

*EGYES SÖRFAJTÁK ANTIOXIDÁNS HATÁSAINAK VIZSGÁLATA KÜLÖNBÖZŐ
MÓDSZEREKKEL*

ORSZÁGOS TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIA

Dénes Edit Anikó

*IV. évfolyamos Élelmiszermérnök BSc
hallgató*

Témavezető:

Dr. Prof. emer. Gábor Miklósné

SZEGED

2014.

Tartalomjegyzék

1 IRODALMI ÁTTEKINTÉS	4
1.1 A sörgyártás alapanyagainak ismertetése.....	4
1.1.1 A víz	4
1.1.2 Az élesztő	4
1.1.3 A komló.....	5
1.1.4 A gabona.....	6
1.1.5 A maláta.....	6
1.1.6 Egyéb anyagok	6
1.1.7 Pótanyagok.....	6
1.1.8 Adalékanyagok.....	7
1.2 A sörgyártás technológiája.....	7
1.2.1 A malátázás	7
1.2.2 A sörfőzde műveletei	8
1.3 Különböző sörfajták	14
1.4 A sör táplálkozás-élettani jelentősége	17
1.5 Az antioxidánsok táplálkozás élettani jelentősége	19
1.5.1 A természetes antioxidánsok ismertetése	24
1.5.2 Antioxidáns meghatározási módszerek	26
2 KÍSÉRLETI RÉSZ	31
2.1 Felhasznált anyagok	31
2.1.2 Szent András Sörfőzde sörrei (kézműves sörök).....	31
2.1.2 Gösser Sörgyár sörrei.....	32
2.1.3 Borsodi Sörgyár sörrei	33
2.1.4 Soproni Sörgyár sörrei	34
2.2 Kísérleti eredmények és értékelésük	34
2.2.1 Sörök antioxidáns hatásának vizsgálata FRAP típusú módszerrel	35
2.2.2 Sörök összes polifenol-tartalom meghatározása Folin-Ciocalteu reagenssel (TPC-módszer)	38
2.2.3 Sörök antioxidáns hatásának vizsgálata DPPH-módszerrel	40
3 ÖSSZEFOGLALÁS, JAVASLATTÉTEL.....	42
IRODALOMJEGYZÉK	44

BEVEZETÉS

Az utóbbi évtizedekben egyre több tudományos szimpózium és tanulmány témájává vált a sör, amit mi sem bizonyít jobban, minthogy idén szeptemberben 7. alkalommal rendezték meg a Sör és Egészség Szimpóziumát, a „Beer and Health Symposium”-ot, amelyen számos külföldi professzor, és doktor igazolta kutatásaival a mérsékelt sörfogyasztás és a sörben lévő tápanyagok pozitív élettani hatását (Beer and Health, 2014).



1. ábra. Sör alapanyagok

Forrás: Beer and Health Symposium

Egyre több tudományos publikáció jelenik meg a sör, és a sörben lévő antioxidánsok jelentőségével kapcsolatban, bár már korábban is számos vizsgálat tárgyává vált alacsony alkoholtartalmának köszönhető jótékony hatása révén, amely a mérsékelt alkoholfogyasztáshoz köthető. Újabb kutatások rámutattak a sörben lévő, komló eredetű antioxidánsok, mint a fenolos vegyületek csoportjába tartozó xantohumul és az izoxantohumul kiemelkedő jelentőségére a rákos megbetegedések kialakulásának mérséklésében. Az antioxidánsok jótékony hatása az emberi szervezetben végbemenő öregedési folyamatok és degeneratív betegségek kialakulásának csökkentésében már régóta köztudott és kutatott téma.

A sörgyártás során felhasznált nyersanyagok révén igen gazdag tápanyagokban, valamint számos, a B vitamin csoportba tartozó vitamin (niacin, riboflavin, piridoxin, folát, tiamin és kobalamin) fellelhető benne, így mérsékelt fogyasztásával ezek az anyagok hozzájárulhatnak szervezetünk egészséges működéséhez.

Magyarországon a sörfogyasztás igen jelentős – és hároméves csökkenő tendencia után – 2011-re 4,1 százalékkal nőtt, így 69 liter/fő értéket érve el (Központi Statisztikai Hivatal, 2013). A 2010-es évektől a kereskedelemben

megjelentek és egyre nagyobb teret hódítottak az újabb, sört tartalmazó termékek, amelyekben a sör mellett különböző gyümölcskészítmények is találhatóak, valamint hazánkban újra reneszánszát éli a kézműves sörök készítése, ezért fontosnak tartottam, hogy ezen termékek antioxidáns hatásának mélyebb vizsgálatát és a kapott értékek összevetését. Vizsgálataim témájaként hazai kézműves sörök és hazai, valamint külföldi gyári sörök antioxidáns tartalmának mérését és összehasonlítását végeztem el. Ezeknek az antioxidáns aktivitását hasonlítottam össze a megfelelő alapsörrel, azt vizsgálva, hogy ebből a szempontból kedvezőbb értékeket kapok-e.

1 IRODALMI ÁTTEKINTÉS

1.1 A sörgyártás alapanyagainak ismertetése

A sörfőzés legfontosabb alapanyaga a maláta, amelyet más pótanyagokkal (búza, kukorica, rozs, zab, stb.) részben helyettesíteni lehet. A maláta mellett fontos még a víz, az élesztő, a komló és egyéb adalékanyagok (pl. narancsot, bodzát, sáfrányt, borókát), melyek meghatározzák az adott sör tulajdonságait, karakterét.

1.1.1 A víz

A sör 93%-a víz, ami a benne lévő nyomelemekkel és ásványi anyagokkal meghatározza mind a sör ízét, mind pedig annak testességét (Witheridge, 2004). A víz keménysége, vagyis annak kalcium és magnézium tartalma döntő befolyással bír az elkészülő sör karakterére. A lágyabb víz, lágyabb, míg a keményebb víz durvább, robusztusabb karaktert kölcsönöz a sörnek (Jackson, 2007).

A víz összkeménysége a karbonátos és nem karbonátos keménységből adódik. E kétfajta keménység közül a karbonátos keménységnek van szerepe a sörfőzés során. Minél világosabb a sör illetve minél magasabb a komlótartalma, annál jobban előtérbe kerülnek a kemény víz negatív hatásai, míg az enyhe komlózottságú söröknél a magasabb kalcium és magnézium tartalmú vizek használata is elfogadható (Vogel, 2000). A víz keménységét lágyítással csökkenthetik a megfelelő mértékre, illetve különböző vízkezelési eljárásokkal állíthatjuk be az adott sörfajtának kedvező összetételt. A víz lágyítása történhet egyszerű főzéssel, mésztejjel történő lágyítással, vagy ioncserélő segítségével (Vogel, 2000).

A vízben fellelhető ásványi anyagok megfelelő aránya igen fontos. A kalcium jelenléte optimális körülményeket biztosít egyes enzimek számára a sörfőzés során (Jackson, 2007). Az élesztők működését a cink és réz ionok segítik, ám megemelkedett mennyiségük a sör zavarosságát eredményezik (Jackson, 2007). A szulfátok kis mennyiségben élénk ízt adhatnak, de nagy mennyiségben a sörben nemkívánatos keserű ízváltozást okoz (Jackson, 2007)

1.1.2 Az élesztő

Az élesztőről így ír Michael Jackson a Sör című könyvében:

„Burjánzó, termékeny, hatalmas, mégis rejtező életerő. Porfinom becézgetéssel dagasztja a kenyértésztát, csal elő érzéki illatokat a sajtból, ad pikáns ízt a savanyúságnak és az ecetnek, és a kísértés csábító ízét acornak és a sörnek.”

Az élesztő anyagcseréje során a sörben lévő erjeszhető szénhidrátokat (glükóz, fruktóz, maltóz, szacharóz, maltotrióz és raffinóz) alakítja át alkohollá és szén-dioxiddá, emellett anyagcseretermékei a sör érzékszervi tulajdonságaira pozitív hatással vannak. Az élesztő megfelelő fejlődéséhez fontos a sörlében található ásványi anyagok és növekedési faktorok, illetve a peptid és aminosav tartalma, amely az élesztő nitrogénforrásaként szolgál (Nagymáté, 2008). Megkülönböztetünk fenékerjesztésű és felszínerjesztésű élesztőket. A fenékerjesztésű élesztő, a *Saccharomyces Carlsbergiensis*, szaporodásához az 5-6 °C az optimális, lebegve szaporodik és azt a keletkezett szénsav lebegve tartja az erjedés során, majd leülepednek az erjesztőtartály aljára. A felsőerjesztésű élesztő, a *Saccharomyces cerevisiae*, erjesztési hőmérséklete 10-14 °C. Sejtjei szerteágazó láncokat hoznak létre, amelyek erjedéskor a felszínre emelkedve egyenletes réteget hoznak létre (Telegdy Kovács-Holló, 1952)

1.1.3 A komló

A komló latin nevén, *Humulus lupulus* kétlaki növény. Sörfőzéshez a nőnemű növény meg nem termékenyített virágai használatosak, mivel bennük aromás olajok és gyanták találhatók (Jackson, 2007; Vogel, 2000).

Bizonyos elméletek szerint a komlót eredetileg fertőtlenítésre használták, így kiküszöbölve a sör értékszervi tulajdonságainak negatív elváltozásait, mint például a savanyú vagy keserű ízváltozásokat. Ezt erősíti meg az a tény, hogy Gotland szigetén még napjainkban is vannak olyan házi sörfőzdék, amelyekben a különböző eszközök fertőtlenítését komlóból főtt teával végzik (Jackson, 2007). Szent Hildegard (1098-1179) bencés apátság rendfőnöknő írásaiban a komlót sörfőző anyagként említi (Jackson, 2007).

Napjainkban számos fajtából és variációból lehet válogatni, sör típusnak megfelelően. A pilzner típusú sörökben rendszerint a Csehországból származó Saaz komlót használják, amelynek virágos zamata van, amíg az ale típusú sörökre jellemző az alacsony savtartalommal bíró Fuggles és a Goldings (Jackson, 2007). A komlót keverék, pellet, por, vagy esszencia formában lehet beszerezni (Jackson, 2007; Vogel, 2000). A komlókivonat használatánál figyelembe kell venni, hogy azt a már kész sörben, a sörlé főzésének végétől már tilos használni (Vogel, 2000).

A komló számos feladatot lát el a sörben. A sörnek kellemes kesernyés ízt ad, javítja annak habképződését, valamint tartósítja azt. Ezen felül a cefréből eltávolítja a fehérjét, így mint derítőanyag is fontos szerepet tölt be (Vogel, 2000).

1.1.4 A gabona

A sör valamely erjesztett gabonából készült ital, amely gabonaeredetére utal a sör spanyol neve, a *cerveza*, vagy akár a *cervoise* ófrancia kifejezés is (Jackson, 2007).

Alapja tradicionálisan árpa, de az elkészítéshez egyéb terményeket is felhasználhatnak, például búzát, zabot, rozst, rizst, de akár cirok vagy köles hozzáadásával is készülhet, melyek megváltoztatják a sör ízét, annak teltségét, vagy a hab szilárdságát (Jackson, 2007).

1.1.5 A maláta

Három fő árpafajtát ismerünk, melyeknél kettes, négyes vagy hatos sorokban nőnek a szemek a központi szár mentén. Közülük Európában elsősorban a kétsorosat használják söripari maláta készítéséhez (Jackson, 2007).

1.1.6 Egyéb anyagok

Már a Krisztus utáni első évezred végéről fellelhetők olyan írásos emlékek, melyekben a sörfőzéshez a gruit nevű fűszerkeverék használatát említik (Jackson, 2007). Napjainkban is vannak olyan sörkülönlegességek, amelyekbe például narancsot, ginzenget, bodzát, sáfrányt, borókát, vagy egyéb gyógy- és fűszernövényt tesznek (Jackson, 2007).

1.1.7 Pótanyagok

A pótanyagok a malátát hivatottak pótolni a sörben, bár azt nem tudják teljes egészben helyettesíteni és mindig szükséges hozzájuk olyan enzimek jelenléte, melyek fellelhetők a malátában (Vogel, 2000). Ezek az anyagok lehetnek például a cukor, a kukorica, a rizs, a zab, vagy valamilyen nyers gabona, melyek százalékos aránya az adag mennyiségének körülbelül 20%-a lehet (Vogel, 2000).

1. Zab → selymes simaságot ad;
2. Rozs → enyhe fűszeres ízt kölcsönöz;
3. Kukorica → a sör tisztábbnak tűnik általa, és könnyedséget ad;
4. Kis mennyiségű búza
→ kiemeli az ízek telítettségét és
→ javíthatja a habszilárdságot (csapolt söröknél) (Jackson, 2007).

1.1.8 Adalékanyagok

Ezek általában olyan anyagok, melyekkel a sör megkívánt színét és ízét kívánjuk elérni. A legjelentősebbek a festőmaláta és a karamellmaláta, de ide tartoznak a cukorszínezékek és olyan más adalékok, mint például a festő sör, a proteolitikus maláta, a savanyú maláta, a pörkölt árpa, vagy a zöld maláta (Vogel, 2000).

1.2 A sörgyártás technológiája

1.2.1 A malátázás

A sörkészítés első lépése, amikor az árpaszemeket kicsíráztatják, majd aszalókemencében kiszáritják (Jackson, 2007).

A malátázás igen fontos és meghatározó művelet, amely során a vízben oldhatatlan keményítő formában raktározott cukrot tudjuk felszabadítani. A csírázás során a szemekben lévő keményítő molekulák (a fehérje- és cellulózmolekulák is), a keletkező enzimek aktivitásának hatására kisebb egységeikre esnek szét (Jackson, 2007; Vogel, 2000).

A gabonát 3-4 napig vízben kell áztatni, amíg eléri a közel 45%-os víztartalmat, majd megközelítőleg egy hétig enyhe melegben tartjuk, ami történhet malátaházban, vagy modern forgódobos malátázó edényekben (Jackson, 2007; Vogel, 2000). A magok számára fontos hogy sötét, nagy relatív páratartalmú (95%-os), valamint a 10-12°C-os hőmérsékletű hely biztosítása (Vogel, 2000). Ezután aszalókemencében megfelelő hőfokon melegítve elindul a magokban a csírázás, majd szárítják és nagy hőmérsékletű levegő befúvatásával megállítják a csíra növekedését, de az enzimek egy része a folyamat végén is aktív marad, mivel ezeknek a cefrézés során még fontos szerepük van (Jackson, 2007; Vogel, 2000). A zöld maláta szikkasztása körülbelül 20 óra alatt megy végbe, ami alatt először 12%-os víztartalom eléréséig alacsony hőmérsékleten szárítják, majd világos maláta esetében valódi szárítás, sötét maláta esetén pörkölés is követi (Vogel, 2000). A folyamat végére a nedvességtartalom 3-6%-ra csökken (Jackson, 2007). A malátázás utolsó lépése a csíráatlanítás. A csíráatlanított malátát cefrézés előtt még legalább hat hétig tárolni kell (Vogel, 2000).



3. ábra. Különböző sörfajták, balról jobbra: lágér, pilzner, vörös sör, barna sör, stout

Forrás: www.hazipatika.com

Számos téves közhiedelem van, miszerint egy sör minél sötétebb, annál erősebb. Valójában azonban a sör színét a felhasznált gabona pörköltségének mértéke, annak szárítási módja befolyásolja (Jackson, 2007). Sőt, a stout típusú söröknél az alacsonyabb alkoholtartalom az erős pörkölésnek köszönhető, mivel az csökkenti a fermentálhatóság mértékét (Jackson, 2007). Az aszalással tudjuk befolyásolni a kész maláta és ez által a belőle készült sör színét és ízét is. Enyhébb aszalással a világosabb maláta aranysárga színárnyalatú és lágyabb ízvilágú sört eredményez. Az intenzívebb aszalás hatására, a magban karamellizált cukrok megnövekedett mennyiségének következtében a maláta sötétebb, és az abból készült sör mélyebb színárnyalatú, édesebb és pörköltebb ízűvé válik (Jackson, 2007).

1.2.2 A sörfőzde műveletei

A dolgozatomban a klasszikus sörfőzési műveleteket tárgyalom ki, de meg kell jegyeznem, hogy napjainkban a technológia sok változáson ment keresztül.

➤ Maláta darálása, a cefrőzés és a szűrés műveleti

A sörfőzdében a malátát hathengeres hengerszéken darává őrlik, amelynek során a liszttest szabaddá válik a későbbi folyamatok számára. A darálási művelet során oda kell figyelni arra, hogy:

- a gabona ne hevüljön túlzottan fel, mivel ilyenkor értékes enzimek károsodhatnak,
- a liszt képződése ne következzen be, mivel a vízben csomókat képezve a szűrők pórusait eltömítheti (Vogel, 2000; Telegdy Kovács-Holló, 1952).

Ezek a darában lévő enzimek, az amilázok és a proteázok, cefrőzés alatt folytatják lebontó tevékenységüket, így a körülbelül 65°C-os vízben, megközelítőleg 3:1 arányú keverékben, egy óra pihentetés után, a keményítőből erjesztésre alkalmas cukor jön létre (Jackson, 2007; Vogel, 2000). Az így kapott édes folyadék a cefre, amelyet a törkölytől leválasztva a komlóforraló üstben ízesítenek tovább komlóval (Jackson, 2007).

A cefrőzés célja, hogy a lehető legjobb extraktot állítsa elő -, aminek nem csak mennyisége, de minősége is fontos szempont - a maláta és a pótanyagok keverékéből, amelynek döntő hányada optimális hőmérsékleten enzimek hatására keletkezik. Extraktnak az összes oldatba menő anyagot nevezzük. A cefrőzés hatékonyságát az előcefrőzés megnöveli (Telegdy Kovács-Holló, 1952; Kunze, 1983). Cefrőzéskor a keverék hőmérsékletét fokozatosan emeljük, miközben az enzimek működési optimumainak megfelelően pihentetési időt hagyunk azok megfelelő működéséhez. Az optimális hőmérséklet betartásával megelőzzük az enzimek károsodását és elősegítjük azok működését (Kunze, 1983; Vogel, 2000).

A cefrét az alábbi hőmérsékleteken pihentetik (Kunze, 1983):

- 40-50°C-on (fehérjepihentetés)
- 50°C-on (célja az árpa gumianyagainak lebontása)
- 62-65°C-on (maltózképző pihentetés)
- 72-75°C-on (cukrosító pihentetés)
- 78°C-on (cefrőzés befejezésének hőmérséklete)

A 45°C körüli hőmérsékleten tartott fehérjepihentetés a kolloidtartósságra hat, mivel ilyenkor kis molekulájú lebontási termékek keletkeznek, 52°C-on tartott pihentetés pedig, a keletkező nagyobb molekulájú fehérjelebontási termékek következtében teltebb ízt és kedvezőbb habtartósságot eredményeznek. A hosszú pihentetési időket kerülni kell, a túlzott fehérjebontás ugyanis rontja a sör fent említett tulajdonságait (Telegdy Kovács-Holló, 1952). Az optimális hőmérséklet a cefre savviszonyaitól és a víz keménységétől is függ (Vogel, 2000). A cefre savasságát egyrészt a foszfátok és az azokból képződött szervesetlen foszforsavak, másrészt a fehérje-lebontási termékek adják (Telegdy Kovács-Holló, 1952).

A keményítő és dextrinek a kész sörben nemkívánatos csirizes zavarosodást idézhetnek elő. Jódpróbával ellenőrizhetjük, hogy a cefrőzési folyamat végére a cefre

a cukrosítás megfelelően végbemenetelét, vagyis hogy az amilázok maradéktalanul lebontották-e a keményítőt (Kunze, 1983; Vogel, 2000).

A cefrőzésnek két fő típusa van:

1. az infúziós eljárás,
2. és a dekokciós eljárások.

Az **infúziós eljárás**, mely hazánkban nem, inkább Angliában alkalmazott technológia, amelynek lényege, hogy a cefre hőmérsékletét főzés nélkül, egyenletesen emelik a végső hőmérsékletig, a pihentetések betartásával (Kunze, 1983).

A **dekokciós** cefrzési technológiának több fajtája van, melyek közül a legjelentősebb a háromcefrés-, a kétcefrés- és az egycefrés eljárás. Mindháromra jellemző, hogy a cefre egy részét a cefrésző kádból kivéve, felforralva, főzve, majd a törzscefrébe visszaöntve emeljük a cefre hőmérsékletét a kívánt hőfokra (Vogel, 2000). A forralás a sör típustól függően változik, világos sörök cefréinél 10-15 perc, barna sörök cefréinél 20-30, míg pótanyagcefrénél 20-40 perces forralási időtartamokkal számolhatunk. A forrázás időtartama pedig az enzimentartalom függvényében alakul, de általában 15-30 percig tart. Általános érvényű, hogy enzimszegény maláta esetén lassan forrázunk és nagyobb adag felforralt cefrét használunk, míg enzimből gazdag maláták feldolgozásakor a forrázás gyors, és kis mennyiségű felforralt cefrét alkalmazunk az adott hőmérséklet eléréséhez (Telegdy Kovács-Holló, 1952; Kunze, 1983). Ez a folyamat csökkenti vagy megkönnyíti az enzimek munkáját, mivel a részleges főzéskor a maláta beltartalmi anyagai kioldódnak. További előnye még, hogy a keményítőlebontás kielégítőbb lesz a hosszabb pihentetési időnek, enzimszüneteknek köszönhetően és végeredményképp ízletesebb, erősebb söröket kapunk (Vogel, 2000). Hátránya az eljárásnak, hogy a főzés következtében enzimeket roncsolódnak és sötétebb söröket eredményez, de a legjelentősebb hátránya a megnövekedett energiafogyasztás, valamint a háromcefrés eljárásnál a technológiai időigény (Vogel, 2000; Telegdy Kovács-Holló, 1952).

E két fő cefrzési eljárás mellett számos más, különleges eljárást is alkalmazhatnak a sörfőzők, vagy gyártók többek között a forró cefrzési (szakaszos) eljárást, a Kubessa-eljárást, a digestiós eljárást, de választhatják akár a nyomás alatt történő cefrefőzést is (Kunze, 1983).

Ezt követi a cefreszűrés, ami a színsörlé leeresztéséből és a törköly másolásából, átmosásából áll. Cefreszűréskor szűrőkádban, vagy kombinált cefrésző-szűrőkádban leválasztják a sörcefrétől a törkölyt. Gazdasági szempontból ez egy igen fontos lépése a sörgyártásnak. A szűrés nem megfelelő módon történő végrehajtása esetén az extrakttartalom nem lesz kielégítő, a sörben homályosodás léphet fel és helyrehozhatatlan károkat okozhatunk (Vogel, 2000). A folyamat lényege, hogy a szűrőkádba szivattyúzott cefrében lévő törköly egy része a szűrőkád lemezeire leülepedve szűrőréteget hoz létre, amelyen keresztül átszűrjük a sörlét, majd mikor a sörlé nagyobb része lement, a törkölyben maradt cukrot forró másológézzel mossák ki. Ügyelni kell arra, hogy a víz hőmérséklete ne haladja meg a 80°C-ot, mivel azzal a cukorra át nem alakult keményítőt és dextrint is kioldhatják (Vogel, 2000; Telegdy Kovács-Holló, 1952). A sörlé viszkozitása fordított arányban van a szűrés sebességével, a hőmérséklet növelésével a viszkozitás csökkenthető így a szűrés sebessége javítható (Telegdy Kovács-Holló, 1952). Napjainkban a különféle cefreszűrő rendszerek gyorsabb és egyenletesebb szűrést tesznek lehetővé és még a jobb kihozatalt biztosító finomabbra darált malátából készült cefrét is gyorsan feldolgozzák (Vogel, 2000). Ezt a lépést a komlófőzés követi.

➤ Komlófőzés és szűrés

A komlóval a sörlét hagyományosan rézüstben, napjainkban rozsdamentes acélból készült üstökben forralják, és ilyenkor kerülnek bele a különleges ízvilágot kialakító egyéb fűszer- és gyógynövény is (pl. ginzeng, bodzát, sáfrány, boróka). Forraláskor a komlóból gyanta és olajok szabadulnak fel. A gyanta a sör keserű ízét adja, míg a különböző olajok „komlós” aromát adnak a sörnek. Forraláskor a sörlé átveszi a komlóban lévő keserű és aromaanyagokat, végbemegy a fehérjekiválás, a sörléből víz párolog el és megtörténik az enzimek inaktiválása. Ilyenkor történik a sörlé sterilizációja és annak savassá tétele, valamint a sörlé elszíneződése, de akkor keletkeznek a különböző redukáló anyagok (pl. melanoidinek) is (Kunze, 1983). Főzéskor a sörlének erősen kell lobognia és a komlóolajokat tartalmazó gőzöket, melyek a sörnek kesernyész ízt adnak, el kell vezetni (Vogel, 2000; Jackson, 2007).

A komló adagolása döntően meghatározza a sör típusát, bár egyes sörfajtákat a felhasznált komló fajtája és mennyisége is jellemez (Vogel, 2000). A láger söroknál a komló egy részét utókomlózással teszik a cefréhez, ami által az olajtartalom magasabb marad. Szárazkomlózás az ale sörökre jellemző, ilyenkor a sörfőzők

egyenesen a hordóba tesznek egy maréknyi komlót (Jackson, 2007). A komló adagolása történhet két, vagy három részben (Vogel, 2000). A sörlében lévő fehérjealvadékok és a hozzájuk tapadt komló miatt a lé a főzés során zavarossá válik, ha a túlfőzzük, a keletkezett csapadék újra az oldatba kerül.

Az 1,5-2 órás forralást követően örvénykádak, vagy komlóforgató szűrő segítségével eltávolítják a komló maradványait és a többi adalékanyagot, majd a kapott sörlét gyorsan lehűtik (láger és ale söröknél további hűtés szükségeltethet a megfelelő tisztaság érdekében)(Jackson, 2007; Vogel, 2000).

➤ Sörlé hűtése

A hűtést a lehető leggyorsabban kell elvégezni, mivel 20-40°C-on a sört károsító mikroorganizmusoknak ideálisak a feltételek a szaporodásához. Ezen túlmenően a gyors hűtés következtében kicsaphatjuk a sörben még meglévő zavarosodást okozó anyagokat is. A hűtés során a későbbi erjesztés sebességét döntő mértékben befolyásoló folyamatok mennek végbe, mint a durva (forró)- és a hidegseprő kiválása (Kunze, 1983; Vogel, 2000)

A 80-90°C hőmérsékletű sörlét felsőerjesztésű sörök esetén 15-20°C-ra, míg alsóerjesztésű söröknél 4-7°C-ra hűtjük (Vogel, 2000). A hűtést régebben nagy felülettel rendelkező hűtőbárkán végezték és hűtőrendszeren át juttatták el a lét az erjesztő pincébe. A hűtőbárkák a hő leadása és az oxigén felvétele szempontjából is előnyösek, ám nagy helyigényük volt és a fertőzés veszélye is fennállt. Ma inkább különböző nagy teljesítményű hűtők, centrifugák, seprőleválasztók és (zárt) ülepítőket használnak erre a célra (Vogel, 2000).

➤ Sörlé erjesztése és utóérése

Az erjedés fő- és utóerjedésből áll. Főerjedéskor az erjesztő tartályba vagy erjesztőkádba töltött szűrt sörléhez, az élesztőtörzsnek megfelelő optimális hőmérséklet elérése után, hozzáadjuk az előkészített és szaporított kultúrélesztőt. Megkülönböztetünk fenékerjesztésű és felszínerjesztésű élesztőket és ez alapján alsó- és felsőerjesztésű söröket. A fenékerjesztésű élesztő 5-6°C-on szaporodik, majd az erjesztőtartály aljára leülepedik. Ezzel szemben a felsőerjesztésű élesztőt 10-14°C-on erjesztik, erjedéskor a felszínre emelkednek szerteágazó láncai és egyenletes réteget hoznak létre (Telegdy Kovács-Holló, 1952). Ezek a kultúrélesztők a lében lévő cukrot alkohollá és széndioxidá alakítják. Az erjedésfok a kiejedt eredeti extrakttartalom százalékban kifejezett értéke, amely függ a savasságtól és a

felhasznált élesztő típusától (Telegdy Kovács-Holló, 1952). Az extrakttartalom kezdetben csökken, azután növekedés tapasztalható, végül ismét csökken, amely az élesztőszaporodás vége felé mutatja a legintenzívebb csökkenést (Telegdy Kovács-Holló, 1952; Kunze, 1983). Egy nap elteltével habképződés indul meg, amely megvastagszik, végül a komlóolajok és az oxigén reakciója miatt barna elszíneződést tapasztalunk. Felsőerjesztésű söröknél ilyenkor jelennek meg a felszínen úszó barna élesztődarabkák is. Erjedéskor képződő savak hatására a sörlemben jelentősek megnő a savasság, amelynek szerepe a habképződésben van, mivel a savtartalom-változás befolyásolja a kiválásokat (Telegdy Kovács-Holló, 1952; Kunze, 1983). Néhány nap elteltével a keletkezett habréteg összeesik, és a sört leeresztik az ászokoláshoz (Vogel, 2000).

A normális erjedés jellemzőit Holló János a következőképpen foglalta össze (Telegdy Kovács-Holló, 1952):

1. A sörle felületét 24 óra elteltével tejfeles hab fedi be;
2. további 24 óra múlva fodorképződés indul meg;
3. a fodor tömörre válik;
4. az erjedés tetőpontja után a fodor összeesik, és barna hárttyát képez.

A főerjedéskor kialakítandó erjedésfokot az utóerjedés időtartama és hőmérséklete határozza meg, vagyis rövid ászokolásnál nagy erjedésfokra, míg hosszú esetén kis erjedésfokra kell törekedni. Számszerűsítve világos sörök esetén 60-65%, barna söröknél ez 67-72 %-os végerjedés fokot jelent (Telegdy Kovács-Holló, 1952).

Utóerjedéskor a csendes utóérés a cél. Ekkor a legfontosabb, hogy a sör tartóssága érdekében, a sör a lehető legjobban széndioxiddal dúsuljon fel (Telegdy Kovács-Holló, 1952; Kunze, 1938; Vogel, 2000). Az ászokolást több tényező függvénye, amelyek a következők:

1. az ászokpince hőmérséklete
 - alacsony hőmérsékleten az utóérés lassabban indul és halad előre, de a sör több szénsavat köt és az ízanyagok is kellemesebbé válnak;
 - magasabb hőmérsékleten az ízanyagok és a szükséges kicsapódások nem megfelelőek.
2. a sörben még meglévő erjeszthető cukortartalom;

3. a szivattyúzás milyenségétől, vagyis hogy az erős levegőzéssel és mozgatással történt-e meg, mivel az gyorsítja az élesztő asszimilációját (Telegdy Kovács-Holló, 1952).

A sörfőzdekben ászokoláskor a sört rozsdamentes acél tartályokba töltik, amelyen 0,5 bar túlnyomásnál egy szelep lehetővé teszi a felesleges széndioxid eltávolítását. A sör széndioxid megkötő képessége alacsonyabb hőmérsékleten jobb. Utóerjedéskor is fontos a sörélesztő fajtájának megfelelő hőmérséklet betartása, vagyis felsőerjesztésű söröknél a 10-12°C, alsóerjesztésűeknél a 0°C körüli hőmérséklet biztosítása. A sör körülbelül 1-2 hét után tisztul le és két hét három hónap – néhány esetben fél év - elteltével lefejlhetővé válik (Vogel, 2000). Tároláskor a sör letisztul, mivel ekkor a hűtés során a fehérjék és a komlógyanták kiválnak (Telegdy Kovács-Holló, 1952). Időigénye ugyancsak változó a felhasznált élesztőtől függően, felsőerjesztésű sörök tisztulási ideje 2 hónapot, míg az alsóerjesztésűeké 3-4 hónapot vesz igénybe (Vogel, 2000). Az ászokolás során tehát a főerjedés végső erjedésfokához igazodik a sör, savanyúsága enyhén csökken, amelyet az utóérés alatt bekövetkező letisztulás okoz és a fiatal sör nyers íze finom, zamatossá válik (Telegdy Kovács-Holló, 1952).

Ezt követhetően a sört különböző eljárásokkal szűrik, ezáltal az utolsó zavarosodásokat is eltüntetik a kész sörből, ami történhet kovaföldes szűrőkkel, vagy centrifugálással. A szűrés hatására csökken a hab tartóssága és az íz kissé fakóbbá, üresebbé válik a hidratált kolloidok eltávolítása miatt (Telegdy Kovács-Holló, 1952). A szűrt sört hordóba vagy palackba fejtve hozzák forgalomba a sör lemezes hőcserélőn történő tartósítását, vagy a palack pasztörözését követően (Vogel, 2000; Telegdy Kovács-Holló, 1952).

1.3 Különböző sörfajták

A sörök lehetnek spontán erjesztésű, alsó- vagy felsőerjesztésű sörök, amely csoportokon belül számos sörfajtát találunk. Ezekből néhány jellegzetesebb típust ismertetek.

Az alsó erjesztésű söröket, amelyeket Magyarországon ászoknak, Németországban lágernek neveznek. Ezek sárga vagy aranysárga színű enyhén kesernyés sörök, aminek alapjául többnyire árpa szolgál. Ide tartozik a Pilzeni vagy a Bak sör (Jackson, 1995; Jackson, 2007).

A **lúger** sörökre a nagyobb 4-6 v/v % alkohol és 11-16%-os extrakttartalom jellemző, íze kevésbé kesernyés, mint a pilzner típusé. Szín intenzitása, melyet European Brewing Convention, azaz EBC egységben adunk meg, világos lágerek esetén 4-8 EBC egység, míg sötét lágerekénél 35-60 EBC egység között változik (Polak et al., 2013). Ilyen sör a Borsodi sör, a Soproni Klasszikus, a Gösser sör.

Pilzeni sört Plzen városában főzték 1842-ben. A korábban sötétebb színárnyalatú, homályos sör mára világos színű, közepesen testes, elegánsan száraz ászokká formálódott, amely virágos illattal és kellemes utóízzel rendelkezik (Jackson, 2007). Extraktartalma 11-13,9 %, alkohol tartalma 4-5,5 % v/v, szín intenzitása pedig 4-8 EBC egység között mozog (Polak et al., 2013). Ilyen **pilzner** sör a békésszentandrás Ogre sör.

A **bak sör** hagyományosan egy barna ászok, de színe a fehértől a sötétbarnaig változhat. Alkohol tartalma 6,7 v/v % vagy afölötti értéket vesz fel, íze malátás, enyhe komló ízzel vegyülve. Több fajtát is megkülönböztetünk, ami lehet őszi, nyári, téli, májusi vagy duplabak (ser.hu). Jellemző rájuk, hogy sok malátával készültek, ezért igen testes, erős sörök, amelyek extrakt tartalma 16-18% (Polak et al., 2013). Ebbe a csoportba sorolható a Szent András Sörfőzde Fekete söre és a Betyár Király, amely egy gyümölcsös baksör.

A felső erjesztéssel készült sör Magyarországon kevésbé elterjedt és alkalmazott, bár Európa többi részén, mint például Angliában vagy Belgiumban igen elterjedt. Alapja többnyire árpa, de búzából is készülhet. Színe pedig a maláta pörköltségének mértékétől függően igen változatos lehet a világostól a sötétebb színárnyalatig. Ide tartoznak a búzasörök (német, belga, élesztős, vagy szűrt búzasör), az ale sörök, vagy a stout-ok (Jackson, 2007).

A **német búzasör** eredeti extrakt tartalma 11-13% és gyártásakor legalább 50% búzamalátából készítik. A **belga búzasör**, a **Lambic** ezzel szemben 30-40% nem malátázott búza hozzáadásával készítik spontán erjesztéssel, amit a csak a Senne folyó mentén megtalálható élesztőgombák tesznek még különlegesebbé. A Lambic-ot hordóban érlelik 3-6 hónapig, de igazán csak 2 év után tekintik érettnek (Jackson, 2007).

Az **ale** söröket hordóban érlelik, ahol a sör széndioxiddal telítődik, és enyhe szénsavtartalomra tesz szert. Az első ale típusú sörök komló hozzáadása nélkül spontán erjesztéssel készültek (Jackson, 1995; Jackson, 2007). Az ilyen típusú sörök

normál- és karamell-maláta felhasználásával készülnek. Extrakttartalmuk 11,8-14 %, míg alkohol tartalmuk 4,3-5,6 v/v % közötti értéket vehet fel. Színintenzitásuk változó. Világos ale-eknél 5-18 EBC egység, míg a sötéteknél 35-60 EBC egység (Polak et al., 2013). Számos altípusa van a német alt, belga ale, az árpabor, stb. A német ale-t, az alt (jelentése: régi) Düsseldorf környékén készítik és neve a technológia régi hagyományainak újbóli alkalmazására utal. Többnyire bronzszínű, friss, enyhén kesernyés sör. Árpabornak, „barley wine”-nak az árpával főzött különösen erős söröket nevezik, melyek alkoholtartalma 8-12 %v/v (Jackson, 2007)

A **stout**-ok legismertebb képviselője a Guinness, amely egy fekete, száraz jellegzetes aromájú sör. A stout-ok jobbára édes sörök, de vannak ír száraz stout-ok is (Jackson, 2007). A stout-ok extra erős porter sörök, amik három sörtípus ízét egyesítik (Dreher Sörgyárak).

Az **alkoholmentes sörök** előállítására több módszert is kidolgoztak. A kész sörből vákuum alatt, vagy a nélkül a kíván alkoholtartalom eltávolítása forralással, vagy centrifugák segítségével szeparáció útján történik. Az alkoholszázalék csökkentésének más lehetséges módjai például a reverz ozmózis, vagy a leállított erjedés módszere. Leállított erjedéskor a cefre főzése során kihagyják a keményítő cukrokra bontásához szükséges pihentetési hőmérsékletet, így az élesztők számára az alkohol előállításához szükséges cukormennyiség nincs biztosítva. Végül az erjedést gyors hűtéssel állítják le (ser.hupont.hu, 2014).

A 2000-es évek végén jelentek meg Magyarországon a különböző **ízesített sörök**. Ma a Magyar Élelmiszerkönyv irányelveinek módosítása szerint a csomagoláson fel kell tüntetve legyen, hogy ezekben a sörtartalmú italokban a sör, mint összetevő szerepel és olyan anyagokat tartalmaznak, amelyek az érlelést és a szűrést követően adtak a már kész sörhöz, ezzel megváltoztatva annak jellegét. Ezen csoporton belül Zalán György, a HEINEKEN Hungária sörfőző mestere a következő megkülönböztetést tette:

- Radlerek, amelyek sör és gyümölcsle közel azonos arányú keverékei. Ide sorolhatóak a vizsgálati minták közül a Soproni Radler Körte, a Borsodi Friss Alma, vagy a Gösser NaturZitrone.

- Gyümölcsízesítésű sörök, amelyeknél a sör ízét változtatják meg hozzáadott gyümölcsle segítségével (Borászportál.hu, 2014; Kurir, 2014; Kocsmablog, 2014).

Gyümölcsös sörök gyártásakor egyes technológiáknál forraláskor, másoknál cefrézéskor adják a sörléhez a különböző gyümölcsöket, gyümölcs sűrítményeket, vagy aromákat, a termék jellegének kialakításához szükséges arányban (Hughes, 2014). Ilyen például a Szent András Sörfőzde Szilvás és Meggyes söre, amely egy valódi szilvás és meggyes láger.

1.4 A sör táplálkozás-élettani jelentősége

A sör táplálkozás-élettani jelentőségét a benne található viszonylag alacsony alkoholtartalomnak és a nyersanyagokból származó söralkotóknak köszönheti.

Mérsékelt fogyasztása mellett a sör, és más alkoholtartalmú ital számos betegség valószínűségének kockázatát csökkenti, amely elsősorban a benne lévő alkohol kis mennyiségben történő fogyasztásával van összefüggésben. A világon számos tanulmány bizonyította, hogy az alkohol tartalmú italok, így a sör fogyasztása lényegesen lecsökkenti a szív-koszorúér megbetegedések kockázatát. Napi egy pohár sör fogyasztásával a HDL koleszterin („jó” koleszterin) szint a vérben jelentősen megnövekszik, amely csökkenti a szív-koszorúér megbetegedések kockázatát. Feltehetően a koleszterin szintet és a csökkent epe koncentrációt befolyásoló hatásán keresztül mérsékli az epekő kialakulásának valószínűségét, amely a nyugati társadalom egyik legelterjedtebb megbetegedése. Az inzulin rezisztenciát a szív- és érrendszeri megbetegedésekhez és a diabetes mellitus-hoz is kötik, és mivel az alkohol mérsékelt fogyasztása mellett az inzulinrezisztencia alacsony lehet, ezért járulékosan ezekre a betegségekre is kihat. A sörben lévő alkoholnak ezen kívül vérhígító hatása is van, amivel a vér alvadását csökkenti (Witheridge, 2004).

A sör igen gazdag tápanyagokban, amelyek a sörgyártás során felhasznált nyersanyagokból származnak. A sör oldható rostokban gazdag, melyek lassítják az emésztést és csökkentik a vér koleszterin szintjét, ami ugyancsak hozzájárulhat a szív megbetegedésének kockázatának csökkentéséhez. Két pohár sör biztosítja az oldható rostok ajánlott napi bevitelének 10%-át, egyes sörök esetén akár 30 %-át is (Witheridge, 2004). Az régóta köztudott, hogy a sör a B-vitamin csoport számos tagját tartalmazza, de ezeken felül számos ásványi anyag megtalálható benne, mint például a különböző szulfátok, a cink, a vas, a réz, szilícium vagy a kloridok (Polyphenol research, 2011). B vitaminok közül a niacin, riboflavin (B2), piridoxin

(B6), folát (B9), tiamin (B1) és kobalamin (B12) van benne. Feltehetően a sör B-vitamin tartalmának köszönhetően sörfogyasztás után csökken a homocisztein szint, és mivel a magas homocisztein szint növeli a szívinfarktus kockázatát, ezért azt a sör mérsékelt fogyasztásával csökkenthetjük (Witheridge, 2004; Nagymáté, 2008).

A sörben fellelhetőek olyan esszenciális tápanyagok, mint a kálium, magnézium, kalcium és a foszfor (Polak et al., 2013). Nátrium tartalma alacsony és kalciumban szegény, míg relatív magas kálium és magnézium tartalmának köszönhetően védelmet nyújthat az epe- vagy vesekő kialakulása ellen (Witheridge, 2004). A sörben lévő szilícium a szervezet számára készen felvehető formában van jelen, ami az étrend fő szilícium forrása. Kutatások folytak az ügyben, hogy az alkoholon kívül a sör szilícium tartalma is jótékony hatással van az idős korban, elsősorban nőknél, menopausa után jelentkező osteoporózis, vagyis a csonttrikulás kockázatának csökkentésében. Azt már korábbi kutatások igazolták, hogy nőknél a mérsékelt alkohol fogyasztása megnövekedett ösztrogénszinthez vezet, bár ez csak részben magyarázza az osteoporózis és a törések kockázatának mérséklését (Witheridge, 2004).

Szénhidrátok közül mono-, di- és triszacharid vegyületeket tartalmaz, amelyek a sör szárazanyag-tartalmának (3,5-6%) jelentős részét adják, míg nitrogéntartalmát elsősorban aminosavak, peptidek, és fehérjék alkotják (Nagymáté, 2008; Polyphenol research, 2011).

Tartalmaz polifenolokat, amelyeknek 20-30%-a komló, 70-80%-a maláta eredetű. Ezek a bioaktív vegyületek lehetnek egyszerű fenolok, benzoésav és fahéjsav származékok, kumarinok, katechinek, humulonok, lupulonok, di- és trimer proantocianidinek (Polyphenol research, 2011; Polak et al., 2013). Az utóbbi években számos tanulmány központi témájává vált a komló és annak potenciális kemopreventív aktivitása. Alfa-savakat (humulonok), béta-savakat (lupulonok) és polifenolokat tartalmaz (Polak et al., 2013). A fenol vegyületek jelentős százalékban monomer formában vannak jelen, mint fenolsav (például a galluszsav) vagy a hidroxifahéjsav (például a p-kumarinsav, a ferulasav, a klorogénsav, vagy a kávéssav), amelyek közül az árpa eredetű ferulasav a legjelentősebb (Polak et al., 2013; Girotti et al., 2010). A xantohumol és az izoxantohumol komló eredetű fenolos vegyületek, amelyek a sörök prenilflavonoidjainak meghatározó elemei. Az antioxidáns hatást tekintve a sörben lévő xantohumol tekinthető a legfontosabb

polifenol vegyületnek, mivel ennek a legmagasabb az ORAC értéke, valamint számos rákbetegség kialakulásának kémiai megelőző ágenseként azonosították. Gátolja a rák kifejlődése során az iniciációt, a rákos sejtek továbbfejlődését és előrehaladását. Emellett az E vitaminnál többször nagyobb antioxidáns hatással bír (Polak et al., 2013). Különböző típusú sörök (läger, pilzner, porter, stout, erős ale és alkoholmentes sörök) prenilflavonoid vizsgálatai kimutatták, hogy az alacsonyabb extrakt tartalmú sörökben, mint például a láger vagy a pilzner, a teljes prenilflavonoid (xantohumol, izoxantohumol, 8-prenilnaringenin, 6-prenilnaringenin, 6-geranilnaringenin) tartalom számottevően alacsonyabb volt (Polak et al., 2013).

A sör pozitív élettani hatásai

- Lúgos kémhatású ital;
- Jelentős antioxidáns tartalmú;
- Vízhajtó és vesekő-képződést megelőző;
- Az ártalmas LDL koleszterin szintet csökkenti;
- Nyugtató, altató hatású;
- Magas vitamin (B1, B2, B3, B6, B9, H) tartalmú;
- Jelentős mennyiségű ásványi anyagot (Cu, Fe, Zn, P, Mg) tartalmaz;
- Vírusfertőzések elleni védelem;
- Stimulálja az immunrendszert (xanthohumol tartalma miatt)

(Házisör, 2014).

Mindezen pozitív hatások mellett a sör hangsúlyozottan mérsékelt fogyasztás esetén javítja a közérzetet és az általános egészségérzetet (Wetheridge, 2004).

1.5 Az antioxidánsok táplálkozás élettani jelentősége

Már az elmúlt századok szülöttei, de napjaink táplálkozási és egészségügyi szakemberei még jobban figyelmet fordítanak a táplálkozás és az egészség kapcsolatára. Az orvostudomány komplex fejlődésével kb. a múlt század 70-es évei környékén jelent meg jellegzetesen az antioxidánsok szerepe és jelentősége, amely alapigényként jelölte meg többek között ezen anyagok jelenlétét az emberi szervezet zavartalan működéséhez. A környezetből bekerülő és a szervezetünket károsító anyagok ellen ható, valamint a normális fejlődéshez és növekedéshez szükséges tápanyagokat élelmiszerekkel kell bejuttatnunk szervezetünkbe, hiszen az nem képes, vagy nem képes szükséges mennyiségben előállítani ezeket. Számos tudományos

publikáció szól a bevitt táplálékok egyes vegyületeinek, valamint azok metabolitjainak a szervezetben kifejtett hatásáról. Ezek közül is az antioxidánsok szerepe igen nagy jelentőségű.

A szervezetben egy igen bonyolult és rendkívül érzékeny rendszer biztosítja a redox-homeosztázist, vagyis a redukciós és oxidációs folyamatok egyensúlyát. Ezekben mind külső, mind belső tényezők befolyása érvényesül. Az élő rendszerekben lejátszódó oxidációs reakciók igen jelentős szerepet töltenek be, amelyek egyrészt energiatermelő folyamatoknál fontosak (például munkavégzéskor), másrészt egyes, a szervezetben lezajló reakciókhoz van rájuk szükség. Ezek mellett káros oxidációs folyamatok is lezajlanak, ami által reaktív oxigén fajták (reactive oxygen species = ROS), magyarul szabadgyökök keletkeznek. A szabadgyökök az emberi metabolizmus szerves részét alkotják. Ezek a gyökök in vivo, az aerob anyagcsere folyamatok során folyamatosan kis koncentrációban keletkeznek, de az "oxidatív stressz" következtében ezek szintje megemelkedik (Cao-Prior, 1998; Girotti et al., 2010; Percival, 1998; Held, 2010). Bizonyos mennyiségükre szükség van a gyulladások elleni védekezéshez, a sejtek szaporodásához, vagy akár azok programozott halálához, az apoptózishoz. Szabadgyökök nagy számban jutnak a szervezetbe a külső környezetből (radioaktív- vagy UV sugárzással, hőhatással, dohányzással, stb.) vagy keletkeznek a szervezetben, például táplálékokból (többszörösen telítetlen zsírsavak, gyógyszerek, stb. révén). A létfontosságú biológiai rendszereket károsító hatásuk miatt, ezeket a gyököket az öregedés és több mint 100 betegség kialakulásáért tartják felelősnek (Cao-Prior, 1998; Percival, 1998; Held, 2010), de szerepe játszanak a sörök ízének romlási folyamataiban is (Nagymáté, 2008).

Mik is valójában ezek a szabadgyökök? Olyan molekulák, amelyek legkülső elektronhéjukon szabad vegyértékekkel rendelkeznek, ezért nagyon reakció képesek, könnyen és gyorsan lépnek kémiai reakcióba más vegyületekkel. Elektron párképzésre hajlamosak, de ha nem megfelelő szabad elektronhoz kötődnek, olyan fontos helyeket károsíthatnak, mint pl. a DNS, az RNS, vagy akár a sejthártya. Mivel a szabadgyökök károsítják a fehérjéket, ezért az enzimaktivitás is csökken, így sejtmembrán működési zavarok jöhetnek létre, amit tovább ront a sejthártya lipidjeinek oxidációja. Ezen felül a lipidoxidációkor keletkező másodlagos termékek a DNS mutációját okozhatják, ami ugyancsak a sejtműködés zavarához vezet.

Okozhatják a szervezet idő előtti öregedését és más káros elváltozásokat is előidézhhetnek (kardiovaszkuláris megbetegedés, immun- és idegrendszeri problémák, rák, hályog stb.). Ezek az instabil molekulák roncsolják a bőrszövetet és más szöveteket, és megnehezítik a sejtek ön-regenerálódását azáltal, hogy a különböző lipidek, nukleinsavak, szénhidrátok szerkezetét károsítják (Percival, 1998; Blázovics, 2009; Biro, 2010, Held, 2010).

Bizonyított, hogy a különböző környezeti hatások és a genetikai adottságok alapvetően befolyásolják a biológiai rendszerekben keletkező ROS koncentrációját és a többszintű antioxidáns-védelem aktivitását. Az élő szervezet maga is termel ellenanyagokat, antioxidánsokat és fejlett, komplex antioxidáns rendszere révén próbálja ellensúlyozni a szabadgyököket és csökkenteni az általuk kifejtett károkat (Cao-Prior, 1998). Az egészséges szervezet sejtei egy adott szintig képesek a saját antioxidánsaikkal hatástalanítani a reaktív molekulákat. Bizonyos helyzetekben (pl. stressz, betegség) a szabad gyökök száma annyira megnő a szervezetben, hogy már nem képes elegendő antioxidánst termelni. Sőt, idősebb korban, vagy betegségek esetén az antioxidánsok hatékonysága és mennyisége lecsökken, ennek következtében ezek optimális bevitelét külső tápanyagokkal kell biztosítani (Percival, 1998; 2010, Held, 2010).

Az antioxidánsok különböző szerkezetű és összetételű anyagok, de mindegyikre igaz az, hogy meg tudják gátolni más életfontos anyagok oxidációját, ezáltal segítve a szervezetet az általános működési mechanizmusainak fenntartásában. Antioxidáns anyagok lehetnek különféle enzimek, vitaminok, és a növényi metabolizmus során keletkező másodlagos anyagcseretermék (Percival, 1998; Veres et al., 2005). Ilyen antioxidáns hatású enzimek például a szuperoxid dizmutáz, a kataláz, vagy a glutation-peroxidáz, makromolekulák közül az albumin vagy a ferritin, kismolekulák közül pedig hogy csak néhányat említsünk, az aszkorbinsav, az alfa-tokoferol, a béta-karotin, az ubiquinol-10, a metionin, a húgysav, a bilirubin, vagy a redukált glutation (GSH) (Cao-Prior, 1998). Ezek az anyagok pozitívan hatnak az olyan betegségekkel szemben, mint a szív- és érrendszeri, vagy a daganatos megbetegedések (Veres et al., 2005).

Megkülönböztetünk természetes és mesterséges antioxidánsokat. A természetes antioxidánsokat általában növényi szervezetek termelik, de vannak egyes, elsősorban változó vegyértékű fémeket is tartalmazó enzimek, amelyek nem

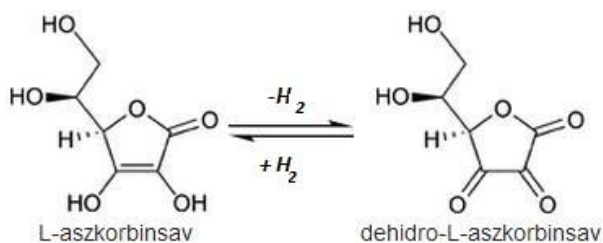
csak növényi, hanem állati szervezetekben is előfordulnak. Ipari eljárásoknál mesterséges antioxidánsokat is felhasználnak, például a zsiradékokhoz butil-hidroxianizolt (BHA) vagy butil-hidroxitoluolt (BHT) adagolnak, az avasodás meggátlására.

Alapvetően megkülönböztethetünk endogén és exogén antioxidánsokat az alapján, hogy szervezetünk képes-e maga előállítani, vagy kívülről, táplálék útján juthatunk hozzá (Percival, 1998; Blázovics, 2009; Biro, 2010).

A táplálékban levő antioxidánsok mennyiségét döntően befolyásolja számos külső tényező, pl. az elkészítési módnál a hőhatás (párolás, sütés, főzés, stb.), oxigén jelenléte (hámozás, darabolás) jelentősen károsíthatja ezeket az anyagokat.

Az antioxidánsok sokféle hatásmechanizmussal fejthetik ki jótékony hatásukat, melyeknek négy alaptípusát különböztetjük meg.

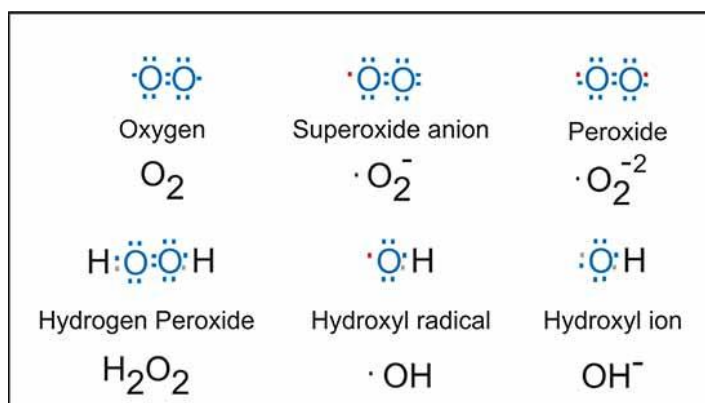
- Ilyen alaptípus, amikor az antioxidáns a védendő anyag helyett oxidálódik, ezáltal az redukálódhat. Ezt a hatást, az antioxidánsok redukáló hatásának nevezzük. Zárt rendszerekben redoxireakciók játszódhatnak le, vagyis az egyik reakciópartner elektronokat vesz fel, míg a másik elektronokat ad le. Ezekben a folyamatokban minél pozitívabb a partner elektródpotenciál értéke, annál reakcióképesebb. Ezáltal a nagyobb redoxpotenciálú anyag oxidálni tudja reakciópartnerét. Ilyen folyamatok zajlanak le akkor is, mikor az antioxidáns a védendő anyagot redukálja, miközben önmaga oxidálódik. Ilyen átalakulás például az L-aszkorbinsav (L-AS) oxidációja L-dehidro-aszkorbinsavvá (L-DAS), amit az alábbi ábra szemléltet.



3. ábra. L-aszkorbinsav és dehidro-L-aszkorbinsav átalakulás

- A 4. ábrán néhány jelentős szabadgyök látható, mivel egyes antioxidánsok gyökfogyó tulajdonságúak is lehetnek. Különböző

oxidációs gyököket kötnek meg, ezáltal meggátolva, a védendő anyagokkal való reakciót. A legismertebb szabadgyökök például a szuperoxid-anion gyök, a hidroxil gyök, az alkoxil gyök és peroxid gyök.



4. ábra. Néhány ismert reaktív oxigéngyök szerkezete

Forrás: Held, 2010

- A fémionokkal reagálva komplexeket képeznek például az aszkorbinsavnál a réz-ion szerepe fontos, mivel ennek oxidációját a réz-ion tartalmú aszkorbinsav-oxidáz katalizálja. A fémionok megkötése egyes flavonoidokra jellemző, pl. kvercetin.
- Végül az utolsó, de ugyancsak lényeges mechanizmus a lipid-peroxidáció gátló hatás. A tudomány mai állása szerint, a szervezetben végbemenő oxidációs folyamatok közül a lipidek oxidációs folyamatai azok, melyek vissza nem fordítható, tartós károsodást idézhetnek elő a szervezetben (Percival, 1998; Blázovics, 2009; Biro, 2010, Held, 2010).

Élettani hatás szempontjából kutatások kimutatták, hogy az antioxidánsok együttes alkalmazása hatékonyabb védelmet nyújt, mint monoterápiájuk. Epidemiológiai vizsgálatokkal tumoros- és cerebrovascularis betegségek esetén is igazolták a kedvezőbb hatást, melyet a különböző antioxidánsok szinergizmusának (egymás hatásának támogatása és erősítése) tudták be (Balogh, 2010).

A fentiekben szemléltetni kívántam az antioxidánsok táplálkozás élettani jelentőségét és ebből kifolyólag számos, növényi eredetű élelmiszer fontosságát a napi étrend összeállítását illetően. Gyakorlati szempontból tehát fontosnak kell tartanunk, hogy étrendünkben rendszeresen forduljanak elő növényi eredetű

anyagok. A rendszeres gyümölcsfogyasztás csökkenti a rákos megbetegedések előfordulásának és elhalálozásnak valószínűségét, valamint a szív- és cerebrovaszkuláris betegségek mortalitásában, amely a bennük található számos antioxidánsnak hatásának köszönhető (Wang et al., 1996).

1.5.1 A természetes antioxidánsok ismertetése

A természetes antioxidánsokat általában növényi szervezetek termelik, és azok elfogyasztásával jutnak be szervezetünkbe, amit természetes anyagok lévén nem terhelnek esetleges szermaradványokkal. Ezek, a főként növényi szervezetekben található anyagok a szervezet káros oxidációs folyamatait leállítva vagy késleltetve fejtik ki jótékony hatásukat. Egyesek, mint például az L-aszkorbinsav, tokoferol vagy bizonyos karotinoidok vitamin-hatással is bírnak. A cianidin, az antocián vegyületek csoportjába tartozó vegyület, amely számos gyümölcsben előfordul. Jellegzetessége, hogy színe és szerkezete a pH-nak megfelelően változó. A vegyület pH 3,5 alatt stabil és piros színt ad, míg a pH növekedésével az antioxidáns hatása csökken. A cianidin direkt redukáló jellege savas közegben érvényesül legjobban, ezért fontos ennek biztosítása. Egyes változó vegyértékű fémionokkal, például alumínium- vagy rézionok jelenlétében, az antocián-fémkomplex keletkezik, amely komplex képződése alacsonyabb pH értékek esetén teljesebb. Szacharóz és alkoholos oldatokban ezekkel a fémionokkal az L-aszkorbinsav oxidációját gyorsítani lehet (Gáborné, 1975). Gabonafélék, mint a durum, vagy aestivum búzák esetében is folytak kutatások, melyekben megállapították, hogy az említett búzafélék őrlményének hőkezelésekor a bennük lévő antioxidáns hatás 120°C-ig történő hevítés hatására nőnek, míg afölött jellegzetes csökkenést mutat (Yu, 2008).

A csokoládénak, azok közül is elsősorban a kakaóban gazdag étcsokoládénak kiemelkedő az antioxidáns tartalma, a nyers kakaóbab nagy antioxidáns tartalma révén. Biológiaiilag aktív szerves vegyületeket, többek között polifenolokat, flavonolokat és katechineket tartalmaz, melyek fontos antioxidánsok. A kakaópornak jelentősen magasabb az antioxidáns tartalma egy grammra vonatkoztatva, mint az áfonya-, vörös áfonya,- vagy akár a gránátalma pornak, bár az összes fenoltartalomban nem volt kimutatható jelentős különbség (Crozier et al., 2011). A teljes flavonol tartalmat tekintve a kakaópor, - minden más, az általuk vizsgált

gyümölcsökből készült porokhoz képest,- kimagasló eredményt adott (Crozier et al., 2011).

Veres és munkatársai 2005-ben különböző gyümölcs- és zöldségminták összes antioxidáns aktivitását vizsgálták Photochem kemiluminométerrel. Vizsgálataik során analizáltak számos magyarországi meggyfajtának víz- és zsírolható antioxidánsait a présleiben és a passzírmadaradványban. Kutatásukban a mért értékek alapján megállapították, hogy a passzírmadaradvány átlagosan 9,5%-kal több vízoldható antioxidáns anyagot tartalmazott, míg a zsírolható antioxidánsok meghatározásakor átlagosan 55,5%-kal magasabb antioxidáns értékeket mértek a passzírmadaradványban, mint a léhányadban. A vizsgált hat különböző fajtájú meggy mintákra vízoldható antioxidáns tartalmat tekintve a présleiben átlagosan 7,04 µg/mg szárazanyagot, a passzírmasszában átlagosan 7,71 µg/mg szárazanyagot, míg zsírolható antioxidánsok mérésekor átlagosan 10,45 µg/mg szárazanyagot mértek a présleiben és 16,25 µg/mg szárazanyagot a passzírványban (Veres et al., 2005).

A C-vitamin és egyes A- és E-vitaminok például antioxidáns karakterrel rendelkeznek. Az A-vitamin a látásban, hámképződésben, immunfolyamatokban, ezen kívül sok más betegség (pl. szív- és érrendszeri-, bőrbetegség) kezelésében és gyógyításában is fontos képlet, emellett igazolták tumorgátló hatását is. A likopin, amely a paradicsom és a görögdinnye színét, valamint a β-karotin, amely egyes zöldségek, gyümölcsök sárga színű vegyületeit adják a karotinoidok közé tartoznak és jellegzetes antioxidáns sajátossággal bírnak. A C-vitamin fő forrásai a citrusfélék, a bogyós gyümölcsök és a zöld leveles zöldségek. Antioxidáns tulajdonsága a koncentrációjának és a különböző fémionok jelenlétének függvényében változik. Az aszkorbinsav az E-vitamin koantioxidánsa, vagyis a gyökök hatására belőle létrejött tokoferoxilgyököt az aszkorbinsav regenerálja. Jelentősége igen nagy a lipid-peroxidáció megakadályozásában és a szív- és érrendszeri betegedések kialakulásának megelőzésében. Többek közt növényi olajokban és a búzacsírában található meg (Nagymáté, 2008; Blázovics, 2009; Biro, 2010; Balogh, 2010). A sör B vitamincsoportban relatív gazdag alkoholos ital, viszont C- és E vitamint nem tartalmaz, 2008-ban vizsgálatok folytak ezen vitaminokkal dúsított, így táplálkozás biológiai értékükben jobb söröket állításával kapcsolatban (Nagymáté, 2008). A C-vitaminhoz hasonlóan lipid-peroxidáció gátló hatással rendelkeznek a polifenolok is, amelyek a több fenolos hidroxilcsoportot tartalmazó molekulák gyűjtőneve. Jelentős

csoportjai pl. a flavonoidok és izoflavonoidok. A flavonoidok minden felsőbbrendű növényben előfordulnak.

1.5.2 Antioxidáns meghatározási módszerek

Jelenleg már igen sok antioxidáns meghatározási módszer létezik, elsősorban azért mert felismerték ezeknek a vegyületeknek a rendkívül fontos élettani jelentőségét. Éppen ezért élelmiszerek gyártásánál, vagy új élelmiszerek előállításánál egyre fontosabb az antioxidánsok meglétének vagy csökkenésének figyelembe vétele.

Megkülönböztetünk hidrogénatom átvitelén, illetve elektronátmeneten alapuló antioxidáns aktivitás mérési módszereket. A hidrogénatom átvitelén alapuló, antioxidáns kapacitást mérő módszerek közé tartoznak többek között az Oxigéngyök Abszorpciós Kapacitás (ORAC-módszer), vagy az összes peroxil gyök befogására vonatkozó paraméter (TRAP-módszer). Az elektronátmeneten alapuló antioxidáns kapacitás mérési módszerekhez sorolhatók a vas redukáló-képességén alapuló módszer (FRAP-módszer), az összes polifenol tartalom meghatározása Folin-Ciocalteu reagenssel (TPC-módszer), a DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil). gyök megkötésén alapuló antioxidáns kapacitás mérés módszere, a rézion redukáló-képességén alapuló antioxidáns mérés (CUPRAC-módszer), és a troloxra vonatkoztatott antioxidáns kapacitás mérés (TEAC-módszer) (Balogh, 2010; Marinova et al., 2011; Carlsen et al.; 2010).

A fenti felsorolásból kicsit bővebben ismertetem az ORAC módszert, amelyet az USA-ban dolgoztak ki és tettek hivatalossá, illetve annak módosítását az ORAC 5.0 módszert. Az Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC), magyarul az Oxigéngyök abszorpciós kapacitás, a leginkább elismert módszerek közé tartozik egy anyagban lévő antioxidáns kapacitás mennyiségi meghatározására, amelyet 1993-ban Cao és munkatársai fejlesztettek ki (Balogh, 2010). Az ORAC eljárás nagy specifitással rendelkezik és számos antioxidáns kimutatására alkalmas. Cao és kollégái vizsgálataik során különböző extrakciós eljárásokat alkalmazva a vérszérumból szérumfehérjéket távolítottak el, és megkülönböztettek lipid- és vízzoldható antioxidánsokat is. Az eljárás időigénye ugyan hosszabb, mint akár a FRAP-, akár a TEAC-módszerhez szükséges időtartam (Cao-Prior, 1998). Az ORAC

5.0 egy átfogó (ORAC) tesztrendszer, amellyel az antioxidáns gyökfogó aktivitását mérik oxigén gyökökkel szemben. Az ORAC 5.0 TM a következő öt típusú vizsgálatból áll össze, hogy értékelje egy anyag antioxidáns hatását az emberi szervezetben található öt elsődleges reaktív oxigéngyök ellen, amelyek a következők:

1. peroxil gyök, ezen belül hidrofil és liofil, így az ezeket mérő módszerek az ORAC hydro és ORAC lipo;
2. hidroxil gyök, így az ezt mérő módszer a HORAC;
3. peroxinitrit gyök, így az ezt mérő módszer a NORAC
4. szuperoxid anion, így az ezt mérő módszer a SORAC és a
5. szinglet oxigén, így az ezt mérő módszer a SOAC (Brunswick Laboratories, 2014).

Ezek a vizsgálatok az antioxidáns kapacitás kiértékelésén alapulnak, vagyis hogy a reaktív oxigéngyökök (ROS) által okozott károkkal szemben mennyire képesek bizonyos anyagok megvédeni a mintát. Minden vizsgált rendszerbe egy reaktív oxidatív részecske indukáló anyagot adnak, amely kiváltja egy adott reaktív gyök felszabadulását. A keletkező szabadgyök a minta anyagaival reakcióba lépve a mintán intenzitás, vagy emissziós hullámhossz-változást hoz létre. Antioxidánsok jelenlétében a szabadgyökök által kifejtett roncsoló hatás nem a minta anyagát károsítja, mivel azokat az antioxidánsok abszorbeálják, ezáltal az antioxidáns kapacitás, amely az adott rendszerre vonatkozó összes antioxidáns vegyület együttes hatását jelenti, meghatározható. Az ORAC 5.0 tehát a vizsgálat végére megadja a teljes ORAC értéket, amely az ORAC, HORAC, NORAC, SORAC és SOAC által mért értékének összege (Brunswick Laboratories, 2014).

Általában az antioxidáns kapacitás mérési eredményeket számos tényező befolyásolja, ilyen tényezők többek között:

1. Mintaelőkészítés.
2. Extrakció (hatásfok, hőmérséklet stb.).
3. Alkalmazott oldószer (metanol, etanol, víz, acetone, kloroform),
4. Választott módszer (elektronátmenettel, hidrogénatom-átadással jár).
5. Méréshez használt szabadgyök (peroxil gyök, DPPH gyök, hidroxilgyök stb.).
6. Mintamátrix – sav, cukor, fehérje, aminosav stb. tartalom, egyéb interferenciát okozó komponensek,
7. Fényérzékenység.
8. Hőmérséklet érzékenység.
9. pH

10. Idő
11. Reakciósebesség, reakció kinetika.
12. Méretből, illetve szerkezetből adódó különbség
13. Additív, szinergens hatások stb. (Forrás: Balogh, 2010)

A következőekben a dolgozatomban felhasznált három módszert fejtem ki részletesebben, vagyis a FRAP-módszert, a TPC-módszert és a DPPH-módszert írom le, amelyek az elektronátmeneten alapuló antioxidáns kapacitás mérési módszerek csoportjába tartoznak.

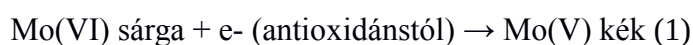
1. Vas redukáló-képességén alapuló módszer – FRAP - Ferric Reducing Antioxidant Power

A metodikát 1996-ban Benzie és Strain dolgozta ki. A mérés alacsony pH-n történik. A vizsgálatokhoz használt vas-2,4,6-tripiridil-S-triazin ((Fe(III)(TPTZ)₂) komplexet az antioxidánsok redukálják, amely intenzív kék színt ad (Cao-Prior, 1998; Brunswick Laboratories, 2014). A színintenzitás változást spektrofotometriásan 593 nm-en detektálni lehet. A reakció adott körülmények között nem specifikus, interferálnak ugyanis a keverékben található egyéb komponensek, amelyek alacsonyabb redox-potenciállal rendelkeznek, mint a ferri-ferro átalakulás, vagyis nem csupán az antioxidáns hatást mérjük. Az abszorbancia változás ez által közvetlenül a keverékben lévő antioxidánsok kombinált, vagy az elektronátmeneten alapuló teljes redukáló hatásához köthető (Brunswick Laboratories, 2014). A módszer hiányossága, hogy a reakció savas pH-n (3,6-os pH-n) végezendő, kéntartalmú vegyületek meghatározására nem megfelelő, így a tiol típusú (SH csoportot tartalmazó) antioxidánsokra nem érzékeny (pl. a glutation). Ezen felül vannak olyan vegyületek, például a karotinoidok, amelyek nem rendelkeznek vasredukáló képességgel, így ezeket az anyagokat nem tudjuk ezzel a módszerrel meghatározni (Cao-Prior, 1998; Brunswick Laboratories, 2014). További hátránya még, hogy a Fe(III)(TPTZ)₂-reagens nem az egyetlen oxidálószer, mivel a különböző élelmiszerekben található fém kelátok is képesek a vas(III)-ionokkal komplexet alkotni és ez által az antioxidánsokkal reakcióba lépni (Brunswick Laboratories, 2014).

A módszer előnye, hogy olcsó, egyszerű, gyors, reprodukálható, nem igényel drága laboratóriumi felszerelést és sikerrel alkalmazható antioxidáns hatás közvetlen mérésére (Balogh, 2010; Veres et al., 2005).

2. Összes polifenol tartalom meghatározása Folin-Ciocalteu reagenssel (TPC - Total Polyphenol Content)

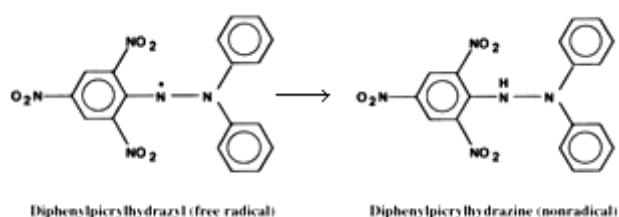
A Folin-Ciocalteu módszert kezdetben fehérjék analízisére használták, kihasználva a reagens aktivitását a fenol-csoportot tartalmazó tirozin maradékra (Brunswick Laboratories, 2014). Évekkel később, 1965-ben Singleton és Rossi (1965) fejlesztették tovább a módszert a bor összes-fenol tartalmának vizsgálatára. A módszer nevével ellentétben, a TPC-módszer valójában egy redukáló-képességen alapuló antioxidáns kapacitás meghatározás. A Folin-Ciocalteu reagens meghatározatlan kémiai jellege ellenére a módszer egyszerű, kényelmes, olcsó és reprodukálható. Alkalmas rutinszerű mérésekre, nagy mennyiségű adathalmaz összegyűjtésére és nem igényel drága laboratóriumi felszerelést (Slinkard-Singleton, 1977; Brunswick Laboratories, 2014). A mérés lúgos pH-n, vagyis nem a fiziológias pH-nak megfelelő, hanem 10-es pH-n történik, ahol kék színváltozást tapasztalunk. (Balogh, 2010). Cukortartalmú minták hevítésekor lúgos pH-n interferencia tapasztalható, ami feltehetően az endiol átalakulás következménye (Slinkard-Singleton, 1977)



Spektrofotométerrel 765 nm-en detektáljuk a színintenzitás változást, amelyen elhanyagolható az egyéb interferáló komponensek fényelnyelése (Balogh, 2010).

3. DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) gyök megkötésén alapuló antioxidáns kapacitás mérés

A stabil 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil gyök megkötésén alapuló antioxidáns kapacitás mérés az egyik legelső antioxidáns mérési módszerek közé tartozik. Eredetileg Blois (1958) fejlesztett ki, de mára számos továbbfejlesztett változata ismert, amelyek nem csupán elnevezésükben, de a módszer leírásában is különböznek, ám egy közös bennük, hogy mindegyik DPPH-reagenst használ a meghatározáshoz (Molyneux, 2004; Marinova-Batchvarov, 2011). A reakció során a sötétlila színű gyök antioxidánsokkal reagálva elveszti a színét és halványsárga szín alakul ki (Balogh, 2010).



5. ábra DPPH – redukált DPPH átalakulás



ahol $\text{DPPH}\cdot$ = DPPH szabadgyök

AH = hidrogén donor molekula (antioxidáns)

DPPH.H = redukált DPPH

$\text{A}\cdot$ = a DPPH redukálásakor keletkező szabadgyök.

Ez utóbbi szabadgyök vesz részt a későbbi reakciókban, amely sztöchiometriailag megfelel a redukált (elszintelenített) DPPH mennyiségének. Ezáltal a reakció az oxidációs rendszerben lejátszódó reakciókkal kapcsolható össze, mint például a lipid-, vagy telítetlen vegyületek autooxidációja (Molyneux, 2004). A redukált DPPH abszorbancia csökkenést okoz, így az UV/VIS spektroszkópiával meghatározható (Polak et al., 2013).

Széles körben alkalmazott, mivel az igen egyszerű, gyors, pontos és olcsó vizsgálati módszer az ételek és italok antioxidáns aktivitásának mérésére és a különböző összetevők szabadgyök-fogó vagy hidrogén donor viselkedésének vizsgálatára (Marinova-Batchvarov, 2011). A gyök stabil, kevésbé reakcióképes és kevésbé agresszív, a bomlás és az érzékenység nem jelentenek problémát, ami a hasznos a lezajló reakciók során (Balogh, 2010). A módszer eredményét befolyásolja az oldószer minősége (etanol, vagy metanol használata) és a minta-DPPH-reagens térfogati aránya (Marinova-Batchvarov, 2011).

Ennek a módszernek a hátránya, hogy egy stabil - az élő szervezetben nem fellelhető gyököt alkalmaz, emellett a rendszer fény-, oxigén-, pH- és oldószerfüggő és a karotinoidok az 517 nm-es mérési hullámhosszon interferálnak. A DPPH szerkezeti felépítése miatt a kis molekulák a jobb hozzáférhetőség miatt nagyobb antioxidáns kapacitás értéket mutatnak, mint a nagyobb molekulák (Balogh, 2010).

2 KÍSÉRLETI RÉSZ

2.1 Felhasznált anyagok

A TDK dolgozatomban tizenegy sör vizsgálatát végeztük el, amelyek magyar és külföldi sörfőzők és sörgyárak termékei. Fontosnak tartottam, hogy a kereskedelemben fellelhető sörök mellett kézműves sörök is a vizsgálataim tárgyát képezzék. A nagyobb sörgyárak, mint a Borsodi Sörgyár, a Heineken Hungaria Zrt, vagy a Gösser Sörgyár termékei mellett így a békésszentandrás Szent András Sörfőzde kézműves söréi is bevizsgálásra kerültek. (Az ismertetések a gyártók által megadott szövegek szó szerinti leírásai. Az ismertetések és a számozás a mintaszámoknak megfelelő sorrendben történt.)

2.1.2 Szent András Sörfőzde söréi (kézműves sörök)

1. Ogre:

Típus: pilzner

Alkoholtartalom: 5,6% v/v

A Szent András Sörfőzde egyik zászlóshajójának számító márka egy markánsan komlózott pilzeni sörélményt garantál, amelyhez határozott alkoholtartalom is párosul. Az Ogre hazánk egyik legnagyobb sörrajongója, a névadó, Marosvári "Ogre" László kívánságára készült. A pilzeni maláta gabonás ízjegyeit a hallertau perle és a zatecky komlók fűszeres, ugyanakkor kesernyés karaktere járja át. Az Ogre hiánypótló termékként jelent meg a hazai kézműves piacon, és rövid idő alatt komoly népszerűsége tett szert „cseh ivósör” jellegével.

Összetevők: ivóvíz, maláta, komlók, sörélesztő.

2. Meggyes sör:

Típus: valódi meggyes láger

Alkoholtartalom: 3,7% v/v

A valódi érett gyümölcsök hamisítatlan zamata keveredik ebben a könnyed, fátyolos habbal töltött sörben. A Szent András Sörfőzde Meggyes Sörében a gyümölcsös íz harmonikus egyensúlyban találkozik a malátával, a fanyar meggy íze a gyümölcs természetességét kölcsönzi az italnak, háttérbe szorítva a komló, a maláta, az alkohol ízét, valamint az erjesztés melléktermékeit.

Összetevők: ivóvíz, maláták, valódi meggyesűrtmény, dextróz, komló, élesztők.

3. Szilvás sör:

Típus: szilvás láger

Alkoholtartalom: 3,7% v/v

A láger alapsör különleges találkozási pontja az érett, valódi szilvával. A gyümölcsös sörben a szilva lágyan simul a harmonikusan komlózott sör ízkarakterébe. „Kitöltve halovány, cukrozott szilvaléillat vezeti fel a kissé rozés beütésű, világos testet, míg ízét kezdetben a friss szilva savanykás, parfümös aromái képviselik” - írja a Kontár Komlókutató blogján a Szent Andrási Szilvás Sörről.

Összetevők: ivóvíz, maláták, valódi szilvasűrítmény, dextróz, komló, élesztők.

4. Fekete Korsó:

Típus: tradicionális baksör

Alkoholtartalom: 7% v/v

A tradicionális baksör ízét a malátajegyek határozzák meg: a pilzeni maláta mellett kidomborodnak a karamell-maláta édes, valamint a festőmaláta pörkölt karakterei. Mindezt megfelelően fűszerezi a hallertau perle komló, amely egy erős, testes, sört eredményez.

Összetevők: ivóvíz, maláta, komlók, sörélesztő.

5. Betyár Király:

Típus: gyümölcsös baksör

Alkoholtartalom: 7% v/v

A betyárok szabadsága, lovaik ereje, és a csárdabéli szépasszonyok bujasága keveredik a Betyár Királyban. A négyféle gyümölcsöt tartalmazó – meggy, szilva, feketecseresznye, áfonya -baksör markáns íze már az első kóstoláskor határozott, tekintélyt parancsoló hatást gyakorol az érzékszervekre. Aromáit, a gyümölcsöket ellenpontosza a pilzeni maláta karaktere, a karamell-maláta édessége, a festőmaláta pörkölt íze határozza meg. Mindezt harmonikusan foglalja keretbe a hallertau perle komlónak köszönhető kesernyés, mégis fűszeres aroma.

Összetevők: ivóvíz, maláták, gyümölcsök, komló, élesztő

2.1.2 Gösser Sörgyár sörrei

6. Gösser Spezial

Típus: láger

Alkoholtartalom: 5,1 % v/v

A klasszikus Gösser Spezial minőségében és megjelenésében is különleges prémium sör. Receptjét mi tökéletesítjük több évszázada. Színét a válogatott alapanyagoknak köszönhetően a természet alakította tökéletesre.

Összetevők: víz, árpamaláta, komló

7. Gösser NaturZitrone

Típus: Citromos sörital

Alkoholtartalom: 2 % v/v

A NaturZitrone a jól ismert Gösser sör és a természetes, frissítő citromlé találkozásából született.

Összetevők: víz, fruktóz, árpamaláta, citrom alapanyag (citrom-narancslé sűrítmenyből, citromsav, stabilizálószer: gumiarábikum, glicerín-észterek természetes gyantából, szentjánoskenyér-magliszt, természetes aroma, antioxidáns: aszkorbinsav, citromfű-kivonat), komló.

2.1.3 Borsodi Sörgyár sör

8. Borsodi sör:

Típus: láger

Alkoholtartalom: 4,5 % v/v

Vonzereje a komlónak köszönhető kellemesen kesernyész íz és a csillogó aransárga szín, melyet dús, finom pórusú hab koronáz. A Borsodi Sör egy minden tekintetben arányos, kiegyensúlyozott ital azok számára, akik ragaszkodnak a megszokott magas színvonalhoz.

Összetevők: Víz, árpamaláta, kukoricadara, komló, antioxidáns (E224).

9. Friss Alma:

Típus: almás sörital

Alkoholtartalom: 2 % v/v

A Borsodi Friss a hűvös sör és a fanyar gyümölcsök harmonikus együttese, amely a legjobb pillanatokhoz is hozzá tud adni még egy kicsit. Almával ízesített, alacsony alkoholtartalmú világos sör cukorral és édesítőszerrel.

Összetevők: sör, almaital: 57% (víz, gyümölcscukor, almale sűrítmenyből (3%), étkezési sav: citromsav, aroma, természetes aroma, édesítőszer (Na-ciklamát, Na-szacharinát, aceszulfám-K, aszpartám). Sör: 43% (víz, árpamaláta, kukoricadara, komló)

2.1.4 Soproni Sörgyár sörei

10. Soproni Klasszikus

Típus: láger

Alkoholtartalom: 4,5 % v/v

A Soproni Magyarország egyik legrégebbi, nagy múltra visszatekintő, 4,5% alkoholtartalmú söre. A természetes összetevőknek és a Soproni szakértelmének köszönhetően hosszú évek óta megbízható minőséget képvisel a világos kategóriájú sörök között. Enyhén kesernyés komló ízének köszönhetően bárki szívesen fogyasztja.

Összetevők: Víz, árpamaláta, kukoricadara, komló.

11. Soproni Radler Körte

Típus: Körtés sörital

Alkoholtartalom: 2 % v/v

A Soproni Radler Körte tökéletesen egyesíti a kiváló alapanyagokból főzött sört a friss gyümölcsök levével. Zamatos körtés sör, ami a komlós és gyümölcsös ízek együttesével nagyszerű választás a kikapcsolódáshoz. Alacsony alkoholtartalma és természetessége igazi frissítő az új ízek kedvelőinek.

Összetevők: sör (víz, árpamaláta, kukoricadara, komló), körteital (víz, fruktóz, körtelé sűrítmenyből, étkezési sav: citromsav, savanyúságot szabályozó anyag: nátrium-citrát, stabilizátor: gumiarábikum, glicerínészterek természetes gyantából, aroma, andioxidáns: aszkorbinsav, tokoferol, aszkorbil-palmitát, citromfű kivonat).

2.2 Kísérleti eredmények és értékelésük

Számos analitikai módszert adaptáltak már sörök antioxidáns tartalmának vizsgálataihoz, amelyek jobbra az antioxidáns aktivitást és az összes polifenol tartalom összefüggéseire, vagy a különböző sörök fenol profiljára fektették a hangsúlyt (Polak et al., 2013). Az intézetben rendelkezésre álló vegyszerek és eszközök alapján három módszerrel tudtam az antioxidánsok hatását vizsgálni. Ez alapján vizsgálataim során a FRAP-módszert (kis módosítással), a TPC-módszert és a DPPH-módszert használtam fel és eredményeimet ezek alapján értékeltem ki.

2.2.1 Sörök antioxidáns hatásának vizsgálata FRAP típusú módszerrel

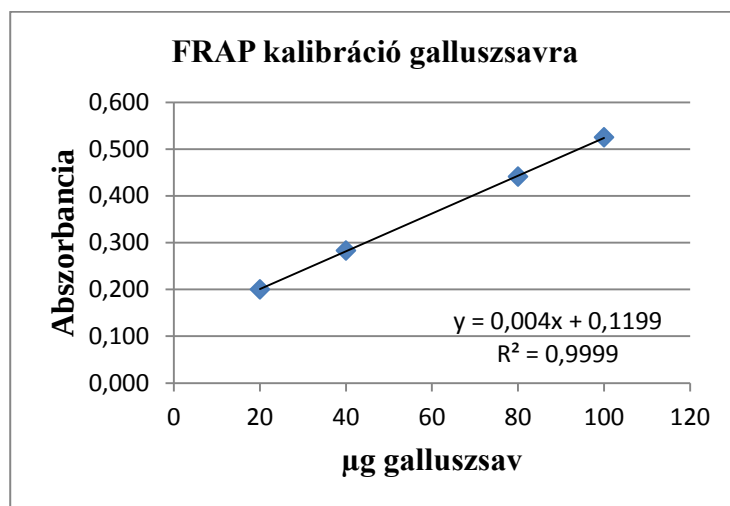
- A sörminta meghatározása

A vizsgált sörmintákból először tízszeres hígítást csináltunk oly módon, hogy 2,00 ml mintához 9,00 ml etilalkohol-desztillált víz-aceton elegyét adtuk, melyhez további 6,00 ml desztillált vizet és 3,00 ml abszolút etilalkoholt töltöttünk. Az így kapott hígított oldatból fotometriás oldatot készítettünk.

A fotometriás oldatot 2,00 ml hígított mintából, 6,00 ml desztillált vízből, 1,00 ml 2,2'-dipiridil oldatból és 1,00 ml Fe(III) reagensből állítottuk össze. A 2,2'-dipiridil esetében 0,5s/v%-os abszolút etanolos, vas(III)-reagens esetében pedig 0,2s/v%-os abszolút etanolos oldattal dolgoztunk. A vizsgált minták fényabszorpcióját spektrofotométer segítségével mértük meg 1 cm-es üveg küvettában, 520 nm-en, a Fe(III) reagens hozzáadása után mért két perces reakció idő után (Carlsen et al., 2006).

- FRAP-módszer kiértékelése

A kiértékeléshez galluszsav ismert mennyiségeit (20, 40, 80, 100 µg-jait etilalkoholban oldva) a minta meghatározásnál ismertett összetételű fotometriás oldatban mértük, olyan módon, hogy a minta helyett a galluszsav oldatot mértük be.



6.ábra. FRAP kalibráció galluszsavra

A regressziós egyenes egyenlete:

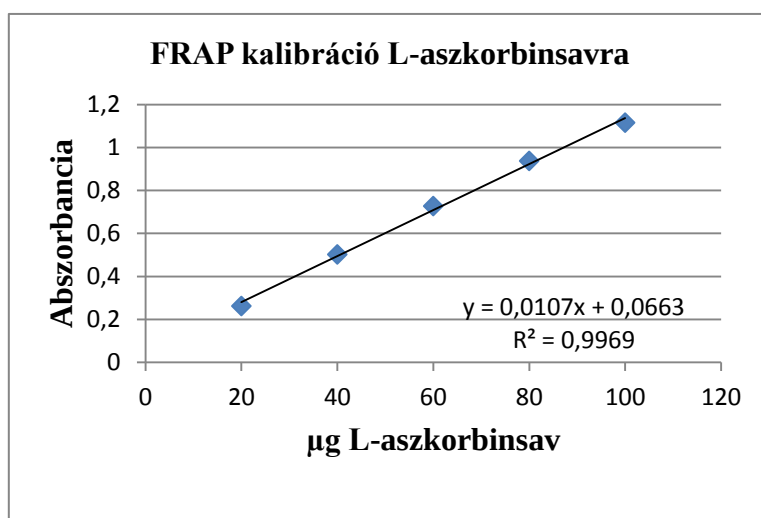
$$y = 0,004x + 0,1199, \text{ ebből (3)}$$

$$x = \frac{y-0,1199}{0,004}, \text{ (4)}$$

$$x = \text{GS } \mu\text{g},$$

$$y = \text{mért abszorbanca.}$$

- FRAP-módszer kiértékelése L-aszkorbinsav kalibráció alapján
Az fentiekhez hasonló módon végeztük el a kalibrációt.



7. ábra. FRAP kalibráció L-aszkorbinsavra

A regressziós egyenes egyenlete:

$$y = 0,0107x + 0,0663, \text{ ebből (5)}$$

$$x = \frac{y-0,0663}{0,0107}, \text{ (6)}$$

$$x = \text{L-AS } \mu\text{g},$$

$$y = \text{mért abszorbanca.}$$

- Sörök antioxidáns hatásának kiszámítása a mérésekből

Az antioxidáns hatás meghatározásához galluszsav mg/1000 ml mintára a következő képletet alkalmaztuk:

$$\text{Gallusz sav egyenérték} \frac{\text{mg}}{1000} \text{ ml minta} = \frac{y-0,1199}{0,004} * \frac{1}{0,2} \text{ (7)}$$

,míg mg L-aszkorbinsav /1000 ml minta esetén az alábbi képlettel számoltunk:

$$L - \text{aszorbinsav egyenérték} \frac{\text{mg}}{1000} \text{ ml minta} = \frac{y-0,0663}{0,0107} * \frac{1}{0,2}. \quad (8)$$

1. táblázat. FRAP-módszer által mért értékek galluszsavra és L-aszkorbinsavra

Sorszám	Abszorbancia 520nm-en	Galluszsav eé. mg/1000 ml minta	L-aszkorbinsav eé. mg/1000 ml minta
1	0,453	416	181
2	0,511	489	208
3	0,360	300	137
4	0,696	720	294
5	0,675	694	284
6	0,376	320	145
7	0,294	218	106
8	0,347	284	131
9	0,218	123	71
10	0,305	231	112
11	0,274	193	97

*eé.=egyen érték

** 1. Ogré; 2. Meggyes sör; 3. Szilvás sör; 4. Fekete Korsó; 5. Betyár Király; 6. Gösser Speziel; 7. Gösser NaturZitron; 8. Borsodi; 9. Borsodi Friss Alma; 10. Soproni Klasszikus; 11. Soproni Radler Körte

Az antioxidáns tartalmat kiszámítottuk galluszsav mg/1000 ml mintára. Kézműves söröknél, gyümölcsös sörök esetén lényegesen nagyobb értékeket kaptunk, mint a gyári gyümölcs ízű sörmixek esetén. A gyümölcsös kézműves sörök és a nekik megfelelő alapsörök összehasonlításakor lényegesen kisebb az eltérés, lévén hogy azok készítéséhez gyümölcs koncentrátumokat használtak fel. A sötétebb, bak sörök antioxidáns hatására a kontroll világos sörhöz, az Ogréhez képest jelentősen nagyobb értékeket kaptunk. A gyümölcs sűrítmények használata kézműves söröknél többnyire lényegesen javítja az antioxidáns hatás összértékét, szemben a gyári ízesített söröknél, ahol gyümölcsleveket alkalmaznak.

Gyári sörök mérésekor minden esetben kisebb értékeket kapunk, mint a gyümölcsös söröknél, amely arra vezethető vissza, hogy itt a gyártás során gyümölcsleveket használtak.

Az antioxidáns tartalmat kiszámítottuk mg L-aszkorbinsav/1000 ml mintára is. Itt lényegesen kisebb értékeket kaptunk, ami azzal magyarázható, hogy a

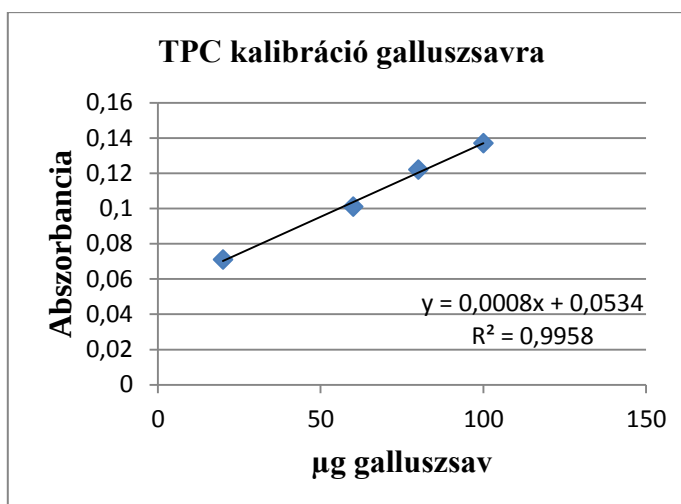
galluszsav kémiai összetételét illetően jobban lefedi azokat a vegyületeket, amelyek a sörben találhatóak, mint az L-aszkorbinsav. Az mindenesetre jól látszik, hogy a gyümölcsös kézműves sörök gyümölcskoncentrátumból készültek, amelyet a lényegesen nagyobb L-aszkorbinsav tartalmukból láthatunk. A kapott értékek azt jelentik, hogy a gyári mintákban hígított gyümölcsleveket használhattak, illetve az adott helyzetben mérhető fenoltartalom lényegesen kisebb volt.

Összefoglalva az állapítható meg, ha az antioxidáns hatás változását vizsgáljuk, hogy mindenféleképpen gyümölcs sűrítményeket érdemes használnunk, amely vagy nem, vagy csak kis mértékben csökkenti a biológiai értéket.

2.2.2 Sörök összes polifenol-tartalom meghatározása Folin-Ciocalteu reagenssel (TPC-módszer)

A TPC-módszerhez a fotometriás oldatot oly módon állítottuk elő, hogy 0,50 ml vizsgálandó sörmintához 30,00 ml desztillált vizet, 2,50 ml Folin-Ciocalteu reagenst és 7,50 ml 20 %-os vízmentes nátrium-karbonátot tartalmazó oldatot adtunk. Ezt 50,00 ml-ig jelre töltöttük desztillált vízzel, homogenizáltuk és két órára sötét helyen reagálni hagytuk.

A kalibrációs oldatainkat a fent említett összetétellel végeztük annyi különbséggel, hogy sör helyett galluszsav-oldatot tettünk bele 20 µg; 40 µg; 80 µg és 100 µg mennyiségekben (Oñate-jaén et al., 2006).



8. ábra. TPC kalibráció galluszsavra

A regressziós egyenes egyenlete:

$$y = 0,0008x + 0,0534, \text{ ebből (9)}$$

$$x = \frac{y-0,0534}{0,0008}, \text{ (10)}$$

$$x = \text{GS } \mu\text{g},$$

$$y = \text{mért abszorbancia.}$$

Az antioxidáns hatás meghatározásához galluszsav mg/1000 ml mintára a következő képletet alkalmaztuk:

$$\text{Gallusz sav egyenérték} \frac{\text{mg}}{1000} \text{ ml minta} = \frac{y-0,0534}{0,0008} * \frac{1}{0,5}. \text{ (11)}$$

2. táblázat. TPC-módszer által mért értékek galluszsavra

Sorszám	Abszorbancia 765 nm-en	Galluszsav eé. mg/1000 ml minta
1	0,468	1037
2	0,456	1007
3	0,284	577
4	0,757	1759
5	0,636	1457
6	0,450	992
7	0,274	552
8	0,405	879
9	0,225	429
10	0,277	559
11	0,210	392

*eé.=egyen érték

** 1. Ogre; 2. Meggyes sör; 3. Szilvás sör; 4. Fekete Korsó; 5. Betyár Király; 6. Gösser Speziel; 7. Gösser NaturZitron; 8. Borsodi; 9. Borsodi Friss Alma; 10. Soproni Klasszikus; 11. Soproni Radler Körte

A gyümölcsökben a polifenolok számottevő mennyiségben jelen vannak, ezzel magyarázható, hogy gyümölcs koncentrátumok alkalmazásakor magasabb polifenol értékeket kaptunk, mint a gyári mintáknál. Ezt láthatjuk a kézműves és gyári minták összehasonlításakor, ahol általánosságban elmondható, hogy a kézműves sörök összpolicenol tartalma mind a kontroll, mind pedig a gyümöclslével kevert gyári mintáknál lényegesen nagyobb.

A gyári mintáknál továbbá megfigyelhető hogy a gyümölcs ízű sörmixek kisebb értékeket mutatnak, feltehetően azért, mert a gyümölcslé hozzáadagolása hígított formában történt.

2.2.3 Sörök antioxidáns hatásának vizsgálata DPPH-módszerrel

A módszert alapjaiban nem változtatva, de a mennyiségeket lecsökkentve a következő módon jártunk el vizsgálatunk során.

Először a hígított mintákat készítettünk a sörökből oly módon, hogy 6,65 ml kigázósított sört 50,00 ml-es mérőlombikban desztillált vízzel jelig töltöttünk, majd óvatosan összeráztuk.

Ebből a hígított mintából 1,00 ml-t mértünk ki kémcsövekbe, amelyhez 8,00 ml abszolút etilalkoholt adva 30 percre 20°C-on sötét helyre állni hagytuk. A 30 perc elteltével abszolút etilalkohollal 10,00 ml-re egészítettük ki, összeráztuk és a kapott oldat zavarosságának függvényében redős szűrőpapíron szűrtük át. A kontroll mintánkat a fentiekhez hasonlóan készítettük, de hígított sörminta helyett desztillált vizet használtunk (Marinova-Batchvarov, 2011).

A DPPH-reagenst a mérések előtt mindig frissen készítjük el! A reagenshez 0,0024 g DPPH-t mérünk ki, amelyet 100,00 ml-es mérőlombikban jelig töltünk, majd 20°C-on, sötét helyen 30 percig állni hagyunk.

Az ilyen módon kapott hígított mintákból elkészítettük a fotometriás oldatunkat úgy, hogy 1,50 ml hígított mintához 1,50 ml DPPH-reagenst adtunk, alaposan összeráztunk, majd 30 percre 20°C-on sötét helyen állni hagytuk.

A pihentetési idő leteltével spektrofotométerrel 517 nm-en mértük a fotometriás oldatok abszorbanancia értékét.

Az antioxidáns hatás %-os meghatározásához a következő képletet alkalmaztuk:

$$\text{Antioxidáns hatás (\%)} = \frac{\text{Kontroll} - \text{Minta}}{\text{Kontroll}} * 100. \quad (12)$$

3. táblázat. DPPH-módszer által mért értékek galluszsavra

Sorszám	Abszorbancia 520 nm-en	Antioxidáns hatás (%)
1	0,344	24,73
2	0,254	44,42
3	0,363	20,57
4	0,306	33,04
5	0,336	26,48
6	0,362	20,79
7	0,410	10,28
8	0,405	11,38
9	0,432	5,47
10	0,413	9,63
11	0,420	8,10
Kontroll	0,457	-

*eé.=egyen érték

** 1. Ogre; 2. Meggyes sör; 3. Szilvás sör; 4. Fekete Korsó; 5. Betyár Király; 6. Gösser Speziel; 7. Gösser NaturZitron; 8. Borsodi; 9. Borsodi Friss Alma; 10. Soproni Klasszikus; 11. Soproni Radler Körte

Az alapsöröknek nevezhető kézműves sörök a gyári sörökhöz viszonyítva jelentősen jobb értéket mutatnak. Az antioxidáns hatás értékeket vizsgálva megállapítható, hogy a gyümölcsös kézműves söröknél messzemenően jobb értékeket kaptunk, mint a gyári sörök gyümölcsös sörmixeinél.

Magyarázata lehet a felhasznált nyersanyag mennyiségi és minőségi különbsége mind a gyümölcsös, illetve gyümölcs-ízesítésű söröknél, mind pedig az alapsöröknél.

3 ÖSSZEFOGLALÁS, JAVASLATTÉTEL

Célunk az volt, hogy megmérjük a különböző sörök antioxidáns hatását, mennyire tudják a biológiai értéket gyümölcs készítmény hozzáadással növelni. A legújabban gyártott sörmixeket is figyelembe véve tizenegy mintát vizsgáltunk meg három-féle módszerrel. A minták közül sikerült magyar kézműves mintákat is analizálnunk a gyári sörök mellett, amelyek közül két külföldi és négy magyar gyártmány szerepelt.

Összegző táblázatban mutatom meg a három módszer által kapott eredményeket.

7. táblázat. Vizsgált sörminták antioxidáns adatai FRAP-, TPC- és DPPH-módszerrel

Sorszámok**	FRAP-módszer		TPC-módszer	DPPH-módszer
	Galluszsav eé. mg/1000 ml minta	L-aszkorbinsav eé. mg/1000 ml minta	Galluszsav eé. mg/1000 ml minta	Antioxidáns hatás (%)
1	416	181	1037	24,73
2	489	208	1007	44,42
3	300	137	577	20,57
4	720	294	1759	33,04
5	694	284	1457	26,48
6	320	145	992	20,79
7	218	106	552	10,28
8	284	131	879	11,38
9	123	71	429	5,47
10	231	112	559	9,63
11	193	97	392	8,1

*eé.=egyen érték

** 1. Ogre; 2. Meggyes sör; 3. Szilvás sör; 4. Fekete Korsó; 5. Betyár Király; 6. Gösser Speziel; 7. Gösser NaturZitron; 8. Borsodi; 9. Borsodi Friss Alma; 10. Soproni Klasszikus; 11. Soproni Radler Körte

Ez alapján ***megállapításaimat*** az alábbiakban foglalom össze:

Sörök antioxidáns hatása szempontból a kézműves sörök jobbnak bizonyultak a gyári sörökkel szemben.

A gyümölcsös sörök a kézműves sörök esetében antioxidáns tartalom szempontból nem mutattak lényeges csökkenést, míg gyári söröknél a sörmixek adatai kisebb értékeket adtak az alapsörökhöz képest. A gyümölcsös sörök a sörmixekkel ellentétben nem csökkentik jelentősen az antioxidáns hatást, feltehetően a gyümölcs koncentrátum formában történő adagolásából kifolyólag.

Bár nem tartozott szervesen az antioxidáns vizsgálatához, úgy gondoltuk, hogy az érzékszervi minősítés (kóstolás) esetleg támpontot adhat végső megállapításhoz. Éppen ezért a mintákat lehűtött állapotban – nem hivatalos módon – kóstolási próbának is alávettem, amelyhez segítséget is kaptam. A vizsgálat során értékeltük a sörmixeknek és gyümölcsös söröknek megfelelő sörök illat, íz és zamat jellemzőit. Ennek megfelelően az illat vizsgálatkor megállapítható, hogy a gyümölcskoncentrátum, illetve gyümölcslevek adagolásának következtében a sörök elveszítik eredeti sörre jellemző illatukat és ízüket és a zamat sem mutatott jellegzetesen sörre jellemző tulajdonságot. A gyümölcsös jelleg szempontjából a Betyár Király és a Meggyes sör kivételével a sörök nem mutattak a gyümölcsre jellemző, harmonikus, vagy természetes gyümölcsre jellemző jelleget.

Összegezve az antioxidáns vizsgálatok adatait illetve a kóstoláson kialakult véleményeket *javaslataim* az alábbiak.

A kézműves söröknél az antioxidáns aktivitás lényegesen nagyobb értékű, mint a gyári söröknél. A gyümölcsös sörök szintén a kézműves söröknél előnyösebb tulajdonságot mutatnak antioxidáns hatás szempontjából.

Ennek alapján a kézműves söröket jobb minőségűnek tartom a gyári söröknél mind az alap sörök, mind a gyümölcsös változat esetében. Összefoglalva az állapítható meg, ha az antioxidáns hatás változását vizsgáljuk, hogy mindenféleképpen gyümölcs sűrítményeket érdemes használni, amely vagy nem, vagy csak kis mértékben csökkenti ezt a biológiai értéket.

Emellett azonban még számos dolgot figyelembe kell venni, amikor valamilyen termék a kereskedelmi forgalomba kerül. Ilyenek például a termék ára (tartós eladhatóság szempontjából), általában a fogyasztói ízlésnek megfelelő érzékszervi tulajdonságok (elsősorban az íz, illat és szín).

Mérlegelni kell azt is, hogy az antioxidáns hatás szervezetbe történő juttatása, tehát a táplálkozás során, a sör nem a legfontosabb, mert nem a létfontosságú élelmiszerek, illetve a naponta rendszeresen fogyasztott élelmiszerek közé tartozik, amelyek között számos olyan van, amelynek antioxidáns kapacitása nagyobb (gyümölcs, zöldség, stb.).

Véleményem szerint a sör antioxidáns aktivitásától, mint előírt minőségi tényező el lehet tekinteni – bár az többletelőnyt jelent a biológiai érték szempontjából.

IRODALOMJEGYZÉK

- Jackson M. (2007): *Sör*, Mérték Kiadó, Budapest ISBN 978 963 9693 95 1, 10-57
- Telegdy Kovács L., Holló J. (1952): *Élelmezési iparok technológiája*, II. kötet, Ankönyvkiadó, Budapest, 373-402
- Vogel W.(2000): *Sör házi készítése*, HOGYF Editio, Budapest, ISBN 963 848 413 6, 5-115
- Kunze W.(1983): *A sörfőzés és a malátázás technológiája*, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest ISBN 963 231 446 8, 119-205
- Balogh E. (2010): *Antioxidáns kapacitás meghatározása és ennek kialakításában szerepet játszó vegyületek vizsgálata bogyós gyümölcsök esetében*, Doktori értekezés, 13-42
- Polak J., Bartoszek M., Stanimirova I.(2013): *A study of the antioxidant properties of beers using electron paramagnetic resonance*, Food Chemistry 141, 3042-3049
- Nagymáté E. (2008): *Vitaminnal dúsított sörök előállítása és tanulmányozása*, Doktori értekezés, 5-35
- Wang H., Cao G., Prior R.L. (1996): *Total Antioxidant Capacity of Fruits*, J. Agric. Food Chem. 44, 701–705
- Veres Zs., Domokos-Szabolcsy É., Fári M.G. (2005): *Kísérletek gyümölcs- és zöldségminták összes antioxidáns aktivitásának rutinszerű mérésére Photochem kemiluminométerrel*, Agrártudományi Közlemények, 16. Különszám, 300-304
- Carlsen M.H., Halvorsen B.L., Holte K., Bøhn S.K., Dragland S., Sampson L., Willey C., Senoo H., Umezono Y., Sanada C., Barikmo I., Berhe N., Willett W.C, Phillips K.M., Jacobs D.R., Blomhoff R. (2010): *The total antioxidant content of more than 3100 foods, beverages, spices, herbs and supplements used worldwide*, Nutrition Journal, 9, 3, 1-11
- Witheridge J. (2004): *The benefits of moderate beer consumption*, III. kiadás, The Brewers of Europe, 4-31

- Crozier S.J., Preston A.G., Hurst J.W., Payne M.J., Julie Mann, Hainly L., Mille D.L. (2011): *Cacao seeds are a "Super Fruit": A comparative analysis of various fruit powders and products*, Chemistry Central Journal, 5:5
- Marinova G., Batchvarov V. (2011): *Evaluation of the methods for determination of the free radical scavenging activity by DPPH*, Bulgarian Journal of Agricultural Science, 17, 11-24
- Blázovics A. (2009): *A szabad gyököktől a táplálkozás tudományig*, Orvosi Hetilap, 150, 53-63
- Biró Gy. (2010): *Funkcionális élelmiszerek, természetes antioxidánsok szerepe az egészségmegőrzésben.*
- Percival M. (1998): *Antioxidants, Clinical Nutrion Insight*, NUT031 1/96, Rev. 10/98, 1-4
- Held Ph. D.P. (2010): *An Introduction to Reactive Oxygen Species - Measurement of ROS in Cells*, BioTek, 1-2
- Slinkard K., Singleton V.L. (1977): *Total Phenol Analysis: Automation and Comparison with Manual Methods*, American Journal Enology Viticulture 28, 49-55
- Cao G., Prior R.L. (1998): *Comparison of different analytical methods for assessing total antioxidant capacity of human serum*, Clinical Chemistry 44:6, 1309-1315
- Girotti S., Ferri E.N., Bolelli L., Arfelli G., Bendini A., Cerretani L. (2010): *Luminescence-based assays to evaluate the total antioxidant capacity of foods*, Ovidius University Annals of Chemistry 21, Number 2, 129-138
- Molyneux P. (2004): *The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity*, Songklanakarin J. Sci. Technol., , 26(2), 211-219
- Yu L. (2008): *Wheat antioxidants*, Wiley Interscience, WILEY-INTERSCIENCE, United States of America, ISBN 978-0-470-04259-5
- Gábor Miklósné (1974): *Antocianinok antioxidáns hatása*, Kandidátusi disszertáció

Központi Statisztikai Hivatal (2013), Az élelmiszer-fogyasztás alakulása, 2011, Statisztikai tükör 42, VI. évfolyam,

Hughes G.(2014): *Házi sörfőzde*, Libri Kiadó, Budapest ISBN 978 963 310 404 0, 106

Oñate-jaén A., Bellido-milla D., Hernández-artiga M.P. (2006): *Spectrophotometric methods to differentiate beers and evaluate beer aging*, Analytical, Nutritional and Clinical Methods, Food Chemistry, 361-369

http://www.hazisor.hu/a_sor_elettani_hatasai.htm (2014.10.04)

http://dreher.hu/portal/main.php?heading_id=32 (2014.10.05)

http://www.beerandhealth.eu/site/page.php?doc_id=25 (2014.10.01)

<http://www.brunswicklabs.com/orac-family/orac50/> (2014.10.21)

<http://ser.hupont.hu/4/sortipusok> (2014.10.13)

<http://www.blogbanazigazsag.hu/cimkek/sormix> (2014.10.14)

<http://kurir.hu/itthon/2441-jon-a-sormix-sorkeverek-sortartalmu-ital> (2014.10.14)

http://kocsma.blog.hu/2012/12/03/nagyuzemi_sorok_vs_kezmuves_sorok
(2014.10.14)

<http://www.beerandhealth.eu/php/photos.php?gal=Atmosphere> (2014.10.10)

http://www.hazipatika.com/életmod/tudományos_erdekessegek/cikkek/a_sor_okosit_de_nem_tud_eleget_inni_belole/20141009184945 (2014.10.10)