet*) azt mondja ki, hogy a kezelésnek nincs szignifikáns hatása a bírálat során kapott pontszámokra, azaz a várható értékük megegyezik. A mintaátlagtól való eltérése a várható értéknek csupán a véletlennek tulajdonítható. H_A ellenhipotézis (6. *egyenlet*) ezzel szemben azt mondja ki, hogy van köztük legalább két nem egyenlő, vagyis legalább az egyik esetben a kezelés olyan

hatást eredményez, amely már nem a véletlennek tudható be (Harmos és Ladányi, 2005).

A statisztika elvégzéséhez ebben az esetben is feltételeztem a normális eloszlást, illetve az azonos szórást. Az elsőfajú hibát szintén, $\alpha_1=0,05$ -re, ezt követően $\alpha_2=0,01$ -re választottam. A kisebb elsőfajú hiba, α_2 szigorúbb feltételeket támaszt a H_0 hipotézis vizsgálatához. Amennyiben a szignifikanciaszint (SL; sig.) nagyobb, mint az elsőfajú hiba, α akkor $1-\alpha$ megbízhatósági szinten elfogadjuk a H_0 hipotézist. Tehát azt feltételezzük, hogy az érzékszervi bírálat eredményei statisztikailag nem különböznek szignifikánsan egymástól.

5 Eredmények és értékelésük

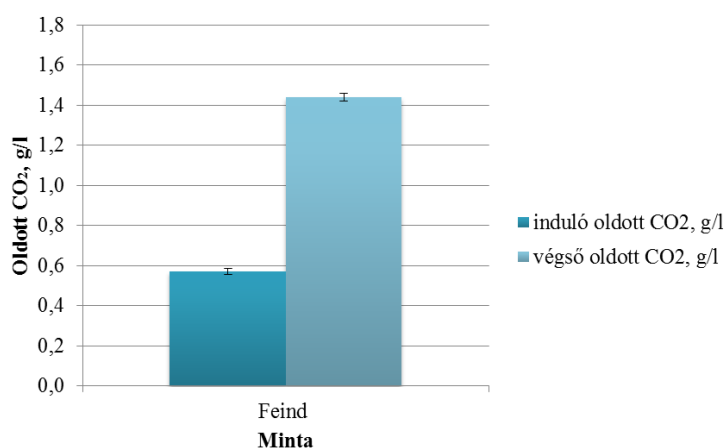
5.1 Az egyes kezelések hatása az oldott gázok mennyiségére

Mivel a BUBICON gázbeoldó készülékkel különböző kezeléseket végeztem, ezért célszerűnek találom a dolgozatban az egyes kezelések összehasonlítása helyett a különböző célú kezelések külön-külön történő értékelését és az érzékszervi bírálat eredményeivel való egybevetését.

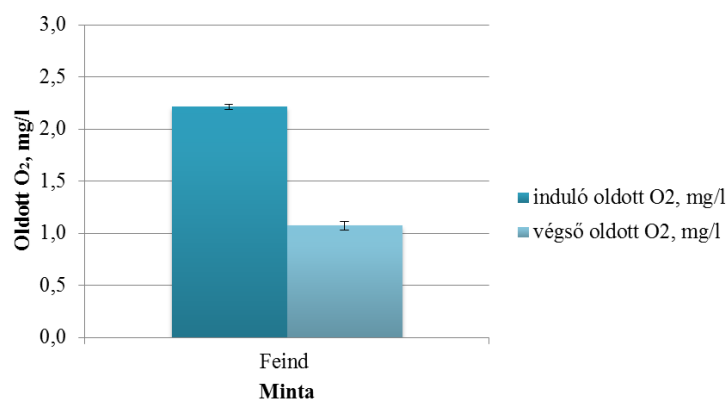
5.1.1 Oldott O₂ csökkentés és CO₂ frissítés eredménye a gázösszetételre

A Feind Pince 2013-as évjáratú Irsai Olivér bormintájának kezelésekor az oldott oxigén mennyiségének csökkentése és a borba frissítés céljából CO₂ gáz bevitele volt a cél. A 8. ábrán láthatjuk, hogy mintegy 0,85 g/l CO₂ gázt sikerült elnyelelni a kezelés során a borral, így több mint duplájára növeltem az oldott széndioxid mennyiségét. Az oldott oxigén mennyiségét eközben felére sikerült csökkenteni (9. ábra).

A mérési eredményekből látható, a kezelés ebből a szempontból sikeresnek bizonyult, tehát megállapítható, hogy a BUBICON gázbeoldó készülék egy kezelési ütem alatt képes mind az oldott oxigén tartalmának csökkentésére, mind széndioxid beoldására. A kezelés megfelelő hatásfokához alacsony hőmérsékletre is szükség van, ezért ezt a kezelést végeztem a legkisebb hőmérsékleten (11°C-on).



8. ábra: Az oldott széndioxid mennyiségének változása a kezelés hatására



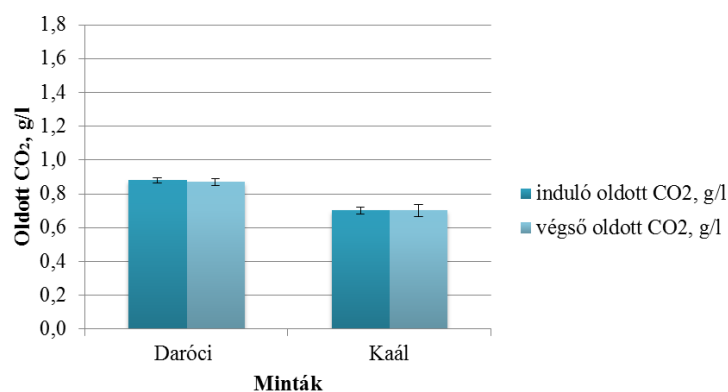
9. ábra: Az oldott oxigén mennyiségének változása az alkalmazott kezelés hatására

5.1.2 Oldott O₂ csökkentés eredménye a gázösszetételre

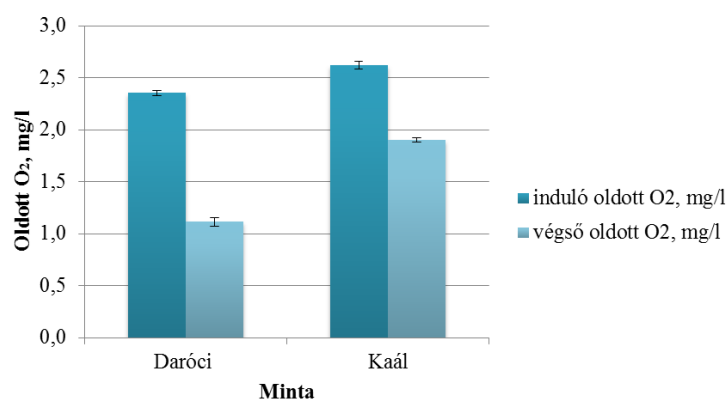
Az oldott oxigén mennyiségének csökkentését két bor (Daróci Nagy Pincészet Egri Leányka 2012 és Kaál Villa Szőlőbirtok Olasz rizling 2013) esetében is vizsgáltam. A 10. ábrán láthatjuk, hogy mind két esetben a széndioxid tartalom viszonylag alacsony, amely a kezelés hatására nem is változott.

A 11. ábrán látható oldott oxigén mennyisége a kezelés céljának megfelelően csökkent mindkét minta esetében. Megállapíthatjuk azt is, hogy ugyan egyik esetben sem változott a CO₂ mennyisége, ellenben más-más borhőmérsékleteken történt a kezelés (Daróci: 12°C, Kaál: 16,5°C). A kísérlet a hőmérséklet szempontjából az irodalmi adatoknak megfelelő jelenséget mutat, vagyis minél kisebb a hőmérséklet, annál jobban oldódnak az egyes gázok a borban, így az alkalmazott N₂ gáz jobban „kimosta” az oldott oxigént a kisebb hőmérsékleten.

Természetesen meg kell jegyeznem, a különböző bor összetétel is befolyásolja a gázok oldhatóságát, ezért ezt is szem előtt kell tartanunk a következtetések levonásakor.



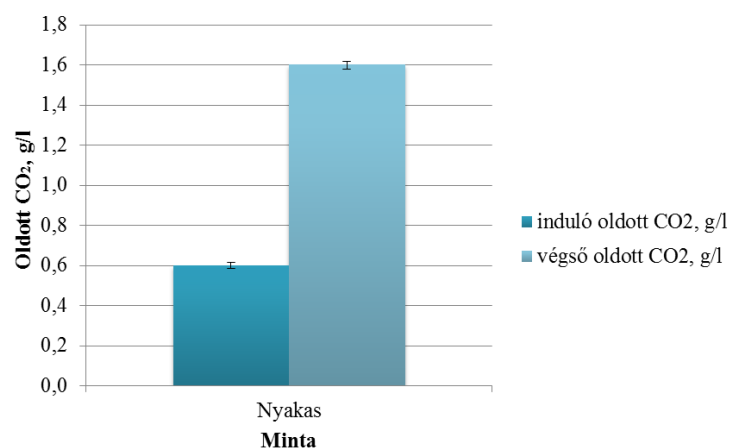
10. ábra: Az oldott széndioxid mennyiségének változása a kezelés hatására



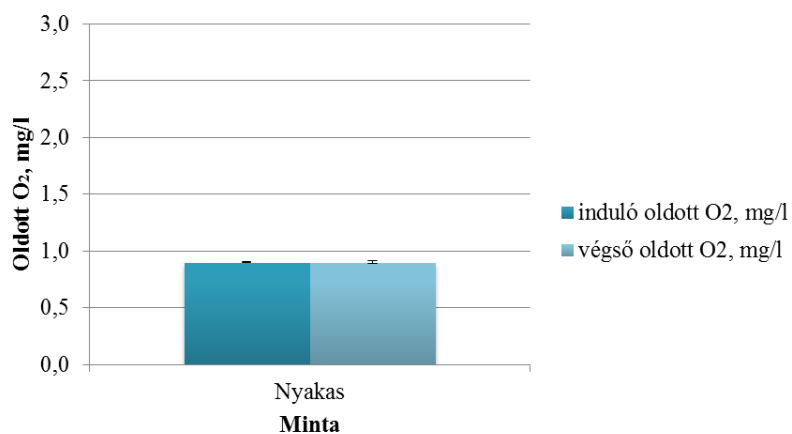
11. ábra: Az oldott oxigén mennyiségének változása a kezelés hatására

5.1.3 CO₂ frissítés eredménye a gázösszetételre

A Nyakas Pincészet Aligvárom 2013 évjáratú borán széndioxid frissítést végeztem 18°C borhőmérséklet megválasztásával. Minél nagyobb a hőmérséklet, annál kevesebb CO₂ oldódik a borban. Annak ellenére, hogy ezen kezelés során volt az alkalmazott hőmérséklet a legnagyobb, kereken 1 g/l-rel sikerült megnövelni az oldott széndioxid mennyiségét a borban (12. ábra). Az oldott oxigén mennyiségére nem volt hatással a széndioxid frissítés, amelyet a 13. ábrán mutatok be.



12. ábra: Az oldott széndioxid mennyiségének változása a kezelés hatására

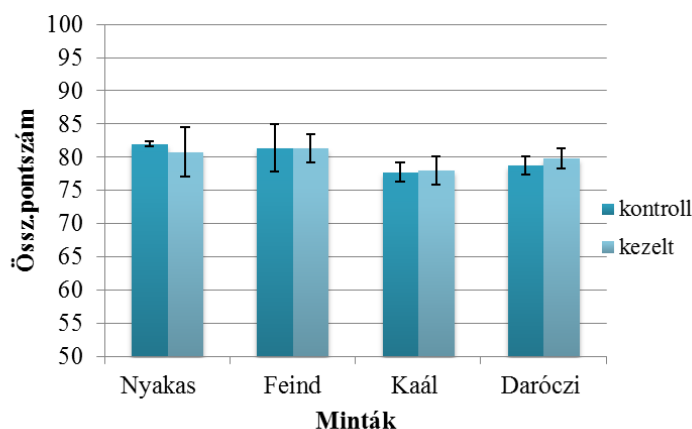


13. ábra: Az oldott oxigén mennyiségének változása az alkalmazott kezelés hatására

5.2 Érzékszervi bírálat

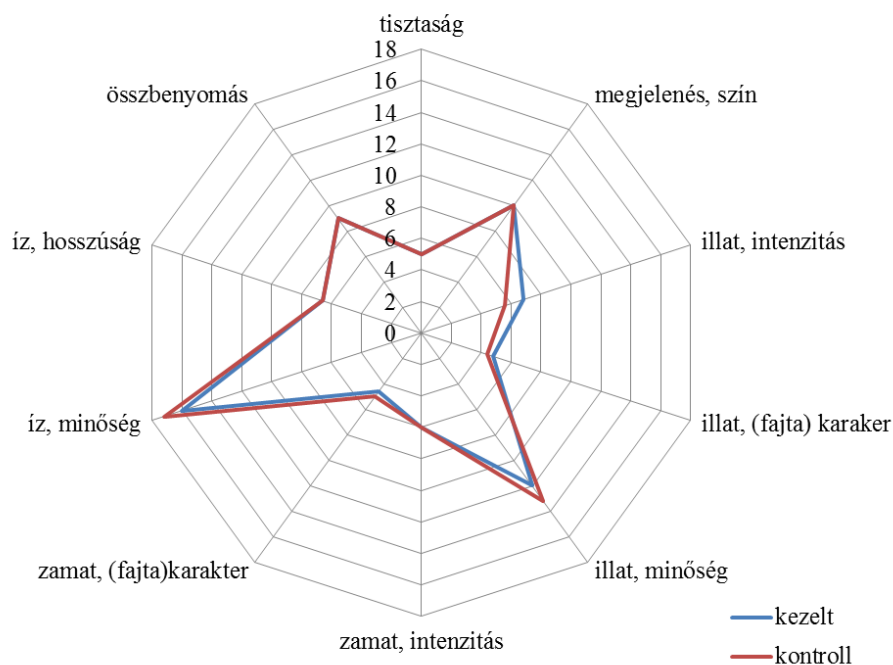
Az érzékszervi bírálatra adott összpontszámokat a 14. ábrám mutatom be. Látható, hogy a Nyakas Aligvárom 2013 minta esetében a kezeletlen (kontroll) minta kapott a bizottságtól nagyobb pontszámot, tehát a széndioxid frissítés a minta esetében nem javította az érzékszervi tulajdonságokat a bírálatunk alapján. A Feind Pince Irsai Olivér 2013 és Kaál Villa Szőlőbirtok Olasz rizling 2013 minták esetében a bizottság nem fedezett fel lényeges érzékszervi különbséget a kezelt és kezeletlen minták között.

A Daróci Nagy Pincészet Egri Leányka 2012 tételnél azonban azt mutatja a bírálat eredménye, hogy az oldott oxigén mennyiségének csökkentése pozitív hatással volt a termék érzékszervi tulajdonságaira.

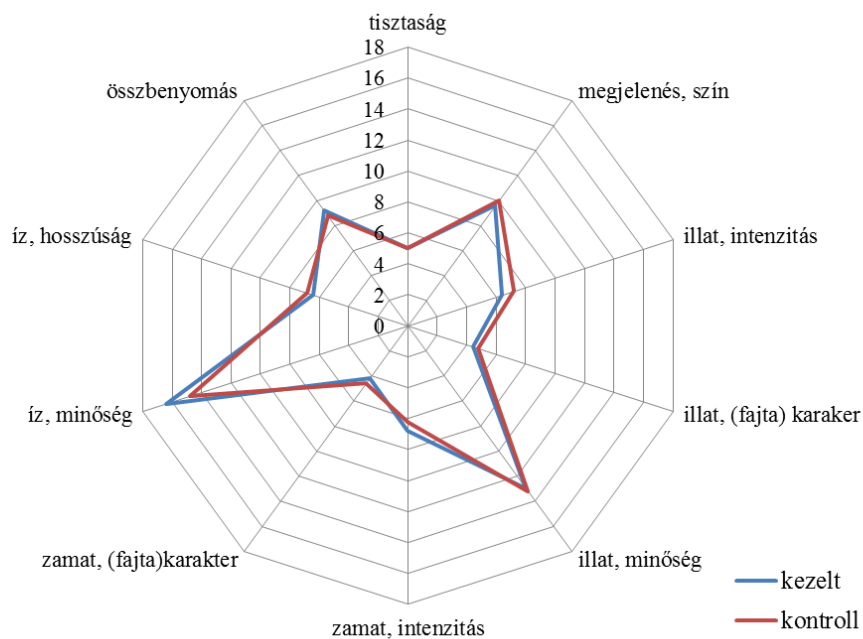


14. ábra: Az érzékszervi bírálat összesített pontszámai

Az összpontszám eredményével összhangban a 15. ábrán láthatjuk, hogy az egyes bírálati szempontok külön-külön sem mutatnak lényeges eltérést a Nyakas Aligvárom 2013 mintánál. A CO₂ frissítésen átesett kezelt minta csupán az illat intenzitásában kapott jobb értékelést a kontroll mintához viszonyítva. Megállapítható az is, hogy a bírálók a kezeletlen bor illat minőségét, fajtakarakteres zamatát és ízminőségét jobbnak találták.



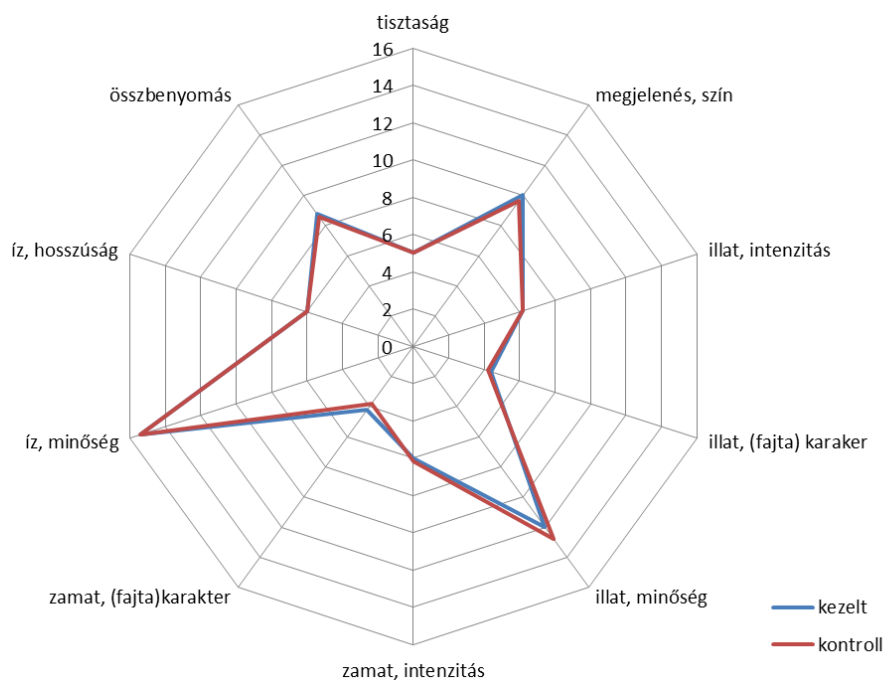
15. ábra: A Nyakas Aligvárom 2013 minta érzékszervi bírálata



16. ábra: A Feind Pince Irsai Olivér 2013 érzékszervi bírálata

A Feind Pince Irsai Olivér 2013 esetében a bírálók az oldott oxigén csökkentésén és széndioxid frissítésén átesett minta íz minőségét és zamat intenzitását jobbnak ítélték a kezeletlen borhoz képest (16. ábra). Azonban ez a bírálatra kapott összpontszám tükrében nem mutatkozik meg.

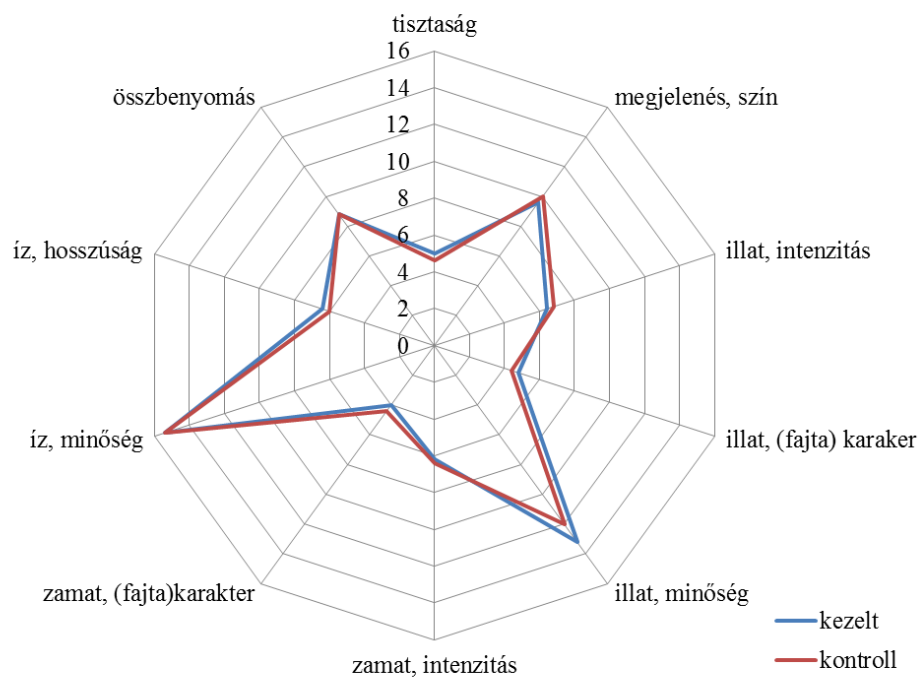
Az oldott oxigén mennyiségének csökkentése a Kaál Villa Szőlőbirtok Olasz rizling 2013 nem eredményezett a bírálatunk alapján lényeges érzékszervi változást (17. ábra).



17. ábra: A Kaál Villa Szőlőbirtok Olasz rizling 2013 érzékszervi bírálata

A legnagyobb érzékszervi különbségeket a Daróci-Nagy Egri leányka 2012 minták mutatták (18. ábra), amely esetében az oldott oxigén mennyiségét csökkentettem a BUBICCON gázbeoldó készülék segítségével. A kezelt minta mind az illat karakterében és minőségében, mind az íz hosszúságában jobban tetszett a bírálók számára. Sőt, a kezelt mintát tisztábbnak ítélték meg a bírálók.

A szakértői panel által végzett érzékszervi bírálat eredményei nem teljes mértékben tükrözik a várt eredményeket, ellenben az ugyanezen mintákkal a fogyasztókkal végzett preferencia vizsgálat más végeredményt adott. A képzetlen bírálóknak a mintapárokat úgy kellett értékelniük, hogy nem tudták, milyen kezeléson estek át és a mintapár tagjai közül melyik a kezelt és kezeletlen. A kísérlet eredményei azt mutatták, hogy a fogyasztók, néhány kivételtől eltekintve, jobban kedvelik a kezeléseken átesett mintákat (Nicron Kft., 2014d).



18. ábra: A Daróczi-Nagy Egri leányka 2012 érzékszervi bírálata

5.3 Az érzékszervi bírálat statisztikai értékelése

Az érzékszervi bírálat során mutatkozó igen kis különbségek csupán a bírálat eredményeiből készült diagramokat vizsgálva nem engedik eldönteni, hogy ezek vajon statisztikailag szignifikánsak bizonyulnak-e. Ennek megválaszolására statisztikai analíziseket végeztem.

7. táblázat: Az egytényezős ANOVA eredménye ($\alpha=0,05$ és $\alpha=0,01$ esetére).

ANOVA					
össz.pont					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
csoportok között	94,400	7	13,486	,650	0,711
csoporton belül	663,600	32	20,738		
összesen	758,000	39			

Az egyváltozós varianciaanalízis (egy tényezős, vagy one way ANOVA) eredménye azt mutatja, hogy a bírálat során kapott összes pontszám statisztikailag sem különbözik a kezelés hatására. Az első fajú hiba, $\alpha_1=0,05$ és $\alpha_2=0,01$ alkalmazásával sem adott a próba statisztikailag szignifikáns különbséget. Ebből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy egyik kezelés sem hatott az érzékszervi tulajdonságokra. A statisztika eredményét a 7. táblázatban foglaltam össze, míg a statisztika többi adatát a melléklet V. és VI. táblázatában közlöm.

Az egyes kontroll és kezelt minták összehasonlítására páros *t*-próbát alkalmaztam, amely az ANOVÁ-val globálisan vizsgált eredményekkel szemben páronként hasonlítja össze statisztikai szempontból az eredményeket. A statisztikai értékelést 95%-os, majd 99%-os konfidencia intervallum alkalmazásával is elvégeztem az IBM SPSS statisztikai programban. Előbbi eredményét a 8. táblázat, míg utóbbi eredményét a 9. táblázatban mutatom be, a statisztika alapadatait és a minták korrelációjára vonatkozó adatokat a melléklet III. és IV. táblázata mutatja, mivel ezek az eredmények mindkét konfidencia intervallum esetén megegyeznek, ezért csupán egyszer szerepelnek.

8. táblázat: A páros *t*-próba eredménye az egyes minták esetében 95% konfidencia intervallum esetén.

Páros t-próba		pár 1	pár 2 2	pár 3 3	pár 4 4
Párok közötti különbségek		Nyakas	Feind	Kaál	Daróczi
Mean		-1,2	0	0,2	1
Std. Deviation		6,79706	4,41588	1,78885	1,58114
Std. Error Mean		3,03974	1,97484	0,8	0,70711
95% -os konfidencia intervallum	Lower	-9,63966	-5,48304	-2,02116	-0,96324
	Upper	7,23966	5,48304	2,42116	2,96324
t		-0,395	0	0,25	1,414
df		4	4	4	4
Sig. (2-tailed)		0,713	1	0,815	0,23

Mivel minden mintapár esetében a szignifikancia szint (sig. level, LV; a táblázatokban „Sig” rövidítéssel jelölve) magasabb, mint az adott konfidencia

intervallum esetén megadott elsőfajú hiba (α). Ezért nem csak az „enyhébb” 95%-os konfidencia intervallum esetén kell elfogadnom H_0 hipotézist, hanem a szigorúbb, 99%-os konfidencia intervallum esetén is.

Tehát a nullhipotézis H_0 állítását kell elfogadnom miszerint nincs statisztikailag alátámasztott szignifikáns különbség az egyes kezelt és kezeletlen mintapárok érzékszervi bírálatra kapott összes pontszámában.

9. táblázat: A páros t-próba eredménye az egyes minták esetében 99% konfidencia intervallum esetén.

Páros t-próba		pár 1	pár 2 2	pár 3 3	pár 4 4
Párok közötti különbségek		Nyakas	Feind	Kaál	Daróczi
Mean		-1,2	0	0,2	1
Std. Deviation		6,79706	4,41588	1,78885	1,58114
Std. Error Mean		3,03974	1,97484	0,8	0,70711
95% -os konfidencia intervallum	Lower	-15,1952	-9,09236	-3,48328	-2,25559
	Upper	12,79524	9,09236	3,88328	4,25559
t		-0,395	0	0,25	1,414
df		4	4	4	4
Sig. (2-tailed)		0,713	1	0,815	0,23

6 Összefoglalás

A borászat, mint az élelmiszer előállítás valamennyi ágazata, egyre újabb fogyasztói igényekkel szembesül. A borászati technológia ennek okán folyamatos alap- és alkalmazott kutatásokat, ezekből pedig iparilag alkalmazott fejlesztéseket igényel. Az egyes innovációk iránti igény ebből a megfontolásból nem csak a gépgyártók, de a borászati üzemek oldaláról is mutatkozik.

A fogyasztók igényeinek kielégítése, a kiváló érzékszervi minőségű, de árában nem túl magas kategóriájú reduktív technológiával előállított borok iránt kihívás elé állítja a bortermelőket. A reduktív technológia a mai fogyasztók által keresett üde, friss és gyümölcsös jellegű borok előállítását hivatott biztosítani. Az ilyen késztermékhez elengedhetetlen a megfelelően alkalmazott, szabályozott és ellenőrzött borászati technológia. Ennek kapcsán említhetjük meg a különböző (védő)gázok tudatos és célzott alkalmazását, amelyhez azonban megfelelően szabályozható bevitel szükségeltetik.

A Nicron Kft. által gyártott és forgalmazott BUBICON gépcsalád tagjai a fentebb említett technológiai folyamatok megvalósítására tervezett gázbeoldó berendezések. Az újonnan hazai kereskedelmi forgalomba hozott gépcsalád nemzetközi színvonalú technológiát biztosít a hazai borászati feldolgozásban.

A BUBICON gázbeoldó berendezések szabályozott körülmények között (hőmérséklet és nyomás) képesek a csendes borok esetében széndioxiddal történő frissítés, illetve oldott oxigén tartalom csökkentésére. A szénsavtartalmú borok közül gyöngyözőbor előállítására, tehát nagyobb mennyiségű széndioxid szaturálására (elnyeletésére) is alkalmas berendezések.

Diplomamunkámban a BUBICON gázbeoldó berendezés egyes alkalmazási lehetőségeit vizsgáltam. Különböző bormintáknál végeztem széndioxidos frissítést; oldott oxigén csökkentést; valamint széndioxid frissítést az oldott oxigén tartalom csökkentésével egyszerre, egy munkaütemben. Az egyes mintáknál más és más borhőmérsékletet választottam, hiszen a gázok oldhatósága hőmérséklet függő.

A kezelt és kezeletlen borokban mértem az oldott CO₂ és O₂ koncentrációt. A mintákat érzékszervi bírálaton értékeltem, a pozitív százpontos bírálati rendszer alkalmazásával. A bírálat eredményeit statisztikai értékelésnek vetettem alá.

Az egyes kezelések céljából kitűzött gáztartalom-változtatások a mérési eredmények alapján megvalósultak az egyes borokban. Ellenben a szakértői panel által elvégzett érzékszervi bírálat eredményei nem tükrözik teljes mértékben a szakirodalomban emlegetett pozitív változásokat az egyes érzékszervi paraméterekben. Sőt a bírálat statisztikai értékelése során arra a megállapításra jutottam, hogy a kezelésnek nem volt szignifikáns hatása egyik kezelt mintámnál sem.

Igaz, az érzékszervi bírálatra kapott eredményeim nem mutatják a BUBICON gázbeoldó berendezés alkalmazásának pozitív hatásait az érzékszervi paraméterekre, de alkalmazása technológiailag mindenféleképpen előnyös volt. A kezelés ugyanis az oxigén gáz kioldásával (kiűzésével) és/vagy széndioxid adagolásával hozzájárul a borok hosszabb eltarthatósági idejének biztosításához.

A BUBICON gázbeoldó berendezések már megvalósult ipari alkalmazásán túl a kísérletek folytatását is rendkívül fontosnak tartom, mivel még számos kutatási lehetőség mutatkozik a különböző gázok borminőségre gyakorolt hatásának vizsgálatára. Gondolok itt például más szőlőfajták borainak kezelésére, a gázok oldhatóságának hőmérséklet és nyomás viszonyainak további vizsgálatára a különböző összetételű boroknál.

Feltételezéseim szerint a berendezés esetlegesen alkalmas lehet ismert mennyiségű oxigén beoldására is, így vörösborok mikro-oxigénezésére is irányulhatnak vele további kísérletek. Mivel a borászati technológia több műveletével is összeköthető a berendezés alkalmazása (pl. fejtés, palackozás) ezek hosszú távú hatását érdemes megvizsgálni.

Felhasznált irodalom

Könyvek és cikkek:

- 1) Autret, G. et al. 2005. Use of magnetic resonance spectroscopy for the investigation of the CO₂ dissolved in champagne and sparkling wines: a nondestructive and unintrusive method. *Analytica Chimica Acta* 535. 73-78.
- 2) BacsKay Cs. 2010. Borászati és üdítő-ipari gépek II. FVM Vidékfejlesztési, Képzési és Szaktanácsadási Intézet, Budapest. 40-63.
- 3) Bidan, P. et al. 1985. Les Vins Mousseux. Az O.I.V. 66. közgyűlés anyaga, Párizs. 46-47.
- 4) Bird, J. 2012. Science for engineering. Routledge, New York. 263-264.
- 5) Bozzai Zs. 2013a. Buborék a borban. BOR és PIAC 13 (3-4): 20-21.
- 6) Bozzai Zs. 2013b. A CARBON₂IC FRESH automatizált változata. BOR és PIAC, 13. (5-6): 20-21.
- 7) Bozzai Zs. 2013c. Gyöngyözőbor-készítés a CARBON₂IC FRESH-sel. BOR és PIAC, 13 (7-8): 10-11.
- 8) Bozzai Zs. 2013d. Csúcstermék csúcstechnológiával... BOR és PIAC, 13 (9-10): 24-25.
- 9) Bozzai Zs. 2013e. Csúcstermék csúcstechnológiával. BOR és PIAC, 13 (11-12): 16-17.
- 10) Böröczki B. 1996. Pezsgők CO₂-tartalmának meghatározási módszerei. Diplomamunka. Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem, Budapest. 70-72.
- 11) Buxaderas, S. és López-Tamames, E. 2010. Managing the quality of sparkling wines. In: Reynolds, A. G. (szerk.) Managing wine quality, Volume 2: Oenology and wine quality. Woodhead Publishing Limited, Cambridge. 553-588.
- 12) du Toit, W. J. 2010. Micro-oxygenation, oak alternatives and added tannins and wine quality. In: Reynolds, A. G. (szerk.) Managing wine quality, Volume 2: Oenology and wine quality. Woodhead Publishing Limited, Cambridge. 226-254.
- 13) Eperjesi I. 2010. Borászati technológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- 14) Ferenczi S. 1966. A szőlő a must és a bor kémiaja. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 192.
- 15) Fonyó Zs., Fábry Gy. 2004. Vegyipari művelettani alapismeretek. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 565-596.

- 16) Gomes, M. T. et al., 1996. The utilisation of a piezoelectric quartz crystal for measuring carbon dioxide in wine. *Analytica Chimica Acta* 327. 95-100.
- 17) Gómez-Plaza, E. és Cano-López, M. 2011. A review on micro-oxygenation of red wines: Claims, benefits and the underlying chemistry. *Food Chemistry* 125 1131-1140.
- 18) Hajdu I.-né (szerk.) 2004. Bormarketing. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- 19) Hajdu I.-né (szerk.) 2005. Borpiac. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- 20) Harmos Zs., Ladányi M. 2005. Biometria agrártudományi alkalmazásokkal. Aula Kiadó, Budapesti CORVINUS Egyetem, Budapest. 160-175; 179-238.
- 21) Jackson, R. S. 2014. Wine Science. Elsevier Inc, USA. 703-721.
- 22) Janky F. és Kállay M. 2011. Illatos fehér borok készítése. Szőlőtermesztési-borászati praktikum. XVI. (4): 22-23.
- 23) Janky F., Kállay M. és Felföldi Z. 2007. Újdonságok a fehér borok készítésében. Borászati füzetek. 17. (3): 9-17.
- 24) Kállay M. 2010. Borászati kémia. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 152-192.
- 25) Kállay M., Ticozzelli, P. és Szövényi E. 2001. A mikro-oxidáció alkalmazása a modern borkészítési technológiákban. Borászati füzetek 11. (5): 5-7.
- 26) Kellner M. 1992. A pezsgők kötött CO₂ tartalma. Diplomamunka. Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem, Budapest.
- 27) Kolozsvári Gy., Kovácsné Felkai É. 2011. Műszaki higiénia az élelmiszeriparban. Magyar Mérnöki Kamara, Agrár Tagozat. Budapest.
- 28) Lengyel B., Proszt J. és Szarvas P. 1960. Általános és szervetlen kémia. Tankönyvkiadó, Budapest. 318-319; 353-354; 425-433.
- 29) Linares, P. et al 1989. Simultaneous determination of carbon dioxide and sulphur dioxide in wine by gas-diffusion/flowinjection analysis. *Analytica Chimica Acta*, 225 443-448.
- 30) Marchal, R., Waters, E. J. 2010. New directions in stabilization, clarification and fining of white wines. In: Reynolds, A. G. (szerk.) Managing wine quality, Volume 2: Oenology and wine quality. Woodhead Publishing Limited, Cambridge. 209-214.
- 31) Márkus P. 2009. Borászati és üdítőital-ipari technológia II. FVM Vidékfejlesztési, Képzési és Szaktanácsadási Intézet, Budapest. 60-63.
- 32) Mercz Á. 1985: Borászati műszaki ismeretek. Oktatási segédlet. 66-67.

- 33) Mercz Á. 1991. Borászati gépek III. Élelmiszer-ipari szakközépiskolák tankönyve, Budapest. 13-34.
- 34) Mercz Á., Kádár Gy. 1998. Borászati kislexikon. Második kiadás. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- 35) Moreno-Arribas, M. V. és Polo, M. C., 2009. (szerk.) Wine Chemistry and Biochemistry, Springer Science+Business Media, LLC, New York. 161-230.
- 36) Nagy J. 1996. Általános és szervetlenkémia II. Műegyetemi Kiadó, Budapest. 50-52; 75-79.
- 37) Nicron Kft. 2014a. BUBICON gázbeoldó berendezés család - Hazai fejlesztés, hazai kivitelezés, nemzetközi technológiai színvonal. Termékbemutató brosúra.
- 38) Nicron Kft. 2014b. Széndioxid tartalom meghatározó mérőeszköz használati útmutatója.
- 39) Nicron Kft. 2014c. Szponzorált cikkek. BOR és PIAC, 14 (7-8) 6-9; 32-37.
- 40) Nicron Kft. 2014d. Szponzorált cikk. BOR és PIAC, 14 (9-10) 32-33.
- 41) Nyitrai Sárdy D. 2014. Tények, érvek és félelmek a gázok használatában. Előadásanyag, II. Nicron szakmai nap, 2014.11.26.
- 42) Pásti Gy. 2002. Kékszőlő-feldolgozási technológiák elemzése a minőségi vörösborkészítés függvényében. Doktori (PhD) értekezés, Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Doktori Iskola. 10-11.
- 43) Percival, S. S., Talcott, S. L. 2003. Wines/Dietary Importance. In: Cabellero, B. (szerk.) Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition. Academic Press, Maryland, USA. 6211.
- 44) Simon I. 1980: Szénsavas üdítőitalok. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- 45) Szabó Z., Csury I. és Hidegkuti Gy. 1987. Élelmiszeripari műveletek és gépek. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 347; 363-393.
- 46) Technica Entwicklungsges. mbH & Co.KG. 2008. Carbofresh de luxe. Bedienungsanleitung.
- 47) Troost, G. 1988. Technologie des Weines. Ulmer, Stuttgart. 82-83; 245;
- 48) Zilai Z. 2010. A bor érzékszervi bírálata és fogyasztása. In: Eperjesi I. Borászati technológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 285-287.

Szoftverek:

- 49) IBM SPSS Statistics, 20.0, IBM, USA.
- 50) SuperPro Designer 8.0 Intelligen, Inc. New Jersey USA.

Törvényi szabályozások, előírások és szabványok:

- 51) 114/2013. (IV. 16.) kormányrendelet 3. melléklet
http://hungarikum.kormany.hu/download/9/27/90000/szikv%C3%ADz_javaslat.pdf (2014.12.06)
- 52) 1234/2007 EK rendelet <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2007R1234:20100501:HU:PDF> (2014.09.22)
- 53) 127/2009. (IX. 29.) FVM rendelet
http://www.hnt.hu/docs/jogszabalyok/127_2009_2013.08.01.pdf
(2014.09.23)
- 54) 1308/2013 EK rendelet VII. melléklet II. rész
<http://tudas.nak.hu/hu/dokumentumtar/szolgalattasok/621-1308-2013-eu-kozos-piacszervezes-rendelet/file> (2014.10.07)
- 55) 2008. évi XLVI törvény az élelmiszerláncról és hatósági felügyeletéről
http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A0800046.TV (2014. 12.03)
- 56) 23/2007. (IV.17.) FVM rendelet az Európai Mezőgazdasági Vidékfejlesztési Alap társfinanszírozásában megvalósuló támogatások igénybevételének általános szabályairól
http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=a0700023.fvm (2014.12.02)
- 57) MSZ 8761-9:1995 Sör. A széndioxid tartalom meghatározása.
- 58) O.I.V. 1978. Recueil des méthodes internationales d'Analyse des vins. Office International De La Vigne Et Duvil 312-320.
- 59) O.I.V. 1990. Recueil des méthodes internationales d'Analyse des vins. Office International De La Vigne Et Duvil 279-282.

Internet hivatkozások:

- 60) Bubérok a borban. CARBN₂IC FRESH 2013.
<http://www.nicron.hu/letoltesek/akcio/borespiac201312szam.pdf>
(2014.10.26)
- 61) Carbofresh- Gerät. Standard. 2014. <http://www.gwein.de/carbofresh-gerat-standard.html> (2014.12.08)
- 62) Die Kalte Ente- das Sommergetränk. 2014. <http://kalteente.com/>
(2014.12.08)

- 63) Első alkalommal versengtek a magyar gyöngyözőborok Villányban. 2014.
<http://www.bama.hu/baranya/kozelet/első-alkalommal-versengtek-a-magyar-gyongyozoborok-villanyban-563648> (2014.12.10)
- 64) EVO 1000 gázbeoldó készülék gépkatalógus
<http://www.parsecsrl.net/it/PdfFrame.asp?pdfUrl=http://www.parsecsrl.net/it/pdf/evo1000.pdf> (2014.12.11)
- 65) EVO 1000. 2014. <http://www.parsecsrl.net/it/Evo1000.asp> (2014.12.11)
- 66) Gépkatalógus használati útmutató. 2014.
http://www.mvh.gov.hu/portal/MVHPortal/default/mainmenu/alkalmazasok/gepkatalogus/gepkatalogus_20091204_1007653 (2014.12.03)
- 67) Gyöngyözőborokat teszteltünk, 2014.
<http://www.borespiac.hu/borpiac/dijak/Gyongyozoborokat-teszteltunk/1708/>
(2014.12.10)
- 68) Marthné Schill J., Szerényi V. 2013. Élelmiszeripari gépek, berendezések higiéniai kérdései. HUNGALIMENTARIA 2013 (előadás)
http://www.hungalimentaria.hu/Portals/0/doksik/2013eloadasok/0416kedd/Marthne_Elelmiszeripari%20gepek,%20berendezesek%20higieniai.pdf
(2014.12.01)
- 69) Nagy Á.-né 2014. Védőgázok alkalmazása a borászatban és az italtechnológiában. (előadás)
http://www.messer.hu/Hirek_sajtoinformacio/Szakmai_hirlevelek/Ellelmiszeripar/Food2_Bor/Vedogazok_a_boraszati_tehnologiakban_Nagy_Akosne_Corvinus.pdf (2014.12.06)
- 70) Pozitív 100 pontos módszer (OIV – UIOE). 2014.
http://2012.borkulturakft.hu/index.php?page=pontozasi_modszer_3367
(2014.12.08)

Mellékletek

I. táblázat: A BUBICON gázbeoldó berendezés család tagjai (forrás: Nicron Kft., 2014a).

Megnevezés, típus	Teljesítmény hl/óra	Tömeg, kg	MVH lista ár, ezer Ft	MVH szám
NICRON BUBICON 06 BASIC GÁZBEOLDÓ KÉSZÜLÉK	60	100	3 500	1720- 8125
NICRON BUBICON 06 BASIC NET GÁZBEOLDÓ KÉSZÜLÉK ADAT GYŰJTÉSSEL HÁLÓZATI HOZZÁFÉRÉSSEL	60	100	4 200	1720- 8126
NICRON BUBICON 06 BASIC SD GÁZBEOLDÓ KÉSZÜLÉK ADAT GYŰJTÉSSEL	60	100	3 850	1720- 8127
NICRON BUBICON 06/20 DUAL GÁZBEOLDÓ KÉSZÜLÉK	60/200	120	4 500	1720- 8129
NICRON BUBICON 06/20 DUAL NET GÁZBEOLDÓ KÉSZÜLÉK ADAT GYŰJTÉSSEL HÁLÓZATI HOZZÁFÉRÉSSEL	60/200	120	5 250	1720- 8130
NICRON BUBICON 06/20 DUAL SD GÁZBEOLDÓ KÉSZÜLÉK ADAT GYŰJTÉSSEL	60/200	120	4 900	1720- 8131
NICRON BUBICON 18 BASIC GÁZBEOLDÓ KÉSZÜLÉK	180	125	4 610	1720- 8132
NICRON BUBICON 18 BASIC NET GÁZBEOLDÓ KÉSZÜLÉK ADAT GYŰJTÉSSEL HÁLÓZATI HOZZÁFÉRÉSSEL	180	125	5 310	1720- 8133
NICRON BUBICON 18 BASIC SD GÁZBEOLDÓ KÉSZÜLÉK ADAT GYŰJTÉSSEL	180	125	4 960	1720- 8134

II. táblázat: Az érzékszervi bírálatához használt 100 pontos bírálat bírálati lapja

Csendes borok		kiváló	nagyon jó	jó	megfelelő	elégtelen	megjegyzés	A bor megnevezése (fajta)
Megjelenés	tisztaság	5	4	3	2	1		A minta raktári száma:
	szín	10	8	6	4	2		
Illat	intenzitás	8	7	6	4	2		Minta bírálati sorszáma:
	(fajta)karakter	6	5	4	3	2		
	minőség	16	14	12	10	8		Évjárat:
Zamat	intenzitás	8	7	6	4	2		
	(fajta)karakter	8	5	4	3	2		Bizottság száma:
	minőség	22	19	16	13	10		
	hosszúság	8	7	6	5	4		A bíráló sorszáma:
összbenyomás		11	10	9	8	7		
kizárva		összesen:						A zsűri elnök aláírása

III. táblázat: Az alkalmazott páros t-próbák alapadatai

Paired Samples Statistics					
		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Nyakasszat	80,8000	5	,83666	,37417
	Nyakaskont	82,0000	5	7,41620	3,31662
Pair 2	Feindszat	81,4000	5	7,02140	3,14006
	Feindkont	81,4000	5	4,21900	1,88680
Pair 3	Kaál.szat	78,0000	5	2,91548	1,30384
	Kaál.kont	77,8000	5	4,20714	1,88149
Pair 4	Daróczi.szat	79,8000	5	2,68328	1,20000
	Daróczi.kont	78,8000	5	3,11448	1,39284

IV. táblázat: A minták korrelációja az alkalmazott t-próbákhoz

Paired Samples Correlations				
		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Nyakasszat & Nyakaskont	5	0,766	0,131
Pair 2	Feindszat & Feindkont	5	0,803	0,101
Pair 3	Kaál.szat & Kaál.kont	5	0,938	0,019
Pair 4	Daróczi.szat & Daróczi.kont	5	0,862	0,061

V. táblázat: Homogenitás vizsgálat az ANOVÁhoz

Test of Homogeneity of Variances			
össz.pont			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1,694	7	32	0,146

VI. táblázat: Az ANOVA robosztussága

Robust Tests of Equality of Means össz.pont				
	Statistic ^a	df1	df2	Sig.
Welch	0,939	7	12,812	,510
Brown-Forsythe	0,650	7	17,463	,710
a. Asymptotically F distributed.				

VII. táblázat: Az ANOVA leíró statisztikája

Descriptives									
össz.pont									
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	Between- Component Variance
					Lower Bound	Upper Bound			
D-kez	5	79,8000	2,68328	1,20000	76,4683	83,1317	76,00	82,00	
D-kont	5	78,8000	3,11448	1,39284	74,9329	82,6671	74,00	82,00	
F-kez	5	81,4000	7,02140	3,14006	72,6818	90,1182	69,00	86,00	
F-kont	5	81,4000	4,21900	1,88680	76,1614	86,6386	76,00	86,00	
K-kez	5	78,0000	2,91548	1,30384	74,3800	81,6200	73,00	80,00	
K-kont	5	77,8000	4,20714	1,88149	72,5761	83,0239	71,00	82,00	
Ny-kez	5	80,8000	,83666	,37417	79,7611	81,8389	80,00	82,00	
Ny-kont	5	82,0000	7,41620	3,31662	72,7916	91,2084	77,00	95,00	
Total	40	80,0000	4,40862	,69706	78,5901	81,4099	69,00	95,00	
Model	Fixed Effects		4,55384	,72003	78,5334	81,4666			
	Random Effects			,72003 ^a	78,2974 ^a	81,7026 ^a			-1,45036
a. Warning: Between-component variance is negative. It was replaced by 0.0 in computing this random effects measure.									

*Ezúton szeretnék köszönetet mondani konzulensemnek,
Nyitrai dr. Sárdy Diánának,
aki idejét és türelmét nem sajnálva osztotta meg velem tudását,
tanácsaival emelte dolgozatom színvonalát.*

*Köszönöm továbbá külső konzulensemnek,
dr. Restás Tibornak,
valamint
Horváth Csabának,
a Nicron Kft. borászati üzletág vezetőjének,
a dolgozatom elkészítésében nyújtott szerves segítségét,
a berendezés és minták rendelkezésemre bocsátását.*

*Végül, de nem utolsó sorban köszönöm,
barátaimnak, köztük Hajba Sándornak,
szüleimnek és családomnak
tanácsaikat, javaslataikat, amelyekkel jobbra, színesebbé tették dolgozatomat.
Köszönöm kitartásukat és kritikus, ám buzdító szavaikat.*

Szerzői nyilatkozat

Alulírott **Tóth Adrienn**, az Élelmiszermérnök MSc, termék- és technológiafejlesztő szakirány hallgatója kijelentem, hogy a

Szaturáló berendezés borászati technológiai értékelése a Nicron Kft.-nél

című diplomadolgozat a saját munkám eredménye. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

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

Budapest, 2014. december 14.

a hallgató aláírása