

Debreceni Egyetem

KERPELY KÁLMÁN DOKTORI ISKOLA

Doktori iskola vezető:

Prof. Dr. Holb Imre
egyetemi tanár, az MTA doktora

Témavezető:

Dr. Czipa Nikolett
egyetemi docens

**NÖVÉNYI ALAPANYAGOK BELTARTALMI
PARAMÉTEREINEK HATÁSA A SÖRÖK MINŐSÉGI
JELLEMZŐIRE**

Készítette:

Alexa Loránd
doktorjelölt

Debrecen
2023

**NÖVÉNYI ALAPANYAGOK BELTARTALMI
PARAMÉTEREINEK HATÁSA A SÖRÖK MINŐSÉGI
JELLEMZŐIRE**

Értekezés a doktori (PhD) fokozat megszerzése érdekében
az agrártudományok (élelmiszertudományok) tudományágban

Írta: Alexa Loránd, okleveles élelmiszerbiztonsági és –minőségi mérnök

Készült a Debreceni Egyetem Kerpely Kálmán Növénytermesztési és
Kertészeti Tudományok Doktori Iskolája

(Növénytermesztési és kertészeti tudományok) programja keretében

Témavezető: Dr. Czipa Nikolett, egyetemi docens

Az értekezés bírálói:

Név	Fokozat	Aláírás
_____	_____	_____
_____	_____	_____

A bírálóbizottság:

Név	Fokozat	Aláírás
Elnök: _____	_____	_____
Tagok: _____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Az értekezés védésének időpontja: 20...

Tartalom

A DOLGOZATBAN HASZNÁLT RÖVIDÍTÉSEK JELENTÉSE	4
1. BEVEZETÉS.....	5
1.1. Célkitűzés.....	7
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	9
2.1. A sörgyártáshoz felhasználható anyagok.....	9
2.1.1. Elsődleges összetevők.....	9
2.1.1.1. A sörárpa	9
2.1.1.2. A víz	10
2.1.2. Egyéb, szokásosan felhasználható összetevők.....	10
2.1.2.1. Karamellmaláta, festőmaláta	10
2.1.2.2. Pótanyagok	11
2.1.2.3. Komló, komlókészítmények.....	11
2.1.3. Technológiai segédanyagok.....	12
2.1.3.1. Sörélesztő	12
2.2. A sörkészítés technológiája.....	13
2.2.1. Malátázás	13
2.2.2. Sörlé főzés.....	15
2.2.2.1. A maláta őrlése	15
2.2.2.2. Cefrőzés	15
2.2.2.3. Cefreszűrés	16
2.2.2.4. Komlóforralás.....	16
2.2.3. Erjesztés	18
2.2.4. Szűrés, fejtés	19
2.3. A sörökben megtalálható egyes komponensek és egészségre gyakorolt hatásuk 20	
2.3.1. Az oxidatív stressz és az antioxidánsok.....	20
2.3.1.1. A fenolos vegyületek.....	22
2.3.1.2. A flavonoidok.....	23
2.3.1.3. A C-vitamin	24
2.3.2. Makroelemek	24
2.3.3. Mikro- és nyomelemek	28
2.3.4. Toxikus elemek.....	31
2.3.5. A sörben található egyéb vegyületek és azok élettani hatása	32
2.4. A beltartalomra hatást gyakorló egyéb tényezők	34

3.	ANYAG ÉS MÓDSZER.....	35
3.1.	Kereskedelmi forgalomban kapható sörök.....	35
3.2.	Saját készítésű sörök	36
3.3.	Vizsgálati módszerek	42
3.3.1.	Összes polifenol-tartalom meghatározása	43
3.3.2.	Flavonoid-tartalom meghatározása.....	43
3.3.3.	C-vitamin tartalom meghatározása	43
3.3.4.	Sörök színének mérése.....	44
3.3.5.	Gyümölcslevek savtartalmának meghatározása	44
3.3.6.	Sörök összes savasságának mérése.....	44
3.3.7.	Sörök keserűértékének meghatározása	44
3.3.8.	Ásványianyag-tartalom meghatározása	45
3.4.	Statisztikai analízis.....	45
4.	EREDMÉNYEK.....	46
4.1.	Kereskedelmi forgalomban kapható sörök.....	46
4.1.1.	Összes polifenol- és flavonoid-tartalom	46
4.1.2.	Összes savasság	49
4.1.3.	Ásványianyag-tartalom.....	50
4.1.4.	A lineáris diszkriminancia analízis eredménye	63
4.2.	Saját készítésű sörök	66
4.2.1.	Gyümölcsös sörök.....	66
4.2.1.1.	Összes polifenol- és flavonoid-tartalom.....	66
4.2.1.1.1.	A felhasznált gyümölcslevek.....	66
4.2.1.1.2.	Késztermékek	68
4.2.1.2.	C-vitamin tartalom.....	78
4.2.1.3.	Savtartalom, összes savasság.....	80
4.2.1.4.	Keserűérték.....	83
4.2.1.5.	Ásványianyag-tartalom.....	86
4.2.1.6.	Korreláció-analízis	100
4.2.2.	Alternatív alap- és pótanyagok felhasználásával készített sörök.....	102
4.2.2.1.	Összes polifenol- és flavonoid-tartalom.....	102
4.2.2.2.	C-vitamin tartalom.....	104
4.2.2.3.	Összes savasság, keserűérték.....	105
4.2.2.4.	Ásványianyag-tartalom.....	106
4.2.3.	Csokoládés és kávé felsőerjesztésű barnasörök	111

6.	KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK	116
7.	ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK.....	122
8.	GYAKORLATBAN ALKALMAZHATÓ EREDMÉNYEK.....	125
9.	ÖSSZEFOGLALÁS	127
10.	SUMMARY	130
11.	IRODALOM.....	133
12.	PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN	147
13.	KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	152
14.	NYILATKOZATOK	153
15.	MELLÉKLETEK.....	154
	1. sz. melléklet: A kereskedelmi forgalomban kapható sörök analízisének eredményei	154
	2. sz. melléklet: A saját készítésű gyümölcsös sörök ásványianyag-tartalma	167

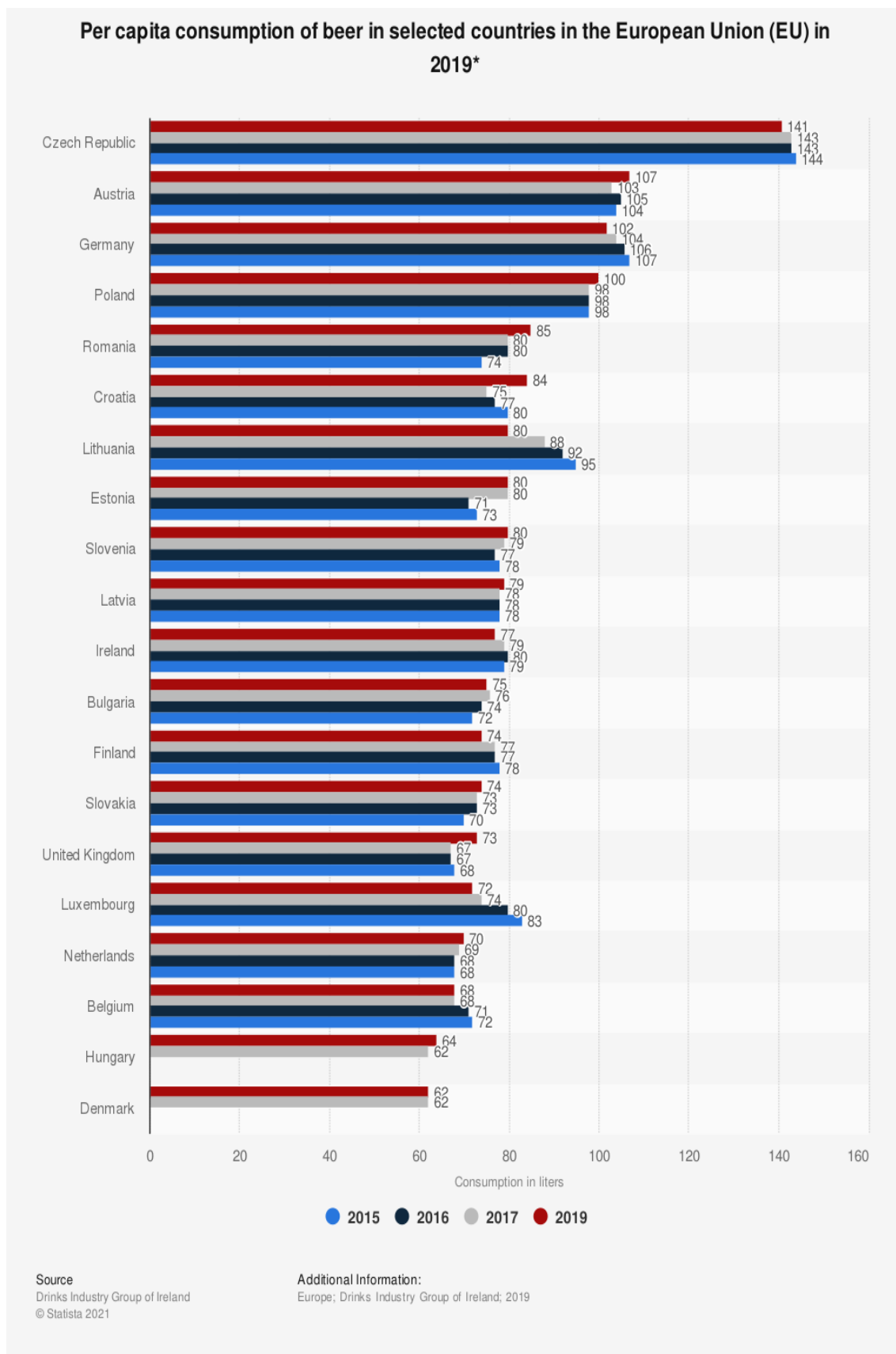
A DOLGOZATBAN HASZNÁLT RÖVIDÍTÉSEK JELENTÉSE

1. ADH – Antidiuretikus hormon
2. APA – American Pale Ale
3. ATP – Adenozin-trifoszfát
4. CE – Catechin ekvivalens
5. DMS – Dimetil-szulfid
6. DNS – Dezoxiribonukleinsav
7. EBC – European Brewery Convention
8. GAE – Galluszsav Ekvivalens
9. HDL – High Density Lipoprotein
10. ICP-OES – Induktív Csatlósú Plazma Optikai Emissziós Spektrométer
11. ICP-MS – Induktív Csatlósú Plazma Tömegspektrométer
12. IPA – India Pale Ale
13. LDA – Lineáris Diszkriminancia Analízis
14. LDL – Low Density Lipoprotein
15. LoD – Kimutatási határ
16. NK° - Német Keménységi Fok
17. NRV – Ajánlott Napi Bevitel
18. One-way ANOVA – Egytényezős variancia analízis
19. RNS – Ribonukleinsav
20. TPC – Összes Fenolos Vegyülettartalom
21. WL – Wilks' lambda

1. BEVEZETÉS

A sör egy világszerte hatalmas népszerűségnek örvendő alkoholos ital, melyet az 1. ábra is szemléltet. Fogyasztása még olyan országokban is magas, melyek nem rendelkeznek évszázadokra visszanyúló hagyományokkal a sörkészítés területén (ALCÁZAR et al., 2002). Az ezredfordulón már az 1,2 milliárd hektolitert is meghaladó fogyasztás a mai napig növekvő tendenciát mutat, a magas sörkultúrával rendelkező országokban 100 l/fő/év fölött van (FAO, 2009). Csehországban például 2019-ben 141 liter volt ez az érték (STATISTA, 2021.06.08.), ahogy az 1. ábrán is látható. Természetesen nem minden országra jellemző ez a tendencia. Hazánkban az egy fő által elfogyasztott éves sörmennyiség 1986 és 1991 között haladta meg a 100 litert, ezt követően pedig jelentős visszaesés volt tapasztalható. 2018-as adatok alapján egy magyar ember átlagosan körülbelül 70 liter sört iszik (KSH, 2020.05.25.), az 1. ábrán azonban 2017-ben és 2019-ben 62 és 64 literes érték látható.

A változó fogyasztási adatok a világ számos országában a söripar szerkezetének átalakulásával, formálódásával párosulnak. Az Egyesült Államokban a prohibíció előtt működő 1300 sörfőzdéből csupán egy maradt az 1926. évre, és az ott készülő italok összetétele jelentősen eltért a megszokottól (BLOCKER, 2011). A szesztilalom feloldását követően (1933) az amerikai piacot telítették a jellegtelen, kereskedelmi sörök. Ezt megelégtelve kezdtek el egyre többen sörfőzéssel foglalkozni, és nagy múltú sörtípusok, például a porter és az IPA feltámasztásával indult el a Házi Sörfőző Mozgalom az 1980-as években, mely a szakmai szervezetek és az első „micro brewery-k” megalakulásához vezetett. Jóval később ugyan, de sok esetben gyorsabb ütemben történt hasonló változás más nemzetek söriparában is: Magyarországon 2010 után emelkedett jelentős mértékben a házi sörök készítése és fogyasztása, melyet az a 2012. évi törvénymódosítás is segített, mely kimondta, hogy évi 1000 liter mennyiségig bárki szabadon főzhet sört. Ebben az esetben a sörfőzőt sem adó, sem más költség nem terheli, bejelentési kötelezettsége van csupán (MAGYAR KÖZTÁRSASÁG, 2011).



1. ábra: Az egy főre jutó éves sörfogyasztás Európa országaiban, 2015-2019.
Forrás: STATISTA (2021.06.08.)

A kisüzemi sör, vagyis a „craft beer” növekvő népszerűsége számos lehetőséget hordoz magában. Ez a termékcsoport elsősorban azon fogyasztók számára csábító, akik a viszonylag egységes ízvilágúnak mondható mainstream sörök helyett inkább valami újszerű, komplex ízvilágot preferálnak (JAEGER et al., 2020). Ezeknek a söröknek alapvetően két követelménynek kell megfelelni: az előállítás hagyományos technológiával történjen, valamint az előállító létesítmény kis méretű legyen (ELZINGA et al., 2015). A szokatlan, komplex ízvilág kialakítása egy kisüzemi sörfőzde számára sokkal egyszerűbb, hiszen a termelés és forgalmazás kisebb volumenű (JAEGER et al., 2020; VECSEI, 2004). Ebből adódóan az alapanyagok (elsősorban a maláta típusok) egymáshoz viszonyított arányával, az esetlegesen hozzáadott ízesítő- és színezőanyagokkal szabadabban kísérletezhetnek, az előállítási technológiájuk nagymértékben változhat (DONADINI – PORRETTA, 2017), de akár a hozzáadott pótanyag felhasználása is eltérő lehet – habár a kisüzemi sörfőzdek a legtöbb esetben pótanyagmentes sör előállítására törekednek (VECSEI, 2004).

1.1. Célkitűzés

A különböző összetevők alkalmazása természetesen a sörök minőségi jellemzőin és beltartalmi paraméterein is nyomot hagy. Kutatásom célja az volt, hogy összefüggést keressek különböző anyagok felhasználásával készített sörök összetétele között, ezáltal feltérképezzem, hogy a bizonyos hozzáadott anyagokat tartalmazó sörök milyen koncentrációban tartalmaznak olyan, egészségünkre nézve kedvező komponenseket, mint a fenolos vegyületek, flavonoidok, vitaminok, illetve ásványi anyagok. Ennek érdekében kezdetben kereskedelmi forgalomban kapható, nagyüzemi sörök vizsgálatát végeztem el. A beszerzett minták között jobbra hagyományos, világos és barna árpa- és búzasörök szerepeltek, csekélyebb számú gyümölcsös sör és sörital mellett. A szükséges méréseket a Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Karának Élelmiszertudományi Intézetében végeztem. Kutatásom a minták összes fenolos vegyülettartalmának, flavonoid-tartalmának, színének, savasságának, valamint ásványianyag-tartalmának meghatározására terjedt ki.

Ezt követően az említett Intézetben található kisüzemi sörfőző berendezés segítségével elkezdtem saját söreim előállítását. Néhány alap receptúra kifejlesztése után azt vizsgáltam, milyen hatással van bizonyos növényi anyagok hozzáadása bizonyos minőségi jellemzők alakulására. Ezen vizsgálatokhoz elsősorban világos, felsőerjesztésű söröket használtam, melyekhez különböző növényi eredetű termékeket adtam. Ezek között szerepeltek például gyümölcsök, illetve csokoládék, melyeket a termék előállítás különböző szakaszaiban adtam az italokhoz, eltérő koncentrációk alkalmazásával. Az így elkészített italok összes fenolos vegyülettartalmát, flavonoid-tartalmát, C-vitamin tartalmát, színét, összes savasságát, keserűértékét, valamint ásványianyag-tartalmát vizsgáltam.

Az analitikai vizsgálatokat követően a kapott adatok statisztikai elemzésére is sor került annak meghatározására, hogy az egyes minták beltartalmában felfedezhető-e statisztikailag is igazolható különbségek, illetve hogy a különböző típusú italok elkülöníthető-e egymástól a vizsgált paraméterek alapján.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A sörgyártáshoz felhasználható anyagok

A sör a Magyar Élelmiszerkönyv vonatkozó előírása szerint egy olyan ital, mely malátából, valamint pótanyagokból, vízzel cefrézve készül. Ízesítése komlóval, erjesztése pedig élesztővel történik. Szén-dioxidban dús, és általában alkoholt is tartalmaz (MÉ 2-702, 2013). A definíció máris tartalmaz példákat a felhasználható összetevők valamennyi kategóriájából, a továbbiakban ezek jelentőségét tekinthetjük át.

2.1.1. Elsődleges összetevők

2.1.1.1. A sörárpa

Sörgyártásra számos gabonaféle használható, leggyakrabban azonban a kétsoros tavaszi árpat (*Hordeum vulgare convar. distichon*) használjuk (GAMA et al., 2017). A söripari árpatermesztés a 20. század elején alakult ki, mivel ekkor a fejlődő söripar egyre nagyobb érdeklődést mutatott a jó minőségű tavaszi árpa iránt. Hazánkban 2018-as adatok alapján körülbelül 245.000 hektár területen folyik árpatermesztés, és a 2018. év termésátlagáa 4.690 kg/ha volt, az előző két évtől 400-600 kg/ha-ral elmaradva. Az 1.145.544 tonna betakarított termés mellett országunk árpa importja mindössze 11.671 tonna volt, míg exportja 529.343 tonna (KSH, 2020.05.28.).

Az árpa söripari szempontból jelentős beltartalmi paraméterei közül elsősorban annak keményítőtartalmát érdemes említeni, hiszen ebből nyerjük a cefrőzés műveleti lépése során az élesztők számára szükséges erjeszhető szénhidrátokat. Szárazanyagra vonatkoztatva az árpa 63-65% keményítőt, 1-2% egyszerű cukrot, 4-5% cellulózt, 8-10% hemicellulózt tartalmaz. Az árpában található keményítő 17-24%-a jellemzően amilóz, míg 76-83%-a amilopektin. A kis molekulatömegű szénhidrátok között az árpában elsősorban a szacharóz, a raffinóz és a maltóz található meg. A cellulóz főként a héjrétegben található, a malátagyártás során koncentrációja nem változik, azonban jelentősége megnyilvánul a cefreszűrés során. A hemicellulóz jellemzően a sejtfalak felépítésében vesz részt, mint rostalkotó komponens. Az árpaszem fehérjetartalma többnyire 8-12% közötti, melynek mennyiségét és összetételét befolyásolhatja a talajösszetétel, az időjárás, az elővetemények és a trágyázás is. A túlságosan alacsony fehérjetartalmú árpa felhasználása esetén a sör habtartóssága gyenge, íze üres lesz, a túlságosan magas fehérjetartalom viszont általában alacsonyabb keményítő-koncentrációval jár.

Az árpaszemekben található lipidek főként trigliceridek. Az árpa emellett kis mennyiségben tartalmaz C-vitamint, valamint a B vitamin csoport számos tagját, melyek koncentrációja a malátázás alatt növekszik, és jelentős részük a késztermékben is megtalálható (HAJÓS, 2008; NARZISS, 1981).

2.1.1.2. A víz

Mint minden más iparágban, a söriparban is alapkövetelmény, hogy ivóvíz minőségű vizet használjanak a termék előállításához. A víz összetétele alapvetően meghatározza a sörök minőségét, érzékszervi tulajdonságait, melynek alapja a vízben oldott sók mennyisége és minősége, tehát a sörfőző víz keménysége. Ebből adódóan a különböző keménységű vizeket sokszor a rájuk jellemző földrajzi területtel kötik össze – a müncheni sör főzővize 15-16 NK^o-os, míg a pilseni víz lágy (1-2 NK^o) (SZABÓ, 1998; HAJÓS, 2008). Legjelentősebben a kalcium és a magnézium, valamint a bikarbonátok befolyásolják leginkább a sörgyártást. Emelik a sörlé pH-ját, ez pedig gátolja az enzimes folyamatokat, a fehérjék kicsapását, és a keserűanyagok hasznosulását is (VECSERI, 2004). A kereskedelmi sörök között a licenc termékek terjedése is indokolja, hogy a különböző területeken elhelyezkedő üzemek azonos minőségű vizet használjanak fel. Ezt a célt szolgálja a sörfőző víz kezelése, melynek köszönhetően tetszőleges minőségű vizet állíthatunk elő (WOLFGANG, 2015). Ez az eljárás többnyire magában foglalja a gáztalanítást, vas-mangántalanítást, a szűrést, a vízlágyítást, és a legtöbb esetben a teljes sótalanítást, reverz ozmózis segítségével. A víz tisztítása után következik a keménység és pH beállítása, valamint a vízfertőtlenítése. Előbbit kalcium-klorid, magnézium-szulfát és nátrium-hidrogénkarbonát adagolásával, utóbbit jellemzően klór-dioxiddal végzik. A sörfőzéshez leginkább megfelelő víz közel semleges kémhatású (pH=6-6,5), és a közepesnél kicsit keményebb (9,5-12 NK^o) (SZABÓ, 1998).

2.1.2. Egyéb, szokásosan felhasználható összetevők

2.1.2.1. Karamellmaláta, festőmaláta

Ezen pörköléssel előállított maláta típusok szín- és aromaanyagaik miatt színezik a sört, valamint füstös, karamelles ízt eredményeznek. Elsődleges funkciójuk ez, ellentétben az alap malátákkal és pótanyagokkal, melyeket nagy mennyiségben használunk, és elsősorban szénhidrátforrásnak tekinthetők. Előállításuk a világos malátákkal megegyezően zajlik, annyi különbséggel, hogy 70-220 °C hőmérsékleten pörkölik őket. Ennek köszönhetően képződnek az említett színanyagok, aromaanyagok.

A Maillard-reakció és a karamellizáció során képződő komponensek hatással lehetnek a termékben jelenlévő antioxidáns hatású vegyületek koncentrációjára (POLAK et al., 2013).

2.1.2.2. Pótanyagok

A pótanyagok felhasználásának elsődleges célja az élesztők számára hasznosítható, erjeszhető szénhidrátok mennyiségének növelése, a nagyüzemi sörfőzés során azonban a költségcsökkentés is indokolja alkalmazásukat. Élelmiszerkönyvi előírás, hogy a sörlé extrakttartalmának legfeljebb 30%-a származhat pótanyagból (MÉ 2-702, 2013). Két fő csoportba sorolhatjuk a pótanyagokat. Keményítőforrás alkalmazása esetén a pótanyagot is feltárjuk, tehát a cefrézéshez hasonlóképpen bontjuk le keményítőtartalmát kisebb egységekre, ilyen lehet például a sörárpa, rizs, csíráltanított kukoricaőrlemény. Alkalmazhatunk azonban közvetlenül erjeszhető cukrokat is, például izocukrot, mely nem igényel az erjesztés előtt enzimes bontást (HAJÓS, 2008).

2.1.2.3. Komló, komlókészítmények

Söripari célra a komló (*Humulus lupulus*) nőivarú egyedének meg nem termékenyített virágzatát, a komlótobozt használjuk, különböző formákban, például pelletként, extraktként, de akár frissen is. Minősége a termőhely, fajta, időjárás, évjárat függvényében változik. Sörfőzői értékét a hatóanyagainak egymáshoz viszonyított aránya adja. Legfontosabb hatóanyagai az alfa-savak (humulonok), béta-savak (lupulonok), az alfa- és béta-savak oxidációja és polimerizációja révén létre jövő lágy és kemény gyanták, cseranyagok, valamint illóanyagok (CSEH – TERNAI, 1978; HAJÓS, 2008). Az 1. táblázat a szárított komlótoboz főbb összetevőit foglalja össze.

1. táblázat: A szárított komlótoboz főbb összetevői

Komponens	Koncentráció (%)	Komponens	Koncentráció (%)
Összgyanta, ebből:	14-23	Fehérje	13-22
Alfa-savak	4,5-11	Nyersorst	11-19
Béta-savak	3,5-7	Polifenolok	4,5-16
Kemény gyanták	2,3-3,5	Ásványi anyagok	8-12
Komlóolaj	0,6-2,8	Lipidek	<3,4
Szénhidrát	4,5-10	Zsírsavak	0,06-0,22

Forrás: Hajós, 2008.

A komló keserítő hatását elsősorban az alfa-savak határozzák meg, melynek koncentrációja a komló technológiai érettségekor a legmagasabb. Az aromafajták alfasav-tartalma jellemzően 4-6%, míg a keserűkomlóké 8-12% (CSEH-TERNAI, 1978). A komlóolajok adják a komló aromáját. Illékony komponensek, többnyire terpén-szénhidrogének, észterek, karbonilok és alkoholok (NARZISS, 1981).

2.1.3. Technológiai segédanyagok

2.1.3.1. Sörélesztő

Az élesztők ellipszoid, sejtfallal határolt, egysejtű gombák. Szerepük a sörlében található erjeszthető szénhidrátok lebontása etil-alkohol és szén-dioxid képződésével. Az erjedési folyamat során az élesztők más anyagcsere-termékei is a sörbe kerülnek, ilyenek a különböző észterek, aldehidek, ketonok, melyek hozzájárulnak a sör aromájának kialakításához. A lager sörök esetében alkalmazott hagyományos sörélesztők a *Saccharomyces pastorianus* (vagy *Saccharomyces carlsbergensis*) törzsek, míg az ale söroknél *Saccharomyces cerevisiae* törzseket alkalmaznak (DEÁK, 1998). A különböző törzsek eltérő tulajdonságokat mutatnak az erjesztés során. Szaporodásuk és működésük hőoptimuma eltérő, csakúgy, mint nyomás- és etanoltűrésük, ebből adódóan az erjesztés paramétereit az adott élesztőtörzsrre kell optimalizálni. Anyagcsere-termékeik egymáshoz viszonyított aránya is eltérő lehet, melyet nagymértékben befolyásolnak az erjesztés körülményei is, részben ebből adódnak az egyes sörtípusok érzékszervi jellemzői közti eltérések. Különösen fontos az erjesztés nyomomonkövetése olyan vegyületek mennyiségi meghatározásával, melyek szintén az élesztők anyagcsere-termékei, túlzott jelenlétük azonban rontja a sör élvezeti értékét. Ilyen például a diacetil koncentrációjának vizsgálata, melynek elővegyületét, az alfa-acetolaktátot szintetizálják az élesztők, mely a sörlében alakul át oxidatív dekarboxileződéssel diacetillé. A diacetil koncentrációja az erjesztés korai szakaszában emelkedik, később azonban maga az élesztő bontja le (NAGYMÁTÉ, 2008).

2.2. A sörkésztés technológiája

2.2.1. Malátázás

A malátázás nem mondható a sörfőzés szerves részének, hiszen a sörgyárak többsége nem végez malátázást, azt már készen vásárolja. Fontos azonban tisztában lenni a malátázás során végbemenő folyamatokkal, illetve azok hatásával a söripar fő alapanyagára. A gabonát söripari felhasználása előtt mesterségesen, kontrollált körülmények között csíráztatjuk, melynek hatására szintetizálódnak vagy aktiválódnak azok az enzimek, melyek a gabonaszem vízben oldhatatlan komponenseit lebontják. Ilyenek például a proteáz, peptidáz enzimek, melyek az árpaszem fehérjetartalmát kezdik bontani, valamint az α - és β -amiláz enzimek, melyek a keményítőt bontják erjeszhető szénhidrátokra és dextrinekre.

A malátázás során, a beszállított tétel fizikai tisztítását követően a gabonaszemek nedvességtartalmát 44-48%-ra emelik, jellemzően nedves és száraz áztatással, mellyel lépcsőzetesen emelik az árpaszemek nedvességtartalmát. A teljes áztatási idő gyors áztatás esetén 36-52 óra, de például a sötét maláták előállítását célzó teljes áztatási eljárás időtartama akár a 120 órát is elérheti (NARZISS, 1981). A vízfelvétel gyorsítható például mésztej adagolásával, a növekedési hormonok (auxin, giberellinsav) pedig segíti a sejtosztódást. Az áztatás hatására beindul a csírázás, mely során 5-7 nap alatt, 14-17 °C hőmérséklet és optimális oxigén-szén-dioxid arány mellett kifejlődik a gyököcske és a rügyecske (SZABÓ, 1998). Emellett a magbelsőben enzimes anyagváltozások is lezajlanak, melynek hatására a tartaléktápanyagok egy része lebomlik, oldhatóvá válik. A folyamatban elsősorban a hemicellulázok, proteolitikus enzimek, amilázok és foszfatázok vesznek részt (NARZISS, 1981). A malátázás köztitermékeként említhetjük a zöldmalátát, mint csírázott árpát, melyet söripari felhasználása előtt aszalnak. Attól függően, hogy milyen típusú malátát kívánunk előállítani, eltérő mértékű hőkezelésnek kell alávetni azokat. A hőkezelés első lépése a fonnyasztás, mely 40 °C hőmérsékleten megy végbe, és kezdeti szakaszában, a 20%-os nedvességtartalom eléréséig az enzimaktivitás még nő. 70 °C hőmérséklet fölött, 10% nedvességtartalom alatt enzimaktivitás már nincs, de az enzimek károsodását el kell kerülnünk a sörgyártás során betöltött funkcióik miatt. A világos malátákat jellemzően 80, a sötét malátákat pedig 100-105 °C hőmérsékleten aszalják.

További hőkezeléssel állíthatjuk elő a festőmalátákat, melyeket 180-220 °C hőmérsékleten, állandó keverés mellett pörkölnék. Ezzel szemben a karamellmalátákat 70 °C körüli hőmérsékleten cukrosítják, majd a karamellmaláta típusának megfelelően tovább aszalják vagy pörkölik (NARZISS, 1981; SZABÓ, 1998).

A 2. táblázat szemlélteti az árpa kémiai összetételének változását a malátázás után.

2. táblázat: Az árpa és a maláta kémiai összetétele

Összetevő	Árpa (szárazanyag%)	Árpa maláta (szárazanyag%)
<i>Keményítő</i>	63-65	58-60
<i>Cukrok</i>	1-2	3-5
<i>Cellulóz</i>	4-5	5
<i>Hemicellulóz</i>	8-10	6-8
<i>Nyersfehérje</i>	8-12	8-11
<i>Albumin</i>	0,5	2
<i>Globulin</i>	3	0
<i>Hordein</i>	3-4	2
<i>Glutelin</i>	3-4	3-4
<i>Aminosavak, peptidek</i>	0,5	1-2
<i>Lipidek</i>	2-3	2-3
<i>Nukleinsavak</i>	0,2-0,3	0,2-0,3
<i>Ásványi anyagok</i>	2	2,2
<i>Egyéb anyagok</i>	5-6	6-7

Forrás: Hajós, 2008

Jól látható, hogy az alapvető eredménye a csíráztatásnak a keményítő-tartalom néhány százalékos csökkenése, ezzel párhuzamosan a cukortartalom emelkedése, a β -amiláz enzim aktiválódása nyomán. Emellett némileg csökken a hemicellulóz és a fehérjék koncentrációja a hemicellulázok és a proteolitikus enzimek hatására, illetve változás áll be az árpaszem fehérjeösszetételében is. Az albuminok mennyisége növekszik, míg a globulin és a hordein koncentrációja csökken. Emellett kismértékű növekedés tapasztalható az ásványi anyagok mennyiségében is (NARZISS, 1981).

2.2.2. Sörlé főzés

2.2.2.1. A maláta őrlése

A maláta az őrlés előtt fizikai tisztítási műveleteken esik át, mely során eltávolítják belőle a port, az esetlegesen bekerülő idegen anyagokat, fémeket, idegen szemeket pneumatikus módszerekkel, mágnes segítségével, triőrözéssel, szitálással. Az őrlés célja, hogy a magbelsőből a lehető legfinomabb őrleményt állítsuk elő amellet, hogy a héj csak kismértékben roncsolódjon, mivel az a cefreszűrésnél természetes szűrőréteget szolgáltat, illetve a túlzottan felaprózott héjrészekből kioldódó cseranyagok rontják a késztermék ízét. Ezt a maláta kondicionálásával érhetjük el, mely a maláta nedvességtartalmának néhány százalékos növekedését okozza. A héj elasztikussá válik, könnyebben leválasztható a magbelsőről, mely így tökéletesen őrlhető. Minél finomabb az őrlemény, annál jobban feltárható, mely a cefrézés hatékonyságát tekintve kulcsfontosságú. Hátrányként említhető viszont, hogy a nagy fajlagos felület növeli a részecskék duzzadását és felszívódóképességét, ezáltal a szűrési idő, valamint az extraktveszteség is nő (NARZISS, 1981; FARKAS, 2011).

2.2.2.2. Cefrézés

A cefrézés fő célja, hogy megfelelő mennyiségű és minőségű extraktot nyerjünk a malátából, valamint a pótanyagokból. Ez a folyamat a malátában jelenlévő, valamint az esetlegesen hozzáadott enzimek lebontó tevékenysége által valósul meg. A cefrézés alatt fehérjebontás is történik, de a legfontosabb enzimes folyamat a keményítőbontás. A keményítőszemcsék vízzel való keverés és melegítés hatására lesznek oldhatók (VECSERI, 2004). A keményítő bontásában részt vesz az α -amiláz enzim, mely α -1,4-es kötéseket hidrolizál; a β -amiláz, mely maltózegységeket hasít le a poliszacharid lánc nem redukáló végéről; a glükóamiláz, mely α -1,4-es, valamint α -1,6-os kötések bontásával glükózegységeket hasít le a nem redukáló láncvégekről; a pullulanáz, az α -D-glükózidáz, az α -D-glükánáz, valamint az izoamiláz enzim is (GASZTONYI, 1979).

Az enzimikus folyamatok lejátszódásához biztosítani kell az adott enzim számára optimális hőmérsékletet és pH-t. A fehérjék bontása jellemzően 45-50 °C-on a legintenzívebb, az erjeszhető szénhidrátok 60-65 °C-on, míg a dextrinek leginkább 70-75 °C hőmérsékleten képződnek. Ennek megfelelően a cefrét az említett hőmérsékleteken érdemes pihentetni.

Az enzimek hőoptimumának elérésére több módszer is ismeretes, ilyen az infúziós, a dekokciós és az emelkedő hőmérsékletű eljárás (MONTANARI et al., 2005). Az infúziós eljárás esetén a malátához hozzáadott meleg víz biztosítja a hőmérséklet emelkedését, míg dekokciós eljárás esetén a cefre egy részének, vagy a becefrézett pótanyagnak a felfűtésével, majd a malátához vagy cefréhez való adagolásával emelik a hőmérsékletet (VOGEL, 2000). Emelkedő hőmérsékletű eljárás esetén a cefre teljes mennyiségét fűtik fokozatosan. A pH beállítása különböző szerves savakkal, vagy foszforsavval történhet. A folyamat eredményessége legegyszerűbben jópróbával ellenőrizhető. Ilyenkor a cefréből vett mintához jódotatot csepegtetnek, mely kék színváltozással jelzi, ha keményítő maradt az oldatban (NARZISS, 1981; SZABÓ, 1998).

2.2.2.3. Cefreszűrés

A cefreszűrés folyamata során lényegében elválasztjuk a színlevet a törkölytől, hiszen ezen a ponton már a lé tartalmazza az oldatba vitt, értékes komponenseket. A törkölyben visszamaradt extraktot egy további forró vizes mosással, az úgynevezett mászlással nyerhetjük ki (LAKATOS, 2013). Eszköze a szűrőkád, melynek feneke fölött egy perforált lemez található, melyre a törköly kiülededik, természetes szűrőréteget szolgáltatva. A színsörlé ezen a törkölyrétegen keresztül folyik le. A cefreszűrés hatékonyságát befolyásolja például a törkölyréteg vastagsága, a benne található szemcsék mérete és eloszlása, a színlé hőmérséklete. A szűrést követő mászlást lehetőleg kevés vízzel kell elvégezni, ellenkező esetben túlzott mennyiségben oldódnak ki a héjból a cser-, keserű- és színezőanyagok. Fontos viszont, hogy minél magasabb a mászlóvíz hőmérséklete, a mászlás annál hatékonyabb (NARZISS, 1981). A mászlás végeztével a törkölyt keverőlapátok segítségével fellazítják és eltávolítják a szűrőkádból. A törköly a söripar értékes mellékterméke, hiszen takarmányozási célra kiválóan felhasználható.

2.2.2.4. Komlóforralás

A komlóforralás során kerül a komló a sörlébe, mely eljárás célja a jellemző íz és illat kialakítása mellett a sörlé koncentrációjának beállítása, a sörlé sterilizálása, a komló hatóanyagainak izomerizációja és a fehérjék kicsapása, valamint a DMS (dimetil-szulfid) eltávolítása (NARZISS, 1981). A leszűrt sörlevet a komlóforraló üstbe szivattyúzzák, majd fűteni kezdik. A korábbi, közvetlen fűtéssel ellentétben manapság már gőzzel vagy forró vízzel történik a sörlé fűtése. A felesleges vízgőz a párákürtön keresztül távozik (ALEXA, 2014).

A sörlé bepárlásának, valamint a forralási hőmérsékletnek köszönhetően a maláta enzimeik elpusztulnak, így stabilizálódnak a sörlé anyagviszonyai. A sörlé pH-ja a forralás alatt a komlókeserűsavaknak, valamint a képződő melanoidineknek köszönhetően. Emellett a sörlé színe is mélyül, jellemzően óránként 1-1,5 EBC egységgel, de ez nagymértékben függ a sörlé pH-jától, a komló típusától és mennyiségétől, a maláta polifenol-tartalmától és a sörlé oxigén-koncentrációjától is (NARZISS, 1981). A fehérjék kicsapása azért mondható különösen fontosnak, mert ez közvetlenül hat a sör ízére és kolloid stabilitására.

A komlóforralás hatására a komlóban található humulon, kohumulon és adhumulon izomerizálódik. Az izomerizáció fokát szintén nagymértékben befolyásolja a sörlé pH értéke. A humulonokkal szemben a lupulon nem izomerizálódik, de átalakulási termékei között megtalálható a huluponok, lupodepek, lupdokok, lupoxok, melyek szintén oldhatók a sörben, és az izohumulon keserűség 33-50%-át adják. A lupulon szinte teljes mennyisége a seprőbe kerül. A komló lágy és kemény gyantái szintén oldódnak a forralás alatt, és a sörben oldható keserűanyagokat biztosítanak. A komlópolifenolok is a sörlébe oldódhatnak a forralás alatt. Ezek között említendő a katechinek, flavonolok, antocianogének. Ezek a kis molekulatömegű fenolok nagy molekulatömegű vegyületekké alakulhatnak át a forralás hatására. Ha nagy mennyiségű reakcióképes komlópolifenol kerül a sörlébe, erősebb fehérjekicsapásra és ezzel nagyobb polifenol veszteségre számíthatunk. A friss komló, vagy komlópor adagolása esetén a sörlében és a sörben is több komlópolifenol marad (NARZISS, 1981).

Különböző komlózási technikákkal dolgozhatunk annak függvényében, hogy a komló mely hatóanyagait kívánjuk előtérbe helyezni. Minél később adagoljuk a sörlébe a komlót, annál kevesebb keserűsav izomerizálódik, és annál több illó komponens marad az italban. Ebből adódóan megkülönböztetünk keserűkomlózást, mely során a komló már a forralás elején a sörbe kerül, ízesítő komlózást, 20-30 perccel a forralás vége előtt, valamint aromakomlózást a forralás utolsó 5-15 percében. Egyre több hidegkomlós sörrel is találkozhatunk – ebben az esetben a komló a már lehűtött sörlébe kerül, az erjesztés alatt. Ez a komlózási technika a sör keserűségét nem befolyásolja jelentősen, ellenben jellegzetes aromát alakít ki.

A komlóforralás végeztével visszamaradt koagulált fehérjéket és egyéb komponenseket ülepítéssel, szűréssel távolíthatjuk el. Fontos azonban, hogy ezt követően a sörlevet a lehető legrövidebb időn belül hűtsük az erjesztési hőmérsékletre (MOSHER – TRANTHAM, 2017).

2.2.3. Erjesztés

A sörle erjesztése előtt meg kell teremteni az élesztők szaporodásához és anyagcseréjéhez szükséges feltételeket. A sörle alapvetően tápanyagban gazdag, fontos azonban annak hőmérséklete és oxigéntelítettsége, melyet a sörle hűtése és szivattyúzása is befolyásol. Az oxigén fizikai megkötése 40 °C-nál alacsonyabb hőmérsékleten történik meg, és mértéke a sörle hőmérsékletével fordítottan arányos. Emellett azt is fontos figyelembe venni, hogy minél töményebb a sörle, annál kevesebb oxigént tud felvenni. Általában a sörle 75%-os oxigéntelítettsége megfelelőnek tekinthető. A hőmérsékletet tekintve elmondható, hogy 30 °C fölött az élesztő szaporodása gátolt, 40 °C fölötti hőmérsékleten pedig bekövetkezik az élesztősejt pusztulása (NARZISS, 1981).

Az alkoholos erjedés során az élesztő különböző erjeszhető szénhidrátokat alakít etil-alkoholra és szén-dioxidra, hőfejlődéssel kísérve, számos más anyagcseretermék képződése mellett. Az élesztők anyagcsere-folyamataiban hatféle enzimsoport vesz részt. A hidrolázok a glikozid-, észter- és peptidkötéseket bontják, melyek közül az élesztőben megtalálható például a maltáz, invertáz, szacharáz és melibiáz. A transzferázok között megemlíthető a hexokináz, foszfogliceráz és piruvátkináz, melyek szintén részt vesznek az alkoholos erjedésben az atomcsoportok átvitelével donormolekulákról akceptor molekulákra. Az oxidoreduktázok funkciója a hidrogén vagy elektron átadása. A dehidrogenázok aerob vagy anaerob enzimek alakjában is működhetnek. A liázok funkciója a kémiai kötések vízaddíció nélküli bontása. Ide tartoznak a dekarboxilázok és a dehidratázok, melyek közül például a piruvát-dekarboxilázok a piroszőlősavat acetaldehiddé dekarboxilezik szén-dioxid felszabadulása közben. Az izomerázok felelősek a molekulán belüli atomok átrendeződéséért, így például a glükóz fruktózzá való átalakulásáért. A ligázok, más néven szintetázok, molekulák között létesíthetnek kötéseket. Az alkoholos erjedés alatt az etanol és a szén-dioxid mellett számos más anyagcseretermék is képződik. Ilyenek a nagy molekulájú alkoholok, melyek koncentrációja összefügg a képződött etanol mennyiségével. Az alifás alkoholok (pl. izobutanol, n-propanol) leginkább az ízre hatnak, azonban a sörök aromájáért elsősorban a képződő észterek felelősek. Emellett termelődnek bizonyos illósavak (pl. ecetsav), nem illó savak (pl. piruvát, laktát), kis molekulájú szabad zsírsavak (pl. kapronsav, laurinsav) is.

Említést érdemelnek a vicinális diketonok, azaz a diacetil és a pentándion-2,3, melyek közül a diacetil extracellulárisan képződik előalakjából, a 2-acetolaktáttól, míg a pentándion-2,3 az izoleucin-szintézis köztterméke. A képződő kénvegyületek, mint a kén-hidrogén vagy kén-dioxid nagymértékben befolyásolják a sör illatát és ízét (NARZISS, 1981).

A söriparban többnyire irányított erjesztést alkalmaznak, azonban léteznek spontán erjesztésű sörök is (MONTANARI et al., 2005). Irányított erjesztés esetén a sörlevet a megfelelő fajélesztővel oltják be, mely ipari felhasználás esetén szintenyészetek fenntartásával a leghatékonyabb. Rövid adaptációs fázis után beindul az intenzív szaporodás (logaritmikus fázis), majd a képződő anyagcseretermékek lassan gátolni kezdik az élesztő szaporodását. Ilyen például az etil-alkohol is, mely jellemzően 6 térfogatszázalék fölötti koncentrációban már gátolja az élesztő szaporodását. A főerjedés szakaszában az extrakttartalom jelentősen csökken, míg nagy mennyiségben képződik etanol és szén-dioxid (LAKATOS, 2013), ilyenkor beszélhetünk kezdetben gyenge, majd erős fodorodásról a szén-dioxid habképzése nyomán. Az utóerjedés szakaszában a főerjedést követően visszamaradt extrakt lehető leghatékonyabb leerjesztése történik, emellett a sör szénsavval telítődik, a sör természetes derítése és az íz érlelése is végbe megy (NARZISS, 1981).

2.2.4. Szűrés, fejtés

Az erjesztést követően kerül sor a sör szűrésére, melynek célja a tükrös tisztaság elérése, kolloid stabilitás növelése. A sörök szűrésére alkalmazható például gyertyás vagy keretes szűrőberendezés, különféle szűrőközegekkel, például perlit vagy kovaföld használatával (ALEXA, 2014). Az említett szűrőközegekkel eltávolíthatók a sörben maradó szilárd részecskék, valamint az élesztősejtek is. Annak érdekében, hogy a sör ne érintkezessen levegővel, valamint elkerüljék a szén-dioxid veszteséget, a szűrést ellennyomáson végzik. A nagyüzemi sörgyártás esetében jellemzően a szűrőházban történik meg a sör bizonyos paramétereinek, például pH, szín beállítása. A töltés különböző csomagolási egységekbe, például üvegpalackba, KEG hordóba történhet (LAKATOS, 2013). Amennyiben pasztörözött sört állítunk elő, a pasztörizálás történhet fejtés előtt és után is, lemezes hőcserélő vagy alagútpasztőr alkalmazásával. A pasztörözés által a sör mikrobiológiai tisztasága biztosított, hiszen 60 °C körüli hőmérsékleten, 10 perc alatt az élesztők és a sörkárosító baktériumok (pl. *Lactobacillus*ok) inaktiválódnak (NARZISS, 1981).

2.3. A sőrökben megtalálható egyes komponensek és egészségre gyakorolt hatásuk

2.3.1. Az oxidatív stressz és az antioxidánsok

Sejtjeink, ezáltal szervezetünk öregedésében és számos kóros állapot, például daganatos megbetegedések, cukorbetegség, légzőszervi rendellenességek, a Parkinson és az Alzheimer kór kialakulásában játszanak szerepet a szervezetünkben kialakuló szabad gyökök (PRESTI et al., 2017). Ezek a vegyületek páratlan számú szénatommal rendelkeznek, instabilak, és a szervezet védekező mechanizmusainak zavara esetén vezetnek az oxidatív stressz kialakulásához. Ismert szabad gyökök például a hidroxilgyök ($\cdot\text{OH}$), szuperoxidgyök ($\text{O}_2\cdot^-$) lipidperoxid ($\text{LOO}\cdot$), nitrogén-monoxid (NO), valamint más, oxidáló hatású vegyületek (hidrogén-peroxid, hipoklórossav, stb.) (BAGCHI et al., 2014; RODLER, 2008). Forrásuk szerint megkülönböztetünk endogén eredetű szabadgyököket, melyek keletkezhetnek például mitokondriális oxidatív metabolizmus, vagy lipidperoxidáció révén, más gyökök azonban sugárzás, füst, környezetszennyező anyagok hatására képződnek (exogén eredetű szabadgyökök).

Az oxidatív stressz számos szinten kedvezőtlen hatással van szervezetünkre. Egyrészt károsítja a nukleinsavakat, mely DNS és RNS mutációk kialakulásához vezethet. Emellett károsítja a lipidmembránokat, megváltoztatva azok permeabilitását, károsíthatja a fehérjéket (LYU et al., 2020), valamint egyes enzimeket is inaktiválhat (RODLER, 2008). Az oxidatív stressz a fent említett folyamatok révén felelős a sejtek, ezáltal szervezetünk öregedéséért, valamint olyan krónikus megbetegedések kialakulásában is szerepet játszik, mint a különböző daganatos, gyulladásos folyamatok, valamint az érlemeszesedés.

A szabadgyökök közömbösítéséért alapvetően a szervezet egyes védekező mechanizmusai felelnek, az oxigéntenzió alacsony szinten tartásával. A védekező mechanizmus részét képezik a szabadgyökök és más reaktív oxigénformák hatását elhárító enzimrendszer tagjai, például a

- szuperoxid dizmutáz, mely a szuperoxidot hidrogén-peroxiddá és vízzé alakítja:
 $2\text{O}_2^- + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2 + \text{O}_2$;
- kataláz, mely a hidrogén-peroxidot oxigénné és vízzé alakítja:
 $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$;
- valamint a glutation-peroxidáz, melynek fő feladata a lipidperoxidáció gátlása (ALEXA, 2014).

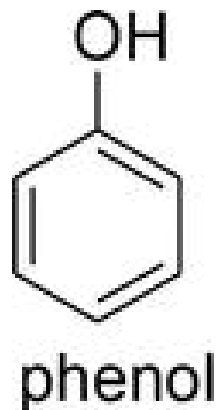
Emellett számos más enzim is részt vesz a szabadgyökök megkötésében, például az aszkorbát peroxidáz, glutation-reduktáz, peroxiredoxin, stb. (BELA, 2018).

Az enzimreakciók mellett az exogén antioxidánsok is kulcsfontosságúak a védekező mechanizmus működésében, például az E- és C-vitamin, karotinoidok, flavonoidok, antioxidáns hatású elemek (szelén, cink, mangán, stb.). Ezek közül az E-vitamin, zsírban oldódó vitamin lévén, a lipidmembránokat védi, illetve gátolja a tumoros sejtek szaporodását. Az E-vitamin működéséhez nélkülözhetetlen a C-vitamin, mely az aktivált E-vitamint redukálja, a karotinoidok pedig védenek az ultraibolya sugárzás hatásaival szemben, melyek közül a β -karotint éppen az E-vitamin védi az oxidációtól. Jól látható tehát, hogy az antioxidánsok között végbemenő reakcióknak köszönhetően kis mennyiségű vegyület is képes a megfelelő antioxidáns hatást kifejteni (RODLER, 2008). Ezek az exogén antioxidánsok táplálék fogyasztásának útján kerülhetnek szervezetünkbe. Bizonyos élelmiszerek (feldolgozatlan, mint az alma, banán, bogyós gyümölcsök, vagy feldolgozott, mint a csokoládé, vörösborok) tartalmazhatnak olyan bioaktív komponenseket, mint a fenolos vegyületek, vagy a flavonoidok, ezáltal fogyasztásuknak egészségvédő hatása lehet (HEGEDŰS, 2013; PAPP et al., 2016). Ilyenek például a galluszsav, a quercetin, a cianidin, a vanillinsav, stb. Egy átlagos felnőtt ember számára megfelelő, egészséges étrend követésével alapvetően néhány száz milligramm fenolos vegyület kerülhet szervezetünkbe, és bizonyos alkoholos italok is hozzájárulhatnak azok beviteléhez (NARDINI – GARAGUSO, 2020).

Az antioxidáns hatású vegyületek kapcsán a vörösbor juthat eszünkbe az alkoholos italok közül, azonban a sör is tartalmazhatja azokat, úgymint fenolos vegyületeket, flavonoidokat, a Maillard-reakció egyes termékeit, szulfitokat (POLAK et al., 2013), egyéb létfontosságú komponensek, például vitaminok, ásványi anyagok és aminosavak mellett (GERHÄUSER, 2005).

2.3.1.1. A fenolos vegyületek

A polifenolok családjába több ezer vegyületet sorolhatunk, melyek változatos szerkezete abban egyezik meg, hogy legalább egy fenolos hidroxil-csoportot, vagy annak valamilyen származékát tartalmazza (CZIPA, 2014). A fenolgyűrű szerkezete a 2. ábrán látható.



2. ábra: A fenolgyűrű szerkezete

Forrás: AL MAMARI, 2021

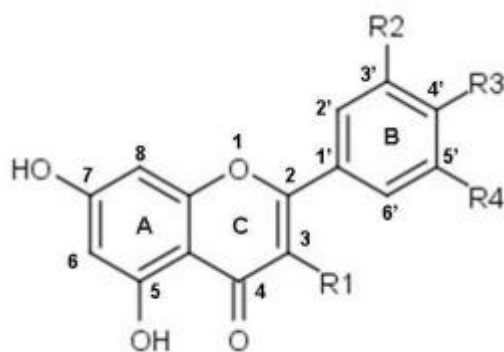
A növényi szervezetben olyan stresszhatásokkal szemben nyújtanak védelmet, mint a kiszáradás, mechanikai sérülések, fertőzések, sugárzás (OLIVEIRA et al., 2016). Ennek megfelelően az emberi szervezetre nézve is kedvező hatással bírnak, ilyen például gyulladáscsökkentő, oxidáció- és daganatellenes, valamint a keringési rendszert védő hatásuk (SOTIBRÁN et al., 2011). Nagy mennyiségben megtalálhatók zöldségekben, gyümölcsökben, különösen a bogyós gyümölcsökben, de alkoholos italokban is fellelhetők.

A borok mellett a sörök is tartalmaznak fenolos vegyületeket, melyek elsősorban a malátából és a komlóból származnak. Befolyásolják a sör kolloid stabilitását, valamint érzékszervi tulajdonságait (GONZÁLES-SANJOSÉ et al., 2017), gátolják vagy késleltetik az oxidációs folyamatokat, ezzel meghosszabbítva a minőségmegőrzési időt (ZHAO et al., 2010). A sörök jelentős antioxidáns aktivitással rendelkeznek, és a hidroxibenzoészav bevitelének fő forrásai (CORTESE et al., 2020).

A hidroxibenzoésavaknak számos formája létrejöhet olyan kémiai átalakulások révén, mint a metilezés és hidroxilálás. Ilyen savak például a vanillinsav, szalicilsav, galluszsav (LORIGOOINI et al., 2020). Tartósító hatásuk mellett a hidroxifenolok enyhíthetik az öregedéshez köthető kardiovaszkuláris tüneteket, úgymint a hipertenzió, érlemeszesedés és a diszlipidémia (JUURLINK et al., 2014), tehát élelmiszeripari jelentősége mellett a humán egészségügyben betöltött szerepe is kiemelkedő.

2.3.1.2. A flavonoidok

A növényi eredetű élelmiszerekben glikozidos formában megjelenő polifenolok közé tartoznak a flavonoidok, valamint a nem flavonoid típusú fenolos savak. A flavonoidok között megkülönböztetünk flavonolokat, flavonokat, flavanolokat és izoflavonokat (RICE-EVANS et al., 1997). Szerkezetüket tekintve difenil-propánvázis vegyületek. A 3. ábrán látható alapvázhoz kapcsolódó molekulák számtalan variációt tesznek lehetővé.



3. ábra: Difenil-propánváz

Forrás: HEGEDŰS, 2013.

Növények másodlagos anyagcseretermékeiként szerepet játszanak azok pigmentációjában, és védelmet nyújtanak a káros UV sugárzástól (KOZŁOWSKA-WEGIEREK, 2014). Ezen vegyületek szintén kedvező hatással bírnak egészségünkre (PINTÉR, 2013). Megkötik a szabadgyököket, gátolják a lipidperoxidációt (HAMINIUK et al., 2012), és C-vitaminnal együttes jelenlétük esetén érvédő hatásuk is érvényesül (HEGEDŰS, 2013). Emellett általánosságban gyulladáscsökkentő, antivirális, antibakteriális, antikarcinogén, illetve májvédő hatásúak (VIGH, 2017). Megtalálhatóak zöldségekben, gyümölcsökben, vörösbortban, és számos más termékben (SOTIBRÁN et al., 2011). Habár az alkoholos italok közül leginkább a vörösbort ismeretes flavonoid-tartalmáról, a sörök is tartalmazznak quercetin, kaempferol, catechin, kumarin és más típusú flavonoidokat, például flavanolokat, flavonol-glikozidokat (JANDERA, 2009).

Ezek fő forrása a komló, melynek tobozát nem csak a söriparban, hanem a gyógyászatban is használják. Legfőbb flavonoidja a xanthohumol, mely ezáltal a sörben is megtalálható (YILMAZER et al., 2001).

2.3.1.3. A C-vitamin

Az ember, egyes főemlősök, madarak és a tengerimalac nem képes C-vitamint előállítani, míg számos más élőlény esetében szintetizálódik azok májában, D-glükózból (GORDON et al., 2020). Nagy mennyiségben megtalálható citrusfélékben, csipkebogyóban, paprikában, friss gyümölcsökben és zöldségekben. A csontok, inak és a bőr kollagénképzéséhez elengedhetetlen (DABROWSKI et al., 2004), emellett a prolin és lizin hidroxilezésében szerepet játszó enzimek kofaktora (HARSIJ et al., 2020).

Redukált formája, az aszkorbinsav, a központi idegrendszer fő antioxidáns vegyülete (FERRADA et al., 2020). Súlyos hiánya esetén fellépő betegség a skorbut, mely foghullással, vérző fogínyel, izomfájdalommal jár. Mesterségesen előállítható, vagy természetes formában citrusfélékből vonják ki, és az élelmiszeriparban széles körben alkalmazzák antioxidáns hatása miatt (CSAPÓ-CSAPÓNÉ, 2003; KELEMEN, 2014).

2.3.2. Makroelemek

A sörök makroelemekben meglehetősen gazdagok, és azok egymáshoz viszonyított aránya is kedvezőnek mondható egészségünkre nézve, hiszen magas koncentrációban tartalmaznak káliumot és foszfort, nátriumtartalmuk azonban meglehetősen alacsony, így a sör akár nátriumszegény étrendekbe is könnyedén beilleszthető. A 3. táblázatban látható a kálium, kalcium, magnézium és foszfor ajánlott napi bevitele az Európai Parlament és Tanács 1169/2011/EU rendeletében rögzített adatok alapján, valamint 2017-es kutatásom alapján a kereskedelmi forgalomban kapható világos és barna sörök átlagos elemtartalma és azok hozzájárulása ásványianyag-szükségletünkhöz.

3. táblázat: Sörök átlagos K-, Ca-, Mg- és P-tartalmának hozzájárulása az NRV-hez

Ásványi anyag	Ajánlott napi bevitel (mg)	Átlagos konc. (mg/l)	NRV hozzájárulás (%)
<i>K</i>	2000	334±55	16,7
<i>Ca</i>	800	44,5±17,4	5,56
<i>Mg</i>	375	80,5±15,1	21,5
<i>P</i>	700	216±45	30,9

Forrás: 1169/2011/EU; ALEXA, 2017

A kálium a nátriummal és a kloriddal együttesen járul hozzá az ozmolaritáshoz, és fontos szerepe van a sejtes anyagcsere fenntartásában, a sav-bázis egyensúly fenntartásában, valamint a nátrium-kálium pumpa működésében (GUMZ et al., 2015). Akár túlzott, akár elégtelen bevitele esetén kardiovaszkuláris problémák léphetnek fel. Hiányában vizeletürítési problémák, csökkent bélmozgás és izomgyengeség jelentkezhet, de akár az ember mentális állapota is megváltozhat (RODENBURG et al., 2014). Hiányának tünete jellemzően hányás, hasmenés, illetve túlzott vizeletürítés (CROP et al., 2007). A magas kálium-koncentráció segíti a nátrium és a kloridionok kiürülését, így víz- és ásványianyag-vesztéshez vezet (MONTANARI et al., 2009).

A sörbe elsősorban a malátából kerül, és a sörfőzés során az élesztősejtek szaporodásához elengedhetetlen, túlzott koncentrációban azonban gátolja azt. Főként a szénhidrátszintézisben van szerepe, illetve minden ATP igényes enzimátikus folyamatban. Jelentős szerepe van a foszfátfelvételben is, a növekvő káliumion-koncentráció csökkenti az élesztő által felvett foszfátok mennyiségét az erjesztés során (VECSERI, 2004).

A 3. táblázatban feltüntetett adatok alapján a kereskedelmi forgalomban kapható világos és barna sörök átlagos káliumtartalma az ajánlott napi káliumbevitel 16,7%-át fedezi, egy liter sör elfogyasztása esetén.

Az emberi szervezet összes nátrium-koncentrációjának körülbelül fele az extracelluláris folyadékban oldott állapotban található meg, elsődleges funkciója a vízháztartás egyensúlyának fenntartása. Emellett részt vesz a limfociták működésében, az idegi impulzusok transzmissziójában, izomösszehúzódnásban, tápanyag felszívásban, enzimek aktiválásában. Hiánytünetei ritkán jelentkeznek, elsősorban a nagy mennyiségű kálium bevitele okozhatja – ez esetben izomgörcsöket és a vérnyomás csökkenését tapasztalhatjuk. Túlzott bevitele esetén nő a vérplazma ozmolaritása, illetve fokozódik az ADH kiválasztás, mely növeli a víz visszatartását a vesékben (EFSA, 2005).

A sörbe elsősorban a vízből és a malátából kerül, utóbbi nátriumtartalma nagymértékben függ a malátázáshoz használt víz nátrium-koncentrációjától. A főzés során nem vesz részt sok reakcióban, többnyire változatlan formában kerül a kész sörbe (KUNZE, 2004).

Alapvetően kiemeli a sör édeskés ízét, túlzott mennyiségű foszfát jelenlétében azonban durva, nyers ízhatást eredményez (GOLDAMMER, 2000). A sörök alacsony nátriumtartalmuknak köszönhetően akár sócsökkentett diétákba is könnyen beilleszthetők, így akár terápiás célra is használhatók (OLMSTEAD et al., 1954).

Szervezetünk kalciumtartalmának majdnem egésze a csontokban található, a maradék pedig a fogakban és a légyszövetekben (ROBERTSON – MARSHALL, 1981). Sói adják a csontok keménységét, de szerepük van az izomtónus kialakításában, véralvadásban és számos anyagcsere-folyamatban. Felszívódását befolyásolja a foszfácionok koncentrációja. Hiánya elsősorban az érzékeny fogyasztói csoportokra nézve jelent magas kockázatot (WHO, 2004).

A cefrőzés során a kalciumionok foszfátokkal és fehérjékkel reagálva csökkentik a pH-t, így gyorsítva a folyamatot, hiszen a béta-amiláz pH optimuma 5,2-5,6, valamint az alfa-amilázt védi a hő gátló hatásától amellet, hogy annak kofaktora. Emellett a sörlében lévő fehérjék kicsapódását is segíti mind a cefrőzés, mind pedig a komlóforralás során (MONTANARI et al., 2009). Az élesztősejtek működéséhez is nélkülözhetetlen: szabályozza a membrán áteresztését, elősegíti a lipidek és fehérjék közti kölcsönhatásokat, szükséges a sejtosztódásban, és növeli az alkoholtartalommal és a hőmérséklettel szembeni toleranciát, valamint nélkülözhetetlen az élesztősejtek flokkulációjához. Nagy mennyiségben a szaporodó sejtek veszik fel, és más kétértékű ionok is befolyásolják a felvétel hatékonyságát (VECSERI, 2004). A söripari vízkezelés elengedhetetlen része a vízlágyítás, mely során a kalciumionok is eltávolításra kerülnek. Fontos azonban megjegyezni, hogy a sörfőző víz visszasózása során kalcium-szulfátot vagy kalcium-kloridot adagolnak a vízhez, pontosan a kalciumionok megfelelő koncentrációjának biztosítására, ezáltal a fent említett funkciók biztosítására.

A 3. táblázat adatai alapján a kereskedelmi forgalomban kapható sörök átlagos kalciumtartalma az ajánlott napi beviteli érték 5,56%-át fedezi egy liter elfogyasztása esetén.

A magnézium az emberi szervezetben főként az izmokban és a légyszövetekben található (HEATON, 1976). Enzimek kofaktora, részt vesz az RNS és DNS szintézisében és egyes anyagcsere-folyamatokban, a membránpotenciál fenntartásában, de megfelelő bevitele és anyagcseréje főként az izommunkában számottevő, mivel az izomtónus kialakításában nélkülözhetetlen (AL-GHAMDI et al., 1994). Hiánya ritkán jelentkezik, tünetei például az izomgörcsök, illetve az elhúzódó hasmenés (WHO, 2004).

A sörgyártás során a kalciumhoz hasonlóan viselkedik, sói azonban oldékonyabbak, és a sör pH-ját nem befolyásolja a kalciumhoz hasonló mértékben. Legfőbb szerepe az erjedés során jelentkezik, mivel olyan enzimek kofaktora, melyek elengedhetetlenek a fermentáció folyamatában, ebből adódóan az élesztősejtek magnézium igénye magas.

A magnézium-ionokat az élesztősejtek aktívan veszik fel, és azok az élesztő flokkulációjára – a kalcium-ionokkal ellentétben – intracellulárisan hatnak. Szintén védi az élesztősejteket az olyan stresszhatásoktól, mint a nem megfelelő hőmérséklet, alkoholtartalom vagy ozmózisnyomás (WALKER et al., 1996). Befolyásolja a foszfátok felvételét is az erjesztés során, mivel a membránon belüli funkcionális egységeket alkotó foszfor felvételi rendszerhez elengedhetetlen (VECSERI, 2004).

A 3. táblázatban látható adatok alapján a kereskedelmi forgalomban kapható világos és barna sörök átlagos magnéziumtartalma 80,5 mg/l, mely az ajánlott napi magnéziumbevitel 21,5%-át fedezi 1 liter sör elfogyasztása esetén.

A felsorolt négy makroelem egymáshoz viszonyított aránya nagymértékben befolyásolja a vérnyomást. Annak kedvező szinten tartását az emberi szervezetben a következő összefüggés szerint érdemes kialakítani:

$$(Na + Ca)/(K + Mg) = 1$$

Amennyiben ez az arányszám 1 alatti, vérnyomást csökkentő, afölött pedig vérnyomásnövelő hatás lép fel (CSAPÓ-CSAPÓNÉ, 2003)

A foszfor legnagyobb része a csontokban és a fogakban található, azok egyik fő alkotó eleme, de elengedhetetlen a vérgáz szállítási folyamatokban is. Hiányában a vér foszfát szintje kritikusan lecsökken, főként alkoholizmus, vagy pajzsmirigy túlműködés esetén. Más hiánytünetei is vannak, ilyen az anémia, izomgyengeség, csontfájdalom, fertőzésekre való magas fogékonyság. Túladagolása ritkán okoz tünetet, elsősorban vesebetegségben szenvedő pácienseknél (BRUNELLI – GOLDFARB, 2007).

Az árpa számos komponensében fellelhetők a foszfátok, úgymint a fitin, nukleinsavak, koenzimek, fehérjék, és ezen alkotókból a malátázás és sörfőzés során végbemenő reakciók során szabadulnak fel nagy mennyiségben (BRIGGS et al., 1981). A foszfátok reagálnak a kalciummal és a magnéziummal. Az erjesztés során jelentős szerepe van az ATP szintézisben, valamint a foszfolipid membrán felépítésében, és pufferként is működik. Az alacsony foszfát-koncentráció lassítja az élesztősejtek szaporodását (KUNZE, 2004).

A 3. táblázatban szereplő makroelemek közül a sör a foszfor ajánlott napi beviteléhez járul hozzá leginkább, 1 liter sör elfogyasztása az adatok alapján az ajánlott bevitel 30,9%-át fedezi.

A kén a metionin és a cisztein alkotóeleme. Mivel előbbi esszenciális aminosav, a kén létfontosságú az emberi szervezet számára. Ennek ellenére bizonyos formái károsak egészségünkre, ilyen például a kéndioxid és a hidrogén-szulfid, melyek jelenléte a szív-, az emésztőrendszer és az immunrendszer károsodását okozhatja, de kiválthat szaporodási problémákat, bőrirritációt stb. (PARCELL, 2002). Az említett kedvezőtlen hatások ellenére a kéndioxid jelentős antioxidáns hatást biztosíthat a söröknek (MARTINEZ-PERINAN et al., 2011). Hatása elsősorban az oxidatív barnulás megakadályozásában nyilvánul meg, ezáltal megőrizve az ital színét (WONG, 2021), de fontos megemlíteni a baktérium-, penész- és vadélesztőtöglő hatását is, melyet bár a borászatban használnak ki elsődlegesen, a sörök minőségének szempontjából is jelentős (RAMIS-RAMOS, 2003). A szulfátok segítik a fehérje- és keményítőtöglő bontást, túlságosan magas koncentrációjuk esetén azonban a komló hatóanyagai kevésbé hasznosulnak, a késztermékben pedig harsány, sós ízt eredményeznek (SCHOENBERGER et al., 2002). A fermentáció során az élesztők nagy mennyiségű ként vesznek fel (MONTANARI et al., 2009).

2.3.3. Mikro- és nyomelemek

A sörök egyaránt tartalmaznak esszenciális és nem esszenciális mikroelemeket. Ezek közül egyesek alacsony koncentrációban elengedhetetlenek egészségünk megőrzése érdekében, azonban túlzott bevitelük egészségkárosító hatású lehet. A 4. táblázatban láthatjuk a cinkre, rézre és mangánra vonatkozó ajánlott napi bevitelét az Európai Parlament és Tanács 1169/2011/EU rendelete alapján, a rézre és a cinkre megállapított tolerálható napi bevitelt a WHO JECFA jelentései alapján, valamint a sörök átlagos ásványianyag-tartalmát és annak hozzájárulását az ajánlott napi bevitelhez.

4. táblázat: Sörök átlagos Cu-, Mn- és Zn-tartalmának hozzájárulása az NRV-hez, valamint az ásványi anyagok tolerálható napi beviteléhez

Ásványi anyag	Ajánlott napi bevitel (mg)	Átlagos konc. (mg/l)	NRV hozzájárulás (%)	Tolerálható napi bevitel (mg/ttkg)
<i>Cu</i>	1	0,0813±0,0207	8,13	0,5
<i>Mn</i>	2	0,123±0,060	6,15	-
<i>Zn</i>	10	0,0496±0,0224	0,496	0,3-1

Forrás: 1169/2011/EU; ALEXA, 2017; WHO, 1982

A bór a növényi szervezet növekedéséhez és fejlődéséhez esszenciális ásványi anyag. Oldható formái a növények számára könnyen felvehetőek. A gabonafélék, tehát az árpa esetében is hiánya alacsony hozamot és gyenge reprodukciós képességet eredményez (KABATA-PENDIAS, 2007), valamint rothadási tüneteket okoz (CSAPÓ-CSAPÓNÉ, 2003). A bór az emberi és állati szervezetben egyaránt jelen van, pontos biokémiai szerepe azonban egyelőre ismeretlen. Az élesztő szaporodásához is szükség van bórra, azonban túl magas koncentráció esetén gátolja a szaporodást, mely elsősorban a glicerinaldehidfoszfát és az alkohol-dehidrogenáz enzim gátlásának tulajdonítható (VECSERI, 2004).

A bárium jellemzően jelen van a legtöbb növényi szervezetben, de nem esszenciális mikroelem. A legtöbb növényben 2 és 13 mg/kg koncentrációban van jelen, és a sörfőzés esetében a fő forrása a maláta, ugyanis az árpában átlagosan 5,1 mg/kg-os koncentrációban található meg. A 2000 mg/kg-os báriumtartalmat meghaladó talajban az árpa növekedése gátolt. A báriumaz erjesztés során könnyen megkötődik az élesztősejt felületén, így a késztermékben jelenlévő koncentrációja jelentősen csökken (KABATA-PENDIAS, 2007).

A réz esszenciális mikroelem, enzimek alkotója, és a hemoglobin szintézisében is részt vesz. A májban raktározódik, ahonnan alacsony rézbevitel esetén mobilizálódni képes (MOMČILOVIĆ, 2004). A rézhiány felelős lehet a vérszegénységért, hajhullásért, valamint a központi idegrendszer, szív- és érrendszer károsodásáért (PERCIVAL, 1995). A sörök fermentációja során a túlságosan magas rézkoncentráció gátolja az élesztő szaporodását, specifikus anyagcsere zavart kiváltásával és a sejtmembrán károsításával (VECSERI, 2004). Mint sok más élelmiszerben, a sörökben is a vassal együtt felelős lehet reaktív oxigénradikálok kialakításáért, melyek a szerves anyagokat oxidálva rontják a sör élvezeti értékét (SAKELLARI et al., 2017).

A 4. táblázat adatai alapján egy liter sör elfogyasztása átlagosan 8,13%-át teszi ki az ajánlott napi cinkbevitelnek, és ezzel a tolerálható napi bevitel 0,3%-át sem éri el, 60 kg-os testtömegre vonatkoztatva.

Legnagyobb mennyiségben a vesékben található meg a mangán. Enzimek aktivátoraként, illetve a DNS szerkezetének stabilizátoraként ismert (MUNNO et al., 1996). Az életkor előre haladtával a szervezetben lévő mangán koncentrációja csökken, ami csontdeformációt okozhat. Túladagolása esetén az agyban halmozódik fel, és pszichiátriai tüneteket okoz, belélegzése károsíthatja a központi idegrendszert (SCHÄFER, 2004).

Az élesztők szaporodását azáltal stimulálja, hogy növeli a sejtek nitrogéntartalmát, elősegíti a tiamin szintézisét és a szabad aminosavak beépülését a fehérjékbe. Magas koncentrációban növeli az alkohol-dehidrogenáz enzim mennyiségét, így lekötve a mangánfelesleget (VECSERI, 2004). A sör bizonyos szerves vegyületeivel komplexeket képezhet (ONATE-JEAN et al., 2006), ezáltal hatással van a késztermék érzékszervi jellemzőire és kolloid stabilitására (POHL – PRUSISZ, 2010).

A stronciumot nem esszenciális mikroelemként tartjuk számon, és pontos biológiai funkcióját sem ismerjük, mégis minden élő szervezetben megtaláljuk (HÖLLRIEGL – MÜNCHEN, 2019). Az emberi szervezetben elsősorban a csontokban található meg, túlzott bevitel esetén azonban a csontfejlődést hátráltatja állatkísérletek alapján, a humán egészségre gyakorolt hatásáról azonban korlátozott mennyiségű információ áll csak rendelkezésre (GREVE et al., 2007). Felszíni és felszín alatti vizekben egyaránt megtalálható, így a sörök mindkét elsődleges összetevője tartalmaz stronciumot (DING et al., 2022).

A cink szervezetünkben nagy mennyiségben a vesékben és a májban található meg. Részt vesz a fehérjék, szénhidrátok és nukleinsavak felépítésében, a kadmium és a réz antagonistája (KABATA-PENDIAS – PENDIAS, 1999). Hiányában hasmenés, bőrelváltozások, késői szexuális fejlődés jelentkezhethet (PEGANOVA – EDLET, 2004). A sörgyártás során fő forrása a maláta, de annak hasznosulását befolyásolják a cefrézés és komlóforralás paramétereit. A kizárólag malátát tartalmazó cefre cinktartalma magasabb, mint a pótanyagot tartalmazóé, azonban a cink nagy része a forróseprővel együtt eltávolításra kerül a komlóforralás végén. A cink az élesztősejtek számára esszenciális, főként enzimek alkotója vagy aktivátora.

Ilyen enzim az alkohol-dehidrogenáz is, mely az etanol képződése mellett magasabbrendű alkoholok képződésében is részt vesz, így a sör érzékszervi tulajdonságainak kialakítása szempontjából is fontos. Elősegíti a maltóz és a maltotrióz felvételét, így gyorsítva a fermentációt (VECSERI, 2004).

A 4. táblázatban látható adatok alapján a sör hozzájárulása az ajánlott napi cinkbevitelhez elenyésző, csakúgy, mint a tolerálható napi bevitelhez viszonyított cink-koncentrációja.

2.3.4. Toxikus elemek

A sörök is szennyeződhetnek a fogyasztók egészségére nézve ártalmas elemekkel, melyek forrása általában a felhasznált gabona. Ezek szennyeződhetnek a termőföldön különböző hatások eredményeképp, ilyen például a környezetszennyezés, vagy a különböző ipari tevékenységek. Később, a gyártás során is kerülhetnek a termékbe szennyezők. A sör tartalmazhat például arzént, kadmiumot, ólmot, azonban valószínűtlen, hogy kockázatot jelentő koncentrációban legyenek jelen (DONADINI et al., 2008; MATSUSHIGE – OLIVEIRA, 1992). Egyes elemek a toxicitásukon felül hatással lehetnek a fermentációra, valamint a termék minőségére (GAMA et al., 2017). Ilyen toxikus elem például az arzén, mely mutagén, teratogén és karcinogén hatásából adódóan súlyos egészségügyi kockázatot jelent, idegrendszeri, légzőszervi megbetegedéseket okozhat (SMITH et al., 2000). A söriparban fő forrása a víz, és mivel a koncentrációja a sörfőzés során gyakorlatilag nem változik, fontos a víz arzéntartalmának ellenőrzése (VECSERI, 2004). A higany károsítja az immunrendszert, a központi idegrendszert, illetve a DNS-t (DRASCH et al., 2004). JACOB (1985) mérései alapján a törkölyvel a cefrében található higany 80%-a kiválik, így jelentősen csökken az eredeti mennyisége a késztermék előállításáig. A kadmium vesekárosodást, tüdőtágulatot, daganatos megbetegedéseket és alacsony reprodukciós működést okozhat (KABATA-PENDIAS – MUKHERJEE, 2007). A sörökkel is juttathatunk kadmiumot a szervezetünkbe, azonban az alkoholos italokra jellemző kadmiumtartalom a humán egészségre nézve veszélytelen (FILIPPINI et al., 2018). Az ólmot az emberi szervezet nem tudja megkülönböztetni a kalciumtól, így legnagyobb része a csontokba épül. Károsítja a központi idegrendszert, gátolja a vörösvértest képzést, valamint a mentális fejlődést (KABATA-PENDIAS – MUKHERJEE, 2007). Az ólom koncentrációja a sörfőzés teljes folyamata alatt csökken, ugyanis a malátában található elemek jelentős része a törkölyvel együtt eltávolításra kerül a cefreszűrést, illetve a mászlást követően (VECSERI, 2004).

2.3.5. A sörben található egyéb vegyületek és azok élettani hatása

A sörökben számos vízben oldódó vitamin megtalálható. A már említett C-vitamin elengedhetetlen az oxidatív stresszel szembeni védekezésben, valamint az immunrendszer működésében. Ezen kívül találhatunk a sörben B-vitamint, például riboflavint (B2), nikotinsavamidot (B3), pantoténsavat (B5) és piridoxint (B6). Elsősorban az árpából származnak, a csírázás során mennyiségük növekszik (JASTRZEBSKA et al., 2017). Kedvezően hatnak az idegi működésre és az anyagcsere-folyamatokra. Említendő továbbá a sörök folsav- és biotin-tartalma (ALEXA, 2014; RODLER, 2008).

A sörök átlagos alkoholtartalma 3-6 térfogatszázalék. Az alkoholfogyasztás hatása eltérő lehet szervezetünkre, annak mértékétől függően. A rendszeres, nagymértékű alkoholfogyasztás több szervet is károsít, növeli a vérnyomást, valamint májkárosodás és daganatos megbetegedések kialakulását okozhatja (RODLER, 2008). Ezzel szemben a mérsékelt etanolfogyasztás kedvező hatásáról számos tanulmány beszámol. Ilyen hatás például a vérsavó HDL-koleszterin szintjének növelése, mely csökkenti a szívkoszorúér megbetegedések kockázatát, illetve védi az LDL koleszterint az oxidációtól (DI CASTELNUOVO et al., 2009). Emellett javítja az inzulin érzékenységet, így csökkenti a kardiovaszkuláris megbetegedések és a 2. típusú diabétesz kialakulásának kockázatát (SHAI et al., 2007). Serkenti az étvágyat, javítja a bélműködést, sőt, olyan tanulmányok is rendelkezésre állnak, melyek szerint a mértékletes alkoholfogyasztás jobb időskori kognitív funkciókat eredményez (BAMFORTH, 2002). A felsorolt kedvező élettani hatások egyes tanulmányok alapján napi 1-2 sör (10-28 g alkohol) elfogyasztásával érvényesülhetnek (MARCOS et al., 2021), fontos azonban kihangsúlyozni, hogy a WHO, CDC és OECD álláspontja szerint ezek a tanulmányok nem teljes mértékben alátámaszthatók, illetve a mérsékelt alkoholfogyasztás is növeli bizonyos máj-, szív- és érrendszeri megbetegedések kialakulásának kockázatát.

A komlóban megtalálható hatóanyagokat és azok élettani hatását az 5. táblázat foglalja össze. A komlóban található keserűanyagok söripari értékük mellett egészségvédő hatással is rendelkeznek (OCVIRK et al., 2019). Az izo-alfasavak például antioxidáns hatásúak, hatékonyak lehetnek az elhízás ellen, de egyes kutatások szerint az Alzheimer kór megelőzésében is szerepük lehet (YASUHISA et al., 2017).

Rákmegelőző és gyulladáscsökkentő hatásúak, emellett kedvezően hathatnak a szénhidrát- és lipidanyagcserére. Rákmegelőző hatásuk mögött elsősorban a programozott sejthalálra és a véredényképzésre kifejtett hatás áll, míg gyulladáscsökkentő hatásuk a reaktív oxigéngyökök megkötésével magyarázható. Az izohumulonok javítják a glükóztoleranciát, szerepük lehet a 2. típusú diabétesz megelőzésében és kezelésében (ABIKO et al., 2022).

5. táblázat: A komló hatóanyagainak jótékony hatása

Hatóanyag	Példa	Hatás
Keserűsavak	Lágy gyanták (humulon, lupulon) Kemény gyanták	Rákmegelőző (pl. programozott sejthalál) Gyulladáscsökkentő (pl. reaktív oxigéngyökök megkötése) Glükóz- és lipidanyagcserére kedvező Alzheimer kór megelőzése
Polifenolok	Xantohumulol Prenilnaringenin	Antibakteriális Antivirális Antifungális Rákmegelőző Trombocitagátló
Komlóolajok	β -karofillén β -mircén	Gyulladáscsökkentő Rákmegelőző Fájdalomcsillapító Nyugtató

Forrás: ABIKO et al., 2022

A komlóban fellelhető polifenol, a xantohumulol antimikrobás hatású, az alfa- és béta-savaknál hatékonyabban gátolja a *Clostridium perfringens* törzseket, valamint a *Clostridium difficile* által okozott nozokomiális fertőzések megelőzésében is hatékony lehet (CERMAK et al., 2017). Emellett összefüggésben hozták egyes karcinogén élelmiszer-szennyezők, mint az aflatoxin B1 hatásának mérséklésével is (STERN et al., 2021). A komlóban található komlóolajok, csakúgy mint a β -karofillén, β -mircén és linalool szintén gyulladáscsökkentő és rákmegelőző hatásúak, emellett nyugtató hatásúak is (RUTNIK et al., 2021). A β -karofillén gátolja a prosztatát, méhszájat, emlőt, hasnyálmirigyet és a vastagbelet támadó daganatos sejtek növekedését, de a krónikus daganattal küzdők fájdalmának csillapításában is hatékony (WHITESIDE et al., 2007).

2.4. A beltartalomra hatást gyakorló egyéb tényezők

A felhasznált anyagok mellett a malátázás és sörgyártás technológiája is nagymértékben befolyásolja a késztermék jellemzőit. Kereskedelmi forgalomban kapható árpa- és búzasörök esetén megállapítható volt, hogy a barna sörök magasabb koncentrációban tartalmaznak fenolos vegyületeket és flavonoidokat, mint a világosak, és az is megfigyelhető, hogy ez az állítás elsősorban a kizárólag árpamalátát tartalmazó sörök esetében volt a leginkább szembevetendő (ALEXA, 2018). A barna színt kölcsönző karamell- és festőmalátát erőteljesebb hőkezeléssel állítják elő, és az említett vegyületek többsége hőérzékeny, mégis magasabb koncentrációban vannak jelen, emellett a Maillard-reakció egyes termékei is antioxidáns hatással bírnak. A sörök antioxidáns hatású vegyületeinek koncentrációja, valamint azok színe között szoros összefüggés van, azonban sem az alkoholtartalom, sem az erjesztés módja nincs hatással azok koncentrációjára (POLAK et al., 2013).

A választott erjesztési mód és az alkalmazott paraméterek is hatással lehetnek az italok minőségére. Eltérő élesztő törzsek megfelelő arányban történő alkalmazásával például az antioxidáns hatású vegyületek koncentrációja növelhető. CAPECE et al. (2018) kutatása alapján feltételezhető, hogy egyes *Saccharomyces* törzsek alkalmazásával növelhető az antioxidáns kapacitás, a sör érzékszervi tulajdonságainak károsítása nélkül. Más kutatások eredményei azt mutatták, hogy az említett *Saccharomyces* törzsek *Torulaspora delbrueckii* élesztővel kombinálva más komponensek képződését is kedvezően befolyásolhatják, például egyes aminosavak és illóanyagok szintézisét (TOH et al., 2018). BLANCO et al. (2010) kutatása alapján a sörök alumínium tartalma és az alkoholtartalom között is lehet összefüggés. Habár statisztikailag igazolható különbséget nem sikerült meghatározni az egyes sör típusok alumínium-tartalma között, az alkoholmentes sörökben az alumínium rendre alacsonyabb koncentrációban volt jelen, mint a többi vizsgált mintában.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. Kereskedelmi forgalomban kapható sörök

Kutatásom során 74 darab kereskedelmi forgalomban kapható mintát vizsgáltam, melyek többségét Magyarországon található szupermarketekből szereztem be, azonban néhány mintát az Európai Unió más tagállamaiból gyűjtöttem. A mintákat a rájuk jellemző összetevők és előállítási mód, valamint a Magyar Élelmiszerkönyv vonatkozó irányelve alapján a következő kategóriákba soroltam: világos sör, barna sör, világos búzasör, barna búzasör, felsőerjesztésű sör, ízesített sör, sörtartalmú ital. A 6. táblázat ad felvilágosítást a vizsgált sörök származási helyéről, típusáról, összetevőiről, alkoholtartalmáról és egyéb jellemzőiről. A táblázatban csak az ivóvízen, árpamalátán és komlón kívül felhasznált összetevőket tüntettem fel. Az itt felsorolt sörök összes fenolos vegyülettartalmát, flavonoid-tartalmát, összes savasságát, valamint ásványianyag-tartalmát határoztam meg.

6. táblázat: A vizsgált kereskedelmi forgalomban kapható sörök jellemzői

Sorszám	Származási hely	Típus	Összetevők	Alkoholtartalom (% v/v)	Egyéb
1	Belgium	Világos árpa	Kukorica	6,6	-
2	Magyarország	Világos árpa	Árpa	5,0	-
3	Magyarország	Világos árpa	-	4,6	-
4	Magyarország	Világos árpa	-	5,0	-
5	Magyarország	Világos árpa	Kukoricadara	4,5	-
6	Magyarország	Világos árpa	Árpa	4,0	-
7	Csehország	Világos árpa	-	4,2	-
8	Magyarország	Világos árpa	-	4,5	-
9	Magyarország	Világos árpa	Kukoricadara	4,1	-
10	Magyarország	Világos árpa	Kukoricadara	4,3	-
11	Magyarország	Világos árpa	Kukoricadara	4,3	-
12	Magyarország	Világos árpa	-	4,5	-
13	Csehország	Világos árpa	-	4,4	-
14	Csehország	Világos árpa	-	5,0	-
15	Németország	Világos árpa	-	5,7	Pasztőrözetlen
16	Németország	Világos árpa	-	4,8	-
17	Hollandia	Világos árpa	Árpa	5,0	-
18	Magyarország	Világos árpa	-	5,0	-
19	Szerbia	Világos árpa	Kukoricadara	4,2	-
20	Magyarország	Világos árpa	-	4,8	-
21	Magyarország	Világos árpa	-	4,0	-
22	Németország	Világos árpa	-	4,9	-
23	Németország	Világos árpa	-	5,5	-
24	Németország	Világos árpa	-	5,3	-
25	Magyarország	Világos árpa	-	5,0	-
26	Belgium	Világos árpa	Glükózszirup	6,7	-
27	Magyarország	Világos árpa	Kukoricadara	4,0	-
28	Lengyelország	Világos árpa	Glükózszirup	6,7	-
29	Magyarország	Világos árpa	-	5,0	-
30	Magyarország	Világos árpa	Kukoricadara	4,0	-
31	Magyarország	Barna árpa	-	4,4	-
32	Csehország	Barna árpa	Cukor	3,8	-
33	Magyarország	Barna árpa	-	7,3	-
34	Csehország	Barna árpa	-	4,7	-
35	Magyarország	Barna árpa	-	5,2	-
36	Csehország	Barna árpa	-	3,8	-
37	Csehország	Barna árpa	-	7,0	-
38	Csehország	Barna árpa	-	4,7	-
39	Németország	Barna árpa	-	4,9	-

40	Belgium	Barna árpa	Glükózszirup, cukor, karamell aroma	6,5	-
41	Ausztria	Világos búza	Búzamaláta	5,3	-
42	Németország	Világos búza	Búzamaláta	5,3	-
43	Belgium	Világos búza	Búza, koriander	4,9	Szűretlen
44	Ausztria	Világos búza	Búzamaláta	5,3	Szűretlen
45	Németország	Világos búza	Búzamaláta	4,9	Szűretlen
46	Németország	Világos búza	Búzamaláta	5,5	Szűretlen
47	Németország	Világos búza	Búzamaláta	5,5	Szűretlen
48	Németország	Világos búza	Búzamaláta	5,3	Szűretlen
49	Németország	Világos búza	Búzamaláta	5,0	Szűretlen
50	Csehország	Világos búza	Búzamaláta, alma és koriander kivonat	5,0	Szűretlen
51	Belgium	Világos búza	Glükózszirup, búzamaláta, karamell	6,0	-
52	Németország	Barna búza	Búzamaláta	5,3	Szűretlen
53	Németország	Barna búza	Búzamaláta	5,3	-
54	Magyarország	Felsőerjesztésű (IPA)	-	5,0	Szűretlen
55	Magyarország	Felsőerjesztésű (IPA)	-	4,8	Szűretlen
56	Magyarország	Felsőerjesztésű (IPA)	-	6,0	-
57	Magyarország	Felsőerjesztésű (APA)	-	5,5	Szűretlen
58	Magyarország	Felsőerjesztésű (APA)	-	5,5	-
59	Magyarország	Felsőerjesztésű (APA)	-	5,0	Szűretlen
60	Magyarország	Felsőerjesztésű (stout)	-	5,2	Szűretlen
61	Németország	Felsőerjesztésű (stout)	-	7,5	-
62	Magyarország	Ízesített sör	Fruktóz, meggylé, citromsav	4,0	-
63	Magyarország	Ízesített sör	Fruktóz, meggylé, almalé, citromsav	4,0	-
64	Magyarország	Ízesített sör	Meggy-sűrítmény, feketerépálé, cukor	4,1	-
65	Belgium	Ízesített sör	Fruktóz-glükóz szirup, búza, meggy, bodza kivonat	4,0	Lambic
66	Belgium	Ízesített sör	Búza, meggylé, fruktóz	3,5	Lambic
67	Belgium	Ízesített sör	Búza, málnalé, fruktóz	2,5	Lambic
68	Belgium	Ízesített sör	Cukor, kukoricadara, árpa, bodzakoncentrátum, természetes aromák	5,0	-
69	Belgium	Ízesített sör	Meggy	4,0	Lambic
70	Németország	Sörtartalmú ital	Citromos üdítőital	0,0	-
71	Németország	Sörtartalmú ital	Grapefruitos üdítőital	0,0	-
72	Magyarország	Sörtartalmú ital	Meggyes üdítőital	0,0	-
73	Magyarország	Sörtartalmú ital	Málnás üdítőital	0,0	-
74	Magyarország	Sörtartalmú ital	Bodzás üdítőital	0,0	-

Forrás: Saját szerkesztés

3.2. Saját készítésű sörök

A sörfőzéshez szükséges alapvető összetevőket, úgymint a különböző malátákat, pótanyagokat, komlókészítményeket, sörélesztőt, valamint a fogyóeszközöket egy budapesti sörfőző szaküzletből szereztem be. A komló kivételével valamennyi összetevő tárolása szobahőmérsékleten történt, a roppantott malátát pedig zsákokban tároltam. A hozzáadott anyagokat azok jellegétől függően, de többnyire közvetlenül a sörfőzés előtt szereztem be debreceni szupermarketekben és piacokon, hogy azok minőségében ne következzen be kedvezőtlen változás a tárolás során.

A sörfőzés a Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Karán, az Élelmiszertudományi Intézetben található sörfőző berendezések segítségével történt. A 4. ábrán látható együstös, házi sörfőző berendezéssel történt a sörlevek előállítása, melynek előnye, hogy csekély helyigényű, egyszerűen kezelhető, tisztítható és karbantartható, valamint szoftveres vezérlésének köszönhetően a sörfőzés szempontjából kritikus paraméterek, úgymint a hőmérséklet és az idő pontosan beállíthatók.



4. ábra: Az Élelmiszertudományi Intézetben használt házi sörfőző berendezés
Forrás: SÖRFŐZŐK BOLTJA (2021.09.10.)

Az italok erjesztése a 5. ábrán látható „micro brewery” berendezés két oldalán látható tartályokban ment végbe, melyek dupla falúak, vízhűtéssel és nyomástartó szeleppel is rendelkeznek. A készülék szoftveres vezérlésének köszönhetően tökéletesen beállítható az erjesztés során alkalmazott hőmérséklet. A sörfőzésre használt üst térfogata 50, míg az erjesztőtartályoké 25 liter.



5. ábra: Kisüzemi sörfőző berendezés az Élelmiszertudományi Intézetben
Forrás: Saját felvétel

Három féle alapsört készítettem árpa- és búzamaláták keverékéből, melyek közül az egyikhez a későbbiekben gyümölcsleveket adagoltam különböző módon, a sörgyártás különböző fázisaiban (továbbiakban gyümölcsös sörök), a másik esetében alternatív alap- és pótanyagokat alkalmaztam (továbbiakban zabalapú sörök), a harmadik típushoz pedig csokoládé és kávé került hozzáadásra (továbbiakban stout sörök). Az egyes alapsörök előállításához használt alapanyagokat, azok mennyiségét, valamint az alkalmazott technológiai körülményeket a 7. táblázat foglalja össze.

7. táblázat: Az alapsörök jellemzői

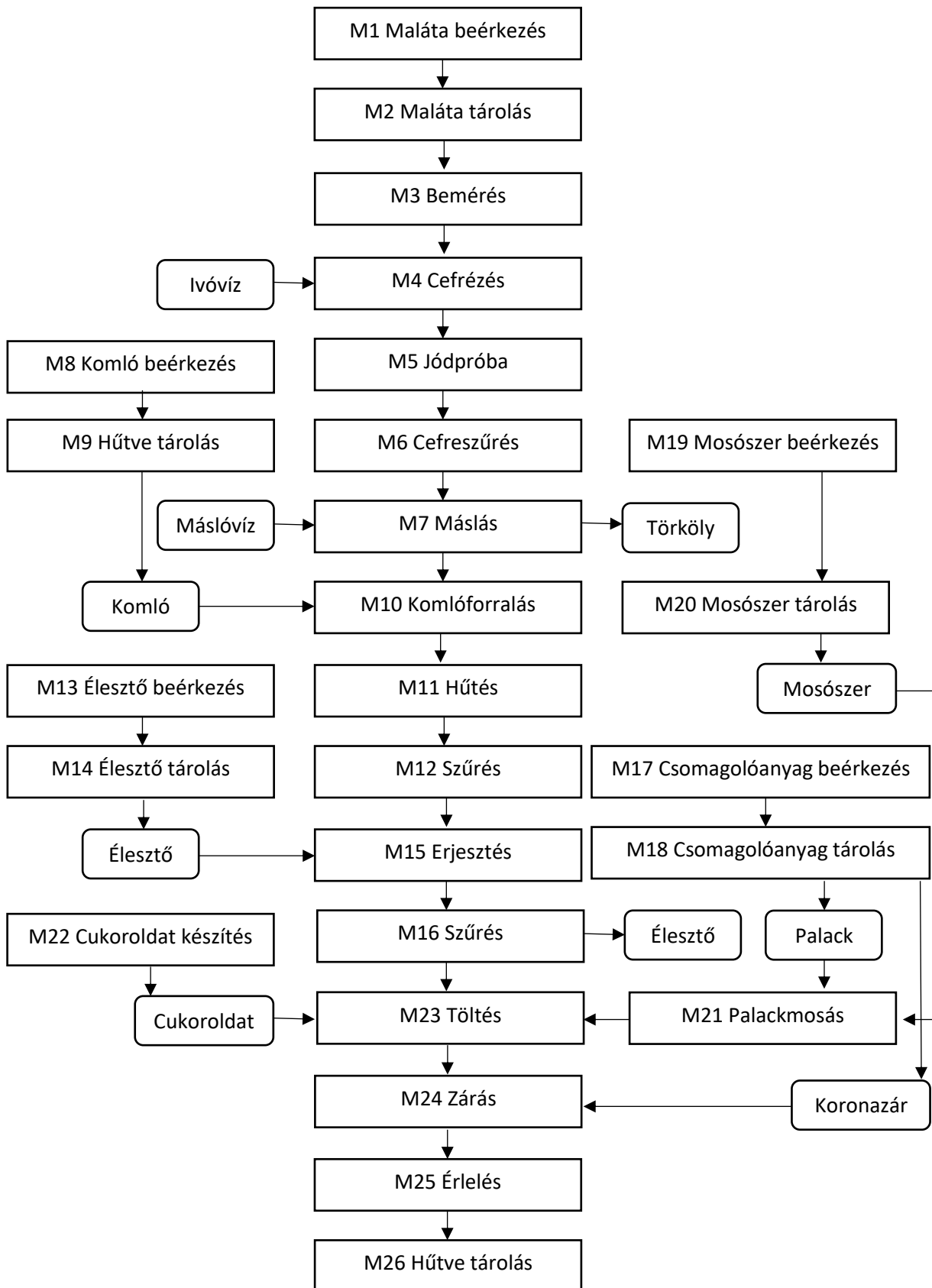
Összetevők és paraméterek		Gyümölcsös sörök	Zabalapú sörök	Stout sörök
Maláta 1.	Típus	Pale ale	Zab	Pale ale
	Tömeg (kg)	4	5	1
Maláta 2.	Típus	Búza	-	Maris Otter
	Tömeg (kg)	0,5	-	3
Maláta 3.	Típus	Karamell	-	Kara-kristály
	Tömeg (kg)	0,2	-	0,6
Maláta 4.	Típus	-	-	Csokoládé
	Tömeg	-	-	0,25
Pótanyag 1.	Típus	-	-	Zabpehely
	Tömeg	-	-	0,8
Pótanyag 2.	Típus	-	-	Pörkölt árpa
	Tömeg (kg)	-	-	0,25
Cefrésző víz (L)		15	18	15
Fehérje pihenő	Hőmérséklet (°C)	50	50	52
	Idő (min)	20	30	30
α-amiláz pihenő	Hőmérséklet (°C)	67	65	69
	Idő (min)	75	60	120
β-amiláz pihenő	Hőmérséklet (°C)	-	75	74
	Idő (min)	-	15	20
Máslóvíz (L)		11	10	10
Komlóforralás (min)		60	60	80
Komló 1.	Típus	Citra	Magnum	Fuggles
	Alfasav (%)	13	14,5	5,2
	Tömeg (g)	40	10	55
	Idő (min)	60	60	35
Komló 2.	Típus	Citra	Cascade	-
	Alfasav (%)	13	6,8	-
	Tömeg (g)	10	20	-
	Idő (min)	10	30	-
Komló 3.	Típus	-	Saaz	-
	Alfasav (%)	-	3,6	-
	Tömeg (g)	-	10	-
	Idő (min)	-	5	-
Élesztő típusa		Fermentis S-05	Fermentis S-04	Fermentis S-04
Erjesztés	Hőmérséklet (°C)	20	18	18
	Idő (nap)	14	14	14

Forrás: Saját szerkesztés

Az alternatív alap- és pótanyagok, valamint ízesítő anyagok felhasználása a következőképpen történt:

- Gyümölcsös sörök: A gyümölcsöket minden esetben a sörkészítés reggelén, frissen szereztem be, helyi piacokról, azok levét pedig gyümölcscentrifugával történő egyszeri préseléssel nyertem ki. A gyümölcslé hozzáadása a sörhöz háromféle módon történt. Az első esetben a komlóforralás után, az erjesztés előtt közvetlenül történt, és az erjesztésre kerülő ösztérfogat 7,5%-a volt gyümölcslé (23 literből 1725 ml). Ezeket a söröket a továbbiakban a „gyümölcsös ale” megnevezéssel jelölöm. Készültek olyan sörök, melyek esetében a fermentáció még gyümölcslé hozzáadása nélkül történt, és a palackozás előtt adtam ezekhez a sörökhöz gyümölcslevet, különböző arányokban: a gyümölcslé mennyisége a palackozásra kerülő 500 ml térfogat 2,5%-a (12,5 ml), 5%-a (25 ml) vagy 7,5%-a (37,5 ml) volt. A továbbiakban ezen mintákat a „szimpla gyümölcsös ale” megnevezéssel jelölöm. Végül pedig a két módszer kombinációjával, a már korábban leírt gyümölcslével együtt fermentált sörökhöz adtam további mennyiségben gyümölcslevet, szintén az előzőekben kifejtett 2,5; 5 és 7,5%-os arányokkal, tehát a sörlé már gyümölcslével együtt erjedt, és a palackozás előtt is adtam hozzá a gyümölcsléből. Ezen mintákat a továbbiakban a „dupla gyümölcsös ale” megnevezéssel jelölöm.
- Zabalapú sörök: A 3. táblázatban a tisztán zabmalátából készült sörhöz használt anyagok láthatók. Ebből alapvetően még kétféle sört készítettem a kontroll mintán kívül (a kontroll minta tisztán 5 kg pale ale maláta felhasználásával készült). Az alternatív pótanyagok esetében a teljes cefrézést a rizs- vagy kukoricapehely hozzáadásával végeztem, és mindkét esetben az 5 kg malátából 2,5 kg-ot helyettesítettem a pehellyel.
- A stout sörök esetében négy különböző ízesítés készült: tejsokoládés, étcsokoládés, fehér csokoládés és kávé stout. A felhasznált ízesítő anyagok mennyisége 200 g volt főzésenként. A csokoládékat apróra tördelve, az arabica kávészemeket pedig mozsárban enyhén megtörve, a komlóforralás utolsó 10 percében adtam hozzá a sörléhez. A kávészemek esetében azokat cefréző zsákban áztattam bele a forró sörlébe.

A 6. ábrán látható az általam készített sörök előállításának általános folyamata.



6. ábra: A sörkészítés folyamata

Forrás: Saját szerkesztés

Az eltárolt malátát mérleg segítségével kimértem, a cefréző üstbe helyeztem, majd hozzáadtam a megfelelő mennyiségű, 40 °C-ra melegített vizet. Elkezdődött a cefrézés, mely során a felhasznált maláta típusától és mennyiségétől függően állítottam be a szükséges fehérje- és szénhidrát-pihenők hőmérsékletét és időtartamát. Az enzimek inaktiválásával a cefrézés befejeződött, majd jódpróbával ellenőriztem a keményítőbontás sikerességét. Negatív jódpróba esetén következik a cefreszűrés, mely során a malátaágy (ekkor már törköly) szolgáltat természetes szűrőréteget. A szűrés után, a maradék extrakt kinyerésének érdekében a másolás következett, melyhez 80 °C-ra előmelegített vizet használtam. A visszamaradt törkölyt eltávolítottam a berendezésből. Ezt követte a komlóforralás, melynek időtartama, a hozzáadott komlópellet típusa és minősége, valamint a hozzáadás időpontja az adott receptúra függvénye. A hosszú ideig tartó, folyamatos forralás végeztével eltávolítottam a komlóforraló zsákokat, és a bennük megmaradt komlót, majd a sörlé gyors hűtése következett, hűtőspirál segítségével, 20 °C-ra.

A hűtés befejeztével a sörlevet leengedtem az üstből egy steril szűrőrétegen át, majd az erjesztő tartályba fejttem, és szárított élesztővel oltottam be. Az erjedés hőmérséklete és időtartama szintén a sörtypustól, az adott receptúrától és a sörlé cukortartalmától, fajsúlyától függ. Végül a leeresztett sört szintén egy steril szűrőréteg segítségével leszűrtem, majd palackoztam. A palackokat közvetlenül a felhasználás előtt élelmiszeripari célra használható detergenssel tisztítottam, és a fejtés előtt a kívánt savasságnak megfelelő koncentrációjú, híg cukoroldatot mértem azok aljára. A koronázárak felhelyezése kézi koronázárával történt. Ezt követte a sörök érlelése (2-4 hét), majd hűtve tárolása.

3.3. Vizsgálati módszerek

A vizsgálatok elvégzése előtt a szilárd minták aprítása, illetve homogenizálása szükséges. A sörmintákat gáztalanítottam ultrahangos vízfürdő (Bandelin Sonorex Digital DT 255H, Germany) segítségével, majd redős szűrőpapíron (Munktell Ahlstrom, grade: 292, Helsinki, Finland) szűrtem.

3.3.1. Összes polifenol-tartalom meghatározása

A polifenol-tartalom meghatározásának elve, hogy az alkalmazott Folin-Ciocalteu reagensben található foszfowolframsav és foszfomolibdénsav oxidálja a fenolos vegyületeket, mely során kék színű elegyet kapunk. A mintaoldat színintenzitása egyenesen arányos a fenolos vegyületek koncentrációjával, így annak abszorbanciáját spektrofotométerrel (Evolution 300 LC, Thermo Electron Corporation, England) mérjük 760 nm hullámhosszon, metanol:desztillált víz 80:20 arányú elegyével szemben. A kalibrációs oldatok elkészítéséhez galluszsav törzsoldatot használunk. Alkalmazott vegyszerek: 3,4,5-trihidroxi-benzoésav (Alfa Aesar GmbH & Co. KG, Karlsruhe, Germany), nátrium-karbonát (Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Germany), metanol (Scharlab S.L., Spain), Folin-Ciocalteu reagens (VWR International S.A.S., France). Az eredményeket mg GAE/100 g (vagy ml) (mg galluszsav ekvivalens/100 g) értékben fejezzük ki (SINGLETON et al., 1999).

3.3.2. Flavonoid-tartalom meghatározása

A flavonoid-tartalom meghatározása szintén spektrofotometriás módszerrel történt. A mintaelőkészítés során kapott rózsaszín komplex abszorbanciáját 510 nm hullámhosszon mérjük spektrofotométerrel (Evolution 300 LC, Thermo Electron Corporation, England), vakoldattal szemben. A kalibrációs oldatok elkészítéséhez catechin törzsoldatot használunk. Alkalmazott vegyszerek: catechin (Cayman Chemical Company, USA), alumínium-klorid (Scharlab S.L., Spain), nátrium-nitrit (Scharlab Chemie S.A., Spain), nátrium-hidroxid (Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Germany), metanol (Scharlab S.L., Spain). Az eredményeket mg CE/100 g (vagy ml) (mg catechin ekvivalens/100 g) értékben fejezzük ki (ZHISHEN et al., 1999).

3.3.3. C-vitamin tartalom meghatározása

A metafoszforsavas C-vitamin tartalom meghatározás elve, hogy a kálium-jodát a kálium-jodidból jódot szabadít fel, mely reakcióba lép az aszkorbinsavval. Miután az oldatban lévő összes aszkorbinsav elfogyott, a felszabaduló jód az indikátorként alkalmazott keményítő hélixébe épül be, kék színváltozást okozva. A titrálás során fogyott kálium-jodát mérőoldat térfogata egyenesen arányos az aszkorbinsav koncentrációjával.

Alkalmazott vegyszerek: metafoszforsav (Thermo Fischer GmbH, Germany), kálium-jodid (Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Germany), sósav (VWR International S.A.S., France), keményítő indikátor (VWR International S.A.S., France), kálium-jodát (Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Germany). Az eredményeket mg/100 g vagy mg/100 ml értékben fejezzük ki.

3.3.4. Sörök színének mérése

A sörök színének meghatározására az előkészített (gáztalanított, szűrt) mintát küvetába töltöttem, és spektrofotométerrel (Evolution 300 LC, Thermo Electron Corporation, England) mértem az abszorbanciáját 430 nm hullámhosszon, desztillált vízzel szemben. Az eredményeket EBC-ben fejezzük ki (CZIPA, 2014).

3.3.5. Gyümölcslevek savtartalmának meghatározása

A vizsgált gyümölcsléből 20 ml-t mértem Erlenmeyer lombikba, melyet 150 ml-re egészítettem ki desztillált vízzel, majd 85-95 °C hőmérsékletű vízfürdőre helyeztem fél órára. A minta kihűlését követően 250 ml-es mérőlombikba szűrtem azt, vattán keresztül, majd jelre töltöttem desztillált vízzel. Ebből 25 ml-t kimérve, majd 100 ml-re hígítva titráltam a mintát 0,1 M NaOH mérőoldattal, fenolftalein indikátor jelenlétében, a rózsaszín árnyalat megjelenéséig. Az eredményeket %-os értékben adtam meg (CZIPA, 2014)

3.3.6. Sörök összes savasságának mérése

Az összes savasság mérésekor a forralt desztillált vízzel hígított, gáztalanított sörmintát nátrium-hidroxiddal (Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Germany) titráltam, fenolftalein indikátor (Scharlab S.L., Spain) jelenlétében. Az eredményeket tejsav%-ban fejezzük ki (AOAC 950.07, 1995).

3.3.7. Sörök keserűértékének meghatározása

Az összes izomerizált alfasav-tartalom meghatározása során a keserűsavakat a sörből sósavval megsavanyított közegben, szerves oldószer segítségével kivonjuk. Az extrakció után, a fázisok szétválását követően az oldószer fázis abszorbanciáját mérjük spektrofotométerrel (Evolution 300 LC, Thermo Electron Corporation, England), 275 nm hullámhosszon, az oldószerrel szemben.

Alkalmazott vegyszerek: 2,2,4-trimetil-pentán (VWR International S.A.S., France), sósav (VWR International S.A.S., France). Az eredményeket mg/l-ben fejezzük ki (AOAC 965.21, 1995).

3.3.8. Ásványianyag-tartalom meghatározása

Az ásványianyag-tartalom meghatározása előtti mintaelőkészítést KOVÁCS és munkatársai (1996) módszere alapján végeztem. A minták roncsolása salétromsav (69%, VWR International LTD., Radnor, USA) és hidrogén-peroxid (30%, VWR International LTD., Radnor, USA) hozzáadásával történt, 60 és 120 °C hőmérsékleten. Nagytisztaságú desztillált vízzel (Millipore S.A.S., Molsheim, France) történő hígítást és szűrést (qualitative filter paper, grade: 388, Sartorius Stedim Biotech S.A., Göttingen, Germany) követően került sor az ásványi anyagok mérésére ICP-OES (Thermo Scientific iCAP 6300, Cambridge, UK) berendezéssel, a következő mérési paraméterek mellett: Kicsatolt teljesítmény – 1350 W; porlasztógáz áramlási sebessége – 1 dm³/min; hűtőgáz áramlási sebessége – 12 dm³/min; segédgáz áramlási sebessége – 1 dm³/min; mintabetáplálás sebessége – 1 cm³/min; stabilizációs idő – 3 sec. A következő emissziós hullámhosszakot (nm) alkalmaztuk: Na – 589,5; K – 766,4; Ca – 317,9; Mg – 279,5; P – 185,9; S – 182,0; B – 208,8; Ba – 233,5; Cu – 324,7; Fe – 259,9; Mn – 259,3; Sr – 407,7; Zn – 213,8.

3.4. Statisztikai analízis

A vizsgálatokat három ismétlésben végeztem. A három ismétléshez szükséges mintát sörönként egy-egy üvegből vettem. A statisztikai analízis elvégzéséhez az SPSS (version 13, SPSS Inc. Chicago, Illinois, USA) programot használtam, így állapítottam meg a minimum és maximum értékeket, átlagot, szórást. A terméksoporton belül található minták összehasonlítására egytényezős variancia analízist (One-Way ANOVA) alkalmaztam, mely során elsőként homogenitás vizsgálatot végeztem. Amennyiben a vizsgált paraméter szignifikancia szintje 0,05 alatti, a mintahalmaz heterogénnek tekinthető, 0,05 fölött pedig homogénnek. A homogén változók esetében Tukey, míg a heterogén változók esetében Dunnett's T3 tesztet alkalmaztam. Az egyes terméksoportok vizsgált paraméterek alapján történő elkülönítése érdekében lineáris diszkriminancia analízist (LDA) végeztem. A saját készítésű gyümölcsös sörök esetében Pearson-féle korreláció analízist is végeztem annak megállapítására, hogy a vizsgált paraméterek koncentrációi között van-e lineáris kapcsolat.

4. EREDMÉNYEK

4.1. Kereskedelmi forgalomban kapható sörök

A fejezetben a kereskedelmi forgalomban vásárolt világos és barna sörök, világos és barna búzasörök, ale típusú sörök, ízesített sörök és sörtartalmú italok analízisének eredményeit foglalom össze. A fejezetben a vizsgált paraméterek szerint felosztva ismertetem az egyes termékcsoportok eredményeit. Az itt fellelhető táblázatok tartalmazzák az egyes termékcsoportok eredményeinek minimum és maximum értékeit, átlagát és szórását, az egyes mintákra kapott eredményeket pedig az *1. sz. melléklet* tartalmazza, mely adatokra a kiértékelés hivatkozik.

4.1.1. Összes polifenol- és flavonoid-tartalom

A 8. táblázat tartalmazza a kereskedelmi forgalomban kapható minták összes polifenol-tartalmának és flavonoid-tartalmának minimum és maximum értékeit, átlagát és szórását.

8. táblázat: A kereskedelmi forgalomban kapható minták polifenol- és flavonoid-tartalmának minimum és maximum értékei, átlagai és szórásai

Termékcsoport	Összes polifenol-tartalom (mg GAE/100 ml)			
	Minimum	Maximum	Átlag	Szórás
<i>Világos sör</i>	16,1	54,2	32,6	9,5
<i>Barna sör</i>	27,6	64,7	39,5	12,4
<i>Világos búza</i>	22,6	45,1	32,1	8,9
<i>Barna búza</i>	24,1	26,3	25,2	1,6
<i>Ale</i>	17,5	56,8	35,4	13,3
<i>Ízesített sör</i>	18,5	58,8	36,5	14,3
<i>Sörtartalmú ital</i>	13,8	25,8	19,2	6,0

Termékcsoport	Flavonoid-tartalom (mg CE/100 ml)			
	Minimum	Maximum	Átlag	Szórás
<i>Világos sör</i>	4,20	17,2	10,2	3,0
<i>Barna sör</i>	11,1	29,8	20,3	5,3
<i>Világos búza</i>	8,89	14,6	12,0	2,0
<i>Barna búza</i>	14,0	17,8	15,9	2,7
<i>Ale</i>	1,38	8,28	5,66	2,88
<i>Ízesített sör</i>	2,97	27,3	12,9	9,3
<i>Sörtartalmú ital</i>	0,681	13,3	7,46	5,40

Forrás: Saját szerkesztés

A táblázatból látható, hogy mindkét paraméter esetében a barna sörök rendelkeznek a legmagasabb maximummal és átlaggal. A maximum értékeket tekintve a barna söröket az ízesített sörök követik, míg az átlag érték esetében a polifenol-tartalomban szintén az ízesített sörök, a flavonoid-tartalmat tekintve pedig a barna búzasörök következnek.

A polifenol-tartalom esetében közel azonos átlag értéket kaptunk a világos sörök és a világos búzasörök, valamint az ale és az ízesített sörök között, míg a világos búzasörök és az ízesített sörök átlagos flavonoid-tartalma is közel megegyezett. A polifenol-tartalom esetében a sörtartalmú italok adták a legalacsonyabb minimum, maximum és átlag értéket, a flavonoid-tartalom esetében szintén a sörtartalmú italok minimuma volt a legalacsonyabb, azonban itt a legalacsonyabb maximum és átlag értéket az ale típusú sörökből mértük.

A világos és barna sörök esetében a két legmagasabb fenolos vegyülettartalmat (64,7 és 56,6 mg GAE/100 ml) a barna sörökből mértük. A legmagasabb mért koncentráció - egyetlen mintát leszámítva ($p = 0,051$) - az összes többinél statisztikailag igazolhatóan is magasabb volt, de a második legmagasabb polifenol-tartalom is csak két mintához képest nem mutatott statisztikailag igazolható különbséget. A legalacsonyabb polifenol-tartalmat egy világos sörből mértük, mely érték csupán negyede a legmagasabb mért koncentrációnak, mely a barna sörök közül minden mintához képest szignifikánsan eltért. Mindkét típus mintáinak erősen ingadozó fenolos vegyülettartalma volt. Megfigyelhető azonban, hogy a világos söröknél számos minta mutatott egymáshoz nagyon közeli értékeket mind magasabb, mind alacsonyabb határok között. Ezzel szemben a barna sörök közül a két legmagasabb polifenol-tartalom kiugrónak mondható a többi mintáéhoz képest. A flavonoid-tartalom esetében a négy legmagasabb koncentrációt barna sörökből mértük, melyek közül a legmagasabb értéket mutató minta - három - kivétellel az összes többitől statisztikailag igazolhatóan különült el. A legalacsonyabb flavonoid-tartalmú világos sör az összes barna sörhöz képest szignifikáns differenciát mutatott. Annak ellenére, hogy a flavonoid-tartalom széles határok között változott, az megfigyelhető, hogy a barna sörökből mért flavonoid-koncentráció három minta kivételével az összes világos sör flavonoid-tartalmánál magasabb volt. A barna sörök tehát lényegesen magasabb polifenol- és flavonoid-tartalommal rendelkeznek, mint a világos sörök, melynek hátterében vélhetően a felhasznált anyagok állnak. Míg a világos sörök készítéséhez nem, vagy csak kis mennyiségben használnak karamell- és festőmalátákat, addig a barna sörök előállításához ezek elengedhetetlenek. A karamell- és festőmaláták előállítása során, a hőkezelésnek köszönhetően lejátszódik a karamellizáció és a Maillard reakció, melyek során a keletkező színes vegyületek között találunk antioxidáns hatású vegyületeket (POLAK et al., 2013).

A búzasörök polifenol-tartalma az előbbiekkal ellentétesen alakult, ugyanis a két barna sör polifenol-tartalmának csaknem kétszeresét mértük három búzasörből is, valamint további 5 világos búzasörtől sem különült el a két barna sör statisztikailag igazolható módon. Ennek ellenére a legalacsonyabb fenolos vegyülettartalmat egy világos búzasörből mértük, mely a legmagasabb értéknek szintén a fele. A flavonoid-tartalom esetében ezzel szemben csak minimális eltérés volt a két legmagasabb flavonoid-tartalmú világos és a két barna sör között, melyek flavonoid-tartalma közel azonos volt. A legalacsonyabb flavonoid-tartalmat világos búzasörből mértük, mely körülbelül fele a barna sörök flavonoid-koncentrációjának, a halmazban azonban egy olyan minta sem volt, mely az összes többitől statisztikailag igazolhatóan különült volna el.

Az ale típusú sörök közül a legmagasabb és legalacsonyabb polifenol-tartalmat is IPA mintából mértük, melyek egymástól és az összes többi mintától is statisztikailag igazolhatóan különültek el. Ezzel szemben a stout sörök fenolos vegyülettartalma közel azonos volt, és ettől a típustól eltekintve a csoportokon belüli szórások magasak voltak. Az IPA sörök flavonoid-tartalma volt a legmagasabb, azonban ezekkel közel azonos koncentrációt mértünk két APA sörből is. A harmadik APA sör flavonoid-tartalma azonban az összes APA és IPA mintáénál statisztikailag igazolhatóan alacsonyabb volt. A legalacsonyabb flavonoid-tartalmakat a stout sörökből mértük, melyek az IPA sörök flavonoid-tartalmának kevesebb, mint ötöde, és egymáshoz képest nem volt köztük statisztikailag igazolható eltérés ($p = 1,000$).

Az ízesített sörök és sörtartalmú italok fenolos vegyülettartalmán jól látszik, hogy az ízesített sörök polifenol-tartalma lényegesen magasabb a sörtartalmú italokénál. A legmagasabb koncentráció az egyik meggyes sörből volt mérhető, mely csupán a második legmagasabb polifenol-tartalmú, pirosgyümölcsös sörtől nem tért el szignifikánsan ($p = 0,107$). Csupán a két legmagasabb polifenol-tartalmú grapefruitos és citromos sörtartalmú ital mutatott magasabb polifenol-koncentrációt a legalacsonyabb polifenol-tartalmú ízesített sörökénél. A legalacsonyabb polifenol-tartalommal rendelkező sörtartalmú italokban mért koncentráció kevesebb, mint negyede a meggyes sörből mért értéknek. A legalacsonyabb flavonoid-tartalmat is a bodzás sörtartalmú italból mértük, mely statisztikailag igazolhatóan alacsonyabb volt az összes többi mintáénál, azonban ebben az esetben a citromos és grapefruitos italban mért koncentráció lényegesen magasabb volt négy ízesített sörénél is. A legmagasabb flavonoid-koncentrációt a pirosgyümölcsös sörben mértük, mely csupán egy másik pirosgyümölcsös sörtől nem tért el statisztikailag igazolhatóan ($p = 0,070$).

A számottevő eltérést az ízesített sörök és a sörtartalmú italok között vélhetően az okozza, hogy az ízesített sörök esetében a sörhöz a technológia valamely pontján, jellemzően az erjesztés alatt adnak különböző gyümölcskészítményeket, például gyümölcsvelőt, míg a sörtartalmú italok megközelítőleg 50-50%-ban tartalmaznak sört és valamilyen gyümölcsízű italt, ebből adódóan a felhasznált anyagok polifenol- és flavonoid-tartalma a sörtartalmú italok esetében jóval alacsonyabb lehet. Emellett az is jól látható, hogy a vizsgált antioxidáns hatású vegyületek a legmagasabb koncentrációkban meggyes és pirosgyümölcsös sörökben voltak fellelhetők, mely gyümölcsök köztudottan magas polifenol- és flavonoid-tartalommal rendelkeznek.

4.1.2. Összes savasság

A 9. táblázat foglalja össze a hét vizsgált termékcsoport titrálható savtartalmának minimum és maximum értékeit, átlagait, valamint szórásait.

9. táblázat: A kereskedelmi forgalomban kapható minták polifenol- és flavonoid-tartalmának minimum és maximum értékei, átlagai és szórásai

Termékcsoport	Összes savasság (tejsav%)			
	Minimum	Maximum	Átlag	Szórás
<i>Világos sör</i>	0,0291	0,0681	0,0451	0,0097
<i>Barna sör</i>	0,0452	0,0903	0,0547	0,0135
<i>Világos búza</i>	0,0445	0,0672	0,0525	0,0066
<i>Barna búza</i>	0,0493	0,0507	0,0500	0,0009
<i>Ale</i>	0,0546	0,0810	0,0652	0,0098
<i>Ízesített sör</i>	0,0732	0,127	0,0985	0,0212
<i>Sörtartalmú ital</i>	0,0444	0,138	0,0826	0,0429

Forrás: Saját szerkesztés

A legalacsonyabb minimum értéket a világos sörökből míg a legmagasabbat az ízesített sörökből mértük. A sörtartalmú italok és az ízesített sörök maximum értéke lényegesen magasabb volt az összes többi mintacsoporténál, csakúgy, mint a minták átlagos savtartalma. A legalacsonyabb maximum értéket a barna búzasörök, míg a legalacsonyabb átlagos savasságot a világos sörök adták.

A barna sörök savtartalma jobbra kiegyensúlyozott volt, kivételt képez ez alól a legmagasabb savtartalmú minta, mely az összes többihez képest kiugróan magas volt. A barna búzasörök savtartalma között nem volt statisztikailag igazolható különbség ($p = 0,137$), ezzel ellentétben a legmagasabb savtartalmú világos búzasör az összes többi búzasörtől szignifikáns differenciát mutatott. A búzasörök savtartalma kiegyenlítettebb volt a világos és barna sörökénél.

Az ale sörök esetében a legmagasabb savtartalmat egy IPA sörből mértük, mely az összes többi sörtől statisztikailag igazolhatóan elkülönült, azonban a legalacsonyabb savtartalmat is egy IPA sör adta. A stout sörök savassága közel azonos volt.

Az ízesített sörök és sörtartalmú italok közül a legmagasabb savtartalmat a grapefruitos sörtartalmú ital mutatta, mely a legalacsonyabb savtartalmú, bodzás sörtartalmú ital savtartalmának háromszorosa. A grapefruitos sörital savtartalma a 63. számú meggyes sört leszámítva ($p = 0,349$) az összes többi mintától statisztikailag igazolhatóan magasabb volt, a bodzás sörtartalmú ital pedig kizárólag a meggyes sörtartalmú italhoz képest nem mutatott szignifikáns differenciát ($p = 0,718$). Annak ellenére, hogy a legmagasabb savtartalmakat a grapefruitos és citromos sörtartalmú italokból mértük, meg kell jegyezni, hogy a megegyező ízesítésű gyümölcsös söröket és sörtartalmú italokat vizsgálva az ízesített sörökből mért koncentrációk a legtöbb esetben több mint kétszerese a söritalokénak. Az eltérés hátterében vélhetően ez esetben is az alapanyag-felhasználás áll, hiszen a sörtartalmú italok készítéséhez használt italok hígított és sok összetevőt tartalmazó termékek, míg a gyümölcsös sörök esetében a hozzáadott gyümölcs savtartalma koncentráltan jelenik meg.

4.1.3. Ásványianyag-tartalom

A 10. táblázat foglalja össze a hét vizsgált termékcsoporthoz nátrium-, kálium-, kalcium- és magnéziumtartalmának minimum és maximum értékeit, átlagait, valamint szórásait.

A táblázatból látható, hogy a világos sörök maximum értéke volt a legmagasabb nátriumtartalom esetében, ez azonban az összes többi mintához képest kiugróan magasnak tekinthető. Emellett az egyik barna sörből mértük a legmagasabb magnéziumkoncentrációt, melytől csak 1 mg/l-rel maradt el a legmagasabb magnéziumtartalmú világos sörből mért koncentráció.

A világos búzasörök egyikében mértük a legalacsonyabb nátrium- és kalciumtartalmat, míg a barna búzasörökhöz köthető a kalciumtartalom legmagasabb minimum értéke, a legmagasabb átlagos kalciumtartalom, valamint a legalacsonyabb maximális és átlagos nátriumtartalom is, tehát ionösszetételük szempontjából a barna búzasörök ideálisnak tekinthetők.

Az ale típusú sörökből mértük a kálium-, és magnéziumtartalomhoz tartozó legmagasabb minimum értékeket, valamint a legmagasabb átlagos káliumtartalmat, ez azonban csak 1 mg/l-rel volt magasabb az ízesített sörök átlagos káliumtartalmánál. A legmagasabb átlagos magnéziumtartalom is az ale típusú sörökhöz köthető.

Az ízesített sörök adták a kálium- és magnéziumtartalom maximum értékét, valamint a legmagasabb átlagos nátriumtartalmat. Ezzel szemben a sörtartalmú italokból mértük a legalacsonyabb minimum értékeket a kálium és magnézium, valamint a legalacsonyabb maximum és átlag értékeket a kálium, a kalcium és a magnézium esetében, tehát a sörtartalmú italok makroelem-tartalma igen csekélynek mondható a többi termékcsoporthoz képest. Ennek oka vélhetően az előállításához felhasznált gyümölcs ízesítésű italok ionösszetételében keresendő, mellyel az egyébként gazdag ásványianyag-tartalmú söröket „hígítják” az előállítás során.

10. táblázat: A hét vizsgált termékcsoport nátrium-, kálium-, kalcium- és magnéziumtartalmának minimum és maximum értékei, átlagai és szórásai

Termék-csoport	Jellemző	Ásványianyag-tartalom (mg/l)			
		Na	K	Ca	Mg
Világos sör	<i>Minimum</i>	5,82	240	13,2	48,0
	<i>Maximum</i>	125	463	65,8	106
	<i>Átlag</i>	17,2	336	42,3	70,5
	<i>Szórás</i>	21,2	63	14,1	12,5
Barna sör	<i>Minimum</i>	9,5	248	30,4	66,8
	<i>Maximum</i>	30,4	458	70,7	117
	<i>Átlag</i>	14,1	358	49,0	82,9
	<i>Szórás</i>	5,9	69	14,1	14,3
Világos búza	<i>Minimum</i>	3,32	277	12,5	59,8
	<i>Maximum</i>	22,7	425	74,7	88,0
	<i>Átlag</i>	11,4	369	43,2	72,4
	<i>Szórás</i>	6,5	41	18,7	8,4
Barna búza	<i>Minimum</i>	5,06	314	51,3	71,0
	<i>Maximum</i>	11,9	376	51,9	91,1
	<i>Átlag</i>	8,48	345	51,6	81,1
	<i>Szórás</i>	4,84	44	0,4	14,2
Ale	<i>Minimum</i>	9,44	348	24,3	77,2
	<i>Maximum</i>	20,4	524	54,1	98,5
	<i>Átlag</i>	14,4	427	37,1	87,7
	<i>Szórás</i>	4,2	67	11,4	7,4
Ízesített sör	<i>Minimum</i>	10,8	296	26,7	50,8
	<i>Maximum</i>	44,5	691	80,3	71,3
	<i>Átlag</i>	32,8	426	44,3	61,6
	<i>Szórás</i>	13,2	127	18,0	6,7
Sörtartalmú ital	<i>Minimum</i>	8,03	62,8	13,7	20,0
	<i>Maximum</i>	22,3	203	43,5	65,2
	<i>Átlag</i>	13,0	145	31,7	36,0
	<i>Szórás</i>	6,2	52	13,8	17,8

Forrás: Saját szerkesztés

A világos és barna sörök közül a legalacsonyabb nátriumtartalmat egy világos sörben mértük, mely csupán négy mintához képest nem mutatott szignifikáns különbséget. A legmagasabb nátriumtartalmú minta az összes többtől statisztikailag igazolható módon különült el, azonban ez az összes vizsgált mintát tekintve kiugróan magas értéknek tekinthető. A barna sörök közül a legmagasabb koncentrációt mutató minta nátriumtartalma az azt követőének közel kétszerese. A világos sörök átlagos nátriumtartalma a kiugróan magas, 19-es mintát figyelmen kívül hagyva $10,8 \pm 6,1$ mg/l volt, mely már nem mondható magasnak a többi termékcsoport átlagához viszonyítva.

A búzasörök esetében a három legmagasabb nátriumtartalmat világos sörökből mértük, és a legmagasabb nátriumtartalmat mutató minta az összes többtől statisztikailag igazolható módon különült el. A legalacsonyabb koncentráció ez esetben a legmagasabbnak 14,6%-a, és ez szintén az összes többi mintától statisztikailag igazolhatóan különbözik.

Az ale típusú minták esetében a legalacsonyabb koncentrációt egy IPA, a legmagasabbat pedig egy APA sörből mértük, az eltérés pedig több, mint kétszeres.

Az ízesített sörök és sörtartalmú italok nátriumtartalmát vizsgálva megállapítható, hogy a legalacsonyabb koncentrációt a bodzás söritalból mértük, melytől nem tartalmazott sokkal több nátriumot a citromos és grapefruitos sörital sem, melyek nátriumtartalma hasonló volt ($p = 1,000$). A legmagasabb nátriumtartalmat a pirosgyümölcsös sörből mértük, mely a legalacsonyabb értéknek több mint ötszöröse volt. Az ízesített sörök átlagos nátriumtartalma volt a vizsgált minták közül a legmagasabb, a világos és barna sörök nátriumtartalmának kétszerese.

A vizsgált ásványi anyagok közül a kálium található meg a legnagyobb koncentrációban a sörökben. A világos és barna sörök közül a legmagasabb káliumtartalmat egy világos sörben mértük, ugyanakkor a legalacsonyabb káliumtartalom is világos sörhöz köthető. A világos és barna sörök átlagos káliumtartalma között nincs számottevő eltérés.

A búzasörök káliumtartalma 277 és 425 mg/l között változott, mindkét koncentrációt világos búzasörökből mértük. A legmagasabb káliumtartalmú mintával közel azonos koncentrációt mértünk egy másik világos búzasörből is. A legalacsonyabb káliumtartalmat mutató világos sör csak az 52. számú barna sörhöz képest nem adott statisztikailag igazolható különbséget ($p = 0,641$). A búzasörök átlagos káliumtartalma nem sokkal magasabb a világos és barna sörök átlagos káliumtartalmánál.

Az ale típusú sörök káliumtartalma 348 és 524 mg/l között változott. A legmagasabb káliumtartalmú IPA minta csupán egy APA sörhöz képest nem mutatott statisztikailag igazolható különbséget ($p = 0,985$). A legalacsonyabb káliumtartalom, melyet egy stout sörből mértünk, a legmagasabbnak a kétharmada. Közel azonos káliumtartalom volt mérhető az 54. számú IPA és az 59. számú APA mintában. A világos és barna sörök átlagos káliumtartalma az ezen termékcsoport eredményeiből számított érték 79,9%-a, a búzasöröké pedig a számított érték 85,5%-a.

Az ízesített sörök és sörtartalmú italok káliumtartalma 62,8 és 691 mg/l között változott, és a legalacsonyabb káliumtartalmat ezúttal is a bodzás söritalból mértük, a legmagasabbat pedig egy málnás sörből. A bodzás sörital káliumtartalma statisztikailag igazolhatóan alacsonyabb volt az összes többi mintáénál, a málnás söré pedig mindegyikénél magasabb. A legmagasabb káliumtartalmú sörtartalmú italból mért érték a málnás sör káliumtartalmának kevesebb, mint egyharmada, és elmondható, hogy valamennyi gyümölcsös sör káliumtartalma magasabb volt az összes sörtartalmú italénál.

A világos és barna sörök kalciumtartalma 13,2 és 70,7 mg/l között alakult, mely több mint ötszörös eltérés. A legalacsonyabb koncentrációt világos, a legmagasabbat pedig barna sörből mértük. Előbbi az összes mintától statisztikailag igazolhatóan különült el, kivéve a 34. ($p = 0,071$) és 35. ($p = 0,065$) számú barna söröket. A barna sörök közül a legalacsonyabb kalciumtartalmú minta is több mint kétszer annyi kalciumot tartalmazott, mint a legalacsonyabb kalciumtartalmú világos sör. A legmagasabb értékek között nem volt számottevő eltérés a világos és barna sörök esetében.

A búzasörök esetében a két legmagasabb koncentrációt adó minta világos búzasör volt, melyek közt nem volt statisztikailag igazolható különbség ($p = 0,547$). A legalacsonyabb érték a legmagasabbnak kevesebb, mint fele. A két barna búzasörből közel azonos kalciumtartalmat mértünk. A búzasörök átlagos kalciumtartalma közel azonos a világos és barna sörökével.

Az ale típusú sörök közül a stoutok kalcium-koncentrációja volt a legmagasabb, a legalacsonyabb koncentrációt pedig egy IPA sörből mértük, de ez nem tért el statisztikailag igazolhatóan sem az 55. számú IPA ($p = 0,112$), sem pedig az 58. számú APA ($p = 0,968$) sörtől.

Az ízesített sörök és sörtartalmú italok kalciumtartalma 13,7 és 80,3 mg/l között alakult. A legalacsonyabb kalciumtartalmat a bodzás italból, míg a legmagasabbat a 65. számú meggyes sörből mértük, az eltérés csaknem hatszoros.

A bodzás ital ezúttal is statisztikailag igazolhatóan eltért az összes többi mintától, csakúgy, mint a legmagasabb kalciumtartalmú meggyes sör, melyet a 67. számú málnás, illetve a 62. számú meggyes sör követett, melyek kalciumtartalma közel azonos volt, csakúgy, mint a citromos és málnás sörtartalmú italoké. A sörtartalmú italok átlagos kalciumtartalma az összes többi termékcsoporthoz képest alacsonyabb.

A világos és barna sörök magnéziumtartalma is széles skálán, 48,0 és 117 mg/l között változott. A legalacsonyabb magnéziumtartalmú világos sörnél a legalacsonyabb magnéziumtartalmú barna sör majdnem másfélszer több magnéziumot tartalmazott. A magnéziumban leggazdagabb barna sört a 8. számú világos sör szorosán követte. Közöttük statisztikailag igazolható különbség nem volt ($p = 0,136$), de a legmagasabb magnézium-koncentrációt mutató barna sör ezen kívül csupán a 35. számú barna sörhöz képest nem mutatott szignifikáns különbséget ($p = 0,131$).

A búzasörök magnéziumtartalma 59,8 és 91,1 mg/l között alakult. Előbbit világos, utóbbit barna sörből mértük. Az 53. számú barna búzasör a 44. számú világos búzasört leszámítva ($p = 0,867$) az összes mintához képest szignifikáns differenciát mutatott, a legkevesebb magnéziumot tartalmazó világos búzasör pedig a 46. ($p = 0,075$) és 49. ($p = 0,986$) számú világos sörtől nem különbözött el statisztikailag igazolható módon. A búzasörök átlagos magnéziumtartalma a világos és barna sörökéhez igen közeli.

Az ale sörök magnéziumtartalma 77,2 és 98,5 mg/l között alakult, mindkét értéket IPA sörből mértük, azonban csak kevés esetben volt statisztikailag igazolható az eltérés a legmagasabb és legalacsonyabb magnézium-koncentrációjú sörökhöz képest. A stout sörök magnézium-koncentrációja közel azonos volt ($p = 1,000$). Az itt szereplő minták átlagos magnéziumtartalma 14,1 mg/l-rel több, mint a világos és barna söröké, és 14,0 mg/l-rel több, mint a búzasöröké.

Az ízesített sörök és sörtartalmú italok közül a három legmagasabb magnézium-koncentrációt meggyes és málnás sörből mértük. A legalacsonyabb magnéziumtartalom a meggyes sörtartalmú italban volt mérhető, mely az összes többi mintához képest szignifikáns differenciát mutatott. Az ízesített sörök magnéziumtartalma minden esetben 50 mg/l fölötti volt, míg a sörtartalmú italok 41 mg/l alatti értéket mutattak. A két termékcsoporthoz képest átlagos magnéziumtartalmában is közel kétszeres eltérés mutatkozott.

A vizsgált négy makroelem egymáshoz viszonyított aránya (Na + Ca):(K + Mg) minden esetben a kalcium és magnézium irányába tolódott el, hiszen minden esetben 1 alatti értéket kaptunk, mely leginkább az ale típusú söröknél jelentkezik. Ez azt jelenti, hogy a vizsgált minták vérnyomáscsökkentő hatással bírnak (CSAPÓ-CSAPÓNÉ, 2003).

A 11. táblázat foglalja össze a hét vizsgált termékcsoporthoz foszfor-, kén- és bórtartalmának minimum és maximum értékeit, átlagait, valamint szórásait. A táblázatból látható, hogy a barna sörök rendelkeztek a legmagasabb maximum értékkel a foszfor esetében, valamint a legmagasabb átlagos kén-tartalommal. A világos búzasörökből mértük a bórtartalom esetében mind a legalacsonyabb minimum értéket, mind pedig a legalacsonyabb átlagot, míg a barna búzasörökből mértük a legmagasabb minimum értéket a kén-tartalom esetében. Az ale típusú sörökhöz köthető a legmagasabb minimum érték a foszfor esetében, a legmagasabb maximális kén-tartalom, valamint a legmagasabb átlagos foszfortartalom. A kén-tartalmat tekintve fontos azonban megjegyezni, hogy világos és barna sörök, valamint a világos búzasörök és ale típusú sörök esetében minden termékcsoporthoz volt egy kiugróan magas kén-tartalmú minta, mely a többi minta kén-tartalmának körülbelül kétszerese. Az ale típusú sörök esetében ez egy stout sör volt, melyhez különböző színű és aromájú árpamalátákat használtak fel, a barna sörök esetében a szóban forgó minta tartalmazott glükózszirupot, cukrot és karamell aromát, a világos és a búzasör esetében azonban a vízen, árpa- és/vagy búzamalátán, valamint a komlón kívül semmilyen anyagot nem használtak. Az ízesített sörök bórtartalmához köthető a legmagasabb minimum, maximum és átlag érték is. A bórtartalom maximum és átlag értékétől eltekintve az összes vizsgált paraméter a sörtartalmú italok esetében volt a legalacsonyabb.

A sörökben a foszfor a második legmagasabb koncentrációban fellelhető makroelem. A világos és barna sörök között a legmagasabb koncentrációt mutató barna sör csak a 19. számú világos ($p = 0,203$) és a 35. számú barna ($p = 0,064$) sörhöz képest nem mutatott statisztikailag igazolható különbséget. A legalacsonyabb foszfortartalmú világos és barna sörök, valamint a legmagasabb foszfortartalmú világos és barna sörök között 30, valamint 10% eltérés van a barna sörök javára, a különbség azonban nem volt statisztikailag igazolható.

11. táblázat: A hét vizsgált termékcsoporthoz foszfor-, kén- és bórtartalmának minimum és maximum értékei, átlagai és szórásai

Termék-csoport	Jellemző	Ásványianyag-tartalom (mg/l)		
		<i>P</i>	<i>S</i>	<i>B</i>
Világos sör	<i>Minimum</i>	146	29,8	0,0570
	<i>Maximum</i>	347	132	0,304
	<i>Átlag</i>	232	53,0	0,111
	<i>Szórás</i>	55	18,0	0,048
Barna sör	<i>Minimum</i>	189	44,2	0,0569
	<i>Maximum</i>	388	133	0,170
	<i>Átlag</i>	245	64,6	0,103
	<i>Szórás</i>	63	25,9	0,032
Világos búza	<i>Minimum</i>	191	50,3	0,0540
	<i>Maximum</i>	313	124	0,124
	<i>Átlag</i>	233	63,2	0,0807
	<i>Szórás</i>	34	20,8	0,0175
Barna búza	<i>Minimum</i>	190	60,4	0,0726
	<i>Maximum</i>	203	62,6	0,152
	<i>Átlag</i>	197	61,5	0,112
	<i>Szórás</i>	9	1,6	0,056
Ale	<i>Minimum</i>	246	40,7	0,0973
	<i>Maximum</i>	374	170	0,245
	<i>Átlag</i>	304	63,8	0,158
	<i>Szórás</i>	45	43,3	0,052
Ízesített sör	<i>Minimum</i>	162	34,6	0,170
	<i>Maximum</i>	333	62,7	1,04
	<i>Átlag</i>	218	44,0	0,538
	<i>Szórás</i>	60	9,4	0,267
Sörtartalmú ital	<i>Minimum</i>	42,6	16,1	0,0473
	<i>Maximum</i>	119	39,2	0,193
	<i>Átlag</i>	78,5	24,1	0,115
	<i>Szórás</i>	37,1	9,3	0,056

Forrás: Saját szerkesztés

A búzasörök foszfortartalma 190 és 313 mg/l között változott. A legmagasabb foszfortartalmú búzasör az összes többi mintához képest szignifikáns differenciát mutatott. A búzasörök átlagos foszfortartalma csupán 7 mg/l-rel alacsonyabb, mint a világos és barna söröké.

Az ale típusú sörök foszfortartalmát tekintve 246 és 374 mg/l közötti értékeket mértünk, előbbit az egyik stout, utóbbit pedig egy APA sörből. A termékcsoporthoz átlagos foszfortartalma 304 mg/l volt. A világos és barna sörök átlagos foszfortartalma ennek 77,3%-a, a búzasörök foszfortartalma pedig az itt számított érték 75,0%-a.

Az ízesített sörök és sörtartalmú italok esetében a legmagasabb foszfortartalmat egy pirosgyümölcsös sörből mértük, mely majdnem nyolcszorosa volt a legalacsonyabb értéknek, melyet a bodzás söritalból mértük. Mind az említett pirosgyümölcsös sör, mind pedig a bodzás ital statisztikailag igazolhatóan tért el az összes többi mintától. A gyümölcsös sörök foszfortartalma minden esetben 160 mg/l fölötti, a söritaloké pedig 120 mg/l alatti volt. Közel azonos foszfortartalom volt mérhető a citromos és grapefruitos sörtartalmú italokban. A gyümölcsös sörök átlagos foszfortartalma 218 ± 60 mg/l volt, mely csaknem háromszorosa a sörtartalmú italokénak, és megközelíti az árpa- és búzasörök foszfortartalmát is.

A világos és barna sörök kéntartalmának esetében a legmagasabb értékek kiugróan magasnak számítanak, hiszen a második legmagasabb kéntartalmú mintából mért koncentráció a legmagasabbnak körülbelül a fele. A kiugró értékeket figyelmen kívül hagyva a világos sörök kéntartalma $50,3 \pm 10,3$, a barnáké pedig $64,6 \pm 10,2$ mg/l volt.

A búzasörök esetében is kiugróan magas volt a legmagasabb mért koncentráció, hiszen a második legmagasabb kéntartalom ennek csupán 53,5%-a, ennek megfelelően minden mintától statisztikailag igazolhatóan elkülönült. A barna sörök kéntartalma közel azonos volt. A világos búzasörök átlagos kéntartalma a kiugró eredményt nem számítva $57,1 \pm 5,3$ mg/l, a barna búzasöröké $61,5 \pm 1,6$ mg/l, az összesített átlagos foszfortartalom pedig $57,8 \pm 19,1$ mg/l volt, mely a világos és barna sörök kéntartalmával közel azonos.

Az ale típusú sörök közül a legalacsonyabb kéntartalmat egy IPA mintából, a legmagasabbat egy stout sörből mértük. Fontos azonban megjegyezni, hogy utóbbi kiugróan magas érték, hiszen ez a második legmagasabb kéntartalomnak csaknem háromszorosa, ennek megfelelően minden mintától statisztikailag igazolhatóan különült el. Az itt szereplő minták átlagos kéntartalma a kiugróan magas, 170 mg/l-es értéktől eltekintve $48,6 \pm 5,8$ mg/l. Ez alapján a világos és barna sörökénél 7,3, a búzasöröknél pedig 14,3 mg/l-rel alacsonyabb átlagos kéntartalmat kaptunk.

A gyümölcsös sörök kéntartalma is minden esetben magasabb volt a söritalokénál. A legalacsonyabb kéntartalmat a bodzás italból mértük, a legmagasabbat pedig egy pirosgyümölcsös sörből, az eltérés pedig több mint háromszoros. A bodzás sörtartalmú ital csak a meggyes sörtartalmú italhoz képest nem mutatott szignifikáns különbséget ($p = 0,081$). A meggyes sörök kéntartalma közel azonos volt, csakúgy, mint a citromos és grapefruitos italoké. A gyümölcsös sörök és sörtartalmú italok átlagos kéntartalma az összes korábban ismertetett termékcsoporthoz képest alacsonyabb.

A minták bórtartalma nagyon széles skálán változott. A legalacsonyabb koncentráció a világos és barna sörök között a legmagasabbnak 18,7%-a. A legmagasabb mért érték kiugró eredmény, hiszen a második legmagasabb koncentráció annak is csak kétharmada. A világos sörök átlagos bórtartalma a kiugróan magas értéktől eltekintve $0,104 \pm 0,032$ mg/l volt, a barna söröké pedig $0,103 \pm 0,032$ mg/l.

A búzasörök közül a legmagasabb és legalacsonyabb mért érték között háromszoros eltérés figyelhető meg, és a két legmagasabb bórtartalmú minta egymástól és az összes többi mintától is statisztikailag igazolhatóan különült el. Ezzel szemben a legalacsonyabb bórkoncentrációt mutató világos búzasör a második legalacsonyabb bórtartalmú mintához képest nem mutatott statisztikailag igazolható különbséget ($p = 0,079$).

Az ale sörök közül a legalacsonyabb bórtartalmat egy stout sörből mértük, a legmagasabbat pedig egy IPA sörből, az eltérés két és félszeres. A stout minta statisztikailag igazolhatóan alacsonyabb koncentrációban tartalmazott bórt minden mintánál, kivéve az 55. számú IPA mintát ($p = 0,190$). A legmagasabb bórtartalmú IPA kizárólag az 58. számú APA sörnél nem mutatott statisztikailag igazolhatóan magasabb bórtartalmat ($p = 0,204$).

A gyümölcsös sörök átlagos bórtartalma $0,537 \pm 0,266$ mg/l volt, mely több mint négyszerese a sörtartalmú italokénak, de jelentősen magasabb az árpa- és búzasörök bórtartalmánál is.

A 12. táblázatban láthatóak a hét vizsgált termékcsoporthoz bárium-, réz-, mangán-, stroncium- és cinktartalmának minimum és maximum értékei, átlagai és szórásai. A világos sörök mutatták a legmagasabb maximum értéket, ugyanakkor a legalacsonyabb minimum értéket a cink esetében, a legmagasabb átlagos réztartalom pedig a barna sörökhöz köthető. A világos búzasörök mutatták a legalacsonyabb minimum értéket a bárium és a stroncium esetében, illetve ezekhez társul a legalacsonyabb átlagos bárium- és stronciumtartalom. Ezzel szemben a barna búzasörök mutatták a legmagasabb minimum értékeket a réz és a mangán esetében, illetve a legalacsonyabb maximum értéket a bárium és a stroncium esetében. A sörtartalmú italokhoz köthető a legmagasabb minimum érték a stroncium esetében, valamint a legmagasabb maximum és átlag érték a bárium és a stroncium esetében, tehát a makroelemekkel ellentétben ezekben a mikroelemekben kifejezetten gazdagok. Ugyancsak ebből a termékcsoporthoz mértük azonban a legalacsonyabb minimum, maximum és átlag értékeket a réz és a mangán esetében, valamint a legalacsonyabb átlagos cinktartalmat.

Az ízesített söröknek volt a legmagasabb minimum értéke a bárium és a cink esetében, a legmagasabb maximum értéke a mangán esetében, valamint ezekből a mintákból mértük a legmagasabb átlagos mangán- és cinktartalmat, ugyanakkor a legalacsonyabb maximális cinktartalom is ehhez a csoporthoz köthető.

12. táblázat: A vizsgált hét termékcsoport bárium-, réz-, mangán-, stroncium- és cinktartalmának minimum és maximum értékei, átlagai és szórásai

Termék-csoport	Jellemző	Ásványianyag-tartalom (mg/l)				
		Ba	Cu	Mn	Sr	Zn
Világos sör	<i>Minimum</i>	0,00978	0,0228	0,0412	0,0508	0,0158
	<i>Maximum</i>	0,0388	0,109	0,172	0,291	0,341
	<i>Átlag</i>	0,0188	0,0622	0,0980	0,120	0,0557
	<i>Szórás</i>	0,0074	0,0236	0,0364	0,042	0,0593
Barna sör	<i>Minimum</i>	0,0180	0,0507	0,0850	0,0795	0,0340
	<i>Maximum</i>	0,0330	0,105	0,160	0,204	0,100
	<i>Átlag</i>	0,0257	0,0816	0,120	0,123	0,0561
	<i>Szórás</i>	0,0039	0,0184	0,0274	0,037	0,0209
Világos búza	<i>Minimum</i>	0,00350	0,0269	0,117	0,0376	0,0378
	<i>Maximum</i>	0,0399	0,0900	0,260	0,198	0,109
	<i>Átlag</i>	0,0186	0,0519	0,182	0,0985	0,0607
	<i>Szórás</i>	0,0092	0,0181	0,043	0,0434	0,0228
Barna búza	<i>Minimum</i>	0,0233	0,0576	0,176	0,0823	0,0383
	<i>Maximum</i>	0,0263	0,0835	0,224	0,119	0,0442
	<i>Átlag</i>	0,0248	0,0705	0,200	0,101	0,0413
	<i>Szórás</i>	0,0021	0,0183	0,034	0,026	0,0042
Ale	<i>Minimum</i>	0,0181	0,0413	0,109	0,0879	0,0395
	<i>Maximum</i>	0,0432	0,0961	0,223	0,226	0,0751
	<i>Átlag</i>	0,0290	0,0731	0,173	0,119	0,0561
	<i>Szórás</i>	0,0101	0,0180	0,039	0,044	0,0114
Ízesített sör	<i>Minimum</i>	0,0256	0,0307	0,0866	0,117	0,0572
	<i>Maximum</i>	0,0851	0,0888	0,282	0,177	0,0390
	<i>Átlag</i>	0,0605	0,0596	0,210	0,142	0,146
	<i>Szórás</i>	0,0191	0,0202	0,064	0,023	0,111
Sör-tartalmú ital	<i>Minimum</i>	0,0109	0,0181	0,0141	0,130	0,0275
	<i>Maximum</i>	0,128	0,0437	0,125	0,342	0,0453
	<i>Átlag</i>	0,0618	0,0317	0,0711	0,257	0,0364
	<i>Szórás</i>	0,0514	0,0096	0,0400	0,082	0,0074

Forrás: Saját szerkesztés

A világos és barna sörök közül a két legmagasabb és a legalacsonyabb bárium-koncentrációt is világos sörből mértük. A legalacsonyabb érték a legmagasabbnak a negyede volt.

A búzasörök közül a legalacsonyabb és a legmagasabb báriumtartalmat is szintén világos búzasörből mértük, több mint tízszeres eltéréssel. A legalacsonyabb érték a második legalacsonyabb mért értéknek is kevesebb, mint egyharmada.

A legalacsonyabb báriumtartalmú világos búzasör az összes többtől statisztikailag igazolhatóan különült el, és a legmagasabb báriumtartalmú minta is csak a 42. ($p = 0,877$) és 52. ($p = 0,395$) számú mintákhoz képest nem mutatott szignifikáns különbséget. Az összes búzasör átlagos báriumtartalma $19,6 \pm 8,7 \mu\text{g/l}$.

Az ale típusú sörök közül a legmagasabb báriumtartalmat egy stout sörből mértük, a legalacsonyabbat pedig egy APA mintától. A legmagasabb báriumtartalmú stout kizárólag az 56. számú IPA sörhöz képest nem mutatott statisztikailag igazolható különbséget ($p = 0,063$). A három IPA, valamint a három APA sör egymáshoz nagyon közeli báriumtartalmat mutatott, ezzel szemben a két stout minta között csaknem kétszeres volt az eltérés. Az ale sörök átlagos báriumtartalma a búzasörökének majdnem másfélszerese.

A gyümölcsös sörök és sörtartalmú italok közül a legmagasabb és legalacsonyabb bárium-koncentráció is sörtartalmú italból volt mérhető, melyek között az eltérés több mint tízszeres, tehát a bárium-koncentráció igen széles skálán változott. A legmagasabb báriumtartalmakat a citromos és grapefruitos italokból, a legalacsonyabbat pedig a bodzás italból mértük, mely ezúttal is minden mintánál statisztikailag igazolhatóan alacsonyabb értéket mutatott.

A világos és barna sörök réztartalma $22,8$ és $109 \mu\text{g/l}$ között alakult, tehát az eltérés közel ötszörös. A legmagasabb réztartalmú világos sört a 34. számú barna sör követte, $4 \mu\text{g/l}$ -es eltéréssel. Ennek ellenére a két említett minta réztartalma számos más mintáétól nem különült el statisztikailag igazolható módon.

A búzasörök közül a legmagasabb és legalacsonyabb réztartalmat is világos sörből mértük. A legmagasabb réztartalmú, 41. számú világos búzasört az 53. számú barna búzasör követte, és ezek a minták minden mintától statisztikailag igazolhatóan különültek el, kivéve egymástól ($p = 0,621$). A legalacsonyabb réztartalmú minta kizárólag a 43. számú világos búzasörhöz képest nem mutatott szignifikáns differenciát ($p = 1,000$). Az összesített átlagos réztartalom $54,8 \pm 18,7 \mu\text{g/l}$ volt.

Az ale sörök közül a legalacsonyabb réz-koncentrációt egy IPA sör mutatta, a legmagasabbat pedig egy APA, mely a legalacsonyabb értéknek több, mint duplája. A legalacsonyabb réztartalmú IPA minta az összes többinél statisztikailag igazolhatóan kevesebb rézet tartalmazott, a legmagasabb réztartalmú APA pedig csupán az 56. számú IPA sörhöz képest nem mutatott szignifikáns különbséget ($p = 0,999$). A stout sörök rézkoncentrációja között nem volt jelentős eltérés ($p = 0,612$).

Az ízesített sörök közül a meggyes söröknek jelentősen magasabb réztartalma volt, mint a többi mintának. A legalacsonyabb értéket ezúttal is a bodzás söritalból határoztuk meg, mely kizárólag a 70. számú sörtartalmú italtól nem különült el statisztikailag igazolható módon ($p = 0,071$). Közel azonos réztartalmat mértünk a 67. számú málnás sörből, illetve a 71. és 73. számú grapefruitos és málnás söritalból, tehát a minták réztartalmát befolyásolja a készítéshez felhasznált gyümölcs, legyen szó akár ízesített sörrel, akár sörtartalmú italról. A gyümölcsös sörök átlagos réztartalma csaknem kétszerese a sörtartalmú italok réztartalmának.

A világos és barna sörök közül a legmagasabb és legalacsonyabb mangántartalmat is világos mintából mértünk, az eltérés köztük több mint négyszeres. Számos minta közel azonos mangántartalmat mutatott.

A búzasörök esetében is világos sörből mértük a legmagasabb és legalacsonyabb mangántartalmat, melyek között az eltérés több mint kétszeres volt. A legmagasabb mangán-koncentrációjú minta kizárólag a 42. számú mintához képest nem mutatott statisztikailag igazolható különbséget ($p = 0,138$). A világos és barna búzasöröket összesítve 185 ± 41 $\mu\text{g/l}$ -es átlagos mangántartalmat kaptunk.

Az ale sörök közül a legalacsonyabb mangántartalmú stout mangán-koncentrációjának több mint dupláját mértük az 56. számú IPA sörben, melytől csupán 1 $\mu\text{g/l}$ -rel tért el az 58. számú APA minta mangán-koncentrációja. Előbbi minden mintától statisztikailag igazolhatóan különült el.

A gyümölcsös sörök és sörtartalmú italok közül a legalacsonyabb mangántartalmat ismét a bodzás italból mértük, míg a legmagasabbat a 69. számú pirosgyümölcsös sörből. Utóbbi érték az előbbinek a húszszorosa. A bodzás ital mangántartalma statisztikailag igazolhatóan különbözött az összes többi mintáétól. A legmagasabb mangántartalmú pirosgyümölcsös sörtől csupán 2 $\mu\text{g/l}$ -rel maradt el a 65. számú meggyes sör. A 68. számú pirosgyümölcsös sörtől eltekintve minden gyümölcsös sörből 180 $\mu\text{g/l}$ fölötti mangán-koncentrációt mértünk, míg a sörtartalmú italok közül csupán a málnás ital mangántartalma volt 100 $\mu\text{g/l}$ fölött.

A világos és barna sörök közül a legmagasabb stronciumtartalmú, világos minta az összes többihez képest szignifikáns differenciát mutatott. A legalacsonyabb és legmagasabb stronciumtartalmat szintén világos sörökből mértük. Számos minta mutatott közel azonos stronciumtartalmat.

A búzasörök stronciumtartalma 37,6 és 198 $\mu\text{g/l}$ között változott. A legmagasabb stronciumtartalmakat világos sörökből mértük. A világos és barna sörök átlagos stronciumtartalma egymáshoz igen közeli volt.

Az ale sörök stronciumtartalma a 61. számú stout mintát leszámítva kiegyenlített volt, azonban az említett minta stroncium-koncentrációja több mint kétszerese a többi mintából mért értékeknek, ennek megfelelően az összes mintától statisztikailag igazolható módon különült el. A kiugróan magas, 226 $\mu\text{g/l}$ -es értéket figyelmen kívül hagyva pedig 104 ± 8 $\mu\text{g/l}$ a minták átlagos stronciumtartalma, mely igen közel áll a búzasörök átlagos stronciumtartalmához.

Az ízesített sörök és sörtartalmú italok stroncium-koncentrációja 117 és 342 $\mu\text{g/l}$ között alakult. A legmagasabb stronciumtartalmat a grapefruitos italból mértük, melyet a citromos ital követett. Ez a két minta kizárólag egymáshoz viszonyítva nem mutatott szignifikáns különbséget ($p = 0,249$). A 73. számú málnás italtól eltekintve valamennyi sörtartalmú ital stroncium-koncentrációja meghaladta a 200 $\mu\text{g/l}$ -es értéket, a gyümölcsös sörök pedig minden esetben ennél alacsonyabb értéket adtak.

Egy világos és egy barna sör cinktartalma nem érte el a kimutatási határt ($\text{LoD} = 6,35$ $\mu\text{g/l}$). Ezzel szemben a legmagasabb mért cink-koncentráció 341 $\mu\text{g/l}$ volt, mely kiugró értéknek nevezhető, hiszen a második legmagasabb cinktartalom ennek csupán 36,7%-a. A világos sörök átlagos cinktartalma a kiugró értéket figyelmen kívül hagyva $45,5 \pm 22,9$ $\mu\text{g/l}$ volt.

Két világos búzasör cinktartalma is a kimutatási határ alatt volt, és a legmagasabb cink-koncentrációt is világos sörből mértük, mely a többi eredményhez képest szintén kiugróan magas volt. Az összesített átlagos cinktartalom a kiugró értéket figyelmen kívül hagyva $52,0 \pm 14,3$ $\mu\text{g/l}$ volt.

Az ale típusú sörök cinktartalma 39,5 és 75,1 $\mu\text{g/l}$ között alakult. Előbbit IPA, utóbbit stout sörből mértük. A 61. számú stout sör cinktartalma az összes mintáénál statisztikailag igazolhatóan magasabb volt. Az APA sörök cinktartalma egymáshoz közeli volt, köztük nem is volt szignifikáns eltérés ($p = 1,000$), azonban a két stout sör között jelentős eltérést láthatunk. A minták átlagos cinktartalma $56,1 \pm 11,4$ $\mu\text{g/l}$ volt, mely a búzasörök cinktartalmával közel megegyező.

Az ízesített sörök és sörtartalmú italok közül két minta cinktartalma nem érte el a kimutatási határt, viszont a 67. számú málnás sör 390 $\mu\text{g/l}$ -es cinktartalma kiugróan magas volt, hiszen az összes többi minta 150 $\mu\text{g/l}$ alatti cink-koncentrációt mutatott.

4.1.4. A lineáris diszkriminancia analízis eredménye

A kereskedelmi forgalomban kapható minták eredményei alapján lineáris diszkriminancia-analízist (LDA) végeztünk, melynek eredménye a 7. ábrán látható. A csoportosító változó a termék típusa volt, eszerint hét kategóriába rendeztük a mintákat: világos és barna sörök, világos és barna búzasörök, ale típusú sörök, gyümölcsös sörök és sörtartalmú italok. A független változók között szerepelt a minták fenolos vegyülettartalma, flavonoid-tartalma, színe, savtartalma, valamint réz-, mangán-, foszfor- és stroncium-tartalma. Hat diszkriminancia függvényt határoztunk meg, melyek a következő változókat tartalmazták, illetve a következő mértékben magyarázták a változók varianciáját:

- Függvény 1.: Összes változó, 81,2%
- Függvény 2.: Szín, 76,6%
- Függvény 3.: Mangántartalom, 58,5%
- Függvény 4.: Flavonoid-tartalom, 43,6%
- Függvény 5.: Savtartalom, TPC, foszfor- és stroncium-tartalom, 15,8%
- Függvény 6.: Réztartalom, 1,96%

A Wilks' Lambda (WL) állandó alapján a független változók közül a szín hatása a legnagyobb a diszkriminancia függvényre ($WL=0,339$), melyet az összes savasság és a mangántartalom követett $0,420$ értékkel. A diszkriminancia függvény alakulására legcsekélyebb hatással a fenolos vegyülettartalom ($WL=0,822$) volt. A szignifikancia értékek alapján valamennyi független változó szignifikánsnak tekinthető.

Az elemzés eredményének grafikus ábrázolása az első és második dimenzióban a 7. ábrán látható. Az első dimenzióban a gyümölcsös sörök rendelkeztek a legmagasabb középértékkel ($4,118$), melyet a sörtartalmú italok ($2,736$) és a barna búzasörök ($1,495$) követték, míg a legalacsonyabb értéket a világos sörök ($-1,911$) mutatták. Ebben a dimenzióban a barna sörök, a világos búzasörök és az ale típusú sörök közel azonos középértékeket mutattak. A második dimenzióban a barna sörök esetében állapítottuk meg a legmagasabb középértéket ($2,515$), amit az ale sörök ($2,073$), majd a barna búzasörök ($1,325$) követték, míg a sörtartalmú italok mutatták a legalacsonyabb értéket ($-4,505$). Ebben a dimenzióban a világos búzasörök és a sörtartalmú italok mutattak közel azonos középértékeket.

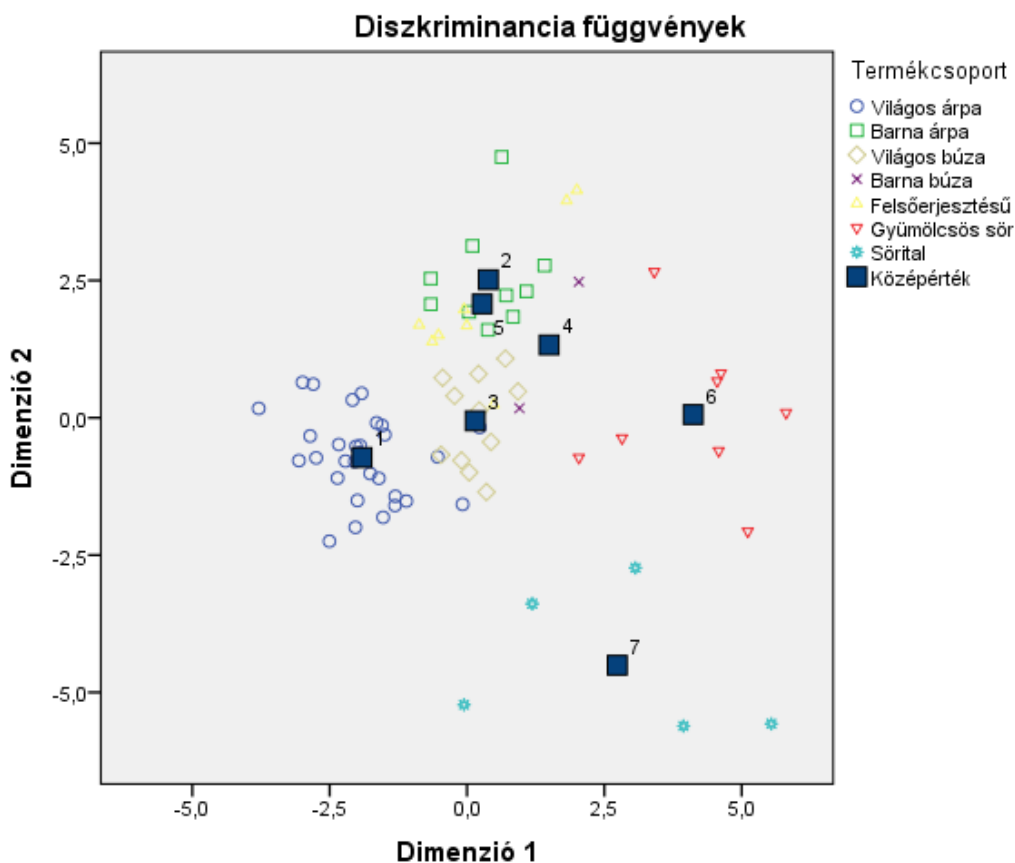
Jól látható, hogy az első dimenzióban a világos sörök két minta kivételével elkülönülnek a többi mintacsoporttól, a második dimenzióban pedig a sörtartalmú italok egyértelműen elkülönülnek az összes többi mintától. A többi dimenzió az ábrán nem látható, az egyes mintacsoportok középértékeit a 13. táblázat tartalmazza. Ezek alapján a harmadik dimenzióban a barna sörök egyértelműen elkülönülnek az összes többi mintától 2,140-es középértékkel, és a világos búzasörök is elkülönülnek -1,519-es középértékkel. A negyedik dimenzióban az 1,920-as középértékkel az ale sörök meglehetősen távol helyezkednek el az összes többi csoporttól, míg az 5. dimenzióban a barna búzasörök középértéke jelentősen alacsonyabb volt az összes többi csoporténál. A hatodik dimenzióban a barna búzasörök kivételével a középértékek egymáshoz nagyon közeliak voltak.

13. táblázat: Az egyes termékcsoportok középértékei a hat dimenzióban

Csoport	Dimenzió					
	1	2	3	4	5	6
<i>Vil. sör</i>	-1,911	-0,723	0,072	0,037	0,197	-0,047
<i>Barna sör</i>	0,388	2,515	2,140	-0,439	-0,080	0,077
<i>Vil. búza</i>	0,149	-0,056	-1,519	-1,037	-0,275	0,187
<i>Barna búza</i>	1,495	1,325	-0,763	-1,706	-1,214	-0,625
<i>Ale</i>	0,277	2,073	-1,063	1,920	-0,322	0,009
<i>Íz. sör</i>	4,118	0,058	-0,525	-0,104	-0,762	-0,067
<i>Sörmix</i>	2,736	-4,505	1,478	0,714	-0,636	0,057

Forrás: Saját szerkesztés

A kapott eredmények igazolására elvégeztük a keresztvalidációt, mely alapján a világos sörök 93,3%-át kategorizáltuk helyesen, mivel 2 minta a világos búzasörök csoportjába került. A barna sörök esetében ez az érték 80%, mert 2 minta a barna búzasörök csoportjában szerepel. A 11 világos búzasör közül 2 minta a barna búzasörök csoportjába került, így a minták 81,6%-át kategorizáltuk helyesen, míg a barna búzasörök esetében ez az érték csupán 50%. A 8 ale sör közül 1 minta került a világos búzasörök csoportjába, így az említett érték 87,5%. A gyümölcsös sörök esetében egy minta a barna búzasörök, egy pedig a barna sörök csoportjába került, így a minták 75%-át kategorizáltuk helyesen, a söritaloknak pedig 80%-át, hiszen ebben az esetben egy minta a gyümölcsös sörök csoportjában volt megtalálható. A keresztvalidáció összesített eredménye alapján a vizsgált minták 85,1%-a volt megfelelően kategorizálható a vizsgált paraméterek függvényében.



7. ábra: A lineáris diszkriminancia analízis eredménye

Forrás: Saját szerkesztés

Az eredmények alapján a sörök készítéséhez felhasznált anyagoknak nagy hatása van az egyes paraméterek alakulására. A többségében alpmalátákat tartalmazó világos sörök jól elkülönülnek a karamell- és festőmalátákat tartalmazó barna söröktől azok színe, valamint polifenol- és flavonoid-tartalma miatt. Ezenfelül elkülönülnek az erősebben komlózott, ale típusú söröktől is. Az ale sörök esetében az IPA és APA minták vélhetően erőteljes keserűségük miatt különülnek el jól a többi mintától, míg a stout sörök a színük, illetve az antioxidáns hatású vegyületek koncentrációja miatt. Az ízesített sörök elkülönülésének hátterében a hozzáadott gyümölcsök miatt kialakult magas savtartalom állhat, a sörtartalmú italok pedig azért különülhettek el az ízesített söröktől, mert a készítésükhöz felhasznált termékek miatt lényegesen hígabbak az ízesített söröknél. Ennek megfelelően további paraméterek bevonásával a módszer alkalmas lehet az egyes sörtípusok elkülönítésére.

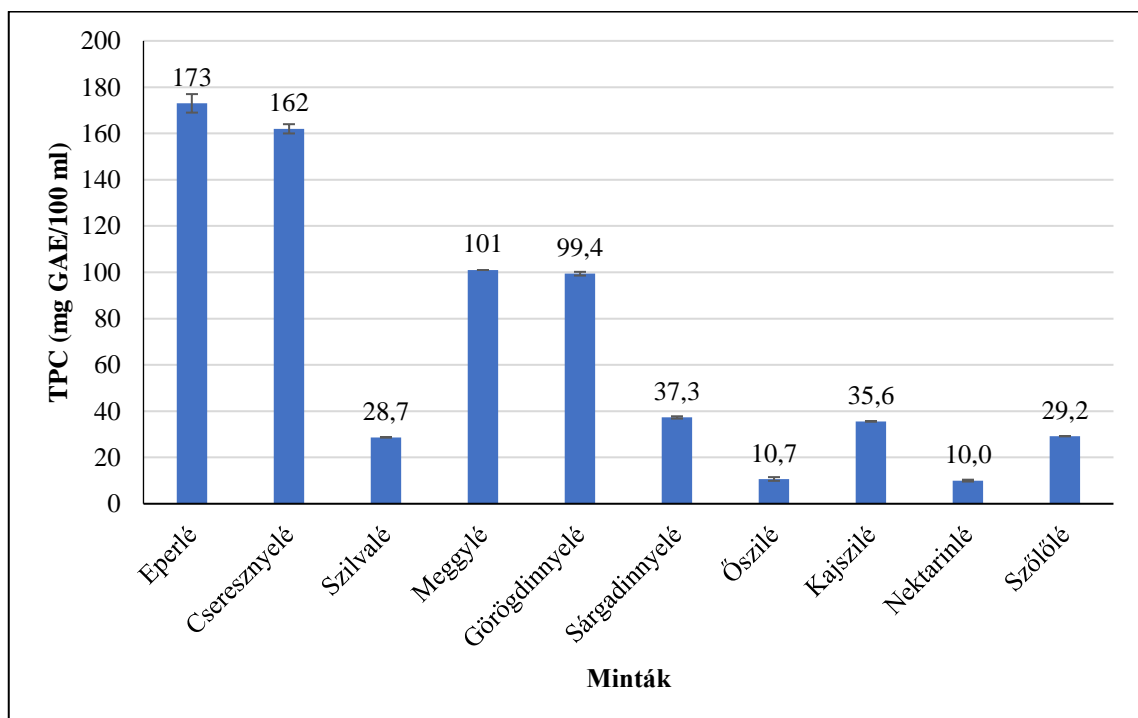
4.2. Saját készítésű sörök

4.2.1. Gyümölcsös sörök

4.2.1.1. Összes polifenol- és flavonoid-tartalom

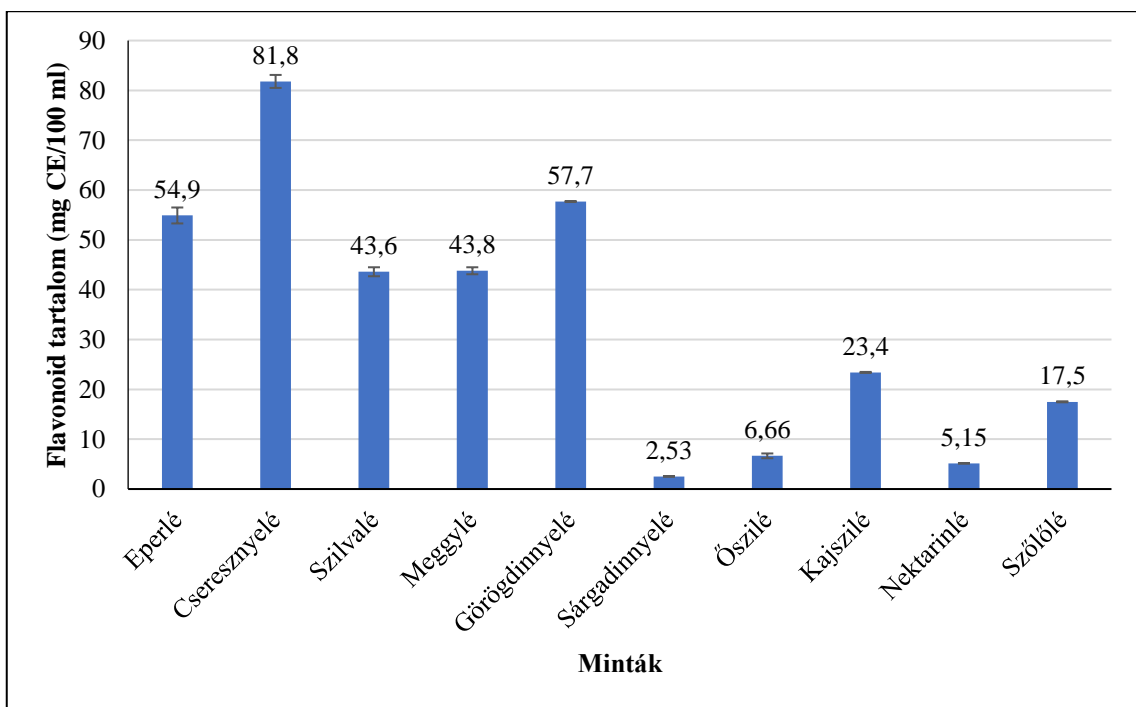
4.2.1.1.1. A felhasznált gyümölcslevek

A 8. ábra szemlélteti a gyümölcsös sörök készítéséhez használt gyümölcslevek összes fenolos vegyülettartalmát. Jól látható, hogy az eperlé és a cseresznyelé jelentősen magasabb fenolos vegyülettartalmat mutatott, mint a többi minta. Az eperlé a legalacsonyabb fenolos vegyülettartalmú nektarinléhez képest több mint tizenhatszeres koncentrációt mutatott. Ezeket a meggylé és görögdinnyelé követte, melyek fenolos vegyülettartalma közel azonos, 100 mg GAE/100 ml körüli volt. Az eredményekből levont következtetés statisztikailag is igazolható, hiszen nem tapasztaltunk statisztikailag igazolható különbséget az eper- és cseresznyelé ($p = 0,256$), a szilva- és szőlőlé ($p = 0,157$), a meggy- és görögdinnyelé ($p = 0,269$), a sárgadinnye- és kajszilé ($p = 1,00$), valamint az őszibarack- és nektarinlé ($p = 0,932$) között. Statisztikailag igazolható különbség más, alacsonyabb fenolos vegyülettartalommal rendelkező minták között sem volt, például a szilva- és kajszilé ($p = 0,392$), valamint a kajszil- és szőlőlé ($p = 0,426$) között.



8. ábra: A gyümölcslevek összes fenolos vegyülettartalma és azok szórása
Forrás: Saját szerkesztés

A felhasznált gyümölcslevek flavonoid-tartalma 2,53 és 81,8 mg CE/100 ml között alakult, mely a 9. ábrán látható. Ebben az esetben a cseresznyeléből jelentősen magasabb értéket mértünk, mint az összes többi mintából, melyet az is bizonyít, hogy az összes többi mintához képest szignifikáns különbséget mutatott. Közel azonos flavonoid-tartalma volt az eper- és görögdiinnyelének, valamint a szilva- és meggyének. Ezek között a különbség nem is volt statisztikailag igazolható, előbbi esetben 0,494, utóbbinál pedig 1,00 volt a p -érték. Ezen felül az őszibarack- és nektarinlé között nem volt igazolható a különbség ($p = 0,188$). A legalacsonyabb flavonoid-tartalmat a sárgadinnyeléből mértük.



9. ábra: A gyümölcslevek flavonoid-tartalma és azok szórása
Forrás: Saját szerkesztés

Az említett gyümölcsök antioxidáns aktivitásáról számos tanulmány beszámolt már. A cseresznye igen gazdag antociánokban és más bioaktív komponensekben, ezáltal hatékonyan védi a kardiovaszkuláris rendszert (MOOSAVIAN et al., 2022). A meggy is bővelkedik antioxidáns hatású vegyületekben. KERÉKES 2018-as kutatásában három magyarországi meggyfajtát vizsgált, és 670-764 mg GAE/100 g-os polifenol-tartalmat, illetve 145-383 mg CE/100 g-os flavonoid-tartalmat mért a friss meggyekből. Ezek jelentős hányada a héjrészben található, ezért mutathat jóval alacsonyabb koncentrációt a meggyel, az azonban egyértelműen látszik, hogy a meggy (és ezzel a cseresznye) roppant gazdag a vizsgált komponensekben.

4.2.1.1.2. Késztermékek

A 14. táblázatban látható a gyümölcslevek hozzáadásával készített sörök összes fenolos vegyülettartalma. Annak ellenére, hogy az eperlé fenolos vegyülettartalma 173 mg GAE/100 ml volt, az eperlével fermentált sör fenolos vegyülettartalma több mint 10 mg GAE/100 ml-rel elmaradt a kontroll mintáétól. A dupla epres sörökben mért koncentrációkban növekedést láthatunk a gyümölcsle mennyiségével arányosan, azonban egyik sem érte el a kontroll minta fenolos vegyülettartalmát. Azt csupán a 7,5%-os szimpla epres ale múlta felül, ez a különbség azonban nem volt szignifikáns ($p = 0,100$). Statisztikailag igazolható különbség figyelhető meg azonban a különböző koncentrációjú hozzáadott gyümölcslevet tartalmazó minták között mind a szimpla, mind a dupla epres ale-ek esetében.

Hasonló megfigyelést tehetünk a cseresznyelé hozzáadásával készült söröket tekintve is. A gyümölcslelével fermentált sör fenolos vegyülettartalma ezúttal is alacsonyabb, mint a kontroll mintáé, holott a cseresznyelé fenolos vegyülettartalma is igen magas volt. Ezúttal is a hozzáadott gyümölcsle mennyiségével egyenesen arányosan növekszik a fenolos vegyülettartalom mind a szimpla, mind a dupla cseresznyés sörök esetében. Itt azonban, az epres sörökkel ellentétben, a dupla cseresznyés sörök fenolos vegyülettartalma lett magasabb. Statisztikailag igazolható különbséget a kontroll mintához képest a 14. számú cseresznyés ale, valamint a 18. számú, 2,5%-os szimpla cseresznyés ale mutatott, azonban mindkét esetben a kontroll minta koncentrációja volt magasabb.

A szilvalével fermentált sör fenolos vegyülettartalma jelentősen alacsonyabb volt a kontroll sörénél, mely statisztikailag is igazolható volt. Minimális koncentráció-csökkenést felfedezhetünk a szilvalé palackozás előtti hozzáadása esetén is. A különböző koncentrációban, ugyanazon eljárással készített sörök fenolos vegyülettartalma között nem volt számottevő eltérés, statisztikailag nem volt igazolható sem a 2,5 és 7,5%-os szimpla ($p = 1,00$), sem a 2,5 és 7,5%-os dupla ($p = 0,987$) szilvás sörök közötti differencia. Ezen minták közül a kontroll minta fenolos vegyülettartalma volt a legmagasabb, mely különbség a 2,5%-os ($p = 0,852$) és 7,5%-os ($p = 0,099$) szimpla szilvás ale-ek kivételével igazolható is volt.

Annak ellenére, hogy a meggylé fenolos vegyülettartalma is elérte a 100 mg GAE/100 ml-t, a hozzáadásával készített sörökben mért koncentráció minden esetben alacsonyabb volt a kontroll mintáénál, és ez az eltérés az 5%-os ($p = 0,347$) és 7,5%-os ($p = 0,872$) szimpla meggyes ale kivételével valamennyi minta esetében szignifikáns volt. Az utólagos adagolás esetében a hozzáadott meggylé mennyiségével arányosan, kismértékben emelkedett a koncentráció, ez azonban nem volt statisztikailag igazolható sem a 2,5 és 7,5%-os szimpla ($p = 0,853$), sem pedig az azonos koncentrációjú dupla ($p = 0,189$) meggyes ale-ek esetében.

A görögdinnyelében mért koncentráció is közel 100 mg GAE/100 ml volt, az azzal együtt fermentált sör fenolos vegyülettartalma azonban jelentősen alacsonyabb volt a kontroll mintáénál, mely ezúttal is szignifikáns differenciának bizonyult. Ezúttal is a kontroll minta fenolos vegyülettartalma volt a legmagasabb, és csupán az 5 %-os ($p = 0,998$) és 7,5%-os ($p = 0,142$) szimpla sörökhöz képest adott különbsége nem volt statisztikailag igazolható. Ezúttal a mintákból mért koncentráció nem növekedett a gyümölcsle mennyiségével egyenesen arányosan, a legalacsonyabb fenolos vegyülettartalmat a 41. számú, 7,5%-os dupla görögdinnyés ale-ből mértük, mely körülbelül fele volt a kontroll mintában mért koncentrációnak.

A sárgadinnyelével készített sörök fenolos vegyülettartalma az előzőktől több szempontból eltérően alakult. Annak ellenére, hogy a sárgadinnyelé fenolos vegyülettartalma alig több mint harmada volt a görögdinnyeléből, illetve a meggyléből mért értékek, az azzal együtt fermentált sör fenolos vegyülettartalma nem maradt el olyan sokkal a kontroll mintáétól, mint az előző két esetben. Ezen kívül jól látható, hogy ezúttal már a 2,5%-os dupla sárgadinnyés ale-ben mért koncentráció is magasabb volt a sárgadinnyés sörénél, azonban a három, eltérő mennyiségű gyümölcslevet tartalmazó mintából mért értékek csupán egy tizeddel térnek el egymástól. Ezzel szemben a szimpla sárgadinnyés ale-ek közül az 5%-os gyümölcsle tartalmú minta esetében volt a legalacsonyabb a fenolos vegyülettartalom, a 7,5%-os szimpla sárgadinnyés ale fenolos vegyülettartalma pedig megegyezett a kontroll mintáéval.

Az őszibarackos ale fenolos vegyülettartalma ezúttal is alacsonyabb a kontroll mintáénál. A dupla barackos sörökből mért koncentrációk között nem tapasztalunk számottevő eltérést, statisztikailag igazolható különbség az említett négy sör között nem volt. Az őszibarackos ale, valamint a 7,5%-os dupla barackos sör esetében a p -érték 0,999.

Szembetűnő azonban, hogy a szimpla őszibarackos sörök esetében a gyümölcsle-tartalom növekedésével arányosan csökken a mért koncentráció, illetve hogy a 2,5%-os szimpla őszibarackos ale fenolos vegyülettartalma jelentősen magasabb volt a kontroll sörénél, mely különbség statisztikailag is igazolható.

14. táblázat: A kontroll és gyümölcsös sörök összes fenolos vegyülettartalma, mg GAE/100 ml-ben kifejezve \pm szórás

Gyümölcs	Típus	Létartalom (%)	TPC	Létartalom (%)	TPC	Létartalom (%)	TPC
Kontroll				45,4 \pm 0,4			
	<i>ale</i>			34,9 \pm 2,0			
Eper	<i>szimpla</i>	2,5	42,6 \pm 1,2	5	43,1 \pm 2,3	7,5	46,1 \pm 1,9
	<i>dupla</i>	2,5	36,9 \pm 1,8	5	38,2 \pm 0,9	7,5	40,9 \pm 0,5
Cse-resznye				38,6 \pm 0,5			
	<i>szimpla</i>	2,5	41,6 \pm 0,2	5	44,1 \pm 1,5	7,5	45,8 \pm 2,2
	<i>dupla</i>	2,5	42,0 \pm 1,4	5	42,6 \pm 0,2	7,5	47,5 \pm 0,6
Szilva				26,8 \pm 0,7			
	<i>szimpla</i>	2,5	41,5 \pm 4,1	5	42,5 \pm 0,4	7,5	41,4 \pm 1,0
	<i>dupla</i>	2,5	25,3 \pm 1,3	5	26,2 \pm 0,4	7,5	26,1 \pm 0,3
Meggy				28,1 \pm 0,6			
	<i>szimpla</i>	2,5	40,4 \pm 0,7	5	41,3 \pm 2,0	7,5	43,0 \pm 2,6
	<i>dupla</i>	2,5	27,9 \pm 0,8	5	28,5 \pm 0,2	7,5	30,2 \pm 0,6
Görög-dinnye				28,1 \pm 1,2			
	<i>szimpla</i>	2,5	40,6 \pm 1,1	5	44,8 \pm 1,2	7,5	42,9 \pm 1,3
	<i>dupla</i>	2,5	25,5 \pm 0,5	5	26,5 \pm 0,8	7,5	23,7 \pm 1,6
Sárgadinnye				37,4 \pm 1,5			
	<i>szimpla</i>	2,5	44,8 \pm 1,0	5	42,9 \pm 0,3	7,5	45,4 \pm 0,3
	<i>dupla</i>	2,5	39,7 \pm 0,7	5	39,8 \pm 1,0	7,5	39,7 \pm 1,0
Őszibarack				38,1 \pm 2,3			
	<i>szimpla</i>	2,5	59,8 \pm 0,3	5	45,9 \pm 1,0	7,5	40,6 \pm 1,6
	<i>dupla</i>	2,5	37,2 \pm 1,7	5	37,1 \pm 2,0	7,5	37,5 \pm 0,3
Kajszi				44,7 \pm 1,4			
	<i>szimpla</i>	2,5	48,9 \pm 1,6	5	45,3 \pm 1,2	7,5	45,3 \pm 1,5
	<i>dupla</i>	2,5	46,0 \pm 1,7	5	44,2 \pm 1,1	7,5	46,4 \pm 0,8
Nektarin				42,5 \pm 1,9			
	<i>szimpla</i>	2,5	43,4 \pm 0,2	5	45,6 \pm 1,0	7,5	48,2 \pm 1,0
	<i>dupla</i>	2,5	47,1 \pm 2,0	5	39,7 \pm 0,4	7,5	42,4 \pm 2,0
Szőlő				41,0 \pm 1,7			
	<i>szimpla</i>	2,5	45,4 \pm 1,5	5	44,0 \pm 2,3	7,5	44,8 \pm 1,2
	<i>dupla</i>	2,5	39,4 \pm 3,1	5	35,9 \pm 3,3	7,5	38,5 \pm 3,1

Forrás: Saját szerkesztés

A kajszi sörök esetében megállapítható, hogy nem tért el egymástól jelentősen a kontroll és a gyümölcslel fermentált sör koncentrációja, melyek közt statisztikailag igazolható különbség sem volt ($p = 0,999$).

A legmagasabb fenolos vegyülettartalmat a 2,5%-os szimpla kajszis sörből mértük, mely meghaladta a kontroll mintából mért koncentrációt, azonban az 5, illetve 7,5%-os szimpla kajszis ale-ek fenolos vegyülettartalma is csupán egy tizeddel volt alacsonyabb a kontroll mintáénál. A dupla kajszis ale-ek közül is minimálisan ugyan, de a 2,5%-os, valamint a 7,5%-os gyümölcsletartalmú italok fenolos vegyülettartalma meghaladta a kontroll mintáét. Statisztikailag igazolható különbséget csupán a 2,5%-os szimpla kajszis ale esetében tapasztaltunk a kontroll sörhöz képest.

A kontroll mintában mért koncentrációtól nem sokkal marad el a nektarinos ale fenolos vegyülettartalma, nincs is közöttük szignifikáns differencia ($p = 0,263$). A nektarinos ale és a 7,5%-os dupla nektarinos sör koncentrációja lényegében megegyezett, a 2,5%-os létartalom esetében azonban magasabb, az 5%-os létartalom esetében alacsonyabb koncentrációt mértünk. Ezzel szemben a szimpla nektarinos sörök fenolos vegyülettartalma a gyümölcsletartalom növekedésével arányosan nőtt, a kontroll mintához képest azonban ezek sem mutattak statisztikailag igazolható különbséget ($p = 0,714$; $p = 1,00$; $p = 0,288$).

A szőlőlé felhasználásával előállított sörök esetében a legmagasabb (azonos) koncentrációt a kontroll, valamint a 2,5%-os szimpla szőlős ale-ből mértük. A szőlővel fermentált minta fenolos vegyülettartalma 4,4 mg GAE/100 ml-rel alacsonyabb a kontroll sörénél, a különbség azonban statisztikailag nem igazolható ($p = 0,296$). A dupla szőlős sörök közül az 5%-os létartalom esetében tapasztaltunk jelentősen alacsonyabb koncentrációt, a szimpla szőlős ale-ek esetében azonban egymáshoz közeli fenolos vegyülettartalmat mértünk. Ezek között statisztikailag igazolható különbség nem volt.

A minták flavonoid-tartalma a 15. táblázatban látható. A fenolos vegyülettartalommal ellentétben az összes, eperlevet tartalmazó minta flavonoid-tartalma magasabb volt a kontroll mintáénál, azonban a kontroll minta és az eper ale között nem volt statisztikailag igazolható különbség ($p = 0,069$). Az eper ale minta egyébként egyetlen eper mintához viszonyítva nem mutatott statisztikailag igazolható különbséget. A 2,5, illetve 5%-os létartalom mind a szimpla, mind a dupla eper sörök esetében egymáshoz közeli eredményt adott, ezeknél magasabb flavonoid-tartalmúak voltak a 7,5%-os gyümölcsletartalmú sörök. A cseresznyelé flavonoid-koncentrációja 81,8 mg CE/100 ml volt, mely a végtermékekben is egyértelműen megjelenik. A cseresznyés ale flavonoid-tartalma több mint két és félszerese a kontroll mintáénak, és a cseresznyelé további hozzáadásával a koncentráció egyenes arányban nő.

A szimpla cseresznyés ale-ek esetében is jelentős növekedést tapasztalhatunk a flavonoid-tartalomban, már a 2,5%-os létartalomnak köszönhetően is közel kétszeresére nőtt a flavonoid-tartalom. Ennek megfelelően a kontroll mintától az összes cseresznyelevel tartalmazó minta statisztikailag igazoltan különbözik.

A szilvalevel fermentált és szilvalevet tartalmazó sörök esetén megállapíthatjuk, hogy a kontroll minta flavonoid-tartalma a legalacsonyabb, melytől statisztikailag igazolható mértékben tér el a szilvás ale ($p = 0,001$), illetve a 24. számú, 5%-os dupla ($p = 0,261$) és a 2,5%-os szimpla ($p = 0,533$) szilvás ale-en kívül minden minta. A szimpla szilvás sörök flavonoid-tartalma a gyümölcstartalommal egyenes arányban nőtt, ezzel szemben a dupla szilvás ale-ek közül egyedül a 2,5%-os létartalom esetén értünk el kismértékű növekedést a szilvás ale-hez képest.

A meggyelével készült sörök esetében is a kontroll minta koncentrációja volt a legalacsonyabb, melynek majdnem kétszeresét mértük a meggyes ale-ből. A meggyes ale-hez hozzáadott meggyelé növelte annak flavonoid-tartalmát, azonban még a 7,5%-os dupla meggyes sör és a meggyes ale között sem volt szignifikáns differencia ($p = 0,073$). A szimpla meggyes ale-ek flavonoid-tartalma is jelentősen magasabb volt a kontroll mintáénál, és ebben az esetben a gyümölcslétartalom növelésével egyenes arányban emelkedett a koncentráció. Ennek ellenére itt sem tudtunk statisztikailag igazolható különbséget megfigyelni a legalacsonyabb és a legmagasabb koncentrációjú szimpla meggyes ale-ek között ($p = 0,166$).

A görögdinnyés ale és az ehhez hozzáadott gyümölcslével készült dupla görögdinnyés ale minták minden esetben 10 mg CE/100 ml fölötti flavonoid-tartalmat mutattak, míg a kontroll és a szimpla görögdinnyés ale sörökből ez alatti értéket mértünk. A legalacsonyabb flavonoid-tartalommal az 5%-os szimpla görögdinnyés sör rendelkezett, annak ellenére, hogy a 2,5, valamint a 7,5%-os létartalom a kontroll mintáénál magasabb flavonoid-tartalmat eredményezett. A dupla dinnyés sörök között is az 5%-os mennyiséggel értük el a legalacsonyabb flavonoid-tartalmat, itt azonban a 2,5%-os létartalom esetén volt a legmagasabb a koncentráció. A kontroll minta és a szimpla görögdinnyés ale-ek között nem volt statisztikailag igazolható különbség, a 2,5%-os létartalom esetén a p -érték 0,791; az 5%-os esetén 0,076; a 7,5%-os esetén pedig 0,158. A görögdinnyés ale és a dupla dinnyés sörök, valamint a kontroll minta között minden esetben statisztikailag igazolható különbség volt. Jól látható, hogy bár a kontroll mintáénál az összes sárgadinnyelével készült sör flavonoid-tartalma magasabb volt, az eltérő hozzáadási módok között számottevő különbség nem volt felfedezhető.

A sárgadinnyés ale, valamint a dupla sárgadinnyés sörök flavonoid-tartalma 7,42 és 8,90 mg CE/100 ml között alakult, melyek közül éppen a legtöbb sárgadinnyélevet tartalmazó mintából mértük a legalacsonyabb koncentrációt. A szimpla sárgadinnyés ale sörök esetében a 2,5, valamint az 5%-os létartalommal közel azonos flavonoid-tartalmat értünk el, az említett minták flavonoid-tartalma 7,92 és 8,21 mg CE/100 ml között volt. Ennek megfelelően a legtöbb minta között a különbség nem volt szignifikáns.

15. táblázat: A kontroll és gyümölcsös sörök flavonoid-tartalma, mg CE/100 ml-ben kifejezve \pm szórás

Gyümölcs	Típus	Létartalom (%)	Flavon. tart.	Létartalom (%)	Flavon. tart.	Létartalom (%)	Flavon tart.
Kontroll				6,78 \pm 0,27			
<i>ale</i>				10,5 \pm 0,8			
Eper	<i>szimpla</i>	2,5	12,5 \pm 0,4	5	12,3 \pm 0,6	7,5	13,0 \pm 0,3
	<i>dupla</i>	2,5	10,1 \pm 0,2	5	10,3 \pm 0,4	7,5	12,3 \pm 0,9
<i>ale</i>				17,8 \pm 0,7			
Cse-resznye	<i>szimpla</i>	2,5	13,3 \pm 0,3	5	15,2 \pm 1,4	7,5	16,2 \pm 0,4
	<i>dupla</i>	2,5	19,8 \pm 0,6	5	20,5 \pm 0,2	7,5	24,4 \pm 0,7
<i>ale</i>				9,43 \pm 0,73			
Szilva	<i>szimpla</i>	2,5	7,79 \pm 0,49	5	9,42 \pm 0,82	7,5	10,6 \pm 0,1
	<i>dupla</i>	2,5	9,63 \pm 0,52	5	8,06 \pm 0,06	7,5	8,61 \pm 0,83
<i>ale</i>				13,3 \pm 0,5			
Meggy	<i>szimpla</i>	2,5	11,6 \pm 0,3	5	12,1 \pm 0,5	7,5	13,1 \pm 0,4
	<i>dupla</i>	2,5	13,8 \pm 0,8	5	13,7 \pm 0,4	7,5	14,6 \pm 1,2
<i>ale</i>				11,0 \pm 0,3			
Görög-dinnye	<i>szimpla</i>	2,5	7,22 \pm 0,31	5	5,69 \pm 0,23	7,5	7,63 \pm 0,08
	<i>dupla</i>	2,5	13,3 \pm 0,9	5	10,5 \pm 0,5	7,5	11,0 \pm 0,2
<i>ale</i>				8,90 \pm 0,13			
Sárgadinnye	<i>szimpla</i>	2,5	7,94 \pm 0,10	5	7,92 \pm 0,72	7,5	8,21 \pm 0,15
	<i>dupla</i>	2,5	8,57 \pm 0,34	5	8,65 \pm 0,23	7,5	7,42 \pm 0,29
<i>ale</i>				8,60 \pm 0,65			
Őszi-barack	<i>szimpla</i>	2,5	11,0 \pm 0,3	5	8,10 \pm 0,24	7,5	8,04 \pm 0,25
	<i>dupla</i>	2,5	8,44 \pm 0,10	5	8,86 \pm 0,35	7,5	9,08 \pm 0,08
<i>ale</i>				9,25 \pm 0,13			
Kajszi	<i>szimpla</i>	2,5	7,99 \pm 0,10	5	6,72 \pm 0,10	7,5	7,21 \pm 0,18
	<i>dupla</i>	2,5	8,96 \pm 1,00	5	7,51 \pm 0,27	7,5	8,06 \pm 0,52
<i>ale</i>				7,92 \pm 0,40			
Nektarin	<i>szimpla</i>	2,5	8,08 \pm 0,07	5	9,86 \pm 0,23	7,5	9,86 \pm 0,40
	<i>dupla</i>	2,5	6,36 \pm 0,17	5	6,86 \pm 0,28	7,5	6,96 \pm 0,72
<i>ale</i>				8,74 \pm 0,23			
Szőlő	<i>szimpla</i>	2,5	6,94 \pm 0,23	5	6,86 \pm 0,21	7,5	7,24 \pm 0,27
	<i>dupla</i>	2,5	8,14 \pm 0,98	5	7,10 \pm 0,40	7,5	8,14 \pm 0,81

Forrás: Saját szerkesztés

Az ősziarackos sörök esetében a kontroll mintából mért koncentrációnál minden minta flavonoid-tartalma magasabb volt, jól látható azonban, hogy ez esetben sem volt számottevő eltérés az ősziarackos ale, valamint a dupla ősziarack ale-ek flavonoid-tartalma között. Ezekből alacsonyabb flavonoid-tartalmat mutatott az 5, valamint a 7,5%-os szimpla ősziarack ale. A többihez képest kiugróan magas flavonoid-tartalmat mértünk a 2,5%-os szimpla ősziarackos sörből, azonban a többi eredményt figyelembe véve ez nem reális. A kontroll minta az összes többitől statisztikailag igazolható különbséget mutatott, az ősziarackos ale, valamint a dupla ősziarackos sörök között azonban nem volt statisztikailag igazolható különbség.

Látható, hogy a kajszi ale sem növelte jelentősen a termékek flavonoid-tartalmát. A dupla kajszi sörök minden esetben alacsonyabb flavonoid-tartalmat mutattak a kajszi alevel fermentált sörnél, ez azonban nem volt statisztikailag igazolható a 2,5%-os ($p = 1,000$), valamint a 7,5%-os ($p = 0,295$) dupla kajszi ale esetén, csak az 5%-os létartalomnál. A szimpla kajszi sörök közül is az 5%-os létartalom eredményezte a legalacsonyabb flavonoid-tartalmat, mely még a kontroll mintában mért koncentrációnál is alacsonyabb volt. Ezen minták közül a 2,5%-os szimpla kajszi ale-ből mértük a legmagasabb flavonoid-tartalmat, ez a különbség azonban nem volt statisztikailag igazolható sem a kontroll minta ($p = 0,068$), sem pedig a 7,5%-os szimpla kajszi ale ($p = 0,063$) esetében. A nektarinlével készített minták esetében a szimpla nektarinos sörökből mért koncentrációk voltak magasabbak, és ezek közül az 5 és 7,5%-os létartalom esetében ugyanolyan flavonoid-tartalmat mértünk. A nektarinos ale flavonoid-tartalma magasabb volt ugyan a kontroll mintáénál, de a nektarinlé további adagolása csökkentette azt. A 2,5%-os dupla nektarin ale flavonoid-tartalma alacsonyabb, az 5 és 7,5%-os dupla nektarinos söröké pedig csak kis mértékben volt magasabb a kontroll mintáénál. A kontroll sör csak az 5 és 7,5%-os szimpla nektarinos ale-hez képest mutatott statisztikailag igazolható különbséget, és nem volt szignifikáns differencia a nektarinos ale, valamint a dupla nektarinos sörök között sem.

Valamennyi szőlős sör flavonoid-tartalma magasabb volt a kontroll mintáénál, az eltérés azonban nem számottevő, csupán a szőlős ale esetében volt statisztikailag igazolható a különbség. Az említett szőlőlével fermentált sörhöz a további szőlőlé hozzáadása a termék flavonoid-tartalmát valamelyest csökkentette. Ezzel szemben a szimpla szőlős ale sörök közül a legmagasabb gyümölcstartalmú mintában mértük a legmagasabb koncentrációt.

A minták fenolos vegyülettartalmát és flavonoid-tartalmát tekintve megállapítható, hogy a felhasznált gyümölcsfajok, valamint azok hozzáadásának módja és aránya is befolyásolta a termékekben mért értékeket. A gyümölcslével fermentált minták fenolos vegyülettartalma minden esetben alacsonyabb volt a kontroll mintáénál, mely statisztikailag is igazolható, kivéve a kajszis ($p = 1,000$) és nektarinos ($p = 0,365$) sör esetében. A gyümölcslé további adagolása sem emelte a fenolos vegyületek koncentrációját a görögdinnyés, a sárgadinnyés, őszibarackos, valamint a dupla nektarinos sörök esetében. Ennek hátterében állhat a gyümölcsök cukortartalmából adódó erőteljesebb erjesztés, mely korábbi kutatások szerint is csökkentheti a sörök polifenoltartalmát (YANG et al., 2022), emellett azonban a felsorolt gyümölcslevek polifenoltartalma sem volt kiemelkedő. A többi terméket vizsgálva a gyümölcslé palackozás előtti hozzáadása a fenolos vegyületek koncentrációját a gyümölcslé mennyiségével egyenesen arányosan növelte, főleg a magas polifenol-tartalmú gyümölcslevek esetében. A flavonoid-tartalom esetében a gyümölcslével fermentált italokban mért koncentráció minden esetben magasabb volt a kontroll mintáénál. A legmagasabb flavonoid-tartalmat ezek közül a cseresznyés ale-ben mértük, mely a kontroll minta flavonoid-tartalmának több mint két és félszerese volt, de a meggylével történő fermentáció is majdnem megduplázta a flavonoid-koncentrációt. Ez egyértelműen a cseresznyelé kiugróan magas, illetve a meggylé szintén, a többi gyümölcsléhez képest magas flavonoid-tartalmával magyarázható. A kontroll minta és a gyümölcsös ale-ek flavonoid-tartalma közötti különbség kizárólag a nektarinos ale esetében nem volt szignifikáns ($p = 0,213$). A palackozás előtti gyümölcslé-adagolás csupán a cseresznyelé esetében okozott egyértelmű, a gyümölcslé mennyiségével egyenesen arányos növekedést a flavonoid-tartalomban, mely szintén a gyümölcslé kiemelkedő flavonoid-tartalmával magyarázható. A különböző adagolási módokat tanulmányozva megállapítható, hogy bizonyos gyümölcsök alkalmazása más-más adagolási mód és gyümölcsstartalom esetén bizonyult hatásosnak. A 2,5%-os szimpla gyümölcsös minták közül az őszibarackos sör fenolos vegyülettartalma volt a legmagasabb (59,8 mg GAE/100 ml), melyet a kajszis és szőlős minták követtek, azonban az őszibarackos minta ezektől is statisztikailag igazolható módon különült el (kajszis: $p = 0,041$; szőlő: $p = 0,018$), csakúgy, mint a kontroll mintától ($p < 0,000$). A flavonoid-tartalom esetében a legjobb eredményt (13,3 mg CE/100 ml) a cseresznyelé hozzáadásával érhattük el ezzel a módszerrel, az eper és a meggylé előtt, a cseresznye- és eperlé flavonoid-tartalma közötti különbség azonban nem volt szignifikáns ($p = 0,171$).

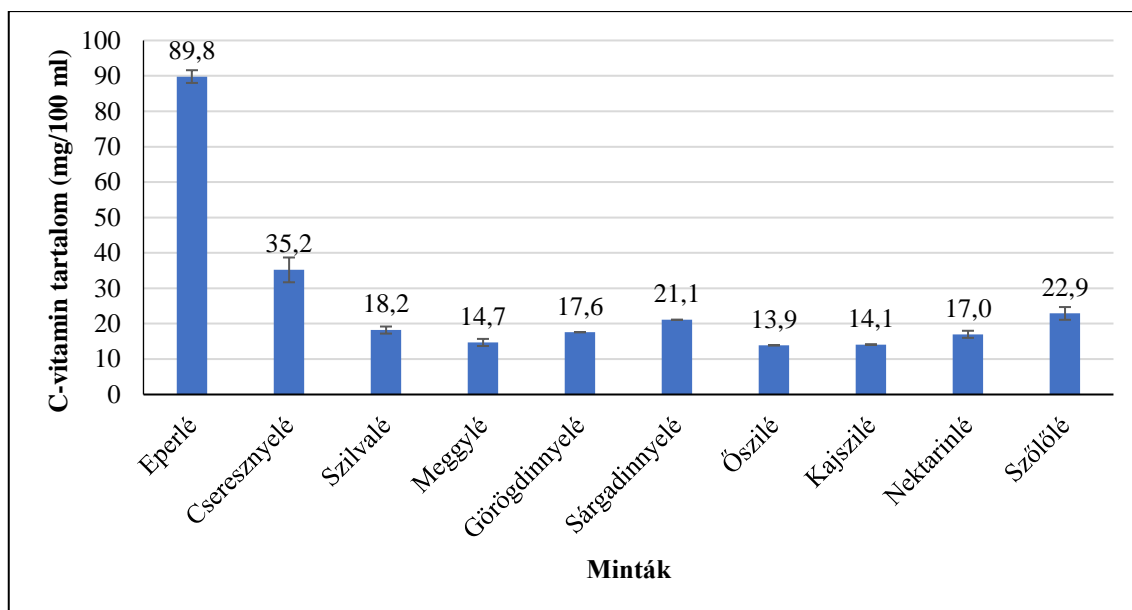
Az 5%-os szimpla gyümölcsös sörök fenolos vegyülettartalma 41,3 és 45,9 mg GAE/100 ml között alakult, melyek közül a legmagasabb koncentrációt ismét a barackos sörben mértük. Ezt kis eltéréssel a nektarinos és kajszis sörök követték. Az említett mintacsoportban a fenolos vegyületek koncentrációját tekintve kizárólag a legalacsonyabb értéket adó meggyes, valamint az őszibarackos sör között volt statisztikailag igazolható különbség ($p = 0,022$), a kontroll mintát is beleértve. A flavonoid-tartalom hasonlóan alakult, mint a 2,5%-os szimpla ale-ek esetében. Ezúttal is a cseresznye-, eper- és meggylé hozzáadása eredményezte a legmagasabb koncentrációkat, ezek között azonban nem volt statisztikailag igazolható különbség. A 7,5%-os szimpla gyümölcsös sörök közül a legmagasabb fenolos vegyülettartalmat (48,2 mg GAE/100 ml) a nektarinlé hozzáadása eredményezte, ettől nem sokkal volt alacsonyabb az epres és cseresznyés sörökben mért koncentráció sem. Ezek már minden esetben a kontroll mintánál magasabb koncentrációt eredményeztek, azonban a különbség statisztikailag egyik esetben sem volt igazolható. A flavonoid-tartalom ez esetben is a cseresznyelé hatására emelkedett intenzíven (16,2 mg CE/100 ml), de ezúttal a második legmagasabb értéket a meggyes sörből mértük, melytől alig maradt el az epres ale. Ennek megfelelően az epres és meggyes sörök közti differencia nem volt szignifikáns ($p = 1,00$). A 2,5%-os dupla ale-ek összes fenolos vegyülettartalmát a kajszilé emelte meg leginkább, 46,0 mg GAE/100 ml-es értékkel, melyet a cseresznyés (42,0 mg GAE/100 ml) és a nektarinos (41,7 mg GAE/100 ml) sörök követték. Statisztikailag igazolható különbség azonban nem volt még a 2,5%-os kajszis és nektarinos sörök között sem ($p = 0,082$), és ezen minták közül csupán a 2,5%-os dupla kajszis sörben mért koncentráció haladta meg a kontroll mintáét, és az is csak 0,6 mg-mal. A flavonoid-tartalom esetében a cseresznyelé hozzáadása eredményezte a legmagasabb koncentrációt (19,8 mg CE/100 ml), csakúgy, mint a gyümölcslével fermentált söröknél. Ezt a meggyes és a görögdinnyés sör követte 13,8, illetve 13,3 mg CE/100 ml flavonoid-tartalommal. A 2,5%-os dupla cseresznyés ale flavonoid-tartalma statisztikailag igazolhatóan különült el az összes többi 2,5%-os mintától és a kontrolltól, de a meggyes és görögdinnyés sörök is kizárólag egymástól nem mutattak szignifikáns különbséget ($p = 0,997$). A 2,5%-os dupla ale-ek közül a nektarinos minta flavonoid-tartalma lett a legalacsonyabb, mely még a kontroll mintáénál is alacsonyabb volt.

Az 5%-os dupla ale sörök esetében ismét a kajszilé hozzáadása eredményezte a legmagasabb fenolos vegyülettartalmat (44,2 mg GAE/100 ml), melyet a cseresznyés és sárgadinnyés sörök követtek, azonban ezek ismét alacsonyabb koncentrációt mutattak a kontroll mintáénál, mely csak a kajszis sör esetében nem volt statisztikailag igazolható ($p = 0,833$). A flavonoid-tartalmat tekintve az 5%-os dupla meggyes ale ismét kiugróan magas, 20,5 mg CE/100 ml-es értéket adott, melyet a meggyes és az epres sörök követtek 13,7 és 10,3 mg CE/100 ml flavonoid-tartalommal. Mind egymástól, mind a kontroll mintától statisztikailag igazolható módon tértek el. A 7,5%-os dupla gyümölcsös ale-ek közül a cseresznyés sörnek volt a legmagasabb fenolos vegyülettartalma (47,5 mg GAE/100 ml), a kajszis és nektarinos sörök előtt. Ezek közül kizárólag a cseresznyés sörből mértünk magasabb koncentrációt, mint a kontroll mintából, azonban ez a különbség sem volt statisztikailag igazolható ($p = 0,124$). A flavonoid-tartalom az 5%-os létartalomhoz hasonlóan alakult, a cseresznyés sör flavonoid-koncentrációja (24,4 mg CE/100 ml) három és félszerese volt a kontroll mintáénak, a meggyes söré (14,6 mg CE/100 ml) pedig annak kétszerese. Mind az említett italok, mind pedig a 7,5%-os dupla epres ale flavonoid-tartalma szignifikáns differenciát mutatott a kontroll mintáétól.

Összefoglalva tehát minden esetben a cseresznyelé hozzáadása emelte meg leginkább a minták flavonoid-tartalmát, valamint a dupla gyümölcsös ale-ek közül a 7,5%-os létartalom esetén is ez volt a leghatékonyabb, az 5 és 2,5%-os gyümöcslétartalom esetén pedig a második helyen áll. Az így elért flavonoid-tartalom minden esetben jelentősen magasabb volt a kontroll mintáénál, a fenolos vegyülettartalom azonban csak a 7,5%-os dupla cseresznyés ale esetében volt a kontrollénál magasabb. A flavonoid-tartalmat a legtöbb esetben még a meggy- és eperlé hozzáadása növelte számottevően, a fenolos vegyülettartalmat nézve pedig egyedül a 2,5%-os szimpla őszibarackos sör esetében tapasztaltunk a kontrollénál jelentősen magasabb értéket. A többi adagolási mód esetében többnyire a kajszilével értük el a legjobb eredményeket, ezek azonban nem, vagy csak kismértékben voltak magasabbak a kontroll mintáénál. Az egyértelműen szignifikánsan emelkedő koncentrációk hátterében a gyümöcslevek polifenol- és flavonoid-tartalma áll, melyek a cseresznye-, meggy- és eperlé esetében voltak kiemelkedők. Hatással lehet azonban az antioxidáns hatású vegyületek koncentrációjára a hozzáadás ideje olyan módon, hogy a fermentáció, illetve érlelés alatt végbemenő erjedési folyamatok hatására azok mennyisége csökkenhet, mely elsődlegesen a hozzáadott gyümöcslevek cukortartalmával állhat összefüggésben.

4.2.1.2. C-vitamin tartalom

A gyümölcslevek C-vitamin tartalmát a 10. ábra szemlélteti. Jól látható, hogy az eperlé jelentősen magasabb C-vitamin tartalommal rendelkezett a többi gyümölcsléhez képest. A második legmagasabb C-vitamin tartalmú cseresznyelénél két és félszer magasabb koncentrációt mértünk, és az összes többi gyümölcstől is statisztikailag igazolható különbséget mutatott.



10. ábra: A gyümölcslevek C-vitamin tartalma és azok szórása

Forrás: Saját szerkesztés

Szignifikáns differencia ezen kívül kizárólag a cseresznye- és meggylé ($p = 0,046$), valamint a meggy- és sárgadinnyelé ($p = 0,048$) között volt megfigyelhető. Az eper- és cseresznyelén kívül valamennyi minta C-vitamin tartalma 25 mg/100 ml alatti volt, a legalacsonyabb koncentrációt az őszibarackléből mértük.

A kontroll és gyümölcsös sörök C-vitamin tartalma a 16. táblázatban látható. Az ale sörök esetében a felhasznált gyümölcslevek közül kizárólag a szőlőlével történő fermentáció emelte meg a kontroll minta C-vitamin tartalmát, de ez a különbség nem volt statisztikailag igazolható. A meggyes, sárgadinnyés és nektarinos ale sörök C-vitamin tartalma megegyezett a kontroll mintáéval, a többi esetében pedig annál alacsonyabb volt. Jól látható, hogy a palackozás előtt hozzáadott gyümölcslé a legtöbb esetben növelte a vizsgált vitamin koncentrációját. A vitamintartalom a gyümölcslé mennyiségével egyenesen arányosan nőtt a szimpla és dupla eper, cseresznyés, meggyes, sárgadinnyés, kajszis, nektarinos és szőlős sörökben.

16. táblázat: A kontroll és gyümölcsös sörök C-vitamin tartalma \pm szórás

Gyümölcs	Típus	Létartalom (%)	C-vit. (mg / 100 ml)	Létartalom (%)	C-vit. (mg / 100 ml)	Létartalom (%)	C-vit. (mg / 100 ml)
Kontroll				19,4 \pm 1,8			
<i>ale</i>				18,8 \pm 1,0			
Eper	<i>szimpla</i>	2,5	24,7 \pm 0,0	5	27,6 \pm 1,0	7,5	32,3 \pm 1,0
	<i>dupla</i>	2,5	22,9 \pm 1,8	5	26,4 \pm 1,8	7,5	27,0 \pm 2,0
<i>ale</i>				14,1 \pm 0,0			
Cse-resznye	<i>szimpla</i>	2,5	24,1 \pm 1,0	5	25,8 \pm 1,7	7,5	27,6 \pm 1,0
	<i>dupla</i>	2,5	15,8 \pm 1,8	5	17,6 \pm 0,0	7,5	21,1 \pm 0,0
<i>ale</i>				18,8 \pm 2,0			
Szilva	<i>szimpla</i>	2,5	17,6 \pm 0,0	5	21,1 \pm 1,8	7,5	19,4 \pm 1,8
	<i>dupla</i>	2,5	21,1 \pm 0,0	5	21,1 \pm 0,0	7,5	24,7 \pm 0,0
<i>ale</i>				19,4 \pm 1,8			
Meggy	<i>szimpla</i>	2,5	25,8 \pm 2,0	5	29,9 \pm 1,8	7,5	31,1 \pm 1,0
	<i>dupla</i>	2,5	21,1 \pm 0,0	5	21,1 \pm 0,0	7,5	22,9 \pm 1,8
<i>ale</i>				15,8 \pm 1,8			
Görög-dinnye	<i>szimpla</i>	2,5	25,2 \pm 1,0	5	24,1 \pm 1,0	7,5	24,7 \pm 0,0
	<i>dupla</i>	2,5	20,5 \pm 1,0	5	20,5 \pm 1,0	7,5	21,1 \pm 0,0
<i>ale</i>				19,4 \pm 1,8			
Sárgadinnye	<i>szimpla</i>	2,5	21,7 \pm 1,0	5	23,5 \pm 1,0	7,5	24,7 \pm 0,0
	<i>dupla</i>	2,5	21,7 \pm 1,0	5	22,9 \pm 1,8	7,5	26,4 \pm 1,8
<i>ale</i>				15,8 \pm 1,8			
Őszibarack	<i>szimpla</i>	2,5	21,1 \pm 0,0	5	21,7 \pm 1,0	7,5	24,1 \pm 1,0
	<i>dupla</i>	2,5	18,8 \pm 2,0	5	22,9 \pm 1,8	7,5	21,7 \pm 1,0
<i>ale</i>				17,6 \pm 0,0			
Kajszi	<i>szimpla</i>	2,5	21,1 \pm 0,0	5	22,3 \pm 1,0	7,5	24,1 \pm 1,0
	<i>dupla</i>	2,5	17,6 \pm 1,8	5	21,1 \pm 1,8	7,5	24,1 \pm 1,0
<i>ale</i>				19,4 \pm 1,8			
Nektarin	<i>szimpla</i>	2,5	23,5 \pm 1,0	5	26,4 \pm 1,8	7,5	28,8 \pm 1,0
	<i>dupla</i>	2,5	21,1 \pm 0,0	5	23,5 \pm 1,0	7,5	26,4 \pm 1,8
<i>ale</i>				21,1 \pm 0,0			
Szőlő	<i>szimpla</i>	2,5	22,9 \pm 0,0	5	24,1 \pm 1,0	7,5	26,4 \pm 1,8
	<i>dupla</i>	2,5	22,3 \pm 1,0	5	22,9 \pm 1,8	7,5	23,5 \pm 2,0

Forrás: Saját szerkesztés

A többi gyümölcs esetében is emelkedett a C-vitamin tartalom azok hozzáadásakor, de nem minden esetben a mennyiséggel arányosan. Annak ellenére, hogy az eperlé C-vitamin tartalma kiugróan magas volt a többi gyümölcsléhez képest, az ezzel fermentált sörben mért C-vitamin koncentráció alacsonyabb volt a kontroll mintáénál.

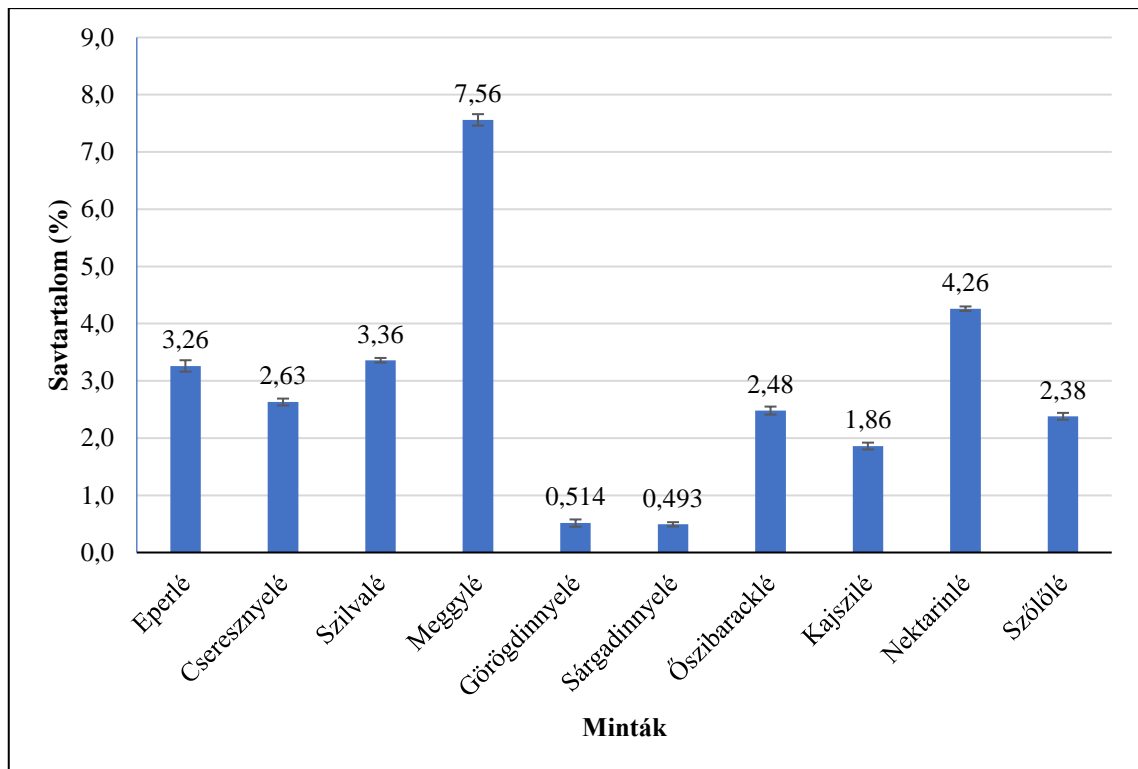
Jól látható azonban, hogy az eperlé palackozás előtti adagolása jelentős növekedést eredményezett a C-vitamin tartalomban, és az összes minta közül a 7,5%-os szimpla epres sör mutatta a legmagasabb értéket, mely szignifikáns differenciát mutatott a kontroll minta C-vitamin tartalmához képest ($p < 0,000$). Ez az epres ale-en, valamint a 2,5%-os dupla epres sörön kívül valamennyi epres mintáról elmondható, de a 7,5%-os szimpla epres minta az összes többihez képest szignifikáns differenciát mutatott. Ezek a megfigyelések az eperlé kimagasló aszkorbinsav-tartalmával magyarázhatók.

A 7,5%-os szimpla epres sör C-vitamin tartalmát a 7,5%-os szimpla meggyes ale követte, a különbség közöttük csupán 1,2 mg/100 ml volt, mely statisztikailag igazolhatóan különbözött mind a kontroll ($p < 0,000$), mind pedig a meggyes ale ($p < 0,000$) mintától. A többi mintában mért koncentráció 30 mg/100 ml alatti volt, és általánosan elmondható, hogy a szimpla gyümölcsös sörök vitamintartalma magasabb volt a dupla sörökénél, kivéve a szilvás söröket, a 2,5 és 7,5%-os sárgadinnyés söröket, az 5%-os őszibarackos söröket valamint a 7,5%-os kajszis söröket. A legmagasabb gyümölcslétartalmakat figyelembe véve a különbség statisztikailag igazolható volt az epres ($p = 0,009$), valamint a meggyes ($p < 0,000$) sörök esetében.

4.2.1.3. Savtartalom, összes savasság

A 11. ábrán látható a gyümölcslevek savtartalma. A meggylé 7,56%-os savtartalma kiugróan magasnak számít, mely az összes többi mintához képest statisztikailag igazolható különbséget mutatott. Ezt a nektarinlé követte 4,26%-os savtartalommal. Az eper- és szilvaléből mért érték közel azonos volt, csakúgy, mint a kajszis- és szőlőlé savtartalma. A két dinnyeléből is közel azonos savtartalmat mértünk, és mint az látható, kizárólag ebből a két mintából határoztunk meg 1% alatti savtartalmat, és kizárólag egymáshoz képest nem mutattak statisztikailag igazolható különbséget ($p = 1,000$).

A gyümölcsös sörök összes savasságát a 17. táblázat foglalja össze. A minták savtartalma 0,0470 és 0,138 tejsav% között alakult, mely teljes mértékben összhangban van a kereskedelmi forgalomban kapható gyümölcsös sörökből mért savtartalommal (0,0732-0,127 tejsav%) és a sörtartalmú italokéval, azonban az is látható, hogy ezt befolyásolja a felhasznált gyümölcsfaj is mind az ízesített sörök, mind pedig a sörtartalmú italok esetében.



11. ábra: A gyümölcslevek savtartalma és azok szórása
 Forrás: Saját szerkesztés

A gyümölcslevek savtartalmának megfelelően a legmagasabb savasságot a 7,5%-os dupla meggyes ale-ből mértük. Jól látható, hogy a meggyes sörök esetében az összes minta savassága magasabb volt a kontroll mintáénál, és ez az eltérés minden esetben statisztikailag igazolható, minden esetben 0,000 alatti p -értékkel. A kereskedelmi forgalomban kapható minták közül is a citrusos italokat leszámítva a meggyes sörök mutatták a legmagasabb savtartalmat. A hozzáadási módokat tekintve mindkét esetben a gyümölcsle mennyiségével arányosan nőtt a savtartalom, és a dupla meggyes sörök savtartalma minden esetben magasabb volt a szimplakénál. A különbségek ezúttal is szignifikánsak voltak, így az összes meggyes sör statisztikailag igazolhatóan különült el egymástól. Annak ellenére, hogy a második legmagasabb savtartalmat a nektarinléből mértük a gyümölcslevek közül, a kajszilével készült sörök savassága minden esetben magasabb volt azok nektarinlével előállított megfelelőinél. Ezt a két gyümölcsöt tekintve is elmondható, hogy a növekvő gyümölcstartalom minden esetben a savasság emelkedését eredményezte, olyan mértékben, hogy az összes kajszis sör statisztikailag igazolhatóan tért el mind egymástól, mind pedig a kontroll mintától, minden esetben 0,000 alatti p -értékkel.

17. táblázat: A kontroll és gyümölcsös sörök összes savassága \pm szórás

Gyümölcs	Típus	Létartalom (%)	Összes sav (tejsav%)	Létartalom (%)	Összes sav (tejsav%)	Létartalom (%)	Összes sav (tejsav%)
Kontroll				$0,067 \pm 0,001$			
Eper	<i>ale</i>			$0,078 \pm 0,001$			
	<i>szimpla</i>	2,5	$0,070 \pm 0,000$	5	$0,076 \pm 0,001$	7,5	$0,086 \pm 0,001$
	<i>dupla</i>	2,5	$0,084 \pm 0,001$	5	$0,082 \pm 0,000$	7,5	$0,087 \pm 0,001$
Cse-resznye	<i>ale</i>			$0,089 \pm 0,001$			
	<i>szimpla</i>	2,5	$0,067 \pm 0,001$	5	$0,074 \pm 0,000$	7,5	$0,080 \pm 0,001$
	<i>dupla</i>	2,5	$0,092 \pm 0,001$	5	$0,089 \pm 0,000$	7,5	$0,091 \pm 0,001$
Szilva	<i>ale</i>			$0,065 \pm 0,001$			
	<i>szimpla</i>	2,5	$0,068 \pm 0,001$	5	$0,072 \pm 0,000$	7,5	$0,077 \pm 0,001$
	<i>dupla</i>	2,5	$0,067 \pm 0,000$	5	$0,072 \pm 0,000$	7,5	$0,080 \pm 0,001$
Meggy	<i>ale</i>			$0,087 \pm 0,001$			
	<i>szimpla</i>	2,5	$0,079 \pm 0,000$	5	$0,099 \pm 0,001$	7,5	$0,118 \pm 0,001$
	<i>dupla</i>	2,5	$0,110 \pm 0,001$	5	$0,126 \pm 0,001$	7,5	$0,138 \pm 0,001$
Görög-dinnye	<i>ale</i>			$0,054 \pm 0,001$			
	<i>szimpla</i>	2,5	$0,064 \pm 0,000$	5	$0,066 \pm 0,000$	7,5	$0,068 \pm 0,000$
	<i>dupla</i>	2,5	$0,051 \pm 0,000$	5	$0,049 \pm 0,000$	7,5	$0,047 \pm 0,001$
Sárga-dinnye	<i>ale</i>			$0,055 \pm 0,001$			
	<i>szimpla</i>	2,5	$0,064 \pm 0,000$	5	$0,066 \pm 0,001$	7,5	$0,068 \pm 0,000$
	<i>dupla</i>	2,5	$0,052 \pm 0,000$	5	$0,052 \pm 0,001$	7,5	$0,051 \pm 0,001$
Őszi-barack	<i>ale</i>			$0,075 \pm 0,000$			
	<i>szimpla</i>	2,5	$0,071 \pm 0,000$	5	$0,074 \pm 0,001$	7,5	$0,079 \pm 0,000$
	<i>dupla</i>	2,5	$0,076 \pm 0,000$	5	$0,080 \pm 0,001$	7,5	$0,087 \pm 0,001$
Kajszi	<i>ale</i>			$0,090 \pm 0,001$			
	<i>szimpla</i>	2,5	$0,079 \pm 0,000$	5	$0,083 \pm 0,001$	7,5	$0,095 \pm 0,001$
	<i>dupla</i>	2,5	$0,102 \pm 0,001$	5	$0,107 \pm 0,001$	7,5	$0,116 \pm 0,001$
Nek-tarin	<i>ale</i>			$0,082 \pm 0,001$			
	<i>szimpla</i>	2,5	$0,070 \pm 0,000$	5	$0,077 \pm 0,001$	7,5	$0,087 \pm 0,001$
	<i>dupla</i>	2,5	$0,089 \pm 0,001$	5	$0,097 \pm 0,001$	7,5	$0,101 \pm 0,001$
Szőlő	<i>ale</i>			$0,077 \pm 0,001$			
	<i>szimpla</i>	2,5	$0,071 \pm 0,001$	5	$0,079 \pm 0,001$	7,5	$0,086 \pm 0,001$
	<i>dupla</i>	2,5	$0,083 \pm 0,001$	5	$0,088 \pm 0,001$	7,5	$0,090 \pm 0,001$

Forrás: Saját szerkesztés

A nektarinos sörök esetében is szignifikáns volt a differencia az összes minta között. A gyümölcslével fermentált ale sörök savassága többnyire magasabb volt a kontroll mintáénál, kivételt képez ezalól a szilvás, görögdinnyés és a sárgadinnyés ale. A kontroll mintához képest statisztikailag igazolhatóan magasabb savtartalmat mértünk az epres, cseresznyés, meggyes, őszibarackos, kajszis, nektarinos, valamint a szőlős ale mintákból ($p < 0,000$). A görög- és sárgadinnyés sörök esetében a felhasznált gyümölcslé savtartalma is nagyon alacsony volt a többihez képest, a szilvalé savtartalma viszont a kajsziléénél magasabb volt. A hozzáadási módoknak megfelelően többnyire a dupla gyümölcsös sörök savtartalma volt magasabb, kivéve a görög- és sárgadinnyés söröket, a gyümölcslevek savtartalmának megfelelően, valamint a 2,5%-os szilvás söröket. A minták savassága a gyümölcslevek mennyiségével egyenesen arányosan nőtt, kivéve a dupla epres, dupla cseresznyés, illetve a görög- és sárgadinnyés söröket. A kontroll mintához képest minden minta esetében statisztikailag igazolhatóan magasabb savtartalmat eredményezett az eperlé, meggylé, baracklé, kajszilé és nektarinlé hozzáadása. Az itt leírt megfigyelések egyértelműen a gyümölcslevek savtartalmával magyarázhatók.

4.2.1.4. Keserűérték

A 18. táblázatban látható a gyümölcsös sörök keserűértéke. A kereskedelmi forgalomban kapható ízesített sörök jellemzően jóval alacsonyabb keserűértékűek, azonban kutatásom során érdekesnek gondoltam megállapítani, hogy a gyümölcsök hozzáadása egy markánsan keserű sörből milyen érzékszervi tulajdonságokat hoz elő. A legmagasabb alfasav-tartalmat a sárgadinnyével fermentált ale-ből mértük. Ez a minta statisztikailag igazolhatóan különült el mind a kontroll, mind pedig az összes többi sárgadinnyés mintától. A gyümölcsös ale sörök közül ez, valamint az epres, cseresznyés és görögdinnyés sör mutatott magasabb alfasav-tartalmat a kontroll mintáénál ($p < 0,000$), a többi az alatt maradt. A gyümölcslé hozzáadásának hatására a minták alfasav-koncentrációja nagyon eltérően alakult. Az epres sörök esetében mind a szimpla, mind pedig a dupla gyümölcsös sörök keserűértéke a hozzáadott gyümölcslé mennyiségének növelésével csökkent, így az epres ale mintán kívül csak a 2,5%-os létartalmú sörök tartalmaztak több izomerizált alfasavat, mint a kontroll minta. Hasonló tendenciát figyelhetünk meg a cseresznyés söröket vizsgálva is, itt azonban a 2,5%-os dupla cseresznyés minta keserűértéke jelentősen magasabb volt az összes többiénél, a cseresznyelével fermentált mintát leszámítva.

18. táblázat: A kontroll és gyümölcsös sörök keserűértéke ± szórás

Gyümölcs	Típus	Létartalom (%)	Keserűérték. (mg/l)	Létartalom (%)	Keserűérték. (mg/l)	Létartalom (%)	Keserűérték. (mg/l)
Kontroll				80,1±2,6			
<i>ale</i>				89,6±3,4			
Eper	<i>szimpla</i>	2,5	82,7±1,6	5	76,8±0,6	7,5	72,0±0,4
	<i>dupla</i>	2,5	89,1±0,9	5	85,6±0,2	7,5	79,7±0,9
<i>ale</i>				91,2±0,9			
Cse-resznye	<i>szimpla</i>	2,5	77,3±0,6	5	71,1±0,4	7,5	69,2±0,4
	<i>dupla</i>	2,5	90,2±0,9	5	77,7±0,2	7,5	76,5±0,2
<i>ale</i>				74,0±0,6			
Szilva	<i>szimpla</i>	2,5	84,8±0,8	5	80,2±0,4	7,5	78,3±0,8
	<i>dupla</i>	2,5	80,3±0,1	5	80,8±1,1	7,5	74,1±0,1
<i>ale</i>				65,3±0,1			
Meggy	<i>szimpla</i>	2,5	86,1±0,8	5	78,2±0,6	7,5	71,2±1,0
	<i>dupla</i>	2,5	67,2±0,7	5	67,4±0,2	7,5	68,1±0,4
<i>ale</i>				96,3±2,0			
Görög-dinnye	<i>szimpla</i>	2,5	76,7±1,8	5	72,5±0,6	7,5	69,0±0,1
	<i>dupla</i>	2,5	91,2±0,9	5	92,7±0,8	7,5	85,5±0,7
<i>ale</i>				103±1			
Sárgadinnye	<i>szimpla</i>	2,5	74,7±1,0	5	66,7±0,5	7,5	64,7±1,6
	<i>dupla</i>	2,5	98,5±0,8	5	90,2±1,2	7,5	87,0±1,2
<i>ale</i>				87,3±0,5			
Őszi-barack	<i>szimpla</i>	2,5	71,1±1,7	5	68,0±1,7	7,5	65,1±1,2
	<i>dupla</i>	2,5	81,9±0,5	5	73,3±0,2	7,5	68,6±0,3
<i>ale</i>				66,9±0,8			
Kajszi	<i>szimpla</i>	2,5	63,8±1,2	5	61,1±0,6	7,5	61,0±0,1
	<i>dupla</i>	2,5	67,2±0,3	5	62,6±0,6	7,5	48,2±0,5
<i>ale</i>				61,7±1,0			
Nektarin	<i>szimpla</i>	2,5	70,5±0,4	5	63,7±0,6	7,5	67,2±0,8
	<i>dupla</i>	2,5	58,9±0,5	5	61,4±0,8	7,5	62,3±0,1
<i>ale</i>				60,2±1,3			
Szőlő	<i>szimpla</i>	2,5	77,1±2,8	5	60,3±0,7	7,5	60,8±0,3
	<i>dupla</i>	2,5	65,2±0,3	5	60,2±0,4	7,5	59,7±0,3

Forrás: Saját szerkesztés

A 2,5%-os dupla cseresznyés sör kizárólag a cseresznyés ale-hez képest nem mutatott szignifikáns különbséget ($p = 0,923$). A szilvás söröket tekintve elmondható, hogy bár a szilvalével fermentált sör alfasav-tartalma alacsonyabb volt a kontroll mintáénál, ennél magasabb alfasav-koncentrációkat mértünk az összes többi szilvás sörből. A differencia a szilvalével fermentált ale-hez képest kizárólag a 7,5%-os dupla szilvás sör esetében nem volt igazolható ($p = 1,000$).

A keserűérték azonos adagolási módok mellett, a gyümölcslé-tartalom növekedésével, ezúttal is csökkent. A meggyes sörök közül kizárólag a 2,5%-os szimpla meggyes ale keserűértéke haladta meg a kontroll mintáét, ez a különbség azonban statisztikailag igazolható volt ($p < 0,000$). A szimpla meggyes mintákban mért koncentráció a gyümölcslé-tartalom növekedésével csökkent, ezen minták között szignifikáns differencia látható, a dupla meggyes sörök esetében azonban szinte változatlan maradt a keserűérték. A görögdiinnyés minták esetében is csökkent az alfasav-koncentráció a szimpla diinnyés sörökben, míg a dupla diinnyések esetében az 5%-os létartalmú minta keserűértéke kicsivel magasabb volt a 2,5%-osénál. A sárgadinnyés söröket vizsgálva látható, hogy a sárgadinnyés ale magas alfasav-tartalmának megfelelően a dupla sárgadinnyés sörök jelentősen magasabb keserűértékűek voltak, mint a szimpla ale-ek, és a differencia minden esetben szignifikáns volt ($p < 0,000$). Mindkét esetben csökkent az alfasav-tartalom a gyümölcslé mennyiségének növelésével. Ez a tendencia megfigyelhető az őszibarackos söröknél is, a kajszis minták esetében viszont a 7,5%-os dupla gyümölcsös sör alfasav-koncentrációja az összes többihez képest jelentősen alacsonyabb volt. A kajszis sörök esetében a kontroll mintához képest az összes mintából statisztikailag igazolhatóan alacsonyabb ($p < 0,000$) keserűértéket mértünk, de még a kajszis ale minta is kizárólag a 2,5%-os dupla kajszis sörhöz képest nem mutatott szignifikáns differenciát ($p = 1,000$). A dupla nektarinos sörök keserűértéke a gyümölcslé mennyiségének növelésével enyhén nőtt, a szimpla nektarinos söröknél azonban az 5%-os létartalom esetében tapasztaltuk a legalacsonyabb alfasav-koncentrációt, mely statisztikailag igazolhatóan különbözött az összes többi nektarinos minta keserűértékétől ($p < 0,000$). A szőlős söröket vizsgálva megfigyelhető, hogy a 2,5%-os szimpla szőlős sör alfasav-tartalma lényegesen magasabb volt az összes többi mintáénál, mely statisztikailag is igazolható volt minden esetben.

A sörök mért keserűértékét a gyümölcslé hozzáadása többféle módon is befolyásolhatta. Azoknál a mintáknál, melyeknél az alfasav-tartalom csökkenése látható a gyümölcslével történő fermentációt követően, elképzelhető, hogy a hozzáadott gyümölcslé rostjain kötődtek meg keserűsavak, csakúgy mint általában a forró- vagy hidegseprő, valamint az élesztősejtek felületén. Ilyen gyümölcsök voltak például a szilva, meggy, kajszi, nektarin és szőlő. Ugyancsak ez okozhatta azt is, hogy esetenként a dupla gyümölcsös ale-ek keserűértéke alacsonyabb volt az azonos mennyiségű gyümölcslevet tartalmazó szimpla gyümölcsös ale-ekénél. Emellett az is megemlíthető, hogy mivel a gyümölcslevek nem tartalmaznak izomerizált alfasavakat, a sört a keserűsavak tekintetében hígítottuk.

A keserűérték esetenkénti névleges növekedését az is eredményezheti, hogy a vizsgálati módszer korábbi kutatások alapján esetenként kimutathatja a nem izomerizálódott alfasavakat és a polifenolokat is. Ennek ellenőrzését későbbi kutatásaim során indokoltnak tartom elvégezni.

4.2.1.5. Ásványianyag-tartalom

A gyümölcslevek kálium-, nátrium-, kalcium- és magnéziumtartalma, valamint azok egymáshoz viszonyított aránya a 19. táblázatban látható. A meggylé tartalmazta a legtöbb káliumot, melytől nem sokkal maradt el a cseresznyelé és a sárgadinnyelé káliumtartalma sem. A meggylé kálium-koncentrációja statisztikailag igazoltan különbözött az eperléétől ($p = 0,007$), a szilvaléétől ($p < 0,000$), a görögdinnyeléétől ($p < 0,000$), a barackléétől ($p = 0,005$), valamint a nektarin- ($p = 0,003$) és szőlőléétől ($p = 0,001$). A többi gyümölcslében mért kálium-koncentráció 1000 és 2000 mg/l között volt, kivéve a legalacsonyabb káliumtartalmú görögdinnyelevelet, melynek 1000 mg/l alatt volt a káliumtartalma. A görögdinnyelé az összes többi gyümölcsléhez képest statisztikailag igazolható különbséget mutatott. A minták nátriumtartalma a káliumhoz képest elenyésző. A nektarinlé nátriumtartalma volt a legmagasabb, mely statisztikailag igazolhatóan eltért valamennyi gyümölcslétől a sárgadinnyelé kivételével ($p = 0,116$), mely a második legmagasabb nátriumtartalmat mutatta. A többi minta nátriumtartalma a baracklé kivételével 5 mg/l alatti volt, a legalacsonyabb nátrium-koncentrációt pedig a szilvaléből mértük, mely kizárólag a kajsziléhez képest nem mutatott statisztikailag igazolható különbséget ($p = 0,099$). A minták kalciumtartalma 20,6 és 237 mg/l között alakult, a meggylé kalciumtartalma azonban kiugróan magas a többi mintában mért értékeket figyelembe véve. Az eltérés statisztikailag igazolható volt minden gyümölcsléhez képest. A legalacsonyabb kalciumtartalmat a nektarinléből mértük, mely csak a szilva- ($p = 0,995$) és görögdinnyeléhez ($p = 0,967$) képest nem mutatott statisztikailag igazolható különbséget. A minták magnéziumtartalma is széles skálán változott, a legmagasabb magnézium-koncentrációt a meggyléből mértük, az ezt követő eper- és sárgadinnyelé magnéziumtartalma pedig megegyezett. Ennek ellenére a meggylé csupán az eperléhez képest nem mutatott statisztikailag igazolható különbséget ($p = 0,075$). Ezeken kívül a cseresznyelé magnéziumtartalma volt még 100 mg/l fölötti. A négy makroelem egymáshoz viszonyított aránya a kereskedelmi forgalomban kapható sörökéhez hasonlóan alakult, ezúttal is a kálium és magnézium irányába tolódott el.

19. táblázat: A gyümölcslevek K-, Na-, Ca- és Mg-tartalma \pm szórás

Minta	Ásványianyag-tartalom (mg/l)				(Na+Ca) / (K+Mg)
	K	Na	Ca	Mg	
<i>Eper</i>	1735 \pm 56	4,22 \pm 0.26	108 \pm 9	121 \pm 12	0,0601
<i>Cseresznye</i>	2149 \pm 74	4,12 \pm 0.14	57,7 \pm 3.7	103 \pm 6	0,028
<i>Szilva</i>	1100 \pm 38	1,14 \pm 0.14	19,8 \pm 0.6	44,4 \pm 0.9	0,018
<i>Meggy</i>	2186 \pm 45	2,77 \pm 0.08	237 \pm 2	178 \pm 3	0,101
<i>G. dinnye</i>	697 \pm 44	3,28 \pm 0.20	22,1 \pm 1.4	49,5 \pm 3.3	0,034
<i>S. dinnye</i>	2016 \pm 147	29,7 \pm 2.3	33,6 \pm 2.4	121 \pm 9	0,030
<i>Barack</i>	1752 \pm 46	18,6 \pm 0.5	72,2 \pm 0.3	86,2 \pm 2.6	0,049
<i>Kajszi</i>	1900 \pm 188	2,34 \pm 0.31	111 \pm 10	60,6 \pm 6.3	0,058
<i>Nektarin</i>	1593 \pm 22	40,6 \pm 3.1	20,6 \pm 1.2	60,8 \pm 1.7	0,037
<i>Szőlő</i>	1330 \pm 66	3,64 \pm 0.21	38,0 \pm 1.5	54,8 \pm 2.1	0,030

Forrás: Saját szerkesztés

A 20. táblázatban látható a gyümölcslevek foszfor-, kén- és bórtartalma. A legmagasabb foszfortartalmakat a cseresznye- és nektarinléből mértük. A többi mintában 100 és 300 mg/l között volt, kivéve a görögdinnyelét, mely 49,5 mg/l-es értékével jelentősen alacsonyabb volt a többi mintáénál. Ennek megfelelően minden mintához képest statisztikailag igazolható volt a különbség. A minták kén-tartalma már nem mutatott ilyen széles skálát, 19,4 és 86,9 mg/l között alakult. A legmagasabb koncentrációt a sárgadinnye-, a legalacsonyabbat pedig az őszibaracklé mutatta. A sárgadinnyelé csak a cseresznyeléhez ($p = 0,186$) és a meggyeléhez ($p = 0,242$) képest nem mutatott statisztikailag igazolható különbséget. A legmagasabb bórtartalmat a nektarinléből mértük, mely kizárólag a meggy- és kajszilétől nem különbözött szignifikánsan, 0,063 és 0,290-es p -értékkel. A legtöbb minta bórtartalma 1,5 és 2,5 mg/l között volt, a görögdinnyelé azonban szignifikánsan alacsonyabb volt az összes mintáénál.

20. táblázat: A gyümölcslevek P-, S- és B-tartalma \pm szórás

Minta	Ásványianyag-tartalom (mg/l)		
	P	S	B
<i>Eper</i>	124 \pm 7	42,3 \pm 2.5	1,45 \pm 0,03
<i>Cseresznye</i>	338 \pm 18	69,1 \pm 1.2	2,39 \pm 0,02
<i>Szilva</i>	160 \pm 2	23,0 \pm 1.3	1,65 \pm 0,04
<i>Meggy</i>	270 \pm 4	71,4 \pm 1.1	3,68 \pm 0,05
<i>G. dinnye</i>	47,8 \pm 2.4	26,2 \pm 1.2	0,670 \pm 0,030
<i>S. dinnye</i>	297 \pm 21	86,9 \pm 5.8	1,61 \pm 0,13
<i>Barack</i>	268 \pm 8	19,4 \pm 0.2	3,25 \pm 0,14
<i>Kajszi</i>	190 \pm 18	23,5 \pm 1.7	3,68 \pm 0,36
<i>Nektarin</i>	326 \pm 20	30,8 \pm 2.1	4,53 \pm 0,17
<i>Szőlő</i>	137 \pm 3	31,6 \pm 0.7	2,44 \pm 0,05

Forrás: Saját szerkesztés

A gyümölcslevek bárium-, réz-, mangán-, stroncium- és cinktartalma a 21. táblázatban látható. Annak ellenére, hogy a szilva- és görögdinnyelé báriumtartalma is kimutatási határ alatt volt ($LoD=1 \mu\text{g/l}$), kifejezetten magas báriumtartalmak is mérhetőek voltak. A legmagasabb koncentrációt az eperléből mértük, ez azonban kiugró értéknek mondható, hiszen a második legmagasabb báriumtartalomnak, mely a meggyléből volt mérhető, ez több mint ötszöröse. Ennek megfelelően az eltérés statisztikailag igazolható volt valamennyi gyümölcsléhez képest. A többi minta bárium-koncentrációja $100 \mu\text{g/l}$ alatti volt, és a legalacsonyabb mérhető értéket az őszibaracklé esetében láthatjuk.

A réztartalom tekintetében a szőlőlé produkált kiugróan magas értéket, mely a második legmagasabb báriumtartalmú meggyléből mért érték ötszöröse volt, így a szőlőlé réztartalma statisztikailag igazoltan tért el az összes többi gyümölcslétől. A szőlőlevet leszámítva tehát az összes minta réztartalma $1000 \mu\text{g/l}$ alatti volt, a következő sorrendben: meggy, cseresznye, kajszli, nektarin, őszibarack, szilva, görögdinnye, sárgadinnye, eper. A minták mangántartalmát vizsgálva az eperléből mért kiemelkedően magas érték tűnik szembe, mely közel hatszorosa a második legmagasabb értéknek, mely a meggyléből volt mérhető. Az eltérés ezúttal is statisztikailag igazolható. Ettől nem sokkal maradt el a cseresznyelé mangántartalma sem. Csúpan két minta mangántartalma volt $100 \mu\text{g/l}$ alatti. Az egyik a görögdinnyelé, a másik a szilvalé, ez utóbbi mangán-koncentrációja azonban a kimutatási határt sem érte el ($LoD=6 \mu\text{g/l}$).

A gyümölcslevek stronciumtartalma $48,0$ és $783 \mu\text{g/l}$ között változott. A legalacsonyabb stronciumtartalmú nektarinlénél alig mértünk magasabb koncentrációt a görögdinnyeléből. A meggylé stronciumtartalma volt a legmagasabb, melyet az eperlé követett, ezektől jelentősen alacsonyabb koncentrációt mértünk az azokat követő őszi- és kajsziléből, melyek stroncium-koncentrációja között csúpan 25 mikrogramm eltérés volt. Az eperlé stronciumtartalma statisztikailag igazolhatóan magasabb volt az összes többi gyümölcslénél.

A legmagasabb cinktartalmat a sárgadinnyeléből mértük, melyet az őszi- és kajszilé követett. A sárgadinnyelé cinktartalma csak a baracklétől nem tért el statisztikailag igazoltan ($p = 0,055$). A kajszilé és a szilvalé cinktartalma közel azonos volt, és egymáshoz közeli értékeket mértünk az eper-, cseresznye- és nektarinléből is. A legalacsonyabb cinktartalma a görögdinnyelének volt, mely a sárgadinnyeléből mért értéknek kevesebb, mint negyede, és csak a szőlőlétől nem különbözött szignifikánsan ($p = 0,511$).

Összesítve tehát az eperlé bárium- és mangántartalma volt a legmagasabb, viszont ennek a gyümölcslének volt a legalacsonyabb réztartalma. A szőlőlé réztartalma kiugróan magas volt. A meggyléből mértük a legmagasabb stroncium-koncentrációt, cinktartalomban pedig a sárgadinnyelé volt kiemelkedő. A báriumtartalmat tekintve a szilva- és görögdinnyelé nem érte el a kimutatási határt, csakúgy, mint a szilvalé mangántartalma. A legalacsonyabb stronciumtartalmat a nektarinlé, míg a legalacsonyabb cinktartalmat a görögdinnyelé mutatta.

21. táblázat: A gyümölcslevek Ba-, Cu-, Mn-, Sr- és Zn-tartalma \pm szórás

Minta	Ásványianyag-tartalom ($\mu\text{g/l}$)				
	Ba	Cu	Mn	Sr	Zn
<i>Eper</i>	644 \pm 60	147 \pm 5	3190 \pm 190	512 \pm 6	560 \pm 12
<i>Cseresznye</i>	44,6 \pm 2,4	666 \pm 21	533 \pm 13	173 \pm 5	596 \pm 12
<i>Szilva</i>	<LoD	385 \pm 10	<LoD	52,3 \pm 0,1	659 \pm 13
<i>Meggy</i>	118 \pm 1	970 \pm 15	560 \pm 7	783 \pm 6	440 \pm 7
<i>G. dinnye</i>	<LoD	281 \pm 11	68,7 \pm 3,2	48,6 \pm 2,5	253 \pm 5
<i>S. dinnye</i>	74,5 \pm 6,9	205 \pm 13	334 \pm 22	92,7 \pm 5,8	1190 \pm 80
<i>Barack</i>	9,22 \pm 1,07	495 \pm 10	263 \pm 8	223 \pm 2	781 \pm 30
<i>Kajszi</i>	68,9 \pm 6,3	585 \pm 38	408 \pm 34	248 \pm 9	667 \pm 52
<i>Nektarin</i>	<LoD	536 \pm 15	228 \pm 5	48,0 \pm 4,8	574 \pm 24
<i>Szőlő</i>	97,0 \pm 3,5	4940 \pm 120	179 \pm 4	141 \pm 4	270 \pm 10

Forrás: Saját szerkesztés

A saját készítésű gyümölcsös sörök ásványianyag-tartalmát a 2. sz. melléklet tartalmazza. Jól látható, hogy a kontroll minta káliumtartalmánál az összes többi sör magasabb koncentrációt mutatott, beleértve a gyümölcsös ale-eket és a szimpla és dupla söröket is. Megfigyelhető, hogy egyes gyümölcslevek esetében (eper, meggy, görögdinnye, sárgadinnye, kajszi és szőlő) az ale sörökben magasabb volt a kálium koncentrációja, mint a szimpla sörökben, de alacsonyabb, mint a dupla sörökben. Emellett az is megfigyelhető, hogy a dupla gyümölcsös ale sörök káliumtartalma magasabb volt a szimpla gyümölcsös sörökénél, kivéve a 7,5%-os nektarinos sörök esetében, az eltérés azonban ebben az esetben nem számottevő. Ennek ellenére bizonyos esetekben ez a különbség statisztikailag igazolható, például a szilvás sörök esetében, 0,001-es, 0,014-es és 0,003-as p -értékkel, a meggyes söröknél 0,000 alatti, 0,002-es és 0,012-es p -értékkel, a görögdinnyés söröknél 0,002-es, 0,042-es és 0,006-os p -értékkel, a barackos sörök esetében 0,000 alatti és 0,001-es p -értékkel, valamint a kajszi söröknél minden esetben 0,000 alatti p -értékkel. A legtöbb esetben a növekvő gyümölcsletartalommal arányosan nőtt az azonos technológiával előállított sörök káliumtartalma is, leszámítva a szimpla

epres, szimpla és dupla görögdiinnyés, valamint a szimpla és dupla szőlős söröket. Fontos azonban megemlíteni, hogy az epres sörök esetében egyedül az 5%-os szimpla epres ale káliumtartalma volt minimálisan alacsonyabb a 2,5%-os mintáénál, valamint azt, hogy a görögdiinnyel káliumtartalma alacsony volt a többi gyümölcsléhez képest. Az összes minta közül a 7,5%-os dupla epres ale káliumtartalma volt a legmagasabb, melyet a 7,5%-os dupla meggyes és sárgadiinnyés sör követett. A 7,5%-os dupla epres ale sör azonban nem mutatott statisztikailag igazolható különbséget egyik epres mintához képest sem. A gyümölcslével fermentált ale sörök káliumtartalma a következő sorrendben csökkent: sárgadiinnyés, meggyes, kajszibarackos, epres, görögdiinnyés, cseresznyés, szőlős, őszibarackos, nektarinos, szilvás. Ezek közül statisztikailag igazolhatóan magasabb káliumtartalma volt a kontroll mintáénál az epres ($p = 0,046$), meggyes ($p = 0,010$), görögdiinnyés ($p = 0,018$), sárgadiinnyés ($p = 0,002$), őszibarackos ($p < 0,000$), kajszis ($p < 0,000$), nektarinos ($p < 0,000$), valamint a szőlős ($p = 0,041$) ale mintának is.

A nátriumtartalom esetében az egyes mintákból mért koncentrációk igen hasonlóan alakultak. A kontroll mintához képest a gyümölcslével fermentált ale minták közül magasabb, és egyben statisztikailag igazolhatóan eltérő nátriumtartalmat mutatott a sárgadiinnyés ($p = 0,009$), őszibarackos ($p = 0,005$), és a szőlős sör ($p = 0,016$), annak ellenére, hogy igazán magas nátriumtartalma csak a nektarin- és sárgadiinnyelének volt. Ezt a szimpla és dupla gyümölcsös sörök nátriumtartalma is alátámasztja, az összes minta közül a 2,5%-os szimpla sárgadiinnyés ale söré volt a legmagasabb, melyet a 7,5%-os szimpla nektarinos sör követett. Emellett megállapítható, hogy az összes sárgadiinnyés sör nátrium-koncentrációja 30 mg/l fölötti volt, a kontroll mintához képest azonban a különbség nem volt szignifikáns a 2,5%-os ($p = 0,542$), valamint a 7,5%-os ($p = 0,416$) dupla sárgadiinnyés sör esetében. Jól látható, hogy azon gyümölcsök esetében, ahol a gyümölcslével fermentált ale minta nátriumtartalma alacsonyabb lett a kontroll mintáénál, a dupla gyümölcsös sörök nátriumtartalma minden esetben alacsonyabb volt a szimpla megfelelőjükből mért koncentrációnál. Ez az állítás egyébként igaz még a meggyes, sárgadiinnyés és szőlős sörökre is annak ellenére, hogy itt a gyümölcslével fermentált ale minta nátriumtartalma magasabb volt a kontroll mintáénál. Ez a megfigyelés minden esetben statisztikailag igazolható volt a cseresznyés, meggyes, kajszis, nektarinos és szőlős sörök esetében.

A gyümölcsletartalom növekedése a nátriumtartalmat nem minden esetben változtatja arányosan. Növekedés látható a szimpla szilvás, illetve a dupla nektarinos sörök esetében, és csökkenés tapasztalható a szimpla meggyes, szimpla és dupla görögdiinnyés, szimpla sárgadinnyés, dupla őszibarackos, dupla kajszibarackos, valamint a szimpla és dupla szőlős söröknél, azonban a legtöbb esetben ezek az eltérések nem számottevők. A legalacsonyabb nátriumtartalmat az 5%-os dupla cseresznyés mintából mértük.

A kontroll mintához viszonyítva a gyümölcslevek megemelték egy kivétellel (szilva) az összes szimpla, illetve két kivétellel (cseresznye és sárgadinnye) a dupla sörök kalciumtartalmát. A gyümölcslel fermentált ale minták közül a cseresznyelével való fermentálás után a kalciumtartalom alacsonyabb volt, mint a kontroll mintában mért koncentráció, de a szilvával, meggyel, görögdiinnyével, sárgadinnyével, kajszival és nektarinnal való fermentálás sem okozott változást a mért elem koncentrációjában. Ezen minták közül csupán a szőlős, az őszibarackos és az epres ale mutatott magasabb kalciumtartalmat, mint a kontroll sör, ami statisztikailag is igazolható volt ($p = 0,019$; $p = 0,014$; $p = 0,013$). A szimpla gyümölcsös sörök magasabb kalciumtartalmat mutattak az azonos gyümölcslet-tartalmú dupla gyümölcsös mintáknál az epres, cseresznyés, meggyes, görögdiinnyés, sárgadinnyés, kajszis, valamint a nektarinos söröket vizsgálva. Ez a különbség igazolható volt a cseresznyés, görögdiinnyés, sárgadinnyés, valamint a nektarinos sörök esetében. A gyümölcsletartalom növekedésével emelkedő kalciumkoncentrációt tapasztalhattunk a dupla epres, szimpla cseresznyés, szimpla szilvás, szimpla és dupla meggyes, dupla sárgadinnyés, szimpla őszibarackos, szimpla és dupla kajszis, valamint a szimpla nektarinos sörök esetében. Ez a növekedés egyes esetekben csak enyhének, míg más esetekben számottevőnek bizonyult. A legmagasabb kalciumtartalmat a 7,5%-os szimpla meggyes sörből mértük, melyet a 7,5%-os dupla őszibarack ale, illetve az 5%-os meggyes ale követett.

Hasonlóan a kalciumtartalom eredményekhez, a legtöbb sör esetében növekedett a magnéziumtartalom, de bizonyos minták esetében alacsonyabb, vagy közel azonos koncentrációkat mértünk. A gyümölcslel fermentált ale minták közül a nektarin ale magnézium-koncentrációja volt alacsonyabb a kontroll mintáénál, de hasonló koncentrációkat mértünk a cseresznye és kajszis ale minták esetében is a különbség azonban nem volt szignifikáns ($p = 0,761$). Statisztikailag igazolhatóan magasabb magnéziumtartalmat mértünk a kontrollhoz képest a szilvás ($p = 0,027$), sárgadinnyés ($p = 0,005$), őszibarackos ($p < 0,000$) és szőlős ($p < 0,000$) ale mintákból.

Ezúttal is magasabb volt a szimpla gyümölcsös sörök magnéziumtartalma az azonos gyümölcsle-tartalmú dupla gyümölcsös mintáknál a legtöbb esetben, úgymint az epres, cseresznyés, meggyes, görögdiinnyés, sárgadiinnyés, őszibarackos, kajszis és nektarinos sörök esetében. Ezek közül kiemelendő a cseresznyés sörök közötti különbség, melyeknél minden esetben szignifikáns volt a differencia, az őszibarackos söröknél viszont ez az eltérés csekély volt. Emellett a különbség minden esetben szignifikáns volt a kajszis és nektarinos sörök esetében ($p < 0,000$). A szőlős sörök magnéziumtartalma szűk határon belül mozgott, 78,6 és 81,1 mg/l között, a létartalomtól és a hozzáadás módjától látszólag függetlenül. A magnéziumtartalom a gyümöcslé-tartalommal arányosan növekedett a szimpla cseresznyés, szimpla és dupla meggyes, dupla sárgadiinnyés, szimpla őszibarackos, dupla kajszis, valamint a szimpla és dupla nektarinos sörök esetében, ez a növekedés azonban a legtöbb esetben csekély mértékű volt. A gyümöcslé-tartalom növekedésével csökkenést tapasztaltunk a magnézium-koncentrációban a szimpla és dupla görögdiinnyés sörök esetében, mely megfelel a görögdiinnyelé alacsony magnéziumtartalmának, ez az eltérés azonban csak a 2,5 és 7,5%-os dupla görögdiinnyés sörök esetében volt igazolható ($p = 0,012$).

Bár a gyümöcslevek megemelték a minták foszfortartalmát, ebben az esetben is volt pár kivétel, melynél csökkent a vizsgált elem koncentrációja, vagy nem volt igazolható emelkedés. Az 5%-os dupla cseresznyés sör foszfortartalma volt alacsonyabb a kontroll mintáénál, de ahhoz hasonló koncentrációkat mértem a szimpla szilvás sörökben is. A gyümöcslével fermentált sörök foszfortartalma nem mutatott emelkedést a cseresznyés és kajszis ale sörök esetében, azonban a többi mintában jelentősebb emelkedést tapasztaltam, melyek közül a szőlős ale sörben volt a legmagasabb a foszfortartalmon, amit a sárgadiinnyés, epres, őszibarackos, nektarinos, meggyes, görögdiinnyés és szilvás ale-k követtek. Ezek közül az epres ($p = 0,250$), cseresznyés ($p = 1,000$), meggyes ($p = 0,107$) és kajszis ($p = 0,968$) sörök nem mutattak statisztikailag igazolható különbséget. Jól látható, hogy a meggyes és görögdiinnyés, valamint a cseresznyés és kajszis ale sörök foszfortartalma hasonló volt, és az epres és őszibarackos ale sörök foszfortartalmában is elhanyagolható volt a különbség annak ellenére, hogy a gyümöcslevek foszfortartalmában jelentős eltérések voltak.

A meggylé foszfortartalma a görögdinnyelének több mint ötszöröse, a cseresznyelé foszfortartalma a kajszilének több mint másfélszerese, az őszibaracklé foszfortartalma pedig az eperléének több mint kétszerese volt. A szimpla gyümölcsös sörök foszfor-koncentrációja minden esetben magasabb volt a dupla gyümölcsösökénél az eperes, cseresznyés, meggyes, görögdinnyés, sárgadinnyés, őszibarackos, kajszis, nektarinos és szőlős sörök esetében. Ezek közül kiemelendők a cseresznyés sörök, melyeknél ez a különbség körülbelül másfélszeres volt, ennek megfelelően minden esetben szignifikáns eltéréseket láthattunk 0,004-es, 0,001-es és 0,013-as p -értékkel. Emellett a különbség szignifikáns volt az összes görögdinnyés minta ($p < 0,000$), az összes barackos minta ($p < 0,000$), az összes kajszis minta ($p_1 = 0,001$; $p_2 = 0,003$; $p_3 = 0,003$), valamint az összes nektarinos minta ($p < 0,000$) esetében is. Csak a szimpla cseresznyés, dupla kajszis, és a dupla nektarinos sörökben emelkedett a foszfortartalom a gyümölcslé mennyiségének növelésével. Nagyon sok esetben, például a szimpla és dupla szilvás, szimpla és dupla meggyes, szimpla sárgadinnyés, szimpla és dupla őszibarackos, szimpla és dupla kajszis, valamint a dupla szőlős söröknél a mintákból közel azonos foszfor-koncentrációt mértünk.

A kéntartalom esetében már több mintában alacsonyabb koncentrációt mértünk, mint a kontrollban, a gyümölcslével fermentált ale sörök közül a kajszis és nektarinos ale sör kéntartalma bizonyult a kontroll mintáénál alacsonyabbnak, a szilvás ale sörben pedig közel hasonló koncentrációt mértünk, a különbség azonban nem volt szignifikáns. Az ale sörök kéntartalma a következő sorrendben csökkent: szőlő, őszibarack, meggy, sárgadinnye, eper, görögdinnye, cseresznye, szilva, kajszis, nektarin. Ezek közül közel azonos kéntartalma volt a kontroll, valamint a szilvás, kajszis és nektarinos sörnek. Ezek az eredmények nem tükrözik a gyümölcslevek eredeti kéntartalmát. A szimpla gyümölcsös sörök esetében a szilvás ale sörökben nem volt változás a vizsgált elem koncentrációjában, míg a dupla gyümölcsös sörök esetében a kajszis és a nektarinos ale sörök hasonló koncentrációt mutattak a kontroll sörköz, de a szilvás ale sörökben is csak kismértékű növekedés volt megfigyelhető. A legtöbb esetben a szimpla gyümölcsös sörök kéntartalma jelentősen magasabb volt az azonos gyümölcslé-tartalmú, dupla gyümölcsös mintákénál, a kajszis sörök esetében ez az eltérés mindhárom gyümölcstartalom esetén több mint kétszeres volt, ennek megfelelően az eltérés mindhárom gyümölcslé-tartalom esetében statisztikailag is igazolható volt ($p < 0,000$).

Emellett ez a megfigyelés statisztikailag is igazolható volt a cseresznyés, meggyes, görögdinnyés, barackos, nektarinos, valamint szőlős söröknél. Kizárólag a szilvás söröknél tapasztaltuk ennek ellenkezőjét, itt kismértékben ugyan, de a dupla szilvás sörök kéntartalma lett magasabb, a különbség azonban nem volt szignifikáns. Az azonos hozzáadási módoknál a növekvő gyümölcsle-tartalom a legtöbb esetben nem eredményezett egyértelmű növekedést a kén-koncentrációban, bizonyos esetekben viszont minimális csökkenés volt tapasztalható, például a dupla szilvás, vagy dupla szőlős söröknél, de ez nem volt szignifikáns.

A gyümölcslel fermentált sörök közül a kontroll mintáénál, a szilvás sört leszámítva, minden minta magasabb borkoncentrációt mutatott, azonban a cseresznyés és nektarinos ale sörökben is hasonlóan alacsony koncentrációkat mértünk. A legmagasabb börtartalmakat a kajszis ($p = 0,001$), őszibarackos ($p = 0,076$), szőlős és meggyes ($p = 0,028$) ale sörökből mértük. Ezen gyümölcslevek börtartalma a magasabbak között szerepelt, habár a gyümölcslevek közül a nektarinlé mutatta a legmagasabb koncentrációt. A szimpla gyümölcsös sörök közül a görögdinnyés ale sörök, valamint az 2,5%-os sárgadinnyés és 2,5%-os őszibarackos ale sörök mutattak alacsonyabb, vagy a kontrollhoz hasonló börtartalmat. Azonos gyümölcsle-mennyiség mellett ezúttal többnyire a dupla gyümölcsös sörök koncentrációja bizonyult magasabbnak a szimplákénál. Az eltérés bizonyos létartalmak esetében a kétszeres szorzót is elérte, például az őszibarackos és nektarinos söröknél, de a kajszis ($p < 0,000$) és szőlős ($p < 0,000$) sörök esetében is statisztikailag igazolható volt ez a különbség. Kivételt képeznek ez alól a cseresznyés sörök, ahol csekély eltéréssel, de két esetben a szimpla sörök borkoncentrációja volt magasabb, valamint a nektarinos minták, melyek esetében a szimpla sörök jelentősen magasabb börtartalmat mutattak. A börtartalom a hozzáadott gyümölcsle mennyiségével arányosan növekedett a dupla epres, szimpla cseresznyés, szimpla és dupla szilvás, szimpla és dupla meggyes, szimpla sárgadinnyés, szimpla és dupla őszibarackos, szimpla és dupla kajszis, szimpla és dupla nektarinos, valamint szőlős sörök esetében. Érdekes azonban, hogy egyes esetekben a növekedés mértéke jelentősen eltért a szimpla és dupla mintákat vizsgálva. A nektarinos söröknél például a 2,5%-os, valamint 7,5%-os szimpla sör között több mint kétszáz mg/l-es eltérés volt, míg a dupla nektarinos sörök esetében ez csupán 15 mg/l.

Az eddigi eredményektől eltérően, a báriumot vizsgálva nagyon kevés esetben tapasztaltunk növekedést a vizsgált sörökben. A gyümölcslével fermentált sörök közül csupán az epres, szilvás és kajszis ale minták báriumtartalma volt magasabb a kontroll mintáénál, az epres ale esetében azonban az eltérés több mint kétszeres volt. Az említett sörök közül az epres ($p = 0,040$) és szilvás ($p = 0,039$) sör esetében tapasztaltunk szignifikáns eltérést. Ez megfelel annak a megfigyelésnek, hogy az eperlé báriumtartalma jelentősen magasabb volt az összes többi vizsgált mintáénál, meglepő azonban, hogy a szilvale bárium-koncentrációja nem érte el a kimutatási határt. Valamennyi epres sör báriumtartalma statisztikailag igazolhatóan magasabb volt a kontroll mintáénál. A szimpla sörök esetében csak az epres ale sörökben volt egyértelműen megállapítható a báriumtartalom emelkedése, az őszibarackos és kajszis ale sörökben a kontrollhoz hasonló koncentrációkat mértünk, míg a többi sörben csökkent a báriumtartalom. A dupla sörök esetében a szilvás és őszibarackos ale sörök hasonló báriumtartalmat mutattak, mint a kontroll minta, a kajszis ale sörökben valamivel magasabb, míg az epres ale sörökben jelentősen magasabb börtartalmat mértünk. A többi dupla ale sörben a vizsgált elem koncentrációja alacsonyabb volt, mint a kontroll mintáé. A báriumtartalom a hozzáadott gyümölcsle mennyiségével arányosan emelkedik a szimpla és dupla epres, valamint szimpla és dupla kajszis sörök esetében. A növekedés statisztikailag igazolható volt például a szimpla epres sörök esetében, a 7,5%-os létartalmú minta báriumtartalma ugyanis szignifikáns eltérést mutatott mind az 5%-ostól ($p = 0,014$), mind pedig a 2,5%-ostól ($p = 0,013$). Jelentős eltérést figyelhetünk meg a szimpla és dupla ale sörök között a görögdinnyés és sárgadinnyés sörök esetében. Előbbieknél a dupla ale minták bárium-koncentrációi körülbelül felét-egyharmadát adják a szimpla gyümölcsös sörökének, utóbbiaknál pedig 10-15%-át. Az eltérés statisztikailag igazolható volt a 2,5%-os ($p = 0,002$), 5%-os ($p = 0,002$) valamint 7,5%-os ($p = 0,033$) görögdinnyés, valamint a 2,5%-os ($p = 0,002$), 5 ($p = 0,001$) és 7,5%-os ($p < 0,000$) sárgadinnyés, tehát az összes említett sör esetében. Az összes minta közül a legmagasabb báriumtartalmat a 7,5%-os dupla epres mintából mértük, melyet az 5 és 2,5%-os dupla epres sörök követtek.

A gyümölcslével fermentált ale sörök közül csak a görögdinnyés és az őszibarackos sör réztartalma volt alacsonyabb a kontrollénál, a görögdinnyésé kifejezetten alacsony, a kontroll mintáénak harmada volt ($p = 0,004$). A kontrollhoz hasonló koncentrációt mértünk a kajszis ale sör esetében.

A szimpla sörök esetében csak a 2,5%-os nektarinos sörben, míg a dupla sörök esetében a 2,5%-os és 5%-os görögdinnyés, a 2,5%-os sárgadinnyés és a 2,5%-os nektarinos sörökben mértünk a kontrollénál alacsonyabb koncentrációkat. A többi minta esetében növekedett a sörökben mért réztartalom, melyek közül kiemelkedtek a szőlőlevet tartalmazó minták. Jól látható, hogy a szőlőlé magas réztartalmának megfelelően a szőlőlé hozzáadásával készült sörök réz-koncentrációja is jelentősen emelkedett: a gyümölcslével fermentált ale minták közül a szőlős söré volt a legmagasabb, mely további gyümölcslé hozzáadásával a dupla szőlős sörökben további, nagymértékű koncentráció-növekedést eredményezett, mely minden esetben statisztikailag igazolható volt ($p < 0,000$). A szimpla szőlős sörök esetében is jelentős réztartalom-növekedés látható a hozzáadott gyümölcslé mennyiségével arányosan, azonban ezeknél minden esetben több mint kétszerannyi réz tartalmaztak a dupla szőlős minták, és egymáshoz képest csak a 2,5 és 5%-os szimpla szőlős sörök mutattak szignifikáns különbséget ($p < 0,000$). A szőlőlével fermentált sör réztartalma több, mint háromszorosa volt a kontroll mintáénak. Ilyen mértékben a többi gyümölcslé nem növelte a sör réztartalmát, azonban csekélyebb mértékű növekedés látható a gyümölcslé-tartalom növekedésével a szimpla és dupla epres, szimpla és dupla szilvás, dupla meggyes, dupla sárgadinnyés, dupla kajszis, valamint a dupla nektarinos sörök esetében. Egyes termékcsoportokat vizsgálva egy-egy kiugróan magas, vagy épp nagyon alacsony értékkel találkozhatunk a többihez képest, ilyen például az 5%-os szimpla cseresznyés, 7,5%-os szimpla és dupla görögdinnyés, 5%-os szimpla őszibarackos, 2,5%-os szimpla kajszis, valamint a 2,5%-os szimpla nektarinos sör. Ezek közül csak az 5%-os szimpla cseresznyés sör nem mutatott szignifikáns differenciát ($p = 0,994$) a kontroll mintához képest. A dupla gyümölcsös minták réztartalma magasabbnak bizonyult szimpla társaikénál az epres, meggyes, és szőlős sörök esetében, mely minden esetben igazolható volt a meggyes sörök tekintetében. Alacsonyabbnak bizonyult a dupla gyümölcsös minták réztartalma a szimpla ale-ekénél a szilvás, görögdinnyés és sárgadinnyés sörök esetében. Utóbbiak közül a szilvás mintákat emelném ki, ugyanis például a 2,5%-os minták közül a szimpla szilvás sör réztartalma háromszorosa volt a dupláénak, ami az összes többi mintához viszonyítva kiemelkedően nagy különbség. Ennek megfelelően az azonos mennyiségű hozzáadott szilvalevet tartalmazó szimpla és dupla minták között a különbség minden esetben statisztikailag igazolható volt. Emellett a különbség szignifikáns volt a 2,5, 5 és 7,5%-os sárgadinnyés sörök esetében is ($p < 0,000$).

A minták mangántartalma igen széles határok között változott. Elmondható, hogy csupán az epres és kajszi ale minták, valamint a szimpla és dupla epres sörök mutattak magasabb mangántartalmat a kontroll mintához viszonyítva. A szilvalével fermentált ale minta mangántartalma nem érte el a kimutatási határt ($LoD = 6 \mu g/l$), a legmagasabb mért mangántartalom pedig $539 \mu g/l$ volt. A gyümölcslel fermentált minták mangántartalma a következő sorrendben csökkent: eper, kajszi, nektarin, szőlő, őszibarack, meggy, sárgadinnye, görögdinnye, cseresznye, szilva, azonban az epres ($p = 0,079$) és kajszi ($p = 0,670$) ale minták és a kontroll minta közötti különbség nem volt szignifikáns. Ez megfelel a gyümölcslevek mangántartalmának, hiszen az eperlée kiugróan magas volt, míg a szilvalée szintén kimutatási határ alatti. Ennek megfelelően az összes epres sör mangántartalma magasabb volt az összes többi mintáénál, kivéve a 2,5%-os szimpla epres sört, de ennél is csupán a kajszi ale mutatott magasabb mangán-koncentrációt. Meglepő módon a dupla szilvás sörök mangántartalma meghaladta a kimutatási határt, de a dupla gyümölcsös sörök közül ezen mintáknak volt messze a legalacsonyabb mangántartalma. A dupla gyümölcsös mintákból mért mangán-koncentráció kizárólag az epres, kajszi és nektarinos sörök esetében volt magasabb a szimpla gyümölcsös mintákkal összehasonlítva. Számos esetben a szimpla gyümölcsös sörök mangántartalma jelentősen magasabb volt a dupláénál, a 2,5%-os szilvás sörök esetében ez az eltérés több mint tízszeres. Bizonyos gyümölcslevek hozzáadása nem befolyásolta jelentősen a mangán-koncentrációt. Az őszibarackos sörök esetében például az őszibaracklével fermentált ale mangán-koncentrációja körülbelül $20 \mu g/l$ -rel volt alacsonyabb a többi őszibarackos mintáénál, azok azonban egymással közel azonos eredményeket mutattak. Az összes szőlős minta mangántartalma – beleértve a szőlőlével fermentált mintát is – $17 \mu g/l$ -es határon belül változott.

A kontroll mintából mért stroncium-koncentrációnál magasabb volt a szőlőlével ($p < 0,000$), kajszilével ($p < 0,000$), őszibaracklével ($p = 0,001$), nektarinlével ($p < 0,000$), eperlével, valamint szilvalével fermentált minták stronciumtartalma, a többi pedig a kontrollénál alacsonyabb értéket mutatott. Az epres és szilvás ale esetében a különbség nem volt szignifikáns. Az előbbieket közül a szőlős, kajszi, őszibarackos és nektarinos ale minták stroncium-koncentrációja több mint kétszerese volt az ezeket követő eperlének. Annak ellenére, hogy a meggyének lényegesen magasabb stronciumtartalma volt az összes többi gyümölcslelénél, a meggyes ale sörből mért koncentráció a legalacsonyabbak között szerepel, és statisztikailag igazoltan eltér a kontroll mintától ($p < 0,000$).

A szimpla sörök esetében minden vizsgált mintában magasabb volt a stronciumtartalom, mint a kontroll mintában, azonban a gyümölcsletartalom növelésével csökkent vagy nem változott igazolhatóan a koncentráció. A dupla sörök esetében is hasonló következtetéseket tudunk levonni, bár az epres és a meggyes sörök esetében kismértékben, míg a kajszis és nektarinos sörök esetében nagyobb mértékben nőtt a stronciumtartalom a gyümölcslet mennyiségének növelésével. A gyümölcslettel fermentált sörökhöz viszonyítva a stroncium-koncentráció a hozzáadott gyümölcslet mennyiségének növelésével emelkedett az epres, szilvás, meggyes, kajszis és nektarinos sörök esetében. A különbség statisztikailag igazolható volt az epres ale és a 7,5%-os dupla epres ale ($p = 0,038$), a szilvás ale és a 7,5%-os dupla szilvás ale ($p = 0,026$), a kajszis ale és az összes többi kajszis sör ($p < 0,000$), valamint a nektarinos ale és az összes többi nektarinos sör ($p < 0,000$) között. Érdekes, hogy a legtöbb esetben a szimpla gyümölcsös sörökből mért koncentrációk lényegesen magasabbak voltak a kontroll mintáénál, annak ellenére, hogy ezek a dupla gyümölcsös sörökhöz képest viszonylag kis mennyiségű gyümölcslevet tartalmaznak. Az említett eltérés több mint kétszeres volt az epres, cseresznyés, meggyes, görögdinnyés, sárgadinnyés, őszibarackos, nektarinos és szőlős sörök esetében, míg a szimpla szilvás sörök stronciumtartalma nem tért el jelentősen a kontrollétól. Ennek megfelelően jelentős eltérés tapasztalható a dupla és szimpla gyümölcsös minták között az epres, cseresznyés, meggyes, görögdinnyés, sárgadinnyés és őszibarackos sörök esetében. A különbség az előbbieken felsorolt minták között minden esetben szignifikáns volt. Az összes kajszis, nektarinos és szőlős minta stronciumtartalma $300 \mu\text{g/l}$ fölötti volt, kivéve a nektarinos ale mintát.

A legtöbb, gyümölcslettel fermentált ale sör cink-koncentrációja alacsonyabb volt a kontroll mintáénál, kivételt képez ez alól az epres, szilvás, valamint a kajszis ale, melyek közül a szilvának kiugróan magas cinktartalma volt, több mint duplája a kontroll mintáénak, azonban a differencia még ebben az esetben sem volt szignifikáns ($p = 0,060$). A szimpla sörök esetében a kontroll mintához viszonyítva a 7,5%-os gyümölcslettartalmú sörökben emelkedett a cinktartalom, kivéve a meggyes és görögdinnyés söröket, melyek hasonló koncentrációkat mutattak, mint a kontroll minta. Meg kell azonban jegyezni, hogy 2,5%-os gyümölcslet hozzáadás esetében csak az epres, a szilvás és a sárgadinnyés sörök esetében volt emelkedés; és több minta esetében még az 5%-os gyümölcslet tartalom sem eredményezett magasabb cinktartalmat.

A dupla sörök esetében jelentősebb emelkedést a szilvás és a kajszis, valamint a 7,5%-os epres és a 7,5%-os őszibarack sörökben mértünk. Az eddigi megfigyelések nincsenek összhangban a gyümölcslevek cinktartalmával. A szimpla gyümölcsös sörök magasabb cinktartalmat mutattak az azonos gyümölcslé-tartalmú dupla gyümölcsös mintáknál az epres, cseresznyés, meggyes, görögdinnyés, sárgadinnyés, valamint szőlős sörök esetében, melyek közül a görögdinnye kiemelendő – ebben az esetben az eltérés mértéke körülbelül hétszeres. A felsorolt szimpla és dupla gyümölcsös sörök közül az eltérés minden esetben szignifikáns volt az epres sörök esetében 0,000 alatti, 0,003-as, valamint 0,022-es p -értékekkel, a cseresznyés ($p < 0,000$) és meggyes ($p < 0,000$), a görögdinnyés sörök esetében 0,000 alatti és 0,002-es p -értékekkel, a sárgadinnyés sörök esetében 0,001-es, 0,002-es és 0,012-es p -értékekkel, valamint a szőlős sörök ($p < 0,000$) esetében. Egyes mintáknál, például az epres söröknél a 7,5%-os létartalom esetén ugrásszerű növekedés volt tapasztalható a cinktartalomban. Ezen kívül a gyümölcslé mennyiségének emelkedésével arányos növekedés volt megfigyelhető a szimpla szilvás, szimpla őszibarackos, dupla kajszis, dupla nektarinos és dupla szőlős sörök esetében, míg csökkenést csak a dupla meggyes söröknél tapasztaltunk. Ez a növekedés statisztikailag is igazolható volt a dupla kajszis söröknél. A 2,5 és 5%-os minta ($p < 0,000$), a 2,5% és 7,5%-os minta ($p = 0,006$), valamint az 5 és 7,5%-os minta ($p = 0,004$) között is szignifikáns volt a különbség.

Az ásványi anyagok koncentrációit összegezve megállapítható, hogy a legtöbb makroelem koncentrációját a legtöbb esetben egyértelműen növelte a gyümölcslevek hozzáadása. Ez abból adódik, hogy a legtöbb gyümölcslé makroelemekben gazdagabb, mint a kontroll sör, így annak ásványianyag-tartalma egyértelműen növekedni tud a gyümölcslé hozzáadása esetén. Ezen makroelemek közé sorolható a kálium, a kalcium, a magnézium és a foszfor. A mikroelemek esetében már nem tapasztalunk egyértelmű növekedést, mely részben a gyümölcslevek változó mikroelemtartalmán alapul, másrészt azonban megemlíthető, hogy a sörlé nem minden esetben fedezi az élesztősejtek mikroelem-igényét, így a hozzáadott ásványi anyagok sem feltétlenül jelennek meg a késztermék paramétereiben. Emellett számos mikroelem nélkülözhetetlen az élesztők szaporodásához, úgymint a bárium és a mangán, így az élesztők sejtisége is befolyásolja azok koncentrációját. Emellett a magas mangántartalom növeli az alkohol-dehidrogenáz enzim mennyiségét, melynek aktiválásához nagy mennyiségű cinkre van szükség. Az eredmények alapján látható, hogy a gyümölcslevek hozzáadásával megnövelt erjeszhető szénhidrát-tartalom a cinktartalmat egyértelműen csökkentette.

A meggylé hozzáadásával készült sörök esetében például a gyümölcslével történő fermentáció esetében a gyümölcslé hozzáadásával 20%-os növekedést várhattunk a cinktartalomban, ezzel szemben a meggyes ale cinktartalmát a felére csökkent a kontroll mintáéhoz képest. A 7,5%-os dupla meggyes ale sör készítésekor a palackozáskor hozzáadott meggylé elméletben 30%-kal növelte volna a cinktartalmat, ezzel szemben szintén közel 20%-kal csökkent a cink-koncentráció. A 7,5%-os szimpla meggyes ale esetében 15%-os csökkenést tapasztaltunk a várható cinktartalomhoz képest.

4.2.1.6. Korreláció-analízis

A saját készítésű gyümölcsös sörök mért paramétereivel Pearson-féle korreláció analízist végeztünk, mely a báriumtartalom kivételével az összes vizsgált paramétert magában foglalta. A korreláció elemzés eredményét a 22. táblázat foglalja össze. A kiértékelés során csak azokat az eseteket vettem figyelembe, amelyeknél a Pearson-féle együttható 0,7 fölötti akár pozitív, akár negatív irányban, 0,01-es szignifikancia szint mellett. Ebből adódóan a táblázatban kizárólag öt ásványi anyag közötti korrelációk láthatók.

22. táblázat: A saját készítésű gyümölcsös sörökkel végzett Pearson-féle korreláció analízis eredménye

	Na	Ca	Mg	P	S
Na				0,754	0,718
Ca			0,884	0,786	0,738
Mg		0,884		0,878	0,896
P	0,754	0,786	0,878		
S	0,718	0,738	0,896		

Forrás: Saját szerkesztés

Ezen ásványi anyagok között minden esetben pozitív korrelációt tapasztaltunk. Közepesen erős pozitív kapcsolat van a nátrium és a kén ($r=0,718$), valamint a nátrium és a foszfor ($r=0,754$) között. A kalcium közepesen erős pozitív korrelációt mutatott a kénnel ($r=0,738$) és a foszforral ($r=0,786$), míg erős pozitív korrelációban áll a magnézium-tartalommal ($r=0,884$). A magnézium a foszforral ($r=0,878$) és a kénnel ($r=0,896$) mutatott szoros pozitív korrelációt.

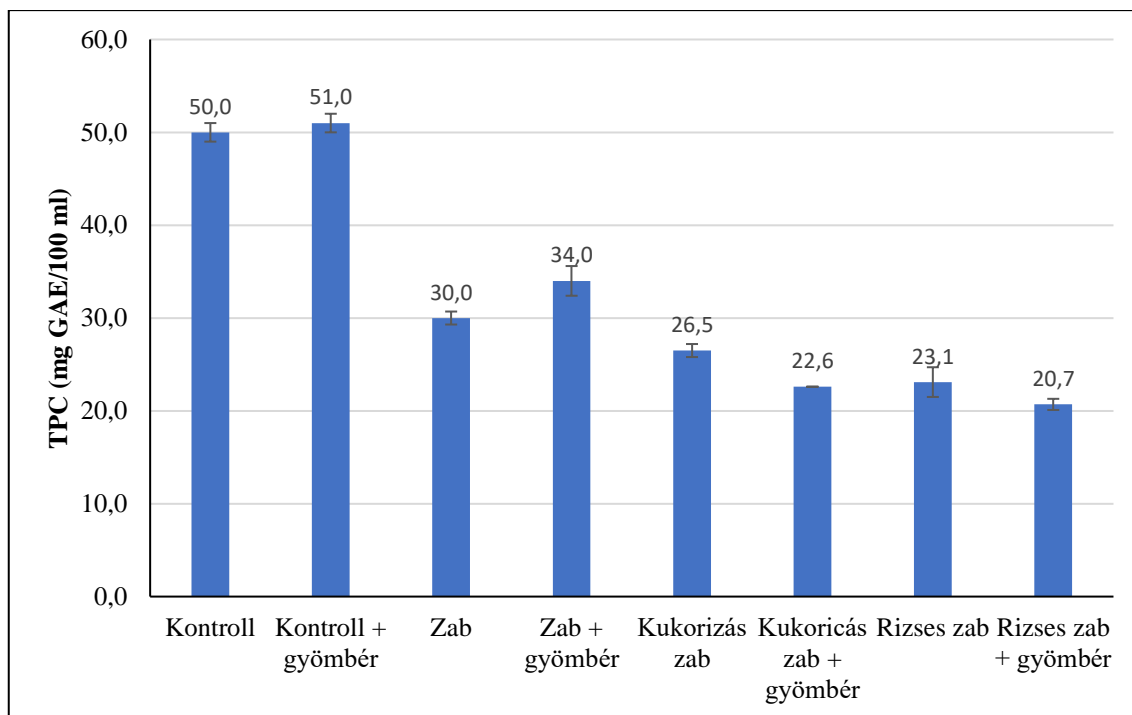
Az itt felsorolt ásványi anyagok a sörök esetében alapvetően a malátából és a vízből származnak. A maláták ezek közül foszforban a leggazdagabbak, a világos maláták foszfortartalma meghaladhatja a 3000 mg/kg-os koncentrációt. Nátriumtartalmuk ennél jóval csekélyebb, többnyire 100 mg/kg alatti. Magnéziumtartalmuk jellemzően 1000 mg/kg körüli, míg kalciumtartalmuk alacsonyabb, 300-400 mg/kg-os. Az alap maláták kéntartalma is elérheti az 1000 mg/kg-os koncentrációt. Ehhez képest a felhasznált gyümölcslevek átlagos foszfortartalma 216 mg/l, nátriumtartalma 11,0 mg/l, magnéziumtartalma 87,9 mg/l, kalciumtartalma 72,0 mg/l, kéntartalma pedig 42,4 mg/l volt. A gyümölcslevek ásványianyag-tartalma a malátáénak jellemzően 7-11%-a, kivéve a kalciumot, ahol a gyümölcslevekben a malátákból mért koncentráció ötödét mértük, illetve a ként, mely esetben a gyümölcslevekben mért koncentráció a malátáénak kevesebb, mint 5%-a. A felsorolt ásványi anyagok közül egyedül a kalcium az, mely a gyümölcslevekben és az ivóvizekben hasonló koncentrációban található meg, a többi esetben az ivóvizekben mérhető koncentráció a gyümölcslevekéhez képest elenyésző. Az arányok azonban egyértelműen a maláta irányába tolódnak el, ebből adódóan a késztermékekben mérhető koncentrációjuk egymással összefüggésben van, melyet tovább erősít, hogy a gyümölcslevekben fellelhető ásványi anyagok egymáshoz viszonyított aránya sem tér el nagymértékben a malátákétól, tehát a gyümölcslével történő ízesítés nem borítja fel a malátára jellemző ásványianyag-egyensúlyt. A makroelemek között emellett azért is lehet korreláció, mert a fermentáció során az élesztősejtek számára szükséges mennyiségüket a sörlé fedezi, tehát a gyümölcslevek hozzáadásával kialakuló ásványianyag-tartalom már nem változik. Ezzel szemben egyes mikroelemek, például a cink esetében az élesztősejtek által felvett mennyiség arányos lehet az erjeszhető szénhidrát-tartalommal.

4.2.2. Alternatív alap- és pótanyagok felhasználásával készített sörök

A következő italok alapanyaga a kontroll mintát leszámítva zabmaláta volt. Azért esett erre az alapanyagra a választás, mert szerettem volna gluténmentes söroket is előállítani. Habár a zab tartalmaz glutént, a legtöbb cöliákiában szenvedő ember mégis tolerálja azt. A kontroll és a zabsörön kívül készült két olyan ital, melyeknél a zabmaláta felét kukorica- vagy rizspehellyel helyettesítettük, illetve az összes italnak elkészült az utóérjedés alatt gyömbérrel ízesített verziója. A pótanyagok felhasználására elsősorban a cefrőzés és cefreszűrés paramétereinek javítása, valamint az organoleptikus jellemzők módosítása miatt volt szükség.

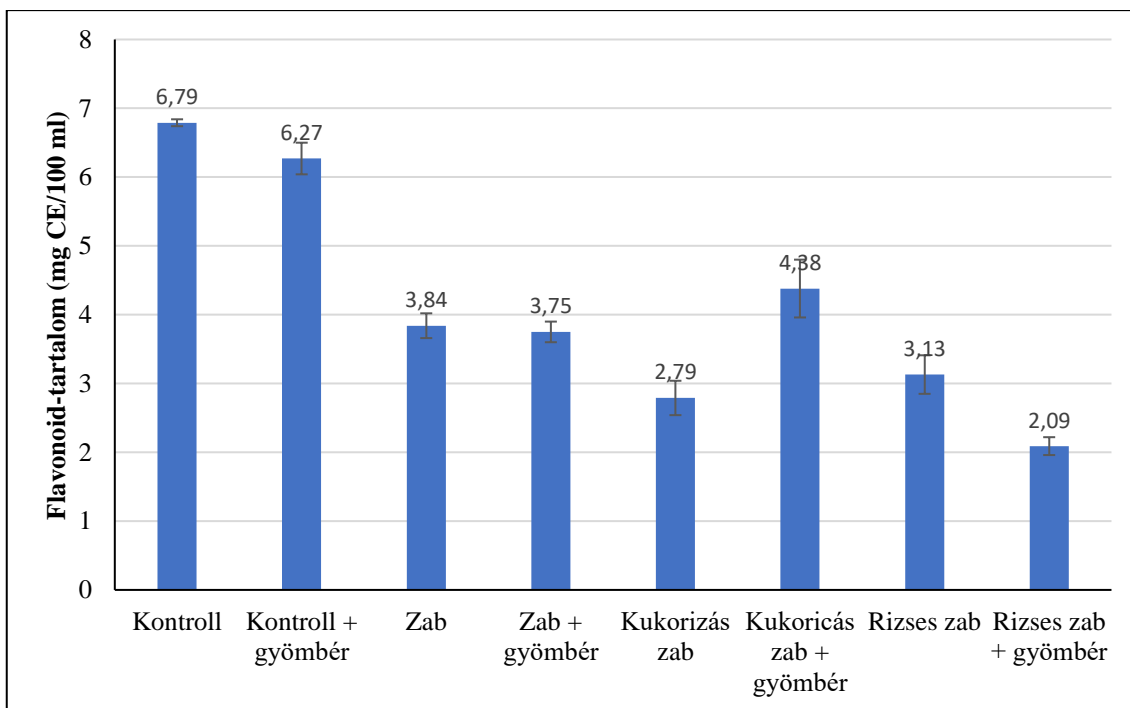
4.2.2.1. Összes polifenol- és flavonoid-tartalom

A zabalapú sörök összes fenolos vegyülettartalma a 12. ábrán látható. A legmagasabb értéket a gyömbérrel ízesített kontroll sörből mértük, ettől azonban csak 1 mg-al maradt el gyömbérmentes párja. Az összes többi mintából lényegesen alacsonyabb koncentrációt mértünk, ebből adódóan a kontrollhoz képest kizárólag a gyömbéres kontroll sör nem mutatott statisztikailag igazolható különbséget ($p = 0,934$). Jól látható, hogy a zabmaláta felhasználása csaknem felére csökkentette a fenolos vegyületek koncentrációját, ebben az esetben viszont a gyömbérrel történő ízesítés 4 mg-os növekedést eredményezett mely szignifikánsnak ($p = 0,003$) tekinthető. A zabmaláta részleges helyettesítése a kukorica- és rizspehellyel további csökkenést eredményezett a fenolos vegyülettartalomban, mely minden esetben statisztikailag igazolható volt, azonban ezekben az esetekben még a gyömbér hozzáadása sem eredményezett növekedést, sőt, néhány mg-os csökkenést láthatunk. A legalacsonyabb fenolos vegyülettartalmat a gyömbérrel ízesített rizses zabsörből mértük, mely a legmagasabb mért értéknek csupán 40%-át teszi ki.



12. ábra: A zabalapú italok összes fenolos vegyülettartalma és azok szórása
Forrás: Saját szerkesztés

A 13. ábra szemlélteti a zabalapú sörök flavonoid-tartalmát. Abból a szempontból ez a paraméter hasonlóan alakult a fenolos vegyülettartalomhoz, hogy a kontroll sörökből mértük ezúttal is a legmagasabb értékeket. A kontroll minta kizárólag a gyömbérral ízesített mintapárijához képest nem mutatott statisztikailag igazolható különbséget ($p = 0,191$). A zabmaláta alkalmazása ezúttal is jelentősen csökkentette a flavonoid-tartalmat, a gyömbérral ízesített és a gyömbérmentes zabsörben mért flavonoid-koncentráció azonban közel azonos volt ($p = 1,000$). Mint látható, a kukorica- és rizspehely alkalmazása ismét tovább csökkentette a koncentrációt, különösen a kukoricapehely esetében. A gyömbér hozzáadása azonban eltérő eredményt adott a két pótanyagnál: a gyömbéres kukoricás zabsör flavonoid-tartalma a teljes mértékben zabmalátából készült italokénál is magasabb lett, míg a gyömbéres rizses zabsörből mértük a legalacsonyabb flavonoid-koncentrációt az összes minta közül, mely harmada se volt a kontroll sörének. A különbség szignifikáns volt a kukoricás és gyömbéres kukoricás sör ($p < 0,000$), valamint a rizses és gyömbéres rizses sör ($p = 0,001$) esetében is. A polifenol- és flavonoid-tartalom csökkenését ezúttal is a felhasznált anyagok okozzák, hiszen egyrészt a zabmaláta az árpamalátákhoz képest enyhébb hőkezeléssel készül, a színük nagyon hasonló egy élő, zöld növényéhez. Emellett az alkalmazott pótanyagok szintén szegények polifenolokban.

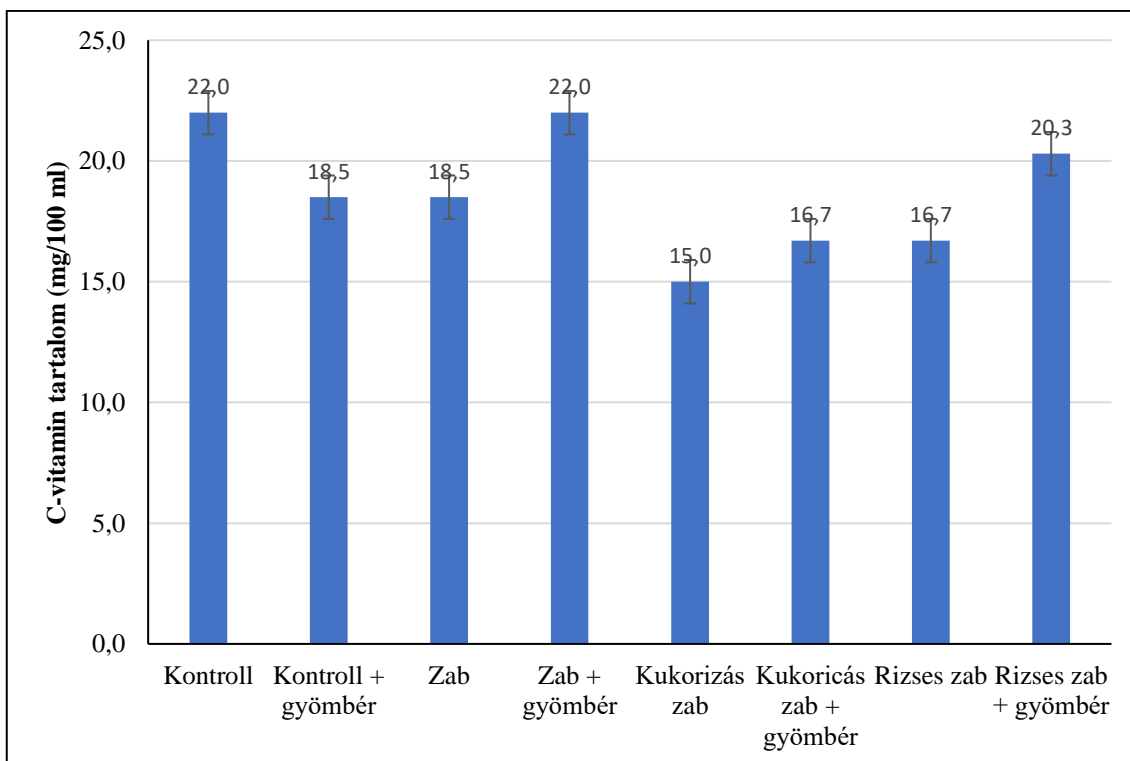


13. ábra: A zabalapú italok flavonoid-tartalma és azok szórása

Forrás: Saját szerkesztés

4.2.2.2. C-vitamin tartalom

A minták C-vitamin tartalmát a 14. ábrán láthatjuk.



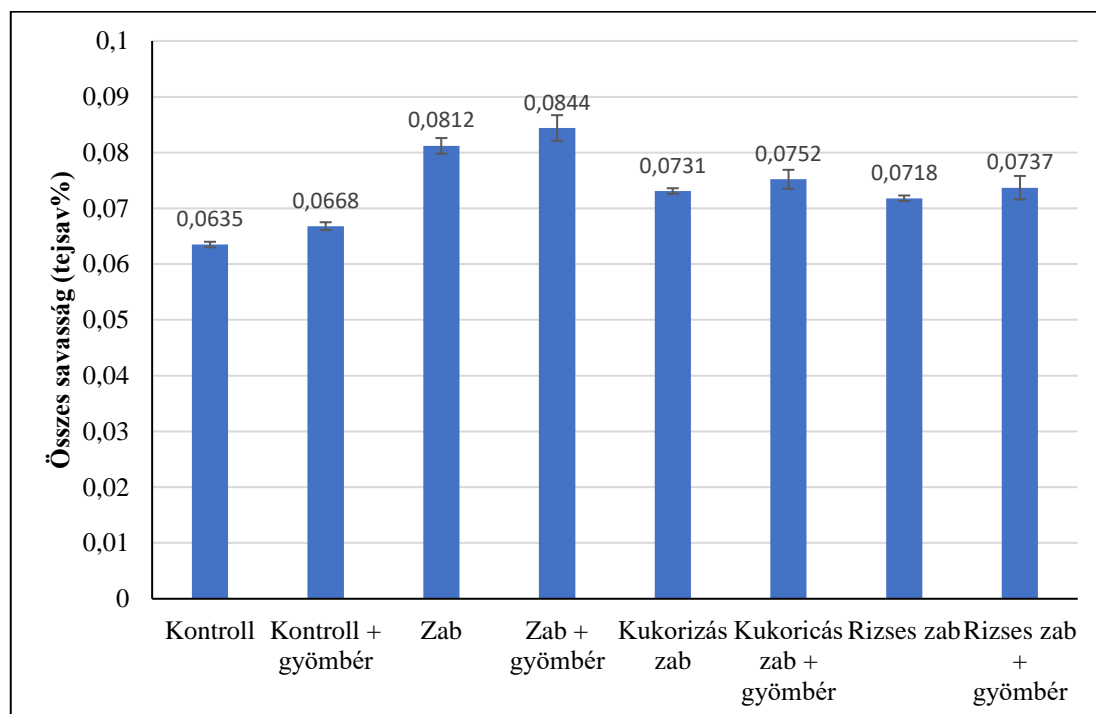
14. ábra: A zabalapú italok C-vitamin tartalma és azok szórása

Forrás: Saját szerkesztés

A legmagasabb koncentrációt a kontroll mintából, valamint a gyömbérrel ízesített zabsörből mértük. Az említett két minta statisztikailag igazolható módon különült el az összes többi mintától. A gyömbérrel ízesített kontroll sör és a gyömbérmentes zabsör, valamint a gyömbérrel ízesített kukoricás zabsör és a rizses zabsör C-vitamin tartalma megegyezett. A legalacsonyabb koncentrációt a kukoricás zabsörből mértük, mely kizárólag a gyömbérrel ízesített mintapárjától, illetve a rizses zabsörtől nem tért el statisztikailag igazolható módon ($p = 0,283$). A gyömbér hozzáadása minden esetben növelte a minták C-vitamin tartalmát, kivéve a kontroll sör esetében.

4.2.2.3. Összes savasság, keserűérték

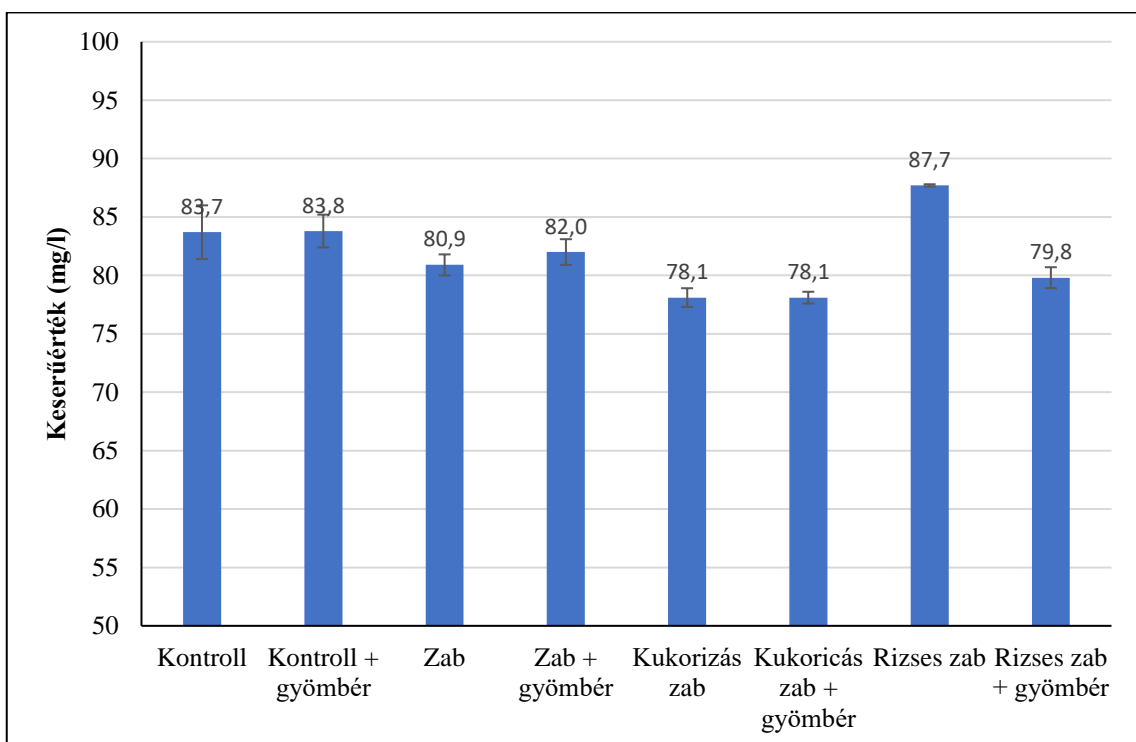
A 15. ábra szemlélteti a minták összes savasságát. Az árpa zabbal történő helyettesítése jelentősen megemelte a savtartalmat, a legmagasabb értéket a 4. számú, gyömbéres zabsörből mértük. A kukoricás és rizses zabsörök savassága közel azonos volt, és az árpa- és a zabsörök savassága közötti értékeket mutatott. Jól látható, hogy kismértékben ugyan, de a gyömbér hozzáadása minden esetben növelte a minták savasságát, melynek oka az ízesítő anyag savtartalma. Ez az eltérés azonban csak a kontroll sör esetében volt statisztikailag igazolható ($p = 0,037$).



15. ábra: A zabalapú italok összes savassága és azok szórása

Forrás: Saját szerkesztés

A zabalapú sörök alfasav-tartalma a 16. ábrán látható. A legmagasabb keserűértéket a rizses zabsörből mértük, ez azonban kiugróan magas érték, mivel a gyömbérrel ízesített mintapárja 8 mg/l-rel alacsonyabb alfasav-koncentrációt mutatott. Ezzel szemben az összes többi mintapár keserűsége közel azonos volt, vagy teljesen megegyezett. Ezek közül a legmagasabb keserűértéket a kontroll sörből és annak gyömbéres változatából mértük, melyeket a zabsörök, majd a kukoricás zabsörök követtek. Ennek háttérében az is állhat, hogy a zabmalátából, valamint pótanyagokból főzött sörlé pH-ja magasabb az árpamalátából készült sörlénél, mely összhangban van a minták savtartalmával. A pH növekedése gátolja a keserűsavak hasznosulását.



16. ábra: A zabalapú italok keserűértéke és azok szórása
Forrás: Saját szerkesztés

4.2.2.4. Ásványianyag-tartalom

A zabalapú italok kálium-, nátrium-, kalcium- és magnéziumtartalmát, valamint a felsorolt ásványi anyagok egymáshoz viszonyított arányát a 23. táblázat foglalja össze. Jól látható, hogy a kontroll sör, illetve a gyömbérrel ízesített kontroll sör ásványianyag-tartalmában gyakorlatilag nem volt eltérés, azok kálium- és nátriumtartalma például megegyezett. A káliumtartalom esetében a zabsörökben mért érték csupán 70%-a volt a kontroll mintáénak, mely kizárólag a gyömbérrel ízesített mintapárjától nem tért el szignifikánsan ($p = 1,000$).

A kukoricával és rizssel készült sörök káliumtartalma az előzőknél is alacsonyabb volt. A gyömbér hozzáadása a kukoricás és rizses zabsörök káliumtartalmát kismértékben növelte, az eltérés azonban csak a kukoricás sörök esetében volt igazolható ($p = 0,012$). Más megfigyeléseket tehetünk a nátriumtartalmat vizsgálva, ebben az esetben ugyanis minden zabalapú italból magasabb koncentrációt mértünk, mint a kontroll mintából, mely csak a gyömbérral ízesített mintapárjától ($p = 1,000$) és a kukoricás zabsörtől ($p = 0,723$) nem tért el statisztikailag igazoltan. A zabsör és a gyömbérral ízesített zabsör nátriumtartalma körülbelül 25%-kal volt magasabb a kontroll minta nátriumkoncentrációjánál. A kukorica és rizs hozzáadása csökkentette a nátriumtartalmat, ezekben az esetekben azonban a gyömbér hozzáadása minimálisan növelte azt, a különbség azonban nem volt szignifikáns.

A legalacsonyabb kalciumtartalmat a kontroll sörből, valamint a gyömbérral ízesített kontroll sörből mértük, melyekben a kalciumkoncentráció közel azonos volt. A zabsörökből mért érték ezeknek közel duplája, a kukoricás, valamint a rizses italok esetében azonban már nem tapasztalunk ilyen jelentős eltérést a kontroll mintához viszonyítva. A gyömbér hozzáadása számottevően nem változtatta meg a kalciumkoncentrációját – a kontroll minta esetében csupán pár tizeddel kaptunk magasabb értéket, a többi minta esetében pedig enyhe csökkenést tapasztaltunk.

A gyömbérral ízesített kontroll sörből mértük a legmagasabb magnéziumkoncentrációt, melyet a kontroll minta követett. Ez a két minta az összes többitől szignifikánsan eltért. A zabsör, valamint a gyömbérral ízesített zabsör magnéziumtartalma ezeknél csupán néhány milligrammallyal volt alacsonyabb.

A kukorica és a rizs hozzáadása azonban jelentős csökkenést eredményezett; a legalacsonyabb magnéziumkoncentrációt a rizses zabsörből mértük, mely csupán a gyömbérral ízesített mintapárjától ($p = 0,888$) és a gyömbérral ízesített kukoricás zabsörtől ($p = 0,136$) nem tért el statisztikailag igazolható módon. A gyömbér hozzáadása kismértékben, de minden esetben növelte a magnéziumtartalmat.

A felsorolt ásványi anyagok egymáshoz viszonyított arányát nézve megállapítható, hogy minden esetben a kálium és a magnézium irányába tolódik el az egyensúly, mely a vérnyomásra nézve kedvező lehet. Azonban az is látható, hogy a számított érték a kontroll, illetve a gyömbérral ízesített kontroll minta esetében volt a legalacsonyabb – a zab, illetve a kukoricás és rizses zabsörök ásványianyag-tartalma ezeknél két-két és félszer magasabb értéket adott.

23. táblázat: A zabalapú italok K-, Na-, Ca- és Mg-tartalma \pm szórás

Minta	Ásványianyag-tartalom (mg/l)				(Na+Ca) / (K+Mg)
	K	Na	Ca	Mg	
1	564 \pm 2	31,9 \pm 0,1	29,3 \pm 1,1	61,3 \pm 0,1	0,098
2	564 \pm 2	31,9 \pm 0,1	29,8 \pm 0,0	63,6 \pm 0,2	0,098
3	397 \pm 16	40,4 \pm 1,3	58,4 \pm 3,0	57,0 \pm 2,7	0,218
4	393 \pm 5	40,0 \pm 0,5	55,7 \pm 1,1	57,6 \pm 0,7	0,212
5	311 \pm 14	36,3 \pm 1,7	32,2 \pm 1,0	35,9 \pm 1,4	0,198
6	340 \pm 6	38,9 \pm 0,8	31,2 \pm 0,6	39,7 \pm 0,7	0,184
7	249 \pm 10	33,3 \pm 1,5	37,9 \pm 0,6	33,1 \pm 0,8	0,253
8	265 \pm 5	36,2 \pm 1,1	34,0 \pm 1,0	34,3 \pm 0,5	0,234

Forrás: Saját szerkesztés

A minták foszfor-, kén- és bórtartalma a 24. táblázatban látható. A legmagasabb foszfortartalmat a kontroll és gyömbérel ízesített kontroll sörből mértük, mely esetekben a mért értékek megegyeztek, és kizárólag egymáshoz képest nem mutattak szignifikáns különbséget ($p = 1,000$). Jelentős csökkenés tapasztalható a zabsörök esetében, melyek foszfor-koncentrációja csupán 60%-a a kontroll mintáénak. A kukorica és rizs hozzáadása tovább csökkentette a foszfortartalmat, a legalacsonyabb foszfor-koncentrációt mutató, gyömbérel ízesített rizses zabsör foszfortartalma alig több, mint negyede a kontroll mintáénak. Jelentős eltéréseket nem tapasztalhatunk a gyömbér hozzáadásával egyik minta esetében sem, ennek megfelelően az alapsörök és a gyömbérel ízesített párjaik közötti eltérés egyik esetben sem volt szignifikáns.

Az kontroll sörök, valamint a kukoricás és rizses zabsörök kén-tartalma közel azonos volt, melyet a gyömbér hozzáadása sem befolyásolt számottevő mértékben. A zab, mint kizárólagos szénhidrátforrás használata azonban megduplázta a kén-koncentrációt, ennek megfelelően kizárólag egymáshoz képest nem mutattak szignifikáns különbséget ($p = 0,983$), minden más mintától statisztikailag igazolható módon tértek el.

24. táblázat: A zabalapú italok P-, S- és B-tartalma \pm szórás

Minta	Ásványianyag-tartalom (mg/l)		
	P	S	B
1	256 \pm 1	49,7 \pm 0,4	0,154 \pm 0,007
2	256 \pm 1	51,1 \pm 0,1	0,166 \pm 0,004
3	153 \pm 3	109 \pm 6	0,287 \pm 0,021
4	157 \pm 3	105 \pm 2	0,208 \pm 0,022
5	76,6 \pm 3,4	52,1 \pm 2,0	0,227 \pm 0,006
6	83,2 \pm 1,2	54,9 \pm 1,2	0,241 \pm 0,017
7	70,0 \pm 5,3	51,3 \pm 0,6	0,172 \pm 0,003
8	69,3 \pm 2,1	50,5 \pm 0,5	0,193 \pm 0,006

Forrás: Saját szerkesztés

A legalacsonyabb bórtartalmat a kontroll sörökben mértük. A kontroll minta bórtartalmának majdnem kétszeresét mértük a 3. számú zabsörből, azonban a gyömbérel ízesített zabsörből mért bór-koncentráció jelentősen alacsonyabb volt. A zabsör és a gyömbéres zabsör bórtartalma között szignifikáns eltérés volt ($p < 0,000$). A gyömbér hozzáadása kismértékben növelte a bórtartalmat a kontroll, valamint a kukoricás és rizses zabsörök esetében, míg a zabsörökét jelentősen csökkentette.

A 25. táblázat szemlélteti a minták bárium-, réz-, mangán-, stroncium- és cink-koncentrációját. A bárium esetében a gyömbérel nem tartalmazó minták közül a zabsörben mértük a legmagasabb koncentrációt, melyet a kukoricás zabsör követett. A legalacsonyabb báriumtartalma a 7. számú rizses zabsörnek volt, mely kizárólag a kontroll minta báriumtartalmához képest nem mutatott szignifikáns különbséget ($p = 0,187$). Jól látható azonban, hogy a gyömbér hozzáadása minden esetben jelentősen növelte a báriumtartalmat, általában közel másfélszeresére. Ennek megfelelően a legmagasabb bárium-koncentrációt a gyömbérel ízesített zabsörben mértük. A gyömbérel történő ízesítés szignifikáns eltérést eredményezett a kontroll sör ($p < 0,000$), a zabsörök ($p < 0,000$), a kukoricás zabsörök ($p < 0,000$) és a rizses zabsörök ($p < 0,000$) esetében is.

A legmagasabb réztartalmakat a kontroll, valamint a gyömbérel ízesített kontroll sörből mértük, utóbbi réztartalma azonban a gyömbérel ízesített rizses zabsörével közel azonos volt. A kontroll sör réztartalma az összes többitől statisztikailag igazolhatóan eltért. Az kontroll sörökett a zabsörök, azokat pedig a kukoricás és rizses zabsörök követték, kivételt képez ez alól a 8. számú minta, melynek réztartalma jelentősen magasabb volt, mint a gyömbérel nem tartalmazó társának. A gyömbér hozzáadása növekedést okozott a réztartalomban a kontroll sört leszámítva, mely növekedés a kukoricás, és főleg a rizses zabsörök esetében kimagasló volt.

A legalacsonyabb mangántartalmat a kontroll mintából mértük, melyet a gyömbérel nem tartalmazó minták közül a kukoricás, majd a rizses zabsör követett. A kontroll minta mangántartalma csak a kukoricás zabsörhöz képest nem mutatott szignifikáns különbséget ($p = 0,645$). A koncentrációk között jelentős eltéréseket tapasztaltunk, melyet erősített a gyömbér hozzáadása is. A rizses zabsört leszámítva a gyömbér hozzáadása minden minta esetében legalább megduplázta a mangán-koncentrációt, a kontroll sör esetében azonban a gyömbérel ízesített ital mangán-koncentrációja több, mint háromszorosa az alapsörének.

Az eltérés ezekben az esetekben statisztikailag igazolható volt. A gyömbérrel ízesített zabsör mangántartalma volt a legmagasabb, melyet a gyömbérrel ízesített kontroll sör követett. Előbbi az összes többi mintához képest szignifikáns differenciát mutatott.

A stronciumtartalom kiegyenlítettebb alakult. Valamennyi minta stroncium-koncentrációja 150 és 170 µg/l között alakult, kivéve a 3. és 4. számú zabsörökét, melyek jelentősen magasabb stronciumtartalmat mutattak, és minden mintától statisztikailag igazolhatóan különültek el. A gyömbér hozzáadása sem befolyásolta számottevően a vizsgált ásványi anyag koncentrációját.

25. táblázat: A zabalapú italok Ba-, Cu-, Mn-, Sr- és Zn-tartalma ± szórás

Minta	Ásványianyag-tartalom (µg/l)				
	Ba	Cu	Mn	Sr	Zn
1	24,7±0,4	139±2	169±2	164±3	102±5
2	37,8±0,2	123±3	545±3	161±1	100±5
3	44,3±0,4	81,4±4,1	467±21	235±9	238±9
4	60,3±1,0	89,3±5,0	897±16	231±4	253±7
5	29,0±1,3	55,8±0,9	184±7	153±6	301±11
6	42,0±0,7	75,3±3,4	510±5	157±3	332±10
7	22,8±1,3	79,5±5,5	219±8	161±8	262±8
8	31,3±0,9	122±4	282±7	165±10	288±10

Forrás: Saját szerkesztés

A kontroll sör, illetve a gyömbérrel ízesített kontroll sör cinktartalma közel azonos, és egyben a legalacsonyabb volt a vizsgált minták közül, melyektől statisztikailag igazoltan is elkülönültek. A zabsörök cink-koncentrációja körülbelül két és félszerese volt a kontroll sörökének; a kukorica és rizs hozzáadásával a cinktartalom tovább emelkedett. A kontroll söröktől eltekintve a gyömbér hozzáadása növelte a cink-koncentrációt, mely szignifikáns volt a kukoricás ($p = 0,005$) és rizses zabsör ($p = 0,026$) esetében.

A minták ásványianyag-tartalmán is a felhasznált alapanyag beltartalma mutatkozik meg. A zab a gabonafélék közül kiemelkedő ásványianyag-tartalommal rendelkezik. Ennek eredményeképp a minták nátrium-, kén- és mangántartalma minden esetben statisztikailag igazolhatóan emelkedett, azonban a kukorica- és rizspehely felhasználása kismértékben csökkentette a kén- és mangántartalmat. A cinktartalom esetében háromszorosára is nőtt a mintákban mért koncentráció, mely a zabmaláta magas cinktartalma mellett összefügghet azzal is, hogy a zabmalátából készült sörlé szénhidrátartalma alacsonyabb az árpamalátából készült sörléénél, így az élesztők cinkigénye is alacsonyabb az erjesztés során. A cinktartalmat a hozzáadott pótanyagok is tovább növelték.

4.2.3. Csokoládés és kávé felsőerjesztésű barnasörök

A következő öt minta közül a kontroll minta egy felsőerjesztésű barnasör (stout) volt, melyet a komlóforralás időtartama alatt, ugyanazon időpontokban ízesítettem tejszokoládéval, étcsokoládéval, fehércsokoládéval és kávéval. A csokoládék prémium minőségű svájci csokoládék voltak, a kávé pedig durvára zúzott arabica kávé. A csokoládé és kávé ízesítő anyagként történő alkalmazása nagymértékben befolyásolja a stout sörök élvezeti értékét mindamelllett, hogy ízvilágukban illenek a sörítpushoz. Ezt az is bizonyítja, hogy bár ritkaság, található a piacon csokoládés stout sör. A kísérlet szempontjából a felsorolt élvezeti cikkeknek elsősorban a polifenol- és flavonoid-tartalma volt a kiválasztás oka.

A minták polifenol-tartalma, flavonoid-tartalma, színe, összes savassága és keserűértéke a 26. táblázatban látható. Már a kontroll sör is lényegesen több fenolos vegyületet tartalmazott, mint a korábban bemutatott világos kontroll sörök, a csokoládék és a kávé hozzáadása pedig minden esetben tovább növelte azok koncentrációját. A legmagasabb fenolos vegyülettartalmat a kávé sörből mértük, mely statisztikailag igazolhatóan magasabb volt az összes többi mintáénál, minden esetben 0,000 alatti p -értékkel. Ezt az étcsokoládés sör követte, mely a kávé sörtől eltekintve szintén szignifikánsan magasabb eredményt adott a többinél, 0,000 alatti és 0,001-es p -értékekkel. A kontroll minta fenolos vegyülettartalma csupán a fehércsokoládés söréhez képest nem mutatott szignifikáns különbséget ($p = 0,264$).

A minták flavonoid-tartalma a fenolos vegyülettartalommal megegyező sorrendben nőtt, ezúttal is a kontroll mintáé volt a legalacsonyabb, a kávé söré pedig a legmagasabb, mely a kontroll mintából mért értéknek közel négyszerese. A minták a flavonoid-tartalmuk alapján minden esetben statisztikailag igazolható különbséget mutattak, minden esetben 0,000 alatti p -értékkel.

Az ízesítő anyagok polifenol- és flavonoid-tartalma egyértelműen megjelenik a késztermékben. Számos élvezeti cikk közül a kávé, főleg az enyhén és közepesen pörkölt kávészemek tartalmazzák a legtöbb fenolos vegyületet (KRÓL et al., 2019), illetve a kutatás során felhasznált arabica kávé jellemzően lényegesen több fenolos vegyületet tartalmaz, mint a robusta kávék (KAUR et al., 2018).

VINSON és MOTISI 2015-ös kutatása alapján a csokoládék kakaószárazanyag-tartalmának növekedésével egyenesen arányos az antioxidáns hatású vegyületek, köztük a polifenolok koncentrációjának növekedése, de nagymértékben összefügg olyan flavonoidok, mint a katechin és epikatechin koncentrációjával is. Ez a megfigyelés összhangban van vizsgálati eredményeinkkel, hiszen a kávé sörök lényegesen magasabb polifenol- és flavonoid-tartalmat mutattak, mint a többi minta, és csokoládék közül az étcsokoládé hozzáadása emelte meg leginkább a polifenol- és flavonoid-tartalmat, míg a fehércsokoládé hozzáadása nem eredményezett számottevő változást.

A minták színét jelentős mértékben nem befolyásolta a csokoládék és a kávé hozzáadása, 79,8 és 84,6 EBC közötti értékeket mértünk. Statisztikailag igazolható különbséget ($p = 0,026$) csak a legalacsonyabb és a legmagasabb színintenzitású, étcsokoládés és fehércsokoládés minta között tapasztaltunk.

A kontroll minta és a tejszokoládés sör savtartalma megegyezett ($p = 1,000$), az étcsokoládé hozzáadása csökkentette, a fehércsokoládé és a kávé pedig növelte azt. A legmagasabb savtartalmat a kávé sörből mértük, mely statisztikailag igazolhatóan magasabb volt az összes többi mintáénál.

A keserűértékben minden ízesítés esetén növekedést tapasztalhattunk. A legmagasabb értéket ezúttal is a kávé sörből mértük, melyet a fehércsokoládés és tejszokoládés sör követett. Az összes minta között szignifikáns különbséget tapasztaltunk, 0,000 alatti p -értékekkel. Az ízesítő anyagok hozzáadása önmagában természetesen nem okozna változást a keserűértékben, így ennek oka a már korábbiakban kifejtett lehetőségekben keresendő.

26. táblázat: A stout sörök összes fenolos vegyülettartalma, flavonoid-tartalma, színe, savtartalma és keserűértéke \pm szórás

Minta	Vizsgált paraméter				
	TPC (mg GAE/100 ml)	Flavonoid (mg CE/100 ml)	Szín (EBC)	Összes sav (tejsav%)	Keserűérték (mg/l)
Kontroll	61,9 \pm 1,3	7,32 \pm 0,25	83,4 \pm 0,9	0,090 \pm 0,004	72,4 \pm 1,2
Tejszokoládés	69,9 \pm 0,3	12,0 \pm 0,3	81,0 \pm 2,2	0,090 \pm 0,004	83,4 \pm 1,2
Étcsokoládés	81,9 \pm 2,1	14,9 \pm 0,2	79,8 \pm 1,1	0,083 \pm 0,002	78,1 \pm 0,7
Fehércsokoládés	66,4 \pm 0,7	7,58 \pm 0,04	84,6 \pm 0,6	0,092 \pm 0,002	93,0 \pm 0,8
Kávé	103 \pm 5	26,7 \pm 0,5	81,6 \pm 2,3	0,101 \pm 0,002	113 \pm 1

Forrás: Saját szerkesztés

A minták nátrium-, kálium-, kalcium- és magnéziumtartalmát, valamint azok egymáshoz viszonyított arányát a 27. táblázat tartalmazza. A nátriumtartalom a csokoládék és a kávé hozzáadásával minden esetben emelkedett, mely minden esetben statisztikailag igazolható volt. A legmagasabb nátriumtartalmat az étcsokoládés sörből mértük, melyet a tejsokoládés és fehércsokoládés sörök követtek, közel azonos koncentrációval. Kizárólag e között a két minta között nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget ($p = 0,943$). Az eredmény összhangban van MARTINEK és VOLMAN (1955) kutatásával, miszerint a kakaóban mérhető a legmagasabb nátriumtartalom sok élvezeti cikk közül. A legmagasabb káliumtartalmat a kávé sörből mértük, melyet az étcsokoládés sör követett. A tejsokoládés és fehércsokoládés minta között ezúttal is csekély, 6 mg/l-es eltérés mutatkozott, közöttük statisztikailag igazolható különbséget ezúttal sem tapasztaltunk ($p = 0,234$). A kontroll sör kálium-koncentrációja volt a legalacsonyabb, mely az összes többi mintához képest szignifikáns különbséget mutatott, minden esetben 0,000 alatti p -értékkel. Egy 2021-es publikáció alapján egy átlagos testtömegű férfi napi káliumszükségletének 6,6%-át fedezi egy adag kávé (OLECHNO et al., 2021), így a kávézemekkel történő forralás növelte a sörlében mérhető koncentrációt. Az étcsokoládé hozzáadása a kalciumtartalmat csökkentette, az összes többi hozzáadott termék azonban növelte azt. A legmagasabb kalcium-koncentrációt a fehércsokoládés sörből mértük, melyet a tejsokoládés és kávé sör követett. A minták közötti különbség minden esetben igazolható volt ($p < 0,000$). A magnéziumtartalom is emelkedett a hozzáadott anyagok hatására, habár a kontroll mintától csak csekély mértékben tért el a fehércsokoládés sör magnéziumtartalma.

27. táblázat: A stout sörök Na-, K-, Ca- és Mg-tartalma \pm szórás

Minta	Ásványianyag-tartalom (mg/l)				$(Na+Ca)/$ $(K+Mg)$
	Na	K	Ca	Mg	
Kontroll	16,6 \pm 0,9	310 \pm 2	19,0 \pm 0,2	59,2 \pm 3,4	0,096
Tejsokoládés	23,0 \pm 0,8	342 \pm 4	42,0 \pm 1,9	75,0 \pm 1,4	0,156
Étcsokoládés	41,3 \pm 0,6	472 \pm 6	10,3 \pm 0,1	104 \pm 3	0,090
Fehércsokoládés	23,4 \pm 0,2	348 \pm 2	66,2 \pm 1,2	62,5 \pm 1,1	0,218
Kávé	18,3 \pm 0,2	523 \pm 0	28,5 \pm 0,7	76,3 \pm 0,7	0,078

Forrás: Saját szerkesztés

A tejsokoládés és kávé sör magnéziumtartalma közel azonos volt, a legmagasabb magnézium-koncentrációt pedig az étcsokoládés sörből mértük, mely az összes többi mintától statisztikailag igazolhatóan különbözött ($p < 0,000$), és alátámasztható a kakaó magas magnéziumtartalmával (BLASZCZYK – DUDA-CHODAK, 2013).

A négy makroelem egymáshoz viszonyított aránya ezúttal is a kálium és a magnézium irányába tolódott el, a legnagyobb mértékben a kávé sör esetében.

A minták foszfor-, kén- és bórtartalma a 28. táblázatban látható. A foszfortartalmat a hozzáadott anyagok minden esetben növelték, a kontroll mintától az összes többi statisztikailag igazolhatóan különült el ($p < 0,000$). A legmagasabb foszfortartalmat az étcsokoládés sörből mértük, melyet a kávé, majd a fehér- és tejsokoládés minták követtek. Ez az eredmény szintén összhangban van azon szakirodalmi adattal, mely szerint az étcsokoládé átlagosan lényegesen több foszfort tartalmaz, mint a tej- és fehér csokoládé (NMH, 2021). A minták kén-tartalma szűk határokon belül, 29,3 és 36,1 mg/l között változott, és a kávé söré volt a legmagasabb, mely az összes többi mintához képest szignifikáns különbséget mutatott ($p < 0,000$), a kontroll és az étcsokoládés minta kén-koncentrációja pedig közel azonos volt.

A legmagasabb bórtartalmat az étcsokoládés sörből mértük, melyet a kávé és tejsokoládés sör követett. A legalacsonyabb bór-koncentrációt a fehér csokoládés minta mutatta. Mind az étcsokoládés, mind pedig a fehér csokoládés sör statisztikailag igazolhatóan különült el az összes többi mintától ($p < 0,000$).

28. táblázat: A stout sörök P-, B- és S-tartalma \pm szórás

Minta	Ásványianyag-tartalom (mg/l)		
	P	S	B
<i>Kontroll</i>	161 \pm 1	29,5 \pm 0,7	0,163 \pm 0,004
<i>Tejsokoládés</i>	174 \pm 3	30,6 \pm 0,2	0,185 \pm 0,007
<i>Étcsokoládés</i>	200 \pm 2	29,3 \pm 0,8	0,232 \pm 0,017
<i>Fehércsokoládés</i>	178 \pm 1	32,5 \pm 0,6	0,116 \pm 0,013
<i>Kávé</i>	194 \pm 0	36,1 \pm 0,1	0,190 \pm 0,003

Forrás: Saját szerkesztés

A csokoládéval és kávéval ízesített stout sörök bárium-, réz-, mangán-, stroncium- és cinktartalma a 29. táblázatban látható. A legmagasabb bárium- és réztartalmat az étcsokoládés sörből mértük, a kontroll és a kávé sör esetében a két elem koncentrációja nem érte el a kimutatási határt ($LoD_{Ba}=4 \mu\text{g/l}$; $LoD_{Cu}=38 \mu\text{g/l}$).

Ezen felül a kontroll és fehér csokoládés sörök mangántartalma sem érte el a kimutatási határt, az étcsokoládés söré azonban jelentősen magasabb volt a kávé és tejsokoládés mintáénál. A minták stroncium-tartalma 189 és 248 $\mu\text{g/l}$ között változott. A legalacsonyabb koncentrációt a kávé, a legmagasabbat pedig ezúttal is az étcsokoládés sörből mértük. Utóbbi az összes többi mintához képest szignifikáns különbséget mutatott.

A legmagasabb cinktartalom a kávé sörben volt mérhető, a legalacsonyabb pedig az étcsokoládésban, mely azonban csak 2 µg-mal tartalmazott kevesebbet a kontroll sörnél literenként.

29. táblázat: A stout sörök Ba-, Cu-, Mn-, Sr- és Zn-tartalma ± szórás

Minta	Ásványianyag-tartalom (µg/l)				
	Ba	Cu	Mn	Sr	Zn
<i>Kontroll</i>	<LoD	<LoD	<LoD	193±1	148±8
<i>Tejcsokoládés</i>	106±2	117±3	159±3	239±2	171±13
<i>Étcsokoládés</i>	128±2	159±3	350±6	248±6	146±1
<i>Fehérsokoládés</i>	<LoD	102±1	<LoD	207±2	162±12
<i>Kávé</i>	<LoD	<LoD	191±1	189±2	181±13

Forrás: Saját szerkesztés

6. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Kutatásom során azt a kérdést vettem fel, hogy hogyan hatnak különböző növényi anyagok a sörök beltartalmi paramétereire. Ennek során vizsgáltam azt, hogy az egyes kereskedelmi forgalomban kapható, illetve saját készítésű sörtípusok minőségében milyen különbségek mutatkoznak, valamint azt, hogy azonos alapú, de eltérő mértékben és módszerrel ízesített sörök beltartalmában milyen változások figyelhetők meg.

A vizsgált sörtípusokat a következő kategóriákba sorolhatjuk: világos sörök, barna sörök, világos búzasörök, barna búzasörök, felsőerjesztésű sörök, gyümölcsös sörök, gyümölcsös söritalok, házi készítésű gyümölcsös sörök, házi készítésű zabalapú sörök és házi készítésű csokoládés stout sörök. Az itt felsorolt terméktípusok csoportátlagai alapján megállapított sorrendet láthatjuk az 53. táblázatban a vizsgált paraméterek koncentrációit vizsgálva.

Az egyes paraméterek csoportátlagát figyelembe véve elmondható, hogy a kereskedelmi forgalomban kapható világos, alsóerjesztésű sörök egyik vizsgált paraméter tekintetében sem mutattak kiemelkedő eredményt, azonban ezen mintáknak volt a legalacsonyabb titrálható savtartalma, a második legalacsonyabb kálium-, bór- és mangántartalma, valamint a harmadik legalacsonyabb báriumtartalma. Ezzel szemben a barna sörök rendelkeztek a legmagasabb átlagos flavonoid-tartalommal, a második legmagasabb kalcium-, magnézium- és foszfortartalommal, valamint a harmadik legmagasabb polifenol- és réztartalommal. Az említett termékcsoporthoz csupán a nátrium, bór és a mangán volt a harmadik legalacsonyabb koncentrációban mérhető elem.

A kereskedelmi forgalomban kapható búzasöröket tekintve megállapítható, hogy a világos búzasörökben mért foszfor- és kén-tartalom a harmadik legmagasabbnak számított, azonban ezek az italok mutatták a legalacsonyabb bór- és stronciumtartalmat, a második legalacsonyabb nátrium-, bárium- és réztartalmat, valamint a harmadik legalacsonyabb fenolos vegyülettartalmat, savtartalmat, valamint cinktartalmat. Barna társaikban mérhettük a legmagasabb kalciumtartalmat, a második legmagasabb flavonoid- és kén-tartalmat, a harmadik legmagasabb magnéziumtartalmat, valamint a legalacsonyabb nátriumtartalmat, a második legalacsonyabb fenolos vegyülettartalmat, savtartalmat, stroncium- és cinktartalmat, valamint a harmadik legalacsonyabb káliumtartalmat.

A világos és barna sörök polifenol- és flavonoid-tartalma közötti eltérés háttérében egyértelműen a barna sörök színének, ízének és aromájának kialakítására felhasznált karamell- és festőmaláták állnak. Egyes antioxidáns hatású vegyületek a malátában természetesen is jelen vannak, azonban a karamell- és festőmaláták előállításánál alkalmazott hő hatására számos más antioxidáns hatású vegyület képződik, ilyenek a Maillard reakció egyes színes termékei. Korábbi kutatások is beszámolnak arról, hogy lehet összefüggés a sörök színe és a bennük található antioxidáns hatású vegyületek koncentrációja, illetve azok színe között. Fegredo és munkatársai (2009) azt tapasztalták, hogy a sörök FRAP értéke a színnel erős pozitív korrelációt mutat, Lugasi 2003-ban publikált kutatása szerint, habár alacsony mintaszámmal végezte a vizsgálatokat, a világos sörök átlagosan csak 80%-át tartalmazzák a barna sörökben meghatározott fenolos vegyülettartalomnak, mely összhangban van az általunk vizsgált sörök fenolos vegyülettartalmával.

A kereskedelmi forgalomban kapható ale típusú sörök tartalmazták átlagosan a legtöbb magnéziumot és foszfort, valamint a második legmagasabb káliumtartalmat is ezen mintákból mértük, azonban a második legalacsonyabb flavonoid-tartalmat és a harmadik legalacsonyabb stronciumtartalmat is ezek a minták mutatták.

A kereskedelmi forgalomban kapható gyümölcsös sörök számos vizsgált paraméter tekintetében kiemelkedőnek mondhatók. A legmagasabb savtartalmat és bórtartalmat mértük az említett mintákból, de ezek mutatták a második legmagasabb nátrium- és bórtartalmat, valamint a harmadik legmagasabb kálium-, kalcium- és mangántartalmat is. A harmadik legalacsonyabb magnézium-, kén- és réztartalmat is ezek a minták mutatták. Ezzel szemben a söritaloknak volt az összes termékcsoporthoz képest a legalacsonyabb fenolos vegyülettartalma, valamint kálium-, kalcium-, magnézium-, foszfor-, kén-, réz-, mangán- és cinktartalma, valamint a harmadik legalacsonyabb flavonoid-tartalma. Ugyanakkor a sörtartalmú italok adták a legmagasabb bárium- és stronciumtartalmat, valamint a harmadik legmagasabb savtartalmat is. A viszonylag magas savtartalom feltehetően a hozzáadott gyümölcskészítményeknek köszönhető, azonban szintén ezek hozzáadása indokolhatja számos vizsgált komponens alacsony koncentrációját is. Ezek közül kiemelendő a foszfortartalom, hiszen a sörök magas foszfortartalma elsősorban az árpamalátának köszönhető, melynek aránya ezen termékekben a hagyományos sörökhöz képest alacsony.

A saját készítésű gyümölcsös sörök számos komponensben bővelkedtek. Ebből a termékcsoporthoz mérhettük a legmagasabb átlagos káliumtartalmat, a második legmagasabb polifenol-, bór-, stroncium- és cinktartalmat, valamint a harmadik legmagasabb nátriumtartalmat. Csupán a kalciumtartalmuk volt a harmadik legalacsonyabb a mintacsoportok közül. A kereskedelmi forgalomban kapható gyümölcsös sörökhöz hasonlóan gazdagok voltak a felsorolt komponensekben a saját készítésű gyümölcsös sörök is.

A zabalapú sörök ásványianyag-tartalma kiemelkedőnek mondható, hiszen ezekből a mintákból mértük a legmagasabb nátrium-, kén- mangán- és cinktartalmat, a második legmagasabb réz-tartalmat, valamint a harmadik legmagasabb bór- és báriumtartalmat, mely megfelel annak a megállapításnak, hogy a zab ásványi anyagokban gazdag (ALEMAYEHU et al., 2021). Ez a termékcsoporthoz mutatta a második legalacsonyabb flavonoid-tartalmat, valamint a második legalacsonyabb magnézium- és foszfortartalmat. A saját készítésű csokoládés és kávé stout sörök tartalmazták átlagosan a legtöbb fenolos vegyületet és rezet, ezekben mértük a második legmagasabb sav- és mangántartalmat, valamint a harmadik legmagasabb flavonoid-, stroncium- és cinktartalmat. Korábbi kutatások is bizonyították már, hogy élvezeti cikkek közül a kávé kiemelkedő koncentrációban tartalmaz bioaktív komponenseket, főként a világosan, illetve a közepesen pörkölt szemek esetében (KRÓL et al., 2019). A kávé mellett főleg az ét-, de a tejszokoládé is hozzájárult az antioxidáns hatású vegyületek koncentrációjának növekedéséhez, hiszen a csokoládék esetében is a kakaószárazanyag-tartalom növekedésével nő a termékek polifenol- és flavonoid-tartalma. Emellett megjegyzendő, hogy a stout típusú sörök nagy mennyiségben tartalmaznak pörköléssel készült malátát és malátázatlan gabonát, mely a polifenolok koncentrációját szintén növeli. Ugyanakkor ez a termékcsoporthoz tartalmazta a legkevesebb báriumot, illetve a második legalacsonyabb kalcium- és kéntartalmat, valamint a harmadik legalacsonyabb foszfortartalmat is ezek a termékek mutatták.

A minták csoportátlagai alapján az is megállapítható, hogy nincs egyértelmű összefüggés a minták fenolos vegyület-tartalma és flavonoid-tartalma között. Csupán a világos sörök, valamint a gyümölcsös sörök esetében egyezett meg a csoportátlagok alapján kialakult sorrend, a legtöbb esetben azonban számottevő eltérés volt abban. Ilyenek voltak például a barna búzasörök, melyek második legmagasabb flavonoid-tartalmuk ellenére a második legalacsonyabb fenolos vegyület-tartalmat mutatták.

Ez annak ellenére is lehetséges, hogy a flavonoidok is a polifenolok közé sorolhatók. Montanari és munkatársai 1999-es publikációja alapján a sörök polifenol-tartalma elsősorban a malátából és a komlóból származik, azonban ezek jelentős részét a hidroxifahéjsav származékok teszik ki, illetve a fenolsavak, melyek nem flavonoid típusú vegyületek. Annak ellenére, hogy a komló gazdag xantohumulban és más prenilált flavonoidokban (YAMAGUCHI et al., 2009), a felhasznált komlókészítmények mennyisége a malátához képest elenyésző, valamint azt is fontos megemlíteni, hogy a különböző sörtípusok esetében mind a maláta, mind pedig a komló típusa, azok mennyisége és felhasználásának módja is eltérő lehet, ezáltal a késztermékben jelenlévő fenolos vegyületek és flavonoidok egymáshoz viszonyított aránya is jelentős eltéréseket mutathat.

53. táblázat: A vizsgált paraméterek koncentrációinak csoportátlagai szerinti sorrend a vizsgált sörtípusok között

Para- méter	Sörtípusok									
	Kereskedelmi							Házi		
	Vil. sör	Barna sör	Vil. búza	Barna búza	Ale	Íz. sör	Sör- mix	Gyüm. ale	Zab ale	Csok. stout
<i>TPC</i>	6	3	8	9	5	4	10	2	7	1
<i>Flav.</i>	7	1	6	2	9	5	8	4	10	3
<i>Sav</i>	10	7	8	9	6	1	3	4	5	2
<i>Na</i>	5	8	9	10	6	2	7	3	1	4
<i>K</i>	9	7	6	8	2	3	10	1	5	4
<i>Ca</i>	5	2	4	1	7	3	10	8	6	9
<i>Mg</i>	6	2	5	3	1	8	10	7	9	4
<i>P</i>	4	2	3	7	1	5	10	6	9	8
<i>S</i>	6	4	3	2	7	8	10	5	1	9
<i>B</i>	9	8	10	7	5	1	6	2	3	4
<i>Ba</i>	8	6	9	7	5	2	1	4	3	10
<i>Cu</i>	7	3	9	5	4	8	10	6	2	1
<i>Mn</i>	9	8	5	4	6	3	10	7	1	2
<i>Sr</i>	7	6	10	9	8	5	1	2	4	3
<i>Zn</i>	7	6	8	9	5	4	10	2	1	3

Forrás: Saját szerkesztés

A saját készítésű gyümölcsös sörök esetében azt vizsgáltam, hogy a gyümölcs különböző módon és mennyiségben történő hozzáadása mennyiben befolyásolja a kontroll sör beltartalmi paramétereit. Vizsgálati eredményeink alapján elmondható, hogy annak ellenére, hogy bizonyos gyümölcsök, például az eper, cseresznye és meggy fenolos vegyülettartalma magas volt, a hozzáadásukkal készült ale típusú sörökben a fenolos vegyületek koncentrációja kismértékben ugyan, de minden esetben alacsonyabb volt a kontroll sörénél.

Emellett az is elmondható, hogy a fermentáció utáni hozzáadás esetében többnyire magasabb koncentrációt értünk el, mint a dupla gyümölcsös söröknél, melyek már a fermentáció előtt is tartalmaztak gyümölcslevet, mely annak tudható be, hogy az említett komponensek adszorbeálódnak az élesztősejtek felületén, így veszteség jelentkezik. Fontos azonban kihangsúlyozni, hogy a hozzáadott gyümölcslé mennyiségével többnyire egyenesen arányosan nőtt a fenolos vegyülettartalom.

A flavonoid-tartalom esetében is megfigyelhető, hogy a hozzáadott gyümölcslé mennyiségével egyenes arányban emelkedett a koncentráció, valamint az is, hogy a fermentáció után, egyszerűen dúsított italoknak lett magasabb flavonoid-tartalma. Ebben az esetben azonban egyetlen mintát leszámítva minden esetben magasabb értéket mértünk, mint a kontroll sörből.

A gyümölcslevek közül csupán az eperlének volt magasnak mondható C-vitamin tartalma. Általánosságban elmondható, hogy a gyümölcslével történő fermentáció nem növelte a sörök C-vitamin tartalmát, azonban az eperlé hozzáadása számottevően megnövelte a minták aszkorbinsav-koncentrációját, mely az eperlé mennyiségével arányosan növekedett, és ebben az esetben is a szimpla hozzáadás bizonyult hatékonyabbnak. Azért lehet, hogy egyedül az eperlé emelte meg a sörök C-vitamin tartalmát, mert az aszkorbinsav a sörökben könnyen bomlik, melyet az alkoholtartalom is befolyásol (NAGYMÁTÉ, 2008), azonban az eperlé aszkorbinsav-tartalma kimagasló volt a többi gyümölcsléhez képest.

A gyümölcslevek hozzáadása változatosan módosította a sörök ásványianyag-tartalmát. A gyümölcslevek hozzáadása a kontroll mintához képest szinte minden esetben megnövelte a minták kálium-, kalcium-, magnézium- és foszfortartalmát, melyek közül a káliumtartalom emelkedése volt leginkább számottevő.

Az azonos mennyiségű hozzáadott gyümölcslével, de eltérő módon ízesített termékek esetében a dupla hozzáadás magasabb koncentrációt eredményezett a kálium és a bór esetében, viszont jelentősen magasabb értékeket mérhettünk a szimpla gyümölcsös ale sörökből a kalcium, a magnézium, a foszfor és a kén esetében.

A hozzáadott gyümölcsle mennyiségével egyenesen arányosan nőtt a kálium- és a bórtartalom, azonban nem tapasztalható ilyen összefüggés a foszfor, a kén és a stroncium esetében. Annak ellenére, hogy a gyümölcslevek cinktartalma magasabb volt a kontroll sörnél, a gyümölcslelvel fermentált ale típusú sörök cinktartalma majdnem minden esetben alacsonyabb volt a kontroll mintáénál. Ez a jelenség azzal magyarázható, hogy a gyümölcslevekkel a sörlébe kerülő erjeszhető szénhidrátok miatt az élesztők jelentősen több cinket vesznek fel, hiszen az az alkohol-dehidrogenáz enzim kofaktora.

Egyes növényvédő szerek alkalmazása is megnyilvánul a késztermékeken, a szőlőlével készült sörök réztartalma lényegesen magasabb volt az összes többi mintáénál, és egyenesen arányosan nőtt a hozzáadott szőlőlé koncentrációjával. Ez az egy nagyságrendes eltérés azonban nem okoz gondot az erjesztés során, hiszen a legmagasabb réztartalmú, dupla szőlős ale mintában mért koncentráció is csupán harmada annak a koncentrációnak ($10 \mu\text{M/l}$), mely az élesztő szaporodását gátolná azáltal, hogy a sejtmembránt károsítva visszatartja a káliumot (VECSERI, 2004). Ennek ellenére érzékelhető volt az erjedés hatékonyságának minimális csökkenése.

7. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A kereskedelmi forgalomban kapható mintákat világos sör, barna sör, világos búzasör, barna búzasör, ale (IPA, APA, stout), ízesített sör és sörtartalmú ital terméktípusokba soroltam, majd lineáris diszkriminancia analízissel különítettem el egymástól. Független változóként a minták fenolos vegyülettartalmát, flavonoid-tartalmát, színét, valamint réz-, mangán-, foszfor- és stroncium-tartalmát alkalmazva a keresztvalidáció eredménye 85,1% lett.
2. Nem mutattam ki összefüggést a vizsgált sörök fenolos vegyülettartalma és flavonoid-tartalma között. A vizsgált terméktípusokra megállapított csoportátlagok alapján egyes minták polifenol- és flavonoid-tartalma egyaránt magas volt, ilyenek voltak például a barna sörök, melyek 20,3 mg CE/100 ml-es flavonoid-tartalommal, és 39,5 mg GAE/100 ml-es polifenol-tartalommal rendelkeztek. Más esetekben magasnak mondható polifenol-tartalmak alacsony flavonoid-tartalommal társultak, például az ale típusú sörök esetében 35,4 mg GAE/100 ml-es polifenol-tartalmat, és csupán 5,66 mg CE/100 ml-es flavonoid-tartalmat mértünk. Ennek ellenkezőjét tapasztaltuk a barna búzasörök esetében, ahol a magas flavonoid-tartalomhoz (15,9 mg CE/100 ml) alacsony polifenol-tartalom (25,2 mg GAE/100 ml) társult. Ennek oka, hogy a sörök polifenol-tartalma elsősorban a malátából és a komlóból származik, mely vegyületek nagy részét a hidroxifahéjsav származékok, valamint a fenolsavak teszik ki, melyek nem flavonoid fenolok. Habár a komló jelentős forrása a xantohumolnak és más prenilált flavonoidoknak, a felhasznált komló mennyisége a malátához képest elenyésző. Emellett az egyes terméktípusok alapanyag-felhasználása is eltérő, mely jelentős különbségeket okoz a vizsgált vegyületek koncentrációjában.

3. A saját készítésű gyümölcsös sörök esetében látható, hogy az erjesztés előtt, a sörle 7,5%-át frissen préselt gyümölcslével helyettesítve a sörök polifenol-tartalma sok esetben a kontroll sörénél is alacsonyabb volt, ugyanakkor a fermentációt követően, palackozás előtt történő gyümölcslé-adagolás a gyümölcslé mennyiségével arányosan növeli a polifenol-tartalmat. A meggy esetében a meggylével fermentált minta polifenol-tartalma a kontrollból mért koncentráció 85,1%-a volt, azonban a palackozás előtt további 7,5%-ban történő gyümölcslé-adagolás (37,5 ml 500 ml-ben) 23,1%-kal emelte a gyümölcsös ale polifenol-tartalmát, mely a kontroll sörénél is magasabb volt. Ez az eredmény összhangban van azzal a megfigyeléssel, hogy a fermentáció alatt képződő alkohol mennyisége csökkenti a fenolos vegyületek koncentrációját.
4. A sörökhöz hozzáadott gyümölcslé ásványianyag-tartalmának a késztermékben történő megjelenését nagymértékben befolyásolja az élesztő ásványianyag-igénye. Olyan makroelemek, mint a kálium, a kalcium, a magnézium és a foszfor a sörleiben olyan magas koncentrációban vannak jelen, hogy a hozzáadott gyümölcslével megnövekedett koncentrációjuk az élesztő számára már felesleges, így a késztermékben mért koncentráció a gyümölcslé mennyiségének és elemtartalmának megfelelően nő. A kálium esetében például a kontroll sörből mért, 381 mg/l-es koncentrációt a hozzáadott 1725 ml meggylé várhatóan 520 mg/l-re növelte volna. A meggyes ale sör káliumtartalma a mérés alapján 549 mg/l volt. Ha ezt a koncentrációt vesszük alapul, a palackozás előtt hozzáadott további 37,5 ml meggylé (7,5%-os dupla meggyes ale) 713 mg/l-re emelné a káliumtartalmat, a tényleges mérés eredménye pedig 690 mg/l volt. Az itt látható eltérések csekélyek, a káliumtartalom a hozzáadott gyümölcslé mennyiségének megfelelően nőtt. Ezzel szemben a fermentáció előtt hozzáadott 1725 ml meggylé a kontroll sör cinktartalmát 186 µg/l-ről 207 µg/l-re emelte volna, azonban a meggyes ale sörből 101 µg/l-es cinktartalmat mértem. A 7,5%-os dupla meggyes ale készítése során hozzáadott meggylé elméletben 101 µg/l-ről 134 µg/l-re növelte volna a cinktartalmat, ehelyett 111 µg/l-es cink-koncentrációt mértem. A 7,5%-os szimpla meggyes ale esetében a várható cinktartalom 220 µg/l volt, ezzel szemben 191 µg/l-es cinktartalmat mértem. Ennek oka a gyümölcslé miatt megnövekedett erjeszhető szénhidrát-tartalom által megnövelt cinkfelvétel, hiszen az élesztősejtek nagy mennyiségben igényelnek cinket az erjesztés során szükséges alkohol-dehidrogenáz enzim működéséhez.

5. A zabmaláta, mint elsődleges összetevő kizárólagos alkalmazása ugyanazon receptúra mellett 26%-kal növelte a minták nátriumtartalmát, és körülbelül kétszeresére emelte a kén tartalmát, illetve két és félszeresére a mangántartalmát. A zabmalátát 50%-ban rizs- vagy kukoricapehellyel helyettesítve jelentős csökkenést tapasztaltam a kén tartalomban, az említett termékekből mért koncentrációk közel azonosak a kontroll mintáéval. A mangántartalom esetében a kukorica- és rizspehely használatával készült mintákból mért koncentráció kevesebb, mint fele a kizárólag zabmalátát tartalmazó ital mangántartalmának, azonban a kontroll mintához képest a kukoricapehely esetében 9, míg a rizspehely esetén 30%-os növekedést tapasztaltam. A két említett pótanyag egyedül a cink tartalmát növelte a tiszta zabsörhöz viszonyítva, a rizspehely 10, míg a kukoricapehely 26%-kal.

8. GYAKORLATBAN ALKALMAZHATÓ EREDMÉNYEK

1. A kereskedelmi forgalomban kapható minták termékcsoportokba történő kategorizálása lineáris diszkriminancia analízissel, azok fenolos vegyülettartalma, flavonoid-tartalma, színe, valamint réz-, mangán-, foszfor- és stronciumtartalma alapján 85,1%-ban helyes volt. A változók bővítésével illetve módosításával ez a szám növelhető lehet, így a módszer alkalmas ismeretlen minták azonosítására is.
2. A sörökben található antioxidáns hatású vegyületek koncentrációját hatékonyan növeli a gyümölcslevek hozzáadása. Fontos azonban, hogy ez főként akkor eredményes, ha a gyümölcslevek a fermentációt követően adják az italhoz, mivel a fenolos vegyületek koncentrációja csökken a fermentáció alatt, mely összefüggésben van a sör alkoholtartalmával is. A meggylé fermentáció előtti, az erjesztési térfogat 7,5%-ában történő adagolása esetén az elkészült sör polifenoltartalma 85,1%-a volt a kontroll mintáénak, azonban a fermentációt követően, a palackozott térfogat 7,5%-ában történő hozzáadás 23,1%-kal növelte a sör polifenol-tartalmát.
3. C-vitaminban gazdag gyümölcslevek hozzáadásával jelentősen megnövelhetjük az ízesített sörök aszkorbinsav-tartalmát, mely termékfejlesztési szempontból előnyös. A saját készítésű ízesített sörök esetében az eperlé aszkorbinsav-tartalma kiemelkedő volt a többi vizsgált gyümölcsléhez viszonyítva. A palackozás előtt, a térfogat 7,5%-ában hozzáadott eperlé 66%-kal növelte a sör C-vitamin tartalmát.
4. A vizsgált gyümölcslevek közül a legtöbb számottevően megemelte a sörök kálium-, kalcium-, magnézium- és foszfortartalmát, hiszen ezekből az ásványi anyagokból a sörlé már tartalmazott annyit, amely az élesztő számára elegendő. Egyes mikroelemek esetében azonban a gyümölcslében mért koncentráció nem jelenik meg a végtermékben. A gyümölcslevek hozzáadása megnövelte a sörlé erjeszthető szénhidrát-tartalmát, és mivel az élesztőnek az alkohol-dehidrogenáz enzim működéséhez cinkre van szüksége, jelentősen csökkent a sörök cinktartalma. A fermentáció előtti hozzáadás esetén például a mért cink-koncentráció kevesebb, mint fele volt a sörlé és a gyümölcslé cinktartalma alapján vártnak.

5. A zabmaláta, mint alapanyag, vagy a malátázatlan zab, mint pótanyag felhasználása eredményesen növeli a sörökben egyes mikroelemek mennyiségét, különös tekintettel a mangán és a cink koncentrációjára. A saját készítésű zabalapú sörök esetében például a zabmaláta kizárólagos alkalmazása a mangán- és cinktartalmat két és félszeresére növelte a kontroll mintához képest. A kukorica- és rizspehely pótanyagként történő alkalmazása a zabsörhöz képest csökkentette a mangántartalmat, a rizspehely hozzáadása azonban további 10, a kukoricapehely pedig további 26%-kal emelte a minták cinktartalmát. Elmondható tehát, hogy a gluténmentes sörök zabmalátából történő előállításuk előnyös a termékek ásványianyag-tartalmára nézve.

9. ÖSSZEFOGLALÁS

A sör készítése és fogyasztása már évezredek óta jelen van a civilizált kultúrák túlnyomó többségében. Mivel az emberiséggel együtt a sörkészítés mestersége is folyamatosan fejlődik, így amellet, hogy a napjainkban készített italok egyáltalán nem hasonlítanak az ókori sörökre, a folyamatosan változó fogyasztási szokásoknak és trendeknek köszönhetően egyre szélesebb termékpalettából válogathatunk a kereskedelmi egységek polcain. Ezt a változatosságra való igényt elsősorban a kézműves sörfőzdek tudják kielégíteni, melyek Magyarországon is egyre nagyobb számban és magasabb termelési volumennel jelennek meg. A Reinheitsgebot által meghatározott összetevők megválasztása is számtalan lehetőséget biztosít, azonban manapság egyre szokatlanabb összetevők is kerülnek a sörökbe, de például a sörélesztő, mint technológiai segédanyag kiválasztása, vagy a különböző technológiai paraméterek megváltoztatása is változatosságot kínál.

A változatosság mellett a fogyasztói tudatosság is előtérbe került, mely az egészséges táplálkozásra való törekvésben is megnyilvánul. Számos tanulmány beszámolt már a mértékletes sörfogyasztás kedvező élettani hatásairól, melyet az esetlegesen felhasznált természetes, növényi eredetű ízesítő- és színezőanyagok akár tovább is fokozhatnak. Jelentős szempont viszont az is, hogy ezek milyen mértékben befolyásolják a sörök minőségi paramétereit.

Kutatásom során kereskedelmi forgalomban kapható, valamint saját készítésű söröket vizsgáltam. A kereskedelmi italok között szerepeltek világos és barna sörök, világos és barna búzasörök, különböző ale típusú sörök, ízesített sörök és sörtartalmú italok. A saját készítésű italok kivétel nélkül felsőerjesztésűek voltak, és a Debreceni Egyetem MÉK Élelmiszertudományi Intézetében található házi sörfőző berendezés segítségével készültek, mellyel a söripari folyamatok reprodukálhatók és szabályozhatók. Ízesítésük különböző mértékben és módon adagolt, frissen préselt gyümölcslevekkel, kávéval és csokoládékkal történt, de emellett gluténmentes alapanyagok alkalmazásának hatását is vizsgáltam. A vizsgálatok kiterjedtek a sörök összes polifenol-tartalmának, flavonoid-tartalmának, C-vitamin tartalmának, színének, összes titrálható savtartalmának illetve alfasav-tartalmának, valamint ásványianyag-tartalmának meghatározására, a statisztikai elemzés pedig egytényezős variancia analízisből, korrelációs számításból, valamint lineáris diszkriminancia analízisből (LDA) állt.

Eredményeink alapján megállapítható, hogy a felhasznált anyagok közül számos összetevő hatással volt a sörök beltartalmára kisebb vagy nagyobb mértékben. A világos sörökhöz és a búzasörökhöz képest a barna sörök és búzasörök lényegesen több antioxidáns hatású vegyületet tartalmaztak, melyeket már korábbi tanulmányok is alátámasztottak, általában véve azonban a kereskedelmi sörök és búzasörök nem mutattak kiemelkedő értékeket a vizsgált paraméterek tekintetében. Ezzel szemben a kereskedelmi ale sörök ásványianyag-tartalma magasnak mondható a többi vizsgált termékcsoporthoz képest, viszont antioxidáns hatású vegyületekben nem bővelkedtek. A kereskedelmi forgalomban kapható ízesített söröknek kiemelkedően magas volt az ásványianyag-, valamint a savtartalma, ezzel szemben a sörtartalmú italok szinte a legtöbb vizsgált paraméter esetében a legalacsonyabb eredményeket adták. Mind az ízesített sörök, mind pedig a sörtartalmú italok esetében említésre méltó a savtartalom emelkedése, mely a valamilyen formában hozzáadott gyümölcsöknek köszönhető, azonban fontos megemlíteni, hogy ezek jelentősen csökkentették az italok foszfortartalmát, mely az egyébként magas foszfortartalmú sörben a malátából származik. A saját készítésű gyümölcsös sörök esetében is hasonló megfigyeléseket tehattünk, a legtöbb vizsgált komponensben gazdagok voltak, kiemelve a fenolos vegyülettartalmat, savtartalmat, valamint a kálium-, nátrium-, bór- és cinktartalmat. Fontos azonban kihangsúlyozni, hogy a felhasznált gyümölcslevek beltartalmi értékeivel nem minden esetben volt összhangban a felhasználásukkal készült termékek összetétele az antioxidáns hatású vegyületek tekintetében, illetve azt is, hogy többnyire a fermentáció utáni hozzáadás jelentett csak számottevő növekedést. Feltehetően az élesztők anyagcsere-tevékenységeinek, valamint a fermentáció idejének köszönhetően az erjesztés előtti hozzáadás a legtöbb esetben nem eredményezett emelkedést a vizsgált komponensek koncentrációjában. A fermentációt követő ízesítéseket tekintve viszont a legtöbb esetben a hozzáadott gyümölcsle mennyiségével egyenesen arányos volt a végtermék paramétereinek változása. Ennek ellenére számos ásványi anyag, például a kálium-, kalcium-, magnézium- és foszfor-koncentráció szinte minden esetben nőtt a gyümölcslevek hozzáadásával.

A zabmaláta, mint alternatív alapanyag közismerten magas ásványianyag-tartalma a belőle készült sörök esetében is felfedezhető volt, de az ásványi anyagok mellett a termékcsoporthoz keserűértéke és flavonoid-tartalma is említésre méltó.

A csokoládé és kávé hozzáadásával készített sörök mind ásványi anyagokban, mind pedig antioxidáns hatású vegyületekben is igen gazdagok voltak, melyet megalapozott az a tény, hogy a felhasznált élvezeti cikkek is magas koncentrációban tartalmazzák ezeket a vegyületeket.

A statisztikai analízis alapján elmondható, hogy a vizsgált paraméterek közül a fenolos vegyület-tartalom, flavonoid-tartalom, szín, valamint réz-, mangán-, foszfor- és stronciumtartalom alapján a kereskedelmi forgalomban kapható sörök 85,1%-a volt helyesen kategorizálható, mely további paraméterek bevonásával akár tovább növelhető lenne, tehát a vizsgált paraméterek alapján meghatározható lenne a vizsgált sörök típusa. Emellett a saját készítésű gyümölcsös sörökkel végzett korreláció-analízis eredménye azt mutatja, hogy a nátriumtartalom pozitív lineáris kapcsolatban áll a foszfor- és kén-tartalommal, a kalciumtartalom szintén pozitív lineáris kapcsolatban áll a magnézium-, foszfor- és kén-tartalommal, a magnéziumtartalom a foszfor- és kén-tartalommal, valamint a foszfortartalom a kén-tartalommal.

Összességében elmondható, hogy mértékletesen fogyasztva a sörök általában véve kedvező hatással lehetnek egészségünkre, és ezen kedvező hatások erősíthetők különböző növényi eredetű termékek hozzáadásával. Számos gyümölcsle hozzáadása növekedést eredményezett a flavonoid-tartalomban, valamint számos ásványi anyag koncentrációjában, de az eperlé alkalmazása még a C-vitamin tartalmát is jelentősen megnövelte. Fontos továbbá kihangsúlyozni, hogy a felhasznált anyagok hozzáadása többnyire nem befolyásolta negatívan az italok söripari értékmérő tulajdonságait, a legtöbb esetben csak a savtartalomban jelentkező számottevő változás.

A különböző növényi eredetű termékekkel készült italok mellett, hogy táplálkozás-élettani szempontból kedvezőbbé teheti a sörök összetételét, eddig sört nem kedvelő fogyasztókat is megnyerhetnek lágyabb, vagy éppen szokatlanabb, különlegesebb érzékszervi tulajdonságaikkal.

10. SUMMARY

Beer production and consumption has been present for several millenniums in most of the civilized cultures. The profession of brewing is in continuous development in sync with humanity, therefore nowadays' drinks have almost no resemblance to their ancestors, furthermore, there is a constantly growing product palette on the shelves of the commercial units due to the changing consumer behaviour and trends. This demand for variety may be satisfied by craft breweries mostly, which are present with an increasing number and production volume even in Hungary. Optimal selection of the constituents laid down by the Reinheitsgebot provides plenty of opportunities, but the usage of more and more unusual compounds is also a common trend nowadays. Nevertheless, the selection of yeasts as processing aids, or the modification of technological parameters are also offering great diversity.

Besides the above-mentioned observations, consumer awareness is also increasing, manifesting at the pursuit of healthy nutrition too. Numerous scientific studies have proved the beneficial effects of moderate beer consumption, which might also be increased by the addition of different natural flavouring and coloring agents of plant origin. However, the possible effects of these materials on the quality parameters should also be considered.

In this research, I have analyzed commercial beers and my own micro-brew beers. The commercial sample group included pale and dark beers, pale and dark wheat beers, ales, flavoured beers and mixed fruity beverages containing beer. The micro-brew beers were all ales and were prepared by a micro brewery system found in the Institute of Food Science, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, University of Debrecen. The brewery system was adequate to reproduce and control a commercial brewing technology. The flavouring of these beverages was carried out by the application of fresh fruit juices at different points of the technology in different concentrations. Besides those, I have also flavoured beers with coffee and chocolate, furthermore, I have prepared beers from gluten-free raw materials. Total phenolic content, flavonoid content, vitamin C content, color intensity, total acidity, bitter acid content and element content of the beverages were determined, and the applied statistical analysis consisted of one-way ANOVA, correlation analysis and linear discriminant analysis (LDA).

Based on our results, most of the applied raw materials have effects on the nutritional value and quality parameters of beer to a greater and lesser extent. Compared to the pale beers and pale wheat beers, dark lagers contained much more antioxidant compounds which have already been justified by previous studies, however these commercial lager beers did not show outstanding values in case of the analyzed parameters. On the other hand, commercial ale beers had higher element concentrations compared to the other groups of commercial beers, but they did not abound in antioxidant compounds. Commercial flavoured beers contained an outstanding amount of elements and acids, while the analyzed mixed beverages showed quite poor results in most of the determined parameters. Both flavoured beers and mixed beverages showed a significant titratable acidity due to the fruits added in different ways, but the decreasing phosphorus content of these beverages should also be considered, which naturally originates from the barley malt as their primary ingredient.

Similar observations could be made in case of the micro-brewed fruity beers. They were rich in most of the determined compounds, however these parameters were not always in compliance with the original contents of the juices applied in case of antioxidant components. Furthermore, only the flavouring after primary fermentation caused noticeable increase in the concentrations. This observation might be caused by the time of the fermentation and the metabolic activities of the yeasts, therefore the addition before primary fermentation could not reach such great efficiency. In case of the addition after primary fermentation, the alteration in the analyzed parameters were proportional to the quantity of the juice added in case of the majority of the compounds. Nevertheless, the concentrations of numerous elements such as potassium, calcium, magnesium and phosphorus had increased by the addition of the juices in almost every case.

The remarkable amount of elements contained by oat could also be detected in the beverages prepared by the application of oat malt as primary ingredient, furthermore, bitter acid content and flavonoid content of these samples were also worth mentioning. On the other hand, beers flavoured with honeys contained only phenolic compounds, zinc and boron in high concentrations, while the concentrations of flavonoids and most of the macro and micro elements were pretty low.

Both antioxidant compounds and minerals could be measured in high concentrations in stouts flavoured with chocolate and coffee, which could be established by the fact that these added products are extremely rich in the above-mentioned compounds.

Based on the statistical analysis, 85.1% of the commercial beers could be correctly classified based on their total phenolic content, flavonoid content, color, and copper, manganese, phosphorus and strontium content, which value might also be increase by the incorporation of more parameters, therefore it might be possible to categorize these products by the determination of the above-mentioned compounds. Results of the correlation analysis carried out on the micro-brewed fruity beers also highlighted that sodium content of the products is in positive linear correlation with their phosphorus and sulphur content, calcium content correlates positively to the magnesium, phosphorus and sulphur content, magnesium shows positive correlation to the phosphorus and sulphur content, and another positive correlation between the samples' phosphorus and sulphur content could be observed. Flavonoid content correlated positively only to the color of the products. A negative correlation could also be observed between titratable acidity and bitter acid content.

In conclusion, moderate consumption of beer generally has a positive effect on our health, and these effects could be increased by the addition of different products of plant origin. Numerous fruit juices caused an increase in the flavonoid and mineral content of the produced beverages, furthermore, the application of strawberry juice increased even vitamin C content significantly. It is also important to point out that these additional materials did not have any negative effect on the beer quality parameters in most of the cases, considerable changes could only be observed in case of the titratable acidity of the products.

Besides the possible improvement of the nutritional value of these beverages, these products could also capture the attention of consumers who do not really prefer traditional beers by their milder or even unusual organoleptic characteristics.

11. IRODALOM

- Abiko, Y. – Paudel, D. – Uehara, O.: 2022. Hops components and oral health. *Journal of Functional Foods*. 92.
- Al Ghamdi, S. M. – Cameron, E. C. – Sutton, R. A.: 1994. Magnesium deficiency: pathophysiologic and clinical overview. *American Journal of Kidney Diseases*. 24: 737-754.
- Al Mamari, H. H.: 2021. Phenolic compounds: Classification, chemistry, and updated techniques of analysis and synthesis. Intech Open.
- Alexa L.: 2014. A nagyüzemi sörgyártás technológiája és a kész sör egyes alkotóinak hatása az emberi szervezetre. Szakdolgozat, Debreceni Egyetem.
- Alexa, L. – Kántor, A. – Kovács, B. – Czipa, N.: 2017. Contribution of beer to cover human's nutritional needs. *Scientific researches in food production – proceeding of abstracts*. Slovak University of Agriculture in Nitra.
- Alexa, L. – Kántor, A. – Kovács, B. – Czipa, N.: 2018. Determination of beer's antioxidant compounds. *Acta Agraria Debreceniensis*. 74: 5-10.
- Alcázar, A. - Pablos, F. - Martín, J. - González, A. G.: 2002. Multivariate characterization of beers according to their mineral content. *Talanta*. 57. (1): 45-52.
- Alemayehu, G. F. – Forsido, S. F. – Tola, Y. B. – Teshager, M. A. – Assegie, A. A. – Amare, E.: 2021. Proximate, mineral and anti-nutrient compositions of oat grains (*Avena sativa*) cultivated in Ethiopia: implications for nutrition and mineral bioavailability. *Heliyon*. 7 (8).
- AOAC.: 1995. Acidity (Total) of beer. Indicator titration method. AOAC Official Method 950.07.
- AOAC.: 1995. Bitterness of beer. Iso-alpha acids method. AOAC Official Method 965.21.
- Bagchi, D. – Swaroop, A. – Preuss, H. G. – Bagchi, M.: 2014. Free radicals scavenging, antioxidant and cancer chemoprevention by grape seed proanthocyanidin: An overview. *Mutation Research*. 768: 69-73.
- Bamforth, W.C.: 2002. Nutritional aspects of beer – a review. *Nutrition Research*. 22: 227-237.

Bela K.: 2018. Növényi glutation peroxidáz enzimek vizsgálata lúdfűben. Doktori értekezés, Szegedi Tudományegyetem.

Blanco, C. A. – Sancho, D. – Caballero, I.: 2010. Aluminium content in beers and silicon sequestering effects. *Food Research International*. 43: 2432-2436.

Blaszczyk, U. – Duda-Chodak, A.: 2013. Magnesium: Its role in nutrition and carcinogenesis. *Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny*. 63 (3): 165-171.

Blocker, J. S.: 2011. Did prohibition really work? Alcohol prohibition as a public health innovation. *American Journal of Public Health*. 96. (2): 233-243.

Briggs, D. E. – Hough, J. S. – Stevens, R. – Young, T. W.: 1981. *Malting and Brewing Science*. Chapman & Hall, St. Edmundsbury Press, Suffolk, U.K.

Brunelli, S. M. – Goldfarb, S.: 2007. Hypophosphatemia: clinical consequences and management. *Journal of the American Society of Nephrology*. 18: 1999-2003.

Capece, A. – Romaniello, R. – Pietrafesa, A. – Siesto, G. – Pietrafesa, R. – Zambuto, M. – Romano, P.: 2018. Use of *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* in co-fermentations with *S. cerevisiae* for the production of craft beers with potential healthy value-added. *International Journal of Food Microbiology*. 284: 22-30.

Cermak, P. – Olsovska, J. – Mikyska, A. – Dusek, M. – Kadleckova, Z. – Vanicek, J. – Nyc, O. – Sigler, K. – Bostikova, V. – Bostik, P.: 2017. Strong antimicrobial activity of xanthohumol and other derivatives from hops (*Humulus lupulus* L.) on gut anaerobic bacteria. *APMIS*. 125 (11): 1033-1038.

Combs, G. F. Jr.: 2005. Geological impacts of nutrition [In: Selinus, O., Alloway, B., Centeno, J. A., Finkelman, R. B., Fuge, R., Lindh, U., Smedley, P. (ed.) *Essentials of medical geology, impacts of the natural environment on public health*]. Elsevier Academic Press, Cambridge, U.S.A.

Cortese, M. – Gigliobianco, M. R. – Peregrina, D. V. – Sagratini, G. – Censi, R. – Di Martino, P.: 2020. Quantification of phenolic compounds in different types of craft beers, worts, starting and spent ingredients by liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*. 1612 (8). <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2019.460622>

- Crop, M. J. – Hoorn, E. J. – Lindemans, J. – Zietse, R.:* 2007. Hypokalaemia and subsequent hyperkalaemia in hospitalized patients. *Nephrology, Dialysis, Transplantation*. 22: 3471-3477.
- Czipa N.:* 2014. Élelmiszeranalitika gyakorlati jegyzet élelmiszermérnök BSc. III. évfolyam részére. Debreceni Egyetem.
- Csapó J. – Csapóné Kiss Zs.:* 2003. Élelmiszer-kémia. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Cseh S. – Ternai J.:* 1978. A komló természetse és feldolgozása. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Deák T.:* 1998. Élesztőgombák. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest.
- Di Castelnuovo, A. – Costanzo, S. – di Giuseppe, R. – de Gaetano, G. – Iacoviello, L.:* 2009. Alcohol consumption and cardiovascular risk: mechanisms of action and epidemiologic perspectives. *Future Cardiology*. 5: 467-477.
- Ding, D. – Kong, L. – Jiang, D. – Wei, J. – Cao, S. – Li, X. – Zheng, L. – Deng, S.:* 2022. Source apportionment and health risk assessment of chemicals of concern in soil, water, sediment at a large strontium slag pile area. *Journal of Environmental Management*. 304.
- Donadini, G. – Porretta, S.:* 2017. Uncovering patterns of consumers' interest for beer: A case study with craft beers. *Food Research International*. 91: 183-198.
- Donadini, G. – Spalla, S. – Beone, G. M.:* 2008. Arsenic, cadmium and lead in beers from the Italian market. *Journal of the Institute of Brewing*. 114:283-288.
- Drasch, G. – Horvat, M. – Stoeppler, M.:* 2004. Mercury [In: Merian, E., Anke, M., Ihnat, M., Stoeppler, M. (ed.) Elements and their compounds in the environment]. Wiley-VCH, Weinheim.
- EFSA:* 2005. Opinion of the Scientific Panel on dietetic products, nutrition and allergies on a request from the Commission related to the Tolerable Upper Intake Level of sodium. *The EFSA journal*. 209: 1-26. doi: 10.2903/j.efsa.2004.59
- Elzinga, K. G. – Tremblay, C. H. – Tremblay, V. J.:* 2015. Craft beer in the United States: History, numbers, and geography. *Journal of Wine Economics*. 10. (3): 242-274. doi:10.1017/jwe.2015.22

Európai Parlament és Tanács: 2011. 1169/2011/EU Rendelet a fogyasztók élelmiszerekkel kapcsolatos tájékoztatásáról, az 1924/2006/EK és az 1925/2006/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet módosításáról és a 87/250/EGK bizottsági irányelv, a 90/496/EGK tanácsi irányelv, az 1999/10/EK bizottsági irányelv, a 2000/13/EK európai parlamenti és tanácsi irányelv, a 2002/67/EK és a 2008/5/EK bizottsági irányelv és a 608/2004/EK bizottsági rendelet hatályon kívül helyezéséről. Az Európai Unió Hivatalos Lapja. 304: 18-63.

FAO: 2009. Malt, barley, beer. Agribusiness Handbook. Rome, Italy.

Farkas P.: 2011. Főzőházi folyamatszabályozási eljárás. Heineken Hungária Sörgyárak Zrt., Martfű.

Fegredo, J. A. – Meynell, R. – Lai, A. K. H. – Wong, M. C. Y. – Martin, C. R. – Wiseman, H. – Preedy, V. R.: 2009. The antioxidant capacity of beer: Relationships between assays of antioxidant capacity, color and other alcoholic and non-alcoholic beverages. [In: Preedy, V. (ed.) Beer in Health and Disease Prevention]. Academic Press. pp. 475-481.

*Ferrada, L. – Barahona, M. J. – Salazar, K. – Vandenabeele, P. – Nualart, F.: 2020. Vitamin C controls neuronal necroptosis under oxidative stress. *Redox Biology*. 29.*

*Filippini, T. – Cilloni, S. – Malavolti, M. – Violi, F. – Malagoli, C. – Tesauro, M. – Ferrari, A. – Vescovi, L. – Vincenti, M.: 2018. Dietary intake of cadmium, chromium, copper, manganese, selenium and zinc in a Northern Italy community. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 50: 508-517.*

*Gama, E. M. – Nascentes, C. C. – Matos, R. P. – Rodrigues, G.: 2017. A simple method for the multi-elemental analysis of beer using total reflection X-ray fluorescence. *Talanta*. 174: 274-278.*

Gasztonyi, K.: 1979. Az élelmiszerkémia alapjai. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

*Gerhäuser, C.: 2005. Beer constituents as potential cancer chemopreventive agents. *European Journal of Cancer*. 41: 1941-1954.*

Goldammer, T.: 2000. The Brewer's Handbook. Apex Publishers, USA.

González-Sanjosé, M. L. – Rodríguez, P. M. – Valls-Bellés, V.: 2017. Beer and its role in human health [In: Martines, J. F. C., Penas, V. E. (ed.) Fermented foods in health and disease prevention]. Academic Press. pp. 365-384.

- Gordon, D. S. – Rudinsky, A. J. – Guillaumin, J. – Parker, V. J. – Creighton, K. J.: 2020. Vitamin C in health and disease: A companion animal focus. *Topics in Companion Animal Medicine*. 39.
- Greve, K. – Nielsen, E. – Ladefoged, O.: 2007. Evaluation of health hazards by exposure to strontium in drinking water. *Toxicology Letters*. 172.
- Gumz, M. L. – Rabinowitz, L. – Wingo, C. S.: 2015. An integrated view of potassium homeostasis. *New England Journal of Medicine*. 373: 1787-1788.
- Hajós Gy.: 2008. Élelmiszer-kémia. Akadémia Kiadó, Budapest.
- Haminiuk, C. V. I. – Maciel, G. M. – Plata-Oviedo, M. S. V. – Peralta, R. M.: 2012. Phenolic compounds in foods – an overview. *International Journal of Food Science and Technology*. 47: 2023-2044.
- Harsij, M. – Kanani, H. G. – Adineh, H.: 2020. Effects of antioxidant supplementation (nano-selenium, vitamin C and E) on growth performance, blood biochemistry, immune status and body composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) under sub-lethal ammonia exposure. *Aquaculture*. 521.
- Heaton, F. W.: 1976. Magnesium in intermediary metabolism [In: Canatin, M., Seelig, M. (ed.) Magnesium in health and disease]. SP Medical and Scientific Books, New York.
- Hegedűs A.: 2013. A csonthéjas gyümölcsök antioxidáns hatásában megnyilvánuló genetikai variabilitás jellemzése. Akadémiai doktori értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem.
- Höllriegel, V. – München, H.Z.: 2019. Other environmental health issues: Strontium in the environment and possible human health effects. *Encyclopedia of Environmental Health*. 797-802.
- Islam, S. – Haque, A. – Islam, R. – Yusuf, H. K. M.: 1999. Aluminium and calcium intoxication in young patients with writer's syndrome [In: Abdulla, M., Bost, M., Gamon, S., Arnaud, P., Chazot, G. (ed.) New aspects of trace element research]. 5th Intern Society for Trace Element Research in Humans. London.
- Jacob, F.: 1985. Analytik, Vorkommen und Verhalten der kritischen Spurelemente Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Quecksilber und Selen in der Brauereitechnologie. Dissertation. TU München/Weihenstephan.

- Jaeger, S. R. – Worch, T. – Phelps, T. – Jin, D. – Cardello, V. A.: 2020. Preference segments among declared craft beer drinkers: Perceptual, attitudinal and behavioural responses underlying craft-style vs. traditional-style flavour preferences. *Food Quality and Preference*. 82.
- Jandera, P.: 2009. Methods for the HPLC analysis of phenolic compounds and flavonoids in beer. In: *Beer in Health and Disease Prevention*. 1003-1014.
- Jastrzębska, A. – Kowalska, S. – Szlyk, E.: 2017. New procedure for column-switching isotachometric determination of vitamins B1 and B6 in beer samples. *Journal of Food Composition and Analysis*. 57: 80-86.
- Jørgensen, S. E.: 2000. Principles of pollution abatement. Pollution abatement of the 21th century. Elsevier Science Ltd., Oxford, U.K.
- Juurlink, B.H.J. – Azouz, H.J. – Aldalati, A.M.Z. – AlTinawi, B.M.H. – Ganguly, P.: 2014. Hydroxybenzoic acid isomers and the cardiovascular system. *Nutrition Journal*. 13: 63-68.
- Kabata-Pendias, A. – Mukherjee, A. B.: 2007. Trace elements from soil to human. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg.
- Kabata-Pendias, A. – Pendias, H.: 1999. Biochemistry of trace elements. Wyd Nauk PWN, Warszawa.
- Kaur, M. – Tyagi, S. – Kundu, N.: 2018. Effect of brewing methods and time on secondary metabolites, total flavonoid and phenolic content of green and roasted coffee *Coffea arabica*, *Coffea canephora* and Monsooned malabar. *European Journal of Medicinal Plants*. 23 (1): 1-16.
- Kelemen J.: 2014. Vitaminok. Medicina Könyvkiadó, Budapest.
- Kerekes G.: 2018. Tárolás és preharvest kezelések hatása a meggy beltartalmi paramétereire különböző fajták esetében. *Debreceni Egyetem*.
- Kovács B. – Győri Z. – Csapó J. – Loch J. – Dániel P.: 1996. A study of plant sample preparation and inductively coupled plasma emission spectrometry parameters. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*. 27: 1177-1198.

- Król, K. – Gantner, M. – Tatarak, A. – Hallmann, E.:* 2019. The content of polyphenols in coffee beans as roasting, origin and storage effect. *European Food Research and Technology*. 246: 33-39.
- Kunze, W.:* 2004. *Technology of Brewing and Malting*. VLB Berlin, Germany.
- Lakatos, E.:* 2013. *Élelmiszeripari technológiák II*. Nyugat-Magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron.
- Li, Y. H.:* 2000. *A compendium of geochemistry: From solar nebula to the human brain*. Princeton University Press, Princeton, Oxford.
- Lorigooini, Z. – Jamshidi-Kia, F. – Hosseini, Z.:* 2020. Analysis of aromatic acids. [In: Silva, A.E. – Nabavi, S.F. – Saeedi, M. – Nabavi, S.M. (Ed.): *Recent advances in natural products analysis*] Elsevier Inc; Amsterdam.
- Lugasi A.:* 2003. Polyphenol content and antioxidant properties of beer. *Acta alimentaria*. 32 (2): 181-192.
- Lyu, M. – Liu, H. – Ye, Y. – Yin, Z.:* 2020. Inhibition effect of thiol-type antioxidants on protein oxidative aggregation caused by free radicals. *Biophysical Chemistry*. 260.
- Magyar Élelmiszerkönyv Bizottság:* 2013. Sör. 2-702 számú irányelv.
- Magyar Köztársaság.:* 2011. 2011. évi CLVI. törvény egyes adótörvények és azzal összefüggő egyéb törvények módosításáról. *Magyar Közlöny*. 140.: 33404-33586.
- Marcos, A. – Serra-Majem, L. – Pérez-Jiménez, F. – Pascual, V. – Tinahones, F.J. – Estruch, R.:* 2021. Moderate consumption of beer and its effects on cardiovascular and metabolic health: An updated review of recent scientific evidence. *Nutrients*. 13 (3): 879-902.
- Martinek, R. G. – Wolman, W.:* 1955. Xanthines, tannines and sodium in coffee, tea and cocoa. *Journal of the American Medical Association*. 158 (12): 1031-1051.
- Martinez-Perinan, E. – Hernández-Artiga, M. P. – Palacios-Santander, J. M. – Elkaoutit, M. – Naranjo-Rodriguez, I. – Bellido-Milla, D.:* 2011. Estimation of beer stability by sulphur dioxide and polyphenol determination. Evaluation of a Laccase-Sonogel-Carbon biosensor. *Food Chemistry*. 127 (1): 234-239.

Matsushige, I. – Oliveira, E.: 1993. Determination of trace elements in Brazilian beers by ICP-AES. *Food Chemistry*. 47: 205-207.

Momčilović, B.: 2004. The copper group [In: Merian, E., Anke, M., Ihnat, M., Stoeppler, M. (ed.) *Elements and their compounds in the environment*]. Wiley-VCH, Weinheim.

Montanari, L. – Floridi, S. – Marconi, O. – Tironzelli, M. – Fantozz, P.: 2005. Effects of mashing procedures on brewing. *European Food Research and Technology*. 221 (1): 175-179.

Montanari, L. – Mayer, H. – Marconi, O. – Fantozzi, P.: 2009. Minerals in Beer. *Beer in Health and Disease Prevention*. 359-365.

Montanari, L. – Perretti, G. – Natella, F. – Guidi, A. – Fantozzi, P.: 1999. Organic and phenolic acids in beer. *LWT – Food Science and Technology*. 32 (8): 535-539.

Moosavian, S. P. – Maharat, M. – Chambari, M. – Moradi, F. – Rahimlou, M.: 2022. Effects of tart cherry juice consumption on cardio-metabolic risk factors: A systematic review and meta-analysis of randomized-controlled trials. *Complementary Therapies in Medicine*. 71.

Mori, M. – Sato, T. – Yoshida, H. – Ohira, Y. – Itou, Y. – Shimizu, S.: 2016. Association of beer consumption with arsenic concentration in urine: a result from a cross-sectional study of the general Japanese population. *Environmental Health and Preventive Medicine*. 21 (5): 327-333.

Mosher, M. – Trantham, K.: 2017. *Brewing Science: A multidisciplinary approach*. Springer International Publishing, Switzerland.

Munno, G. – Geday, M. A. – Medaglia, M. – Anastassopoulou, J. – Theophanides, T.: 1996. Manganese and cobalt cytosine (Cyt) and 1-methylcytosine (1-Mecyt) complexes [In: Collery, P., Corbella, J., Domingo, J. L., Etienne, J.C., Llobet, J. M. (ed.) *Metal ions in biology and medicine*]. Libbey Eurotext, Paris.

Nagymáté E.: 2008. Vitaminnal dúsított sörök előállítása és tanulmányozása. Doktori értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem.

Nardini, M. – Garaguso, I.: 2020. Characterization of bioactive compounds and antioxidant activity of fruit beers. *Food Chemistry*. 305.

Narziss, L.: 1981. A sörgyártás. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Northwestern Memorial Hospital: 2021. Phosphorus in common foods. *Northwestern Medicine*.

Ocvirk, M. – Necemer, M. – Iztok, J. K.: 2019. The determination of geographic origins of hops (*Humulus lupulus L.*) by multi-elemental fingerprinting. *Food Chemistry*. 277: 32-37.

Oliveira, K. G. – Queiroz, V. A. V. – Carlos, L. A. – Cardoso, L. M. – Pinheiro-Sant'Ana, H. M. – Anunciacao, P. C. – Menezes, C. B. – Silva, E. C. – Barros, F.: 2017. Effect of the storage time and temperature on phenolic compounds of sorghum grain and flour. *Food Chemistry*. 216: 390-398.

Olechno, E. – Puscion-Jakubik, A. – Socha, K. – Zujko, M. E.: 2021. Coffee brews: Are they a source of macroelements in human nutrition? *Foods*. 10 (6).

Olmstead, E. G. – Cassidy, J. E. – Murphy, F.D.: 1954. Nutritional value of beer with reference to the low salt diet. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2 (6): 392-395.

Onate-Jean, A. – Bellido-Milla, D. – Hernández-Artiga, M. P.: 2006. Spectrometric methods to differentiate beers and evaluate beer aging. *Food Chemistry*. 97: 361-369.

Papp N. – Abrankó L. – Stefanovits-Bányai É. – Hegedűs A.: 2016. Az egészségvédő hatás szerepe a meggy frisspiaci és ipari hasznosításánál [In: Nyéki J., Szabó T., Soltész M. (szerk.) Meggy. A jövedelmező intenzív termesztés alapjaival]. ÉKASZ Szakmaközi Szervezet és Terméktanács, MKSZ Nonprofit Kft. Újfehértó, NAIK GYKI Újfehértói Kutató Állomása, 319-334.

Parcell, S.: 2002. Sulfur in human nutrition and applications in medicine. *Alternative Medicine Review*. 7 (1): 22-24.

Peganova, S. – Edlet, K.: 2004. Zinc [In: Merian, E., Anke, M., Ihnat, M., Stoeppler, M. (ed.) Elements and their compounds in the environment]. Wiley-VCH, Weinheim.

Percival, S. S.: 1995. Neutropenia caused by copper deficiency: Possible mechanisms of action. *Nutrition Reviews*. 53: 59-66.

Pintér Sz.: 2013. Ökológiai és integrált gazdálkodással termesztett csonthéjas és almatermésű gyümölcsök mikrobiológiai és kémiai analízise. Doktori értekezés, Corvinus Egyetem, Budapest.

Plumlee, G. S. – Ziegler, T. L.: 2003. The medical geochemistry of dusts, soils and other earth materials. *Treatise on Geochemistry*. 9: 263-310.

Pohl, P. – Prusisz, B.: 2010. Chemical fractionation of Cu, Fe and Mn in canned Polish beers. *Journal of Food Composition and Analysis*. 23: 86-94.

Polak, J. – Bartoszek, M. – Stanimirova, I.: 2013. A study of the antioxidant properties of beers using electron paramagnetic resonance. *Food Chemistry*. 141: 3042-3049.

Presti, G. – Guarrasi, V. – Gulotta, E. – Provenzano, F. – Provenzano, A. – Giuliano, S. – Monfreda, M. – Mangione, M. R. – Passantino, R. – San Biagio, P. L. – Costa, M. A. – Giacomazza, D.: 2017. Bioactive compounds from extra virgin olive oils: Correlation between phenolic content and oxidative stress cell protection. *Biophysical Chemistry*. 230: 109-116.

Ramis-Ramos, G.: 2003. Synthetic antioxidants. [In: Caballero, B. (Ed.). *Encyclopedia of food sciences and nutrition*]. Elsevier Science Ltd., Amsterdam.

Rice-Evans, A. – Miller, J. N. – Paganga, G.: 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in Plant Science*. 2 (4): 152-159.

Robertson, W. G. – Marshall, R. W.: 1981. Ionized calcium in body fluids. *Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences*. 15: 85-125.

Rodenburg, E. M. – Visser, L. E. – Hoorn, E. J. – Ruiter, R. – Lous, J. J. – Hofman, A. – Uitterlinden, A. G. – Stricker, B. H.: 2014. Thiazides and the risk of hypokalaemia in the general population. *Journal of Hypertension*. 32: 2092-2097.

Rodler I.: 2008. Élelmezés- és táplálkozás-egészségtan. Medicina Könyvkiadó, Budapest.

Rutnik, K. – Knez, H.M. – Joze Kosir, I.: 2021. Hop essential oil: Chemical composition, extraction, analysis and applications. *Food Reviews International*. 38: 529-551.

Sakellari, A. – Karavoltzos, S. – Plavsic, M. – Bempi, E. – Papantonopoulou, G. – Dassenakis, M. – Kalogeropoulos, N.: 2017. Copper complexing properties, trace metal content and organic matter physico-chemical characterization of Greek beers. *Microchemical Journal*. 135: 66-73.

Schäfer, U. – Anke, M. – Seifert, M. – Fischer, A. B.: 2004. Influences on the manganese intake, excretion and balance of adults, and on the manganese concentration of the consumed food determined by means of the duplicate portion technique. *Trace Elements and Electrolytes*. 21 (4): 68-77.

Schoenberger, C. – Krottenthaler, M. – Back, W.: 2002. Sensory and analytical characterization of non-volatile taste-active compounds in bottom-fermented beers. *Master Brewers Association of the Americas Technical Quarterly*. 39 (4): 210-217.

Shai, I. – Wainstein, J. – Harman-Boehm, I. – Raz, I. – Fraser, D. – Rudich, A. – Stampfer, M. J.: 2007. Glycemic effects of moderate alcohol intake among patients with type 2 diabetes: a multicenter, randomized, clinical intervention trial. *Diabetes Care*. 30: 3011-3016.

Singleton, V. L. – Orthofer, R. – Lamuela-Raventos, M.: 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*. 299: 152-178.

Sjörögen, B. – Elinder, C. G. – Iregren, A. – McLachlan, D. R. C. – Rithimäki, V.: 1997. Occupational aluminium exposure and its health effects [In: Yokel, R. A., Golub, M. S. (ed.) *Research issues in aluminium toxicity*]. Taylor & Francis, Washington D.C., U.S.A.

Smith, A. H. – Lingas, E. O. – Rahman, M.: 2000. Contamination of drinking water by arsenic in Bangladesh: a public health emergency. *Bulletin of the World Health Organization*. 78: 1093-1103.

Sotibrán, A. – Ordaz, T. M. – Rodríguez, A. R.: 2011. Flavonoids and oxidative stress in *Drosophyla melanogaster*. *Mutation Research*. 726: 60-65.

Stern, A. – Furlan, V. – Novak, M. – Stampar, M. – Kolenc, Z. – Kores, K. – Filipic, M. – Bren, U. – Zegura, B.: 2021. Chemoprotective effects of xanthohumol against the carcinogenic mycotoxin aflatoxin B1. *Foods*. 10 (6): 1331.

Szabó S.: 1998. Söripari technológia. Agrárszakoktatási Intézet, Budapest.

- Toh, D. W. K. – Chua, J. Y. – Liu, S. Q.: 2018. Impact of simultaneous fermentation with *Saccharomyces cerevisiae* and *Torulaspora delbrueckii* on volatile and non-volatile constituents in beer. *LWT – Food Science and Technology*. 91: 26-33.
- Vecseri B.: 2004. Az ásványi anyag tartalom tanulmányozása a sörgyártás műveleti lépései során. Doktori értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem.
- Vela, M. M. – Toma, R. B. – Reiboldt, W. – Pierri, A.: 1998. Detection of aluminium residue in fresh and stored canned beer. *Food Chemistry*. 63 (2): 235-239.
- Vigh Sz.: 2017. Az articsóka (*Cynara scolimus L.*) és a görögszéna (*Trigonella foenum-graecum L.*) extraktumok kémiai térképezése és élettani hatásaik vizsgálata *in vitro* és *in vivo* modell rendszereken. Doktori értekezés, Debreceni Egyetem.
- Vinson, J. A. – Motisi, M. J.: 2015. Polyphenol antioxidants in commercial chocolate bars: is the label accurate? *Journal of Functional Foods*. 12: 526-529.
- Vogel, W.: 2000. A házi sör készítése. HOGYF Editio, Budapest.
- Walker, G. – Birch, R. M. – Chandrasena, G. – Maynard, A. I.: 1996. Magnesium, calcium and fermentative metabolism in industrial yeasts. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*. 54 (1): 13-18.
- Whiteside, G. – Lee, G. – Valenzano, K.: 2007. The role of the cannabinoid CB2 receptor in pain transmission and therapeutic potential of small molecule CB2 receptor agonists. *Current Medicinal Chemistry*. 14 (8): 917-936.
- WHO: 1982. Evaluation of certain food additives and contaminants: Twenty-six report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO technical report series no. 683. Geneva, Switzerland.
- WHO: 1983. Evaluation of certain food additives and contaminants: Twenty-seventh report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO technical report series no. 696. Geneva, Switzerland.
- WHO: 2004. Vitamin and mineral requirements in human nutrition. World Health Organization and Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.
- WHO: 2010. Evaluation of certain food additives and contaminants: Seventy-second report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO technical report series no. 959. Rome, Italy.
- WHO: 2010. Evaluation of certain food additives and contaminants: Seventy-third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO technical report series no. 960. Rome, Italy.

- WHO: 2011. Evaluation of certain food additives and contaminants: Seventy-fourth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO technical report series no. 966. Rome, Italy.
- WHO: 2013. Evaluation of certain food additives and contaminants: Seventy-seventh report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO technical report series no. 983. Rome, Italy.
- Wolfgang, V.: 2015. Házi sörfőzés. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Wong, S.: 2021. A closer look at sulphur dioxide in foods. *Food Safety Focus*. 175.
- Xianmao, L. – Guogang, H. – Huijan, W.: 1990. Effects of molybdenum on etiology, pathogenesis and prevention of esophageal cancer [In: Jian'an, T. (ed.) Environmental life elements and health]. Beijing.
- Yamaguchi, N. – Satoh-Yamaguchi, K. – Ono, M.: 2009. In vitro evaluation of antibacterial, anticollagenase, and antioxidant activities of hop components (*Humulus lupulus*) addressing acne vulgaris. *Phytomedicine*. 16 (4): 369-376.
- Yang, N. – Wu, G. – Yang, H. – Guo, Z. – Jian, H. – Jiang, T. – Lei, H.: 2022. Bioactive compounds, antioxidant activities and flavor volatiles of lager beer produced by supplementing jujube cultivars and adjuncts. *Food Bioscience*, 50.
- Yasuhisa, A. – Atsushi, D. – Yoshimasa, T. – Ayaka, H. – Kazuyuki, U. – Akihiko, T. – Hiroyuki, N.: 2017. Iso- α -acids, bitter components of beer, prevent inflammation and cognitive decline induced in a mouse model of Alzheimer's disease. *Journal of Biological Chemistry*. 292: 3720-3728.
- Yilmazer, M. – Stevens, J. F. – Buhler, D. R.: 2001. In vitro glucuronidation of xanthohumol, a flavonoid in hop and beer, by rat and human liver microsomes. *FEBS letters*. 491 (3): 252-256.
- Zhao, H. – Chen, W. – Lu, J. – Zhao, M.: 2010. Phenolic profiles and antioxidant activities of commercial beers. *Food Chemistry*. 119: 1150-1158.
- Zhisen, J. – Mengcheng, T. – Jianming, W.: 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*. 64 (4): 555-559.

Internetes források

KSH: Fontosabb gabonafélék termesztése és felhasználása (2014-)

http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_omn001e.html

Letöltve: 2020.05.28.

KSH: Sörmérleg (1970-)

http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_hosszu/elm12.html

Letöltve: 2020.05.25.

SÖRFŐZŐK BOLTJA: Brew Monk – 50 literes

<https://sorfozokboltja.hu/brew-monk-20-50-literes-1072>

Letöltve: 2021.09.10.

STATISTA: Per capita consumption of beer in selected countries in the European Union (EU) in 2019*

<https://www.statista.com/statistics/625214/per-capita-beer-consumption-european-union-eu/>

Letöltve: 2021.06.08.

12. PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN



**DEBRECENI
EGYETEM**

**DEBRECENI EGYETEM
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR**

H-4002 Debrecen, Egyetem tér 1, Pf.: 400
Tel.: 52/410-443, e-mail: publikaciok@lib.unideb.hu

Nyilvántartási szám: DEENK/431/2022.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Alexa Loránd
Doktori Iskola: Kerpely Kálmán Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10065423

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (3)

1. Novák, A., **Alexa, L.**, Kovács, B., Czipa, N.: Comparative study of special honey products and herbhoneyes.
Agrártud. Közl. 74, 117-120, 2018. ISSN: 1587-1282.
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/74/1675>
2. **Alexa, L.**, Kántor, A., Kovács, B., Czipa, N.: Determining the antioxidant compounds of beer.
Agrártud. Közl. 74, 5-10, 2018. ISSN: 1587-1282.
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/74/1657>
3. Czipa, N., Kántor, A., **Alexa, L.**, Kovács, B.: The effect of collecting area on the element content of Hungarian acacia honeys.
Agrártud. Közl. Klsz., 129-138, 2018. ISSN: 1587-1282.
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/150/1709>

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (3)

4. Orhotohwo, O. L., Czipa, N., Kovács, B., **Alexa, L.**: Impacts of the use of gluten-free cereals and spices on the quality parameters of beer.
J. Microbiol. Biotech. Food Sci. 11, 1-4, 2021. ISSN: 1338-5178.
DOI: <https://doi.org/10.15414/jmbfs.3838>
5. **Alexa, L.**, Kántor, A., Kovács, B., Czipa, N.: Determination of micro and trace elements of commercial beers.
J. Microbiol. Biotech. Food Sci. 7 (3), 432-436, 2018. EISSN: 1338-5178.
DOI: <http://dx.doi.org/10.15414/jmbfs.2018.7.4.432-436>
6. Czipa, N., **Alexa, L.**, Phillips, C. J. C., Kovács, B.: Macro-element ratios provide improved identification of the botanical origin of mono-floral honeys.
Eur. Food Res. Technol. 244 (8), 1439-1445, 2018. ISSN: 1438-2377.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00217-018-3057-9>
IF: 2.056





Idegen nyelvű konferencia közlemények (1)

7. **Alexa, L.**, Kántor, A., Kovács, B., Papp-Topa, E. A., Czipa, N.: Risk assessment for forest honey's toxic element content.
In: Scientific researches in food production : 3rd meeting of young researchers from V4 countries. Ed.: Béla Kovács, Nikolett Czipa, Ferenc Peles, Éva Bacskainé Bódi, Andrea Kántor, Flóra Mária Szabóné Petróczki, Loránd Alexa, University of Debrecen, Debrecen, 6-11, 2018. ISBN: 9789634900320

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (2)

8. **Alexa, L.**, Mihály, K., Kerekes, G., Nagy, T., Takács, F., Karaffa, E. M.: Antioxidáns hatású vegyületek mennyiségének változása tárolás és preharvest kezelések függvényében három magyarországi meggyfajta eredményei alapján.
In: Magyar Táplálkozástudományi Társaság XLIV. Vándorgyűlése programja és az előadások összefoglalói. Szerk.: Antal Emese, Biró Lajos, Gelencsér Éva, Lugasi Andrea, Rurik Imre, Magyar Táplálkozástudományi Társaság, Budapest, 11, 2019. ISBN: 9786155606090
9. **Alexa, L.**, Kántor, A., Kovács, B., Czipa, N., Papp-Topa, E. A.: Erdei mézek toxikus elemtartalmának kockázatbecslése.
In: Óshonos- és Tájfajták - Ökotermékek : Egészséges táplálkozás : Vidékfejlesztés Minőségi élelmiszerek : Egészséges környezet: Az agrártudományok és a vidékfejlesztés kihívásai a XXI. században. Szerk.: Irinyiné Oláh Katalin, Tóth Csilla, Nyíregyházi Egyetem Műszaki és Agrártudományi Intézet, Nyíregyháza, 80, 2018. ISBN: 9786155545818

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (3)

10. Novák, A., Kovács, B., **Alexa, L.**, Kántor, A., Czipa, N.: Comparative study of acacia honeys and herbhoney's quality parameters.
In: Scientific researches in food production, FBFS, SUA in Nitra - Proceedings of abstracts. Ed.: Miroslava Kačániová, Slovak University of Agriculture in Nitra, Nitra, 33, 2017. ISBN: 9788055217369
11. **Alexa, L.**, Kántor, A., Kovács, B., Czipa, N.: Contribution of beer to cover human's nutritional needs.
In: Scientific researches in food production, FBFS, SUA in Nitra - Proceedings of abstracts. Ed.: Miroslava Kačániová, Slovak University of Agriculture in Nitra, Nitra, 18, 2017. ISBN: 9788055217369
12. **Alexa, L.**, Czipa, N., Kincses, S.: Effect of beer's mineral content on humans' health.
In: The International Conference for Students - Student in Bucovina, Stefan cel Mare University of Suceava, Romania, Bucovina, 29, 2016. ISBN: 20687648





További közlemények

Idegen nyelvű, hazai könyvek (2)

13. Szerk. Kovács, B., Czipa, N., Peles, F., Bódi, É., Kántor, A., Petróczi, F. M., **Alexa, L.**: Scientific researches in food production, University of Debrecen: Proceedings of abstracts. University of Debrecen, Debrecen, 30 p., 2018. ISBN: 9789634900412
14. Szerk. Kovács, B., Czipa, N.; Peles, F., szerk. Bódi, É., Kántor, A., Petróczi, F. M., **Alexa, L.**: Scientific researches in food production - 3rd meeting of young researchers from V4 countries. University of Debrecen, Debrecen, 58 p., 2018. ISBN: 9789634900320

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (2)

15. Papp-Topa, E. A., **Alexa, L.**, Kántor, A., Kovács, B., Czipa, N.: Piros gyümölcsök minőségi jellemzői friss és liofilizálás utáni állapotban.
Élelmiszervizsgalati Közlemények. 67 (4), 3649-3656, 2021. ISSN: 2676-8704.
DOI: <http://dx.doi.org/10.52091/EVIK-2021/4-2-HUN>
16. Papp-Topa, E. A., **Alexa, L.**, Kántor, A., Kovács, B., Czipa, N.: Száritott bazsalikkal dúsított kenyerek vizsgálata és eredményeinek értékelése.
Élelmiszervizsgalati Közlemények. 67 (4), 3665-3671, 2021. ISSN: 2676-8704.
DOI: <http://dx.doi.org/10.52091/EVIK-2021/4-3-HUN>

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (2)

17. Kántor, A., **Alexa, L.**, Papp-Topa, E. A., Kovács, B., Czipa, N.: Change of antioxidant compounds of spices during drying.
Agrártud. Közl. 2, 77-81, 2019. ISSN: 1587-1282.
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/2/3682>
18. Kántor, A., **Alexa, L.**, Kovács, B., Czipa, N.: Determination of element contents of commercial and homemade jams.
Agrártud. Közl. 74, 71-75, 2018. ISSN: 1587-1282.
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/74/1667>

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (1)

19. Kántor, A., **Alexa, L.**, Kovács, B., Czipa, N.: Determination of nutritional parameters of commercial and homemade jams.
J. Microbiol. Biotech. Food Sci. 7 (3), 407-411, 2018. EISSN: 1338-5178.
DOI: <http://dx.doi.org/10.15414/jmbfs.2017.7.4.407-411>





Idegen nyelvű konferencia közlemények (2)

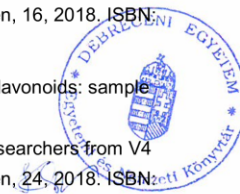
20. Papp-Topa, E. A., Posta, J., **Alexa, L.**, Kántor, A., Czipa, N., Kovács, B.: Analysis of flavonoids: Characterization, sample preparation for GC-MS.
In: Scientific researches in food production : 3rd meeting of young researchers from V4 countries. Ed.: Béla Kovács, Nikolett Czipa, Ferenc Peles, Éva Bacskainé Bódi, Andrea Kántor, Flóra Mária Szabóné Petróczki, Loránd Alexa, University of Debrecen, Debrecen, 43-49, 2018. ISBN: 9789634900320
21. Kántor, A., **Alexa, L.**, Papp-Topa, E. A., Kovács, B., Czipa, N.: Nutritional parameters of different cereal flour's bread.
In: Scientific researches in food production : 3rd meeting of young researchers from V4 countries. Ed.: Béla Kovács, Nikolett Czipa, Ferenc Peles, Éva Bacskainé Bódi, Andrea Kántor, Flóra Mária Szabóné Petróczki, Loránd Alexa, University of Debrecen, Debrecen, 33-37, 2018. ISBN: 9789634900320

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (1)

22. Fischinger, L. Á., Czipa, N., **Alexa, L.**, Kovács, B., Kántor, A.: Beltartalmi paraméterek vizsgálata kereskedelmi forgalomban kapható fokhagymákban és fokhagymakrémekekben.
In: Óshonos- és Tájfajták - Ökotermékek : Egészséges táplálkozás : Vidékfejlesztés Minőségi élelmiszerek : Egészséges környezet: Az agrártudományok és a vidékfejlesztés kihívásai a XXI. században. Szerk.: Irinyiné Oláh Katalin, Tóth Csilla, Nyíregyházi Egyetem Műszaki és Agrártudományi Intézet, Nyíregyháza, 93-94, 2018. ISBN: 9786155545818

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (4)

23. Kántor, A., **Alexa, L.**, Papp-Topa, E. A., Kovács, B., Czipa, N.: Determination of nutritional parameters of different cereal flours' bread.
In: Scientific researches in food production : 3rd meeting of young researchers from V4 countries : Proceeding of Abstracts, University of Debrecen, Debrecen, 22, 2018. ISBN: 9789634900412
24. **Alexa, L.**, Kántor, A., Papp-Topa, E. A., Kovács, B., Czipa, N.: Examination of changes in the antioxidant compounds and acidity of the mash of different fruits.
In: Scientific researches in food production : 3rd meeting of young researchers from V4 countries : Proceeding of Abstracts, University of Debrecen, Debrecen, 16, 2018. ISBN: 9789634900412
25. Papp-Topa, E. A., **Alexa, L.**, Kántor, A., Kovács, B.: GC-MS analysis of flavonoids: sample preparation methods and derivatization.
In: Scientific researches in food production : 3rd meeting of young researchers from V4 countries : Proceeding of Abstracts, University of Debrecen, Debrecen, 24, 2018. ISBN: 9789634900412





26. Kántor, A., **Alexa, L.**, Kovács, B., Czipa, N.: Determination of micro elements of commercial and homemade baby food.
In: Scientific researches in food production, FBFS, SUA in Nitra - Proceedings of abstracts.
Ed.: Miroslava Kačániová, Slovak University of Agriculture in Nitra, Nitra, 24, 2017. ISBN: 9788055217369

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 2,056

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre): 2,056

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2022.09.29.



13. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek, Dr. Czipa Nikolettnek, hogy elindított a tudományos pályán, többéves munkám során szakmailag és lelkiileg is folyamatosan támogatott, biztosította a szakmai fejlődésemhez szükséges környezetet, eszközöket, iránymutatást, tehát jelentős mértékben hozzájárult ahhoz, hogy ez az értekezés elkészülhessen.

Köszönettel tartozom a DE MÉK Élelmiszertudományi Intézet vezetőjének, Prof. Dr. Kovács Béla Róbertnek, amiért segítette előmeneteletemet, és biztosította a kutatásomhoz szükséges eszközöket, forrásokat. Külön köszönetet érdemelnek az Élelmiszertudományi Intézet munkatársai, a kollégáim, hiszen a velük közösen végzett, hatékony munka, valamint a barátságos munkakörnyezet megkönnyítette kutatásom elvégzését, sőt, számos esetben segédkeztek is bizonyos feladataim, vizsgálataim teljesítésében.

Végül, de nem utolsó sorban hálával tartozom a családomnak és a barátaimnak, amiért az elmúlt években töretlenül hittek bennem és támogattak, a nehezebb időszakokban is.

14. NYILATKOZATOK

NYILATKOZAT

Ezen értekezést a Debreceni Egyetem Kerpely Kálmán Doktori Iskola keretében készítettem, a Debreceni Egyetem doktori (Ph.D.) fokozatának elnyerése céljából.

Debrecen, 2023.01.23.

.....
a Jelölt aláírása

NYILATKOZAT

Tanúsítom, hogy Alexa Loránd doktorjelölt 2017-2021 között a fent megnevezett Doktori Iskola keretében irányításommal végezte munkáját. Az értekezésben foglalt eredményekhez a jelölt önálló alkotó tevékenységével meghatározóan hozzájárult, az értekezés a jelölt önálló munkája. Az értekezés elfogadását javaslom.

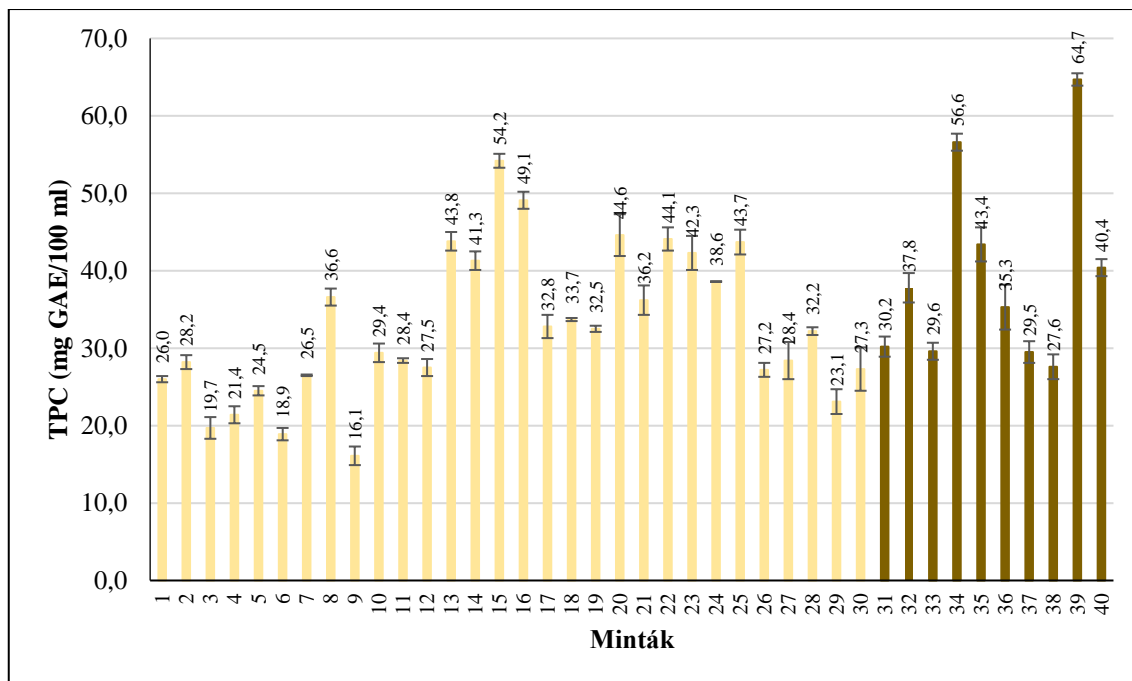
Debrecen, 2023.01.23.

.....
a Témavezető aláírása

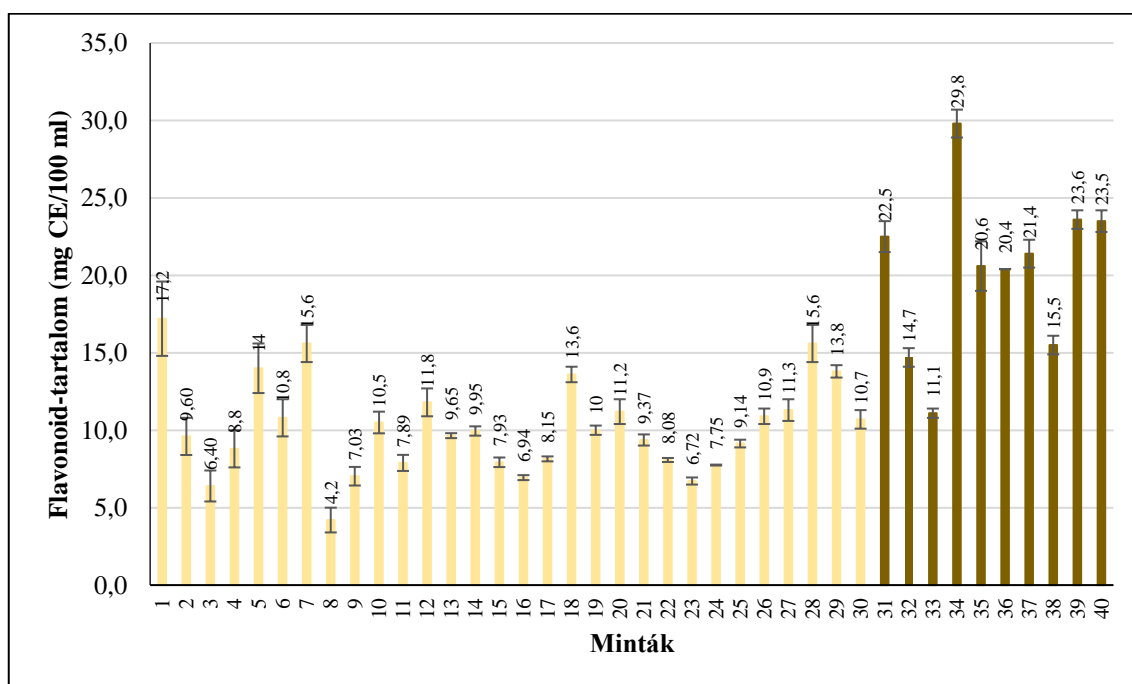
15. MELLÉKLETEK

1. sz. melléklet: A kereskedelmi forgalomban kapható sörök analízisének eredményei

1/A: A kereskedelmi forgalomban kapható világos és barna sörök polifenol- és flavonoid-tartalma és azok szórása

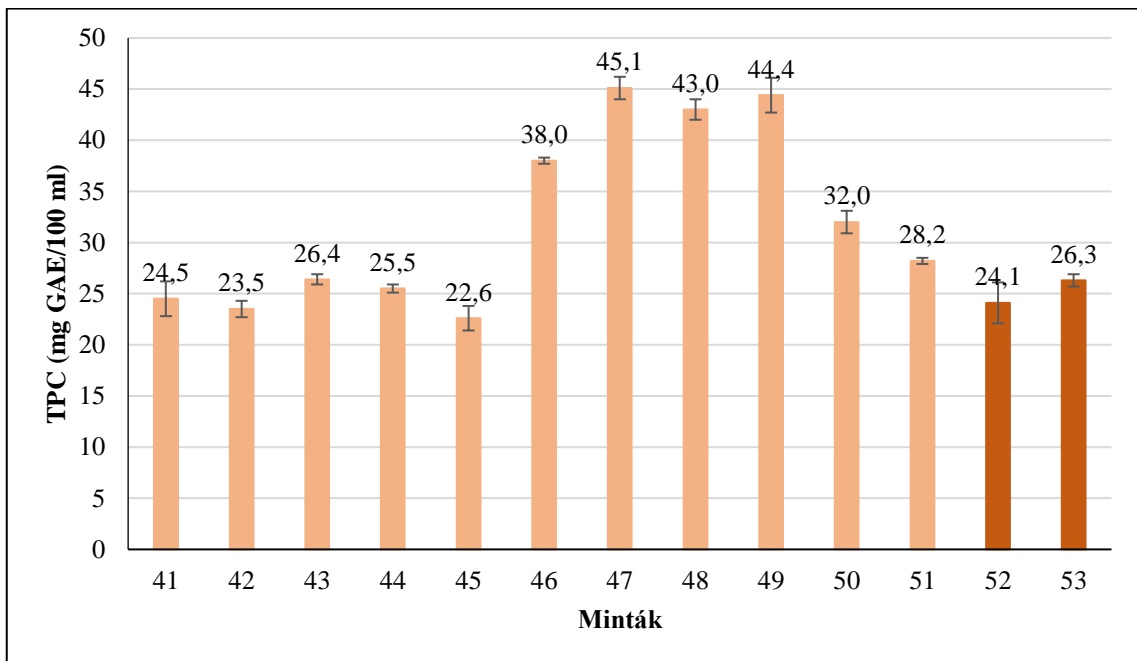


1-30: világos sör; 31-40: barna sör

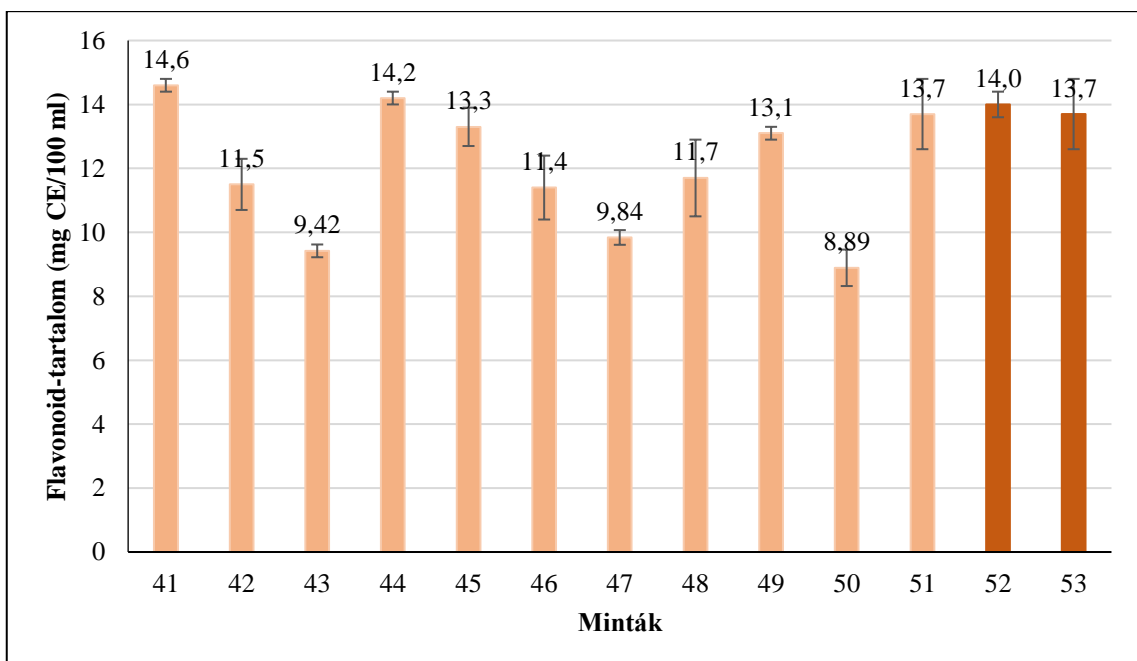


1-30: világos sör; 31-40: barna sör

1/B: A kereskedelmi forgalomban kapható világos és barna búzasörök polifenol- és flavonoid-tartalma és azok szórása

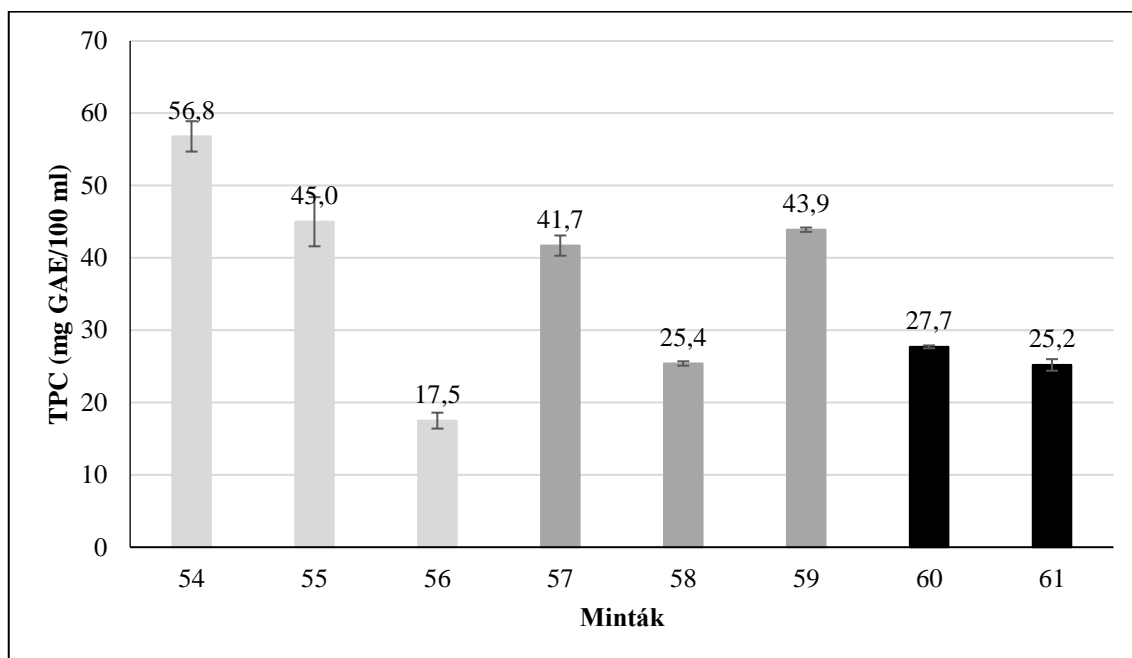


41-51: világos búzasör; 52-53: barna búzasör

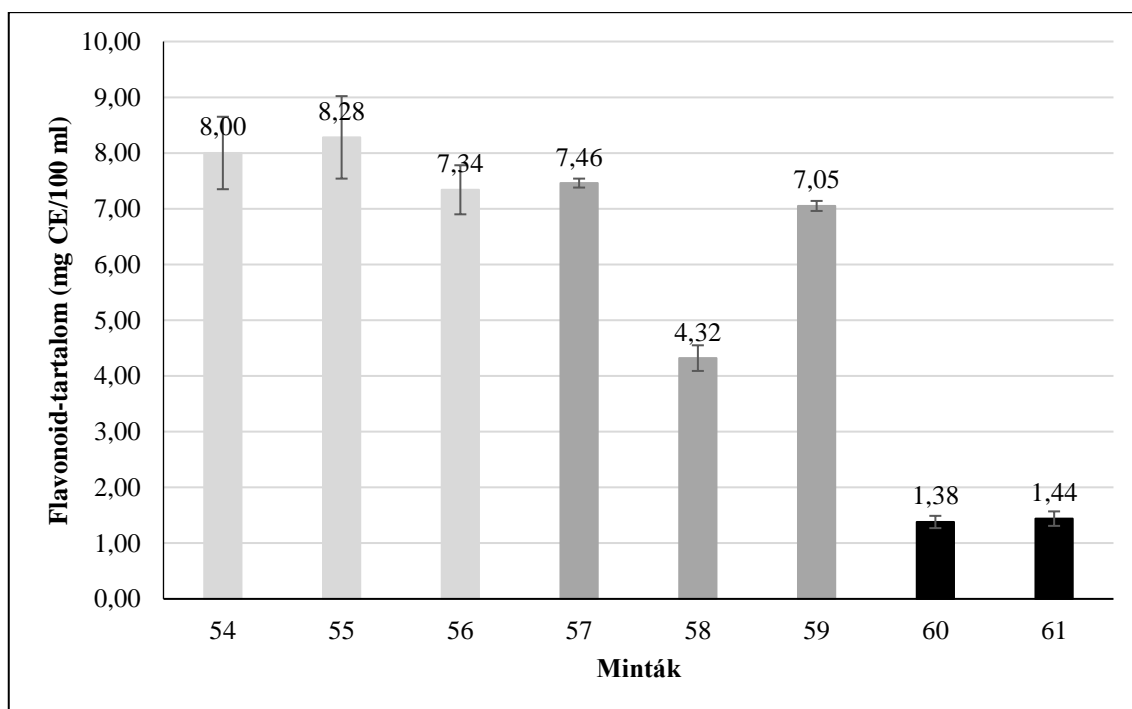


41-51: világos búzasör; 52-53: barna búzasör

1/C: A kereskedelmi forgalomban kapható ale típusú sörök polifenol- és flavonoid-tartalma és azok szórása

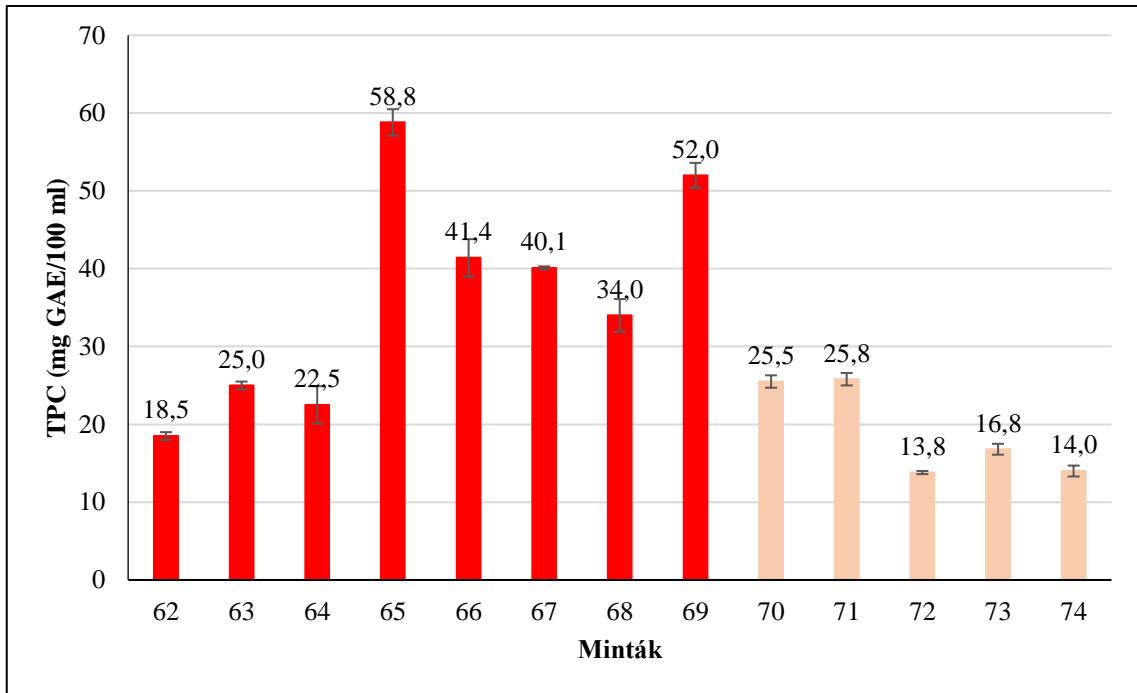


54-56: IPA sörök; 57-59: APA sörök; 60-61: Stout sörök

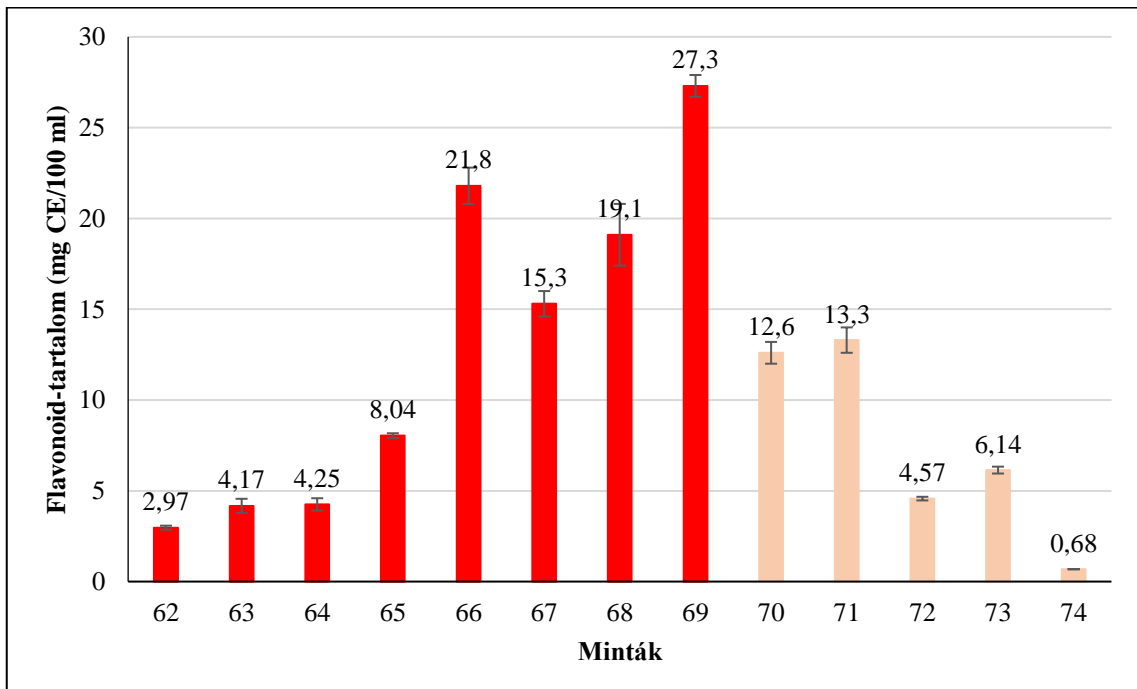


54-56: IPA sörök; 57-59: APA sörök; 60-61: Stout sörök

1/D: A kereskedelmi forgalomban kapható ízesített sörök és sörtartalmú italok polifenol- és flavonoid-tartalma és azok szórása

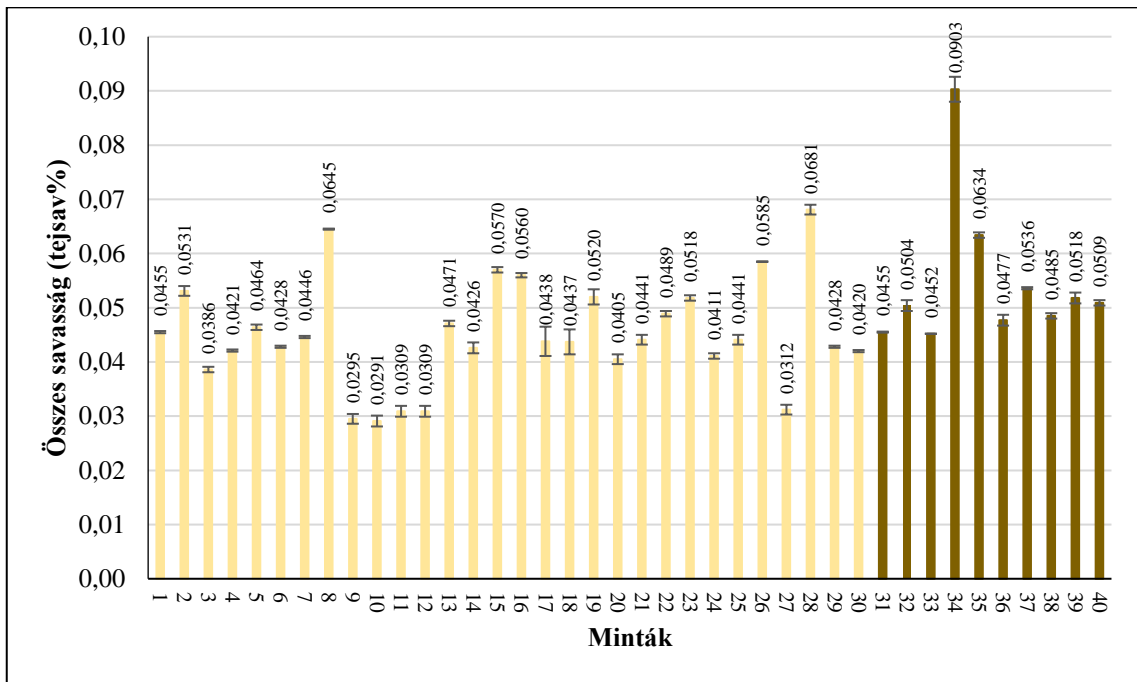


62-69: ízesített sörök; 70-74: sörtartalmú italok

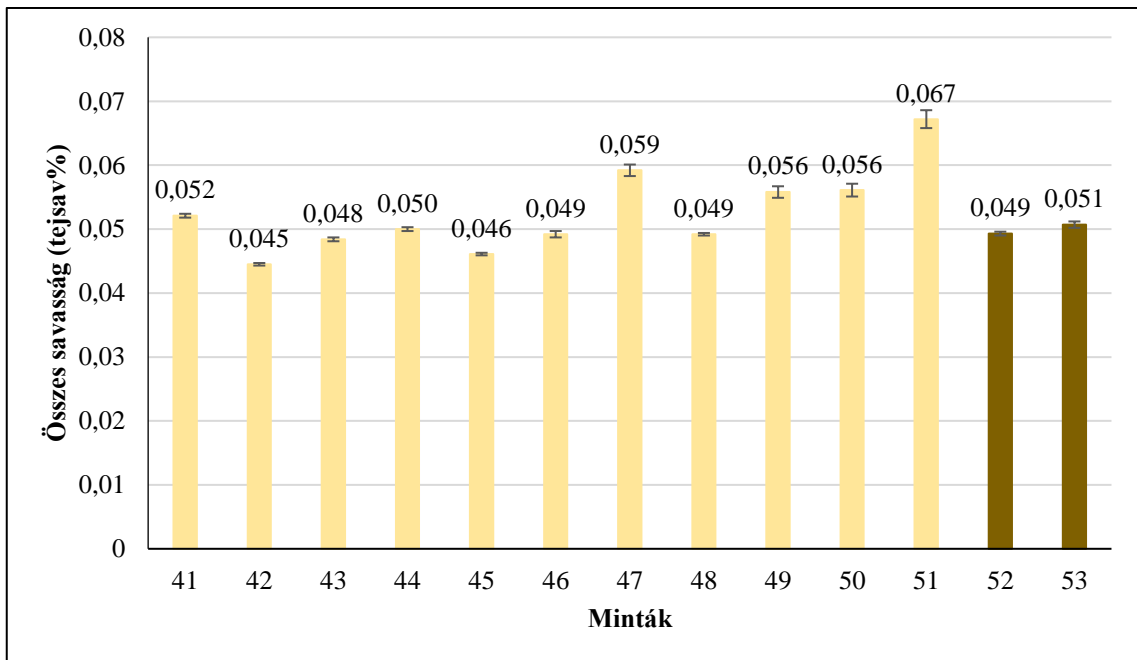


62-69: ízesített sörök; 70-74: sörtartalmú italok

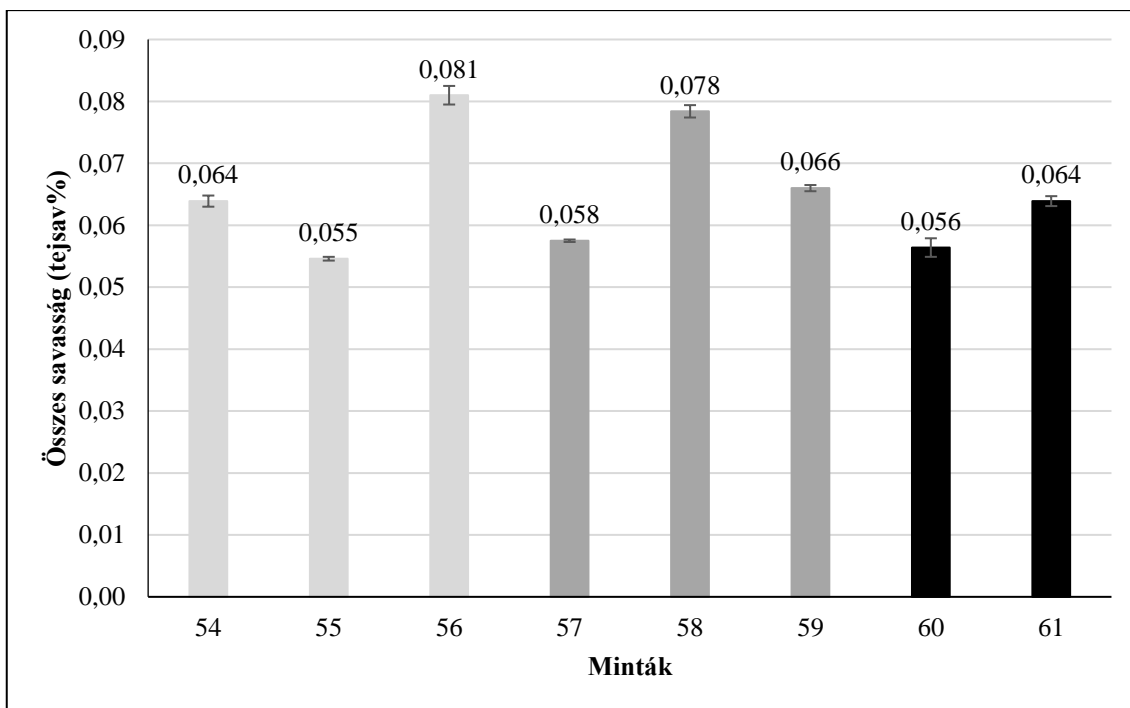
1/E: A kereskedelmi forgalomban kapható sörök összes savassága és azok szórása



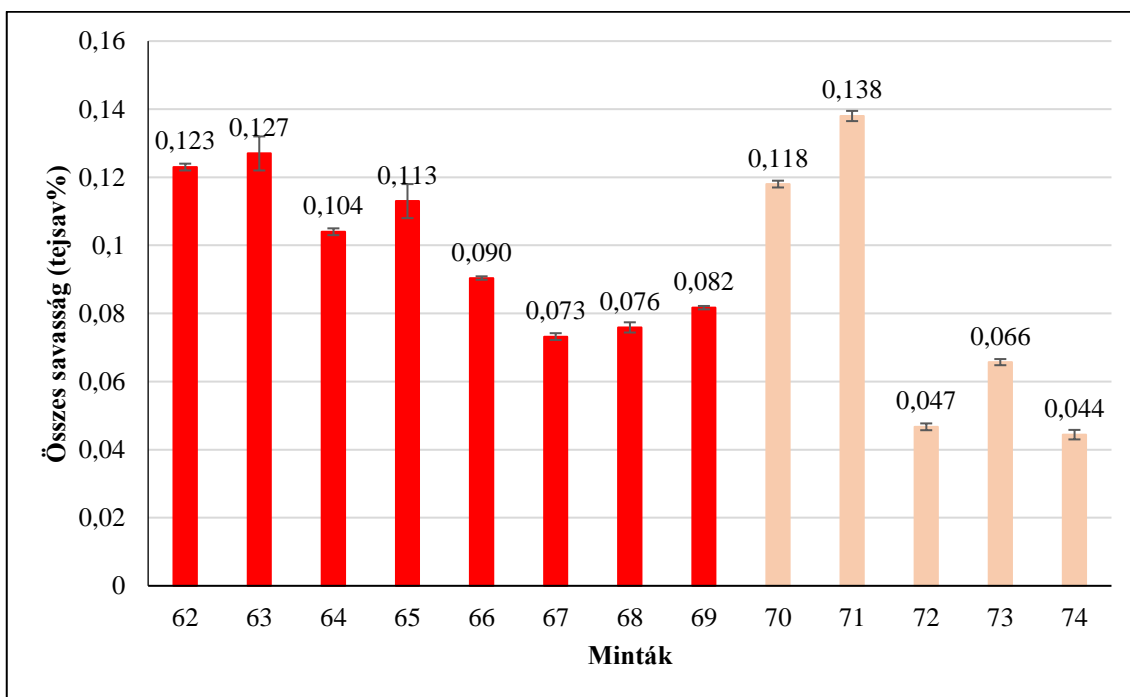
1-30: világos sör; 31-40: barna sör



41-51: világos búzasör; 52-53: barna búzasör



54-56: IPA sörök; 57-59: APA sörök; 60-61: Stout sörök



62-69: ízesített sörök; 70-74: sörtartlamú italok

1/F: A kereskedelmi forgalomban kapható világos és barna sörök ásványianyag-tartalma

± szórás

Minta	Ásványianyag-tartalom (mg/l)				(Na+Ca) / (K+Mg)
	Na	K	Ca	Mg	
1	29,7±1,5	369±19	38,5±2,8	75,6±5,5	0,153
2	17,5±0,2	357±4	54,3±0,8	85,3±1,3	0,162
3	7,10±0,16	265±5	44,7±0,5	70,9±0,9	0,154
4	6,61±0,18	284±7	38,8±0,5	71,1±2,9	0,128
5	7,59±0,07	304±2	13,2±0,2	66,2±0,4	0,056
6	20,9±0,2	288±1	44,2±0,1	72,6±0,2	0,181
7	11,5±0,2	317±5	54,2±0,1	77,1±0,1	0,167
8	12,1±0,0	387±1	24,2±0,7	106±3	0,074
9	19,5±0,2	255±3	44,2±1,9	61,0±2,6	0,202
10	5,82±0,14	264±4	37,2±1,2	52,0±1,4	0,136
11	6,07±0,51	243±2	36,2±1,3	53,2±1,5	0,143
12	14,7±0,2	272±3	32,5±0,4	58,3±0,9	0,143
13	10,9±0,2	378±1	16,8±0,2	74,7±0,6	0,061
14	10,9±0,2	367±6	16,5±0,1	86,5±0,8	0,060
15	12,1±0,1	415±3	30,9±0,2	89,1±0,6	0,085
16	28,3±0,3	360±3	22,7±0,4	80,5±1,0	0,116
17	21,8±0,0	441±3	55,8±0,2	68,3±0,3	0,152
18	18,1±2,4	361±7	56,3±0,1	71,0±0,2	0,172
19	125±3	292±4	64,7±3,4	70,8±3,6	0,523
20	12,1±0,1	394±2	47,1±0,4	70,2±0,4	0,128
21	8,14±0,19	316±2	60,8±1,6	74,3±1,6	0,177
22	8,90±0,16	402±10	65,8±0,6	76,7±0,7	0,156
23	11,2±0,2	424±4	43,0±0,8	77,1±1,0	0,108
24	9,66±0,07	382±2	25,6±0,1	64,5±0,1	0,079
25	15,2±0,2	360±2	52,3±1,5	76,5±1,6	0,155
26	14,0±0,2	463±2	48,8±0,1	57,2±0,2	0,121
27	15,2±1,0	240±1	33,0±0,8	48,0±1,0	0,167
28	8,10±0,39	292±10	53,1±0,6	65,7±1,2	0,171
29	13,4±0,1	269±5	52,3±1,5	49,6±0,4	0,206
30	13,8±0,5	311±5	61,2±2,3	65,7±1,9	0,199
31	12,4±0,1	315±16	54,2±1,8	85,8±4,7	0,166
32	16,0±0,2	332±5	70,7±1,5	88,9±1,9	0,206
33	9,50±0,04	248±2	38,5±1,3	74,5±2,7	0,149
34	12,9±0,1	458±8	30,4±2,4	117±2	0,075
35	12,7±0,1	364±1	34,9±2,9	73,7±8,7	0,109
36	30,4±0,6	424±8	69,0±1,1	91,4±1,7	0,193
37	11,8±0,6	313±19	53,2±2,1	80,0±4,6	0,165
38	12,8±0,5	294±5	54,0±0,4	66,8±0,6	0,185
39	10,4±0,3	415±1	34,8±0,4	77,8±1,6	0,092
40	11,9±0,2	420±5	50,7±0,7	72,8±0,9	0,013

1-30: világos sör; 31-40: barna sör

Minta	Ásványianyag-tartalom (mg/l)		
	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>B</i>
1	153±10	68,5±4,8	0,159±0,010
2	260±5	56,5±0,7	0,114±0,014
3	178±2	40,3±0,3	0,090±0,003
4	183±5	43,3±0,8	0,127±0,005
5	250±2	42,1±0,2	0,065±0,000
6	205±1	51,6±0,2	0,138±0,013
7	210±2	52,4±0,2	0,073±0,004
8	274±6	64,0±1,1	0,124±0,012
9	205±5	43,1±0,7	0,117±0,001
10	158±3	29,8±0,6	0,108±0,012
11	163±2	35,0±0,6	0,116±0,004
12	168±3	43,2±0,6	0,116±0,007
13	309±4	59,0±0,5	0,119±0,002
14	250±3	39,0±0,6	0,074±0,003
15	325±2	61,8±0,3	0,084±0,004
16	270±1	51,8±0,1	0,059±0,008
17	203±1	59,6±0,1	0,093±0,012
18	218±1	53,1±0,1	0,101±0,011
19	347±10	33,9±0,8	0,304±0,010
20	198±1	53,1±0,7	0,077±0,006
21	218±1	51,1±0,7	0,073±0,004
22	249±5	63,8±1,3	0,057±0,002
23	267±2	132±1	0,067±0,006
24	243±1	59,3±0,0	0,076±0,004
25	318±1	57,5±0,8	0,111±0,004
26	222±3	50,3±1,2	0,163±0,006
27	146±2	40,1±0,6	0,110±0,003
28	285±11	66,2±1,8	0,192±0,017
29	183±2	42,5±0,6	0,112±0,011
30	291±7	47,4±1,3	0,106±0,009
31	236±9	65,1±1,5	0,101±0,002
32	202±2	57,0±0,6	0,114±0,004
33	192±3	53,0±0,1	0,123±0,006
34	388±2	77,0±1,2	0,097±0,007
35	252±18	54,2±5,6	0,125±0,005
36	222±4	64,1±1,0	0,082±0,008
37	197±11	49,5±1,2	0,068±0,0073
38	189±2	48,6±0,3	0,094±0,009
39	313±2	44,2±0,4	0,057±0,003
40	255±6	133±3	0,170±0,009

1-30: világos sör; 31-40: barna sör

Minta	Ásványianyag-tartalom (µg/l)				
	<i>Ba</i>	<i>Cu</i>	<i>Mn</i>	<i>Sr</i>	<i>Zn</i>
1	17,9±1,7	81,9±0,6	94,8±8,3	132±12	48,6±0,4
2	18,6±0,2	66,7±3,4	86,5±0,6	119±1	30,4±1,7
3	37,1±0,5	90,9±5,4	67,7±0,6	132±1	24,0±1,8
4	22,3±1,2	82,7±3,7	57,7±3,4	88,2±4,3	27,0±2,2
5	14,1±0,2	94,1±7,8	47,0±3,4	50,8±0,3	28,2±1,9
6	17,5±0,9	91,2±1,5	64,2±1,5	107±3	21,9±2,2
7	26,2±1,9	109±6	91,0±2,0	105±2	27,3±1,9
8	20,1±0,2	97,1±6,8	144±5	162±1	37,7±1,4
9	9,78±0,81	61,4±3,1	41,2±1,7	80,5±6,0	27,7±0,9
10	23,3±1,1	50,5±3,3	63,7±2,5	122±5	39,3±3,7
11	28,4±0,8	40,7±0,7	60,2±0,6	142±2	125±3
12	10,6±0,3	34,2±0,9	99,6±2,6	128±5	35,3±2,6
13	10,1±0,5	78,6±7,6	115±2	93,8±1,8	59,0±7,6
14	38,8±0,5	51,1±0,5	142±2	86,8±2,3	86,7±5,5
15	13,7±0,3	63,7±5,6	156±2	108±2	65,2±6,0
16	24,2±0,3	66,9±6,7	123±5	92,4±2,4	42,7±2,3
17	20,1±0,8	90,9±2,8	109±2	291±7	341±3
18	12,1±0,6	22,8±1,5	107±2	130±3	50,6±7,3
19	27,2±1,0	58,9±2,2	158±5	166±3	49,0±3,6
20	16,0±0,4	48,2±5,8	88,8±1,9	117±5	54,7±4,4
21	15,7±0,2	83,1±5,1	116±1	135±2	67,0±4,4
22	18,6±0,3	67,2±1,4	117±3	111±2	56,8±0,4
23	18,8±0,6	45,5±0,4	116±5	163±5	39,3±2,4
24	11,6±0,3	42,7±3,0	94,5±0,8	83,5±2,3	41,5±3,7
25	10,2±0,1	67,7±0,6	79,5±2,6	107±3	62,6±5,4
26	19,2±0,2	38,8±2,8	146±8	134±3	56,3±4,1
27	11,4±0,2	35,0±2,2	54,1±3,7	103±6	37,1±2,4
28	20,4±1,3	43,1±2,3	172±7	112±4	<LoD
29	17,3±0,5	35,8±1,5	47,5±4,1	93,3±1,2	17,7±0,8
30	12,6±1,1	25,5±2,9	79,7±0,5	94,7±3,7	15,8±1,1
31	25,8±0,6	99,7±4,8	123±2	147±1	41,0±3,7
32	18,0±1,5	66,2±4,6	87,2±4,3	101±5	61,5±4,1
33	25,1±0,2	79,7±2,3	159±5	95,2±2,9	65,8±6,4
34	28,1±2,6	105±8	128±11	111±10	34,0±2,2
35	23,0±0,5	68,9±6,2	122±1	141±1	100±3
36	25,1±2,5	97,1±3,9	95,8±7,4	98,8±8,2	38,8±2,1
37	28,8±1,4	91,3±7,7	85,0±1,9	143±6	49,2±2,2
38	33,0±0,9	93,9±8,1	160±2	79,5±0,8	70,9±2,7
39	25,9±0,8	63,4±0,5	138±1	204±5	43,8±4,4
40	24,5±2,7	50,7±2,6	102±10	106±10	<LoD

1-30: világos sör; 31-40: barna sör

1/G: A kereskedelmi forgalomban kapható világos és barna búzasörök ásványianyag-tartalma \pm szórás

Minta	Ásványianyag-tartalom (mg/l)				(Na + Ca) / (K + Mg)
	Na	K	Ca	Mg	
41	10,1 \pm 0,2	357 \pm 4	44,7 \pm 0,2	75,7 \pm 0,2	0,127
42	9,40 \pm 0,25	359 \pm 7	48,9 \pm 2,1	74,4 \pm 3,9	0,135
43	18,8 \pm 0,1	344 \pm 1	73,5 \pm 0,6	78,2 \pm 0,3	0,219
44	7,74 \pm 0,07	358 \pm 4	43,1 \pm 0,3	88,0 \pm 0,7	0,114
45	15,4 \pm 0,6	384 \pm 13	28,1 \pm 1,2	68,3 \pm 2,0	0,096
46	4,37 \pm 0,12	376 \pm 2	12,5 \pm 0,3	65,9 \pm 1,5	0,038
47	7,42 \pm 0,07	425 \pm 2	47,8 \pm 1,8	68,6 \pm 2,2	0,112
48	3,32 \pm 0,03	399 \pm 5	37,7 \pm 1,9	80,8 \pm 3,3	0,086
49	19,3 \pm 0,0	424 \pm 0	25,8 \pm 1,2	62,0 \pm 2,3	0,093
50	22,7 \pm 0,3	355 \pm 2	74,7 \pm 0,2	74,4 \pm 0,2	0,227
51	7,29 \pm 0,03	277 \pm 3	38,8 \pm 0,1	59,8 \pm 0,2	0,137
52	11,9 \pm 0,5	314 \pm 25	51,9 \pm 5,1	71,0 \pm 2,4	0,166
53	5,06 \pm 0,06	376 \pm 7	51,3 \pm 0,9	91,1 \pm 2,4	0,121

41-51: világos búzasör; 52-53: barna búzasör

Minta	Ásványianyag-tartalom (mg/l)		
	P	S	B
41	217 \pm 2	53,9 \pm 0,3	0,085 \pm 0,007
42	191 \pm 7	124 \pm 4	0,077 \pm 0,006
43	201 \pm 2	65,3 \pm 0,5	0,079 \pm 0,003
44	238 \pm 1	59,5 \pm 0,5	0,081 \pm 0,005
45	201 \pm 5	50,3 \pm 1,7	0,074 \pm 0,008
46	235 \pm 2	53,6 \pm 0,9	0,054 \pm 0,002
47	313 \pm 6	53,4 \pm 1,3	0,070 \pm 0,002
48	225 \pm 5	56,7 \pm 2,3	0,124 \pm 0,004
49	254 \pm 5	53,7 \pm 1,5	0,072 \pm 0,004
50	238 \pm 2	66,4 \pm 0,5	0,095 \pm 0,008
51	251 \pm 2	58,3 \pm 0,2	0,076 \pm 0,010
52	190 \pm 16	60,4 \pm 6,0	0,073 \pm 0,005
53	203 \pm 5	62,6 \pm 0,8	0,152 \pm 0,005

41-51: világos búzasör; 52-53: barna búzasör

Minta	Ásványianyag-tartalom (µg/l)				
	<i>Ba</i>	<i>Cu</i>	<i>Mn</i>	<i>Sr</i>	<i>Zn</i>
41	18,5±0,3	90,0±8,5	223±3	73,2±2,0	66,9±0,9
42	24,6±1,5	70,5±5,8	208±15	198±17	41,3±3,5
43	21,5±0,3	28,0±2,0	170±2	145±2	44,1±1,6
44	19,5±0,8	57,4±0,6	260±6	86,0±3,5	78,8±3,4
45	39,9±1,9	46,9±2,9	117±4	104±5	62,6±5,8
46	3,50±0,25	53,0±3,7	170±3	37,6±2,2	44,2±5,6
47	13,0±0,4	42,0±3,3	189±10	86,7±4,6	37,8±2,3
48	15,1±0,9	58,7±3,0	213±7	85,2±2,0	61,3±6,5
49	12,0±0,5	54,2±1,9	183±6	55,9±3,0	109±9
50	15,2±0,1	26,9±0,5	129±5	104±2	<LoD
51	22,3±1,4	43,3±2,3	142±1	108±3	<LoD
52	23,3±1,4	57,6±3,7	176±3	119±8	38,3±2,1
53	26,3±0,5	83,5±1,5	224±9	82,3±1,9	44,2±1,0

41-51: világos búzasör; 52-53: barna búzasör

1/H: A kereskedelmi forgalomban kapható ale típusú sörök ásványianyag-tartalma ± szórás

Minta	Ásványianyag-tartalom (mg/l)				(Na + Ca) / (K + Mg)
	<i>Na</i>	<i>K</i>	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	
54	12,0±0,0	420±4	39,3±0,4	85,8±0,3	0,101
55	9,44±0,09	366±7	29,8±0,3	77,2±0,4	0,089
56	18,7±1,3	524±24	23,3±1,7	98,5±3,9	0,068
57	10,6±0,3	364±10	47,4±1,0	82,8±2,3	0,130
58	20,4±0,4	513±13	24,5±0,7	89,3±2,7	0,075
59	12,5±0,2	423±8	31,9±0,7	80,5±0,7	0,088
60	12,9±1,0	348±25	46,4±3,5	94,4±2,8	0,134
61	18,8±0,4	455±18	54,1±1,9	92,8±3,3	0,133

54-56: IPA sörök; 57-59: APA sörök; 60-61: Stout sörök

Minta	Ásványianyag-tartalom (mg/l)		
	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>B</i>
54	262±1	57,1±0,2	0,157±0,001
55	274±7	42,4±0,8	0,118±0,013
56	374±24	52,3±2,0	0,245±0,010
57	289±15	46,7±1,2	0,124±0,016
58	348±8	49,1±0,1	0,225±0,006
59	340±12	40,7±1,0	0,139±0,005
60	246±24	51,9±4,4	0,162±0,009
61	299±12	170±6	0,0973±0,0067

54-56: IPA sörök; 57-59: APA sörök; 60-61: Stout sörök

Minta	Ásványianyag-tartalom (µg/l)				
	Ba	Cu	Mn	Sr	Zn
54	21,2±0,5	41,3±4,0	171±3	113±1	66,3±1,3
55	20,4±0,4	70,0±6,3	152±2	87,9±3,8	39,5±3,4
56	19,4±0,0	94,0±4,1	223±12	107±9	60,2±5,8
57	38,6±1,4	70,3±5,2	155±6	99,4±4,0	54,5±0,3
58	34,4±1,0	96,1±1,7	222±5	109±3	56,3±3,5
59	37,2±0,4	83,7±4,1	195±8	102±2	51,9±1,7
60	18,1±0,3	61,5±3,7	109±12	110±12	44,8±2,8
61	42,3±2,5	67,8±3,4	155±6	226±11	75,1±2,0

54-56: IPA sörök; 57-59: APA sörök; 60-61: Stout sörök

1/I: A kereskedelmi forgalomban kapható ízesített sörök és sörtartalmú italok ásványianyag-tartloma ± szórás

Minta	Ásványianyag-tartalom (mg/l)				(Na + Ca) / (K + Mg)
	Na	K	Ca	Mg	
62	26,2±0,3	296±4	52,1±1,8	62,2±1,2	0,219
63	10,8±2,1	351±12	30,5±0,9	67,0±3,1	0,099
64	30,9±0,4	321±18	34,5±0,7	71,3±2,5	0,167
65	43,2±1,6	405±10	80,3±1,3	62,6±2,2	0,264
66	43,1±0,6	477±11	47,3±1,2	50,8±1,2	0,171
67	43,2±1,0	691±14	53,6±1,8	66,1±2,2	0,128
68	30,8±0,4	379±4	29,2±0,8	55,0±1,0	0,138
69	44,5±0,4	488±8	26,7±0,6	58,2±0,9	0,130
70	9,2±0,1	154±7	40,8±0,5	35,8±0,3	0,263
71	9,2±0,3	203±4	43,5±1,1	65,2±2,3	0,196
72	16,5±0,1	140±2	19,9±0,2	23,2±0,1	0,223
73	22,3±0,4	167±4	40,6±0,7	35,9±0,5	0,310
74	8,03±0,13	62,8±1,0	13,7±0,1	20,0±0,2	0,262

62-69: ízesített sörök; 70-74: sörtartalmú italok

Minta	Ásványianyag-tartalom (mg/l)		
	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>B</i>
62	189±3	52,3±0,8	0,378±0,013
63	244±5	45,6±3,9	0,305±0,007
64	274±7	40,2±3,1	0,520±0,013
65	199±8	40,9±2,4	0,686±0,017
66	179±1	40,0±0,3	1,04±0,03
67	162±7	35,4±0,3	0,613±0,016
68	167±7	62,7±1,4	0,170±0,009
69	333±11	34,6±0,3	0,589±0,020
70	119±3	24,6±0,1	0,047±0,003
71	117±3	23,3±0,3	0,093±0,001
72	48,1±0,3	16,1±0,1	0,193±0,017
73	65,8±1,2	39,2±0,2	0,147±0,003
74	42,6±0,5	17,1±0,2	0,094±0,001

62-69: ízesített sörök; 70-74: sörtartlamú italok

Minta	Ásványianyag-tartalom (µg/l)				
	<i>Ba</i>	<i>Cu</i>	<i>Mn</i>	<i>Sr</i>	<i>Zn</i>
62	71,0±1,3	58,3±5,8	188±6	155±3	86,7±7,2
63	56,6±0,4	71,4±6,2	181±13	117±13	57,2±4,6
64	81,6±0,7	66,6±0,6	204±7	135±5	114±10
65	60,6±1,6	76,1±7,3	280±17	170±8	139±7
66	50,0±1,2	88,8±0,6	258±8	139±2	125±5
67	85,1±3,6	34,9±1,1	201±7	177±11	390±16
68	25,6±0,4	49,6±1,7	86,6±3,3	127±2	<LoD
69	53,2±2,2	30,7±1,9	282±9	118±6	111±4
70	105±2	27,2±2,0	71,0±3,0	312±6	34,7±0,8
71	128±4	33,4±1,1	83,3±0,9	342±11	38,0±1,3
72	36,3±0,4	43,7±0,4	62,3±1,6	266±6	45,3±3,3
73	29,0±0,2	35,9±0,9	125±3	130±4	27,5±2,1
74	10,9±0,3	18,1±0,9	14,1±1,2	233±3	<LoD

62-69: ízesített sörök; 70-74: sörtartlamú italok

2. sz. melléklet: A saját készítésű gyümölcsös sörök ásványianyag-tartalma

2/A: Káliumtartalom \pm szórás

Gyümölcs	Típus	Létartalom (%)	Kálium tart. (mg/l)	Létartalom (%)	Kálium tart. (mg/l)	Létartalom (%)	Kálium tart. (mg/l)
Kontroll				381 \pm 15			
	<i>ale</i>			523 \pm 30			
Eper	<i>szimpla</i>	2,5	456 \pm 4	5	449 \pm 6	7,5	506 \pm 0
	<i>dupla</i>	2,5	598 \pm 33	5	607 \pm 60	7,5	704 \pm 73
	<i>ale</i>			473 \pm 44			
Cse-resznye	<i>szimpla</i>	2,5	444 \pm 12	5	481 \pm 15	7,5	544 \pm 14
	<i>dupla</i>	2,5	483 \pm 28	5	509 \pm 39	7,5	563 \pm 44
	<i>ale</i>			408 \pm 6			
Szilva	<i>szimpla</i>	2,5	387 \pm 19	5	421 \pm 16	7,5	447 \pm 13
	<i>dupla</i>	2,5	472 \pm 22	5	484 \pm 35	7,5	521 \pm 7
	<i>ale</i>			549 \pm 23			
Meggy	<i>szimpla</i>	2,5	449 \pm 2	5	501 \pm 3	7,5	533 \pm 5
	<i>dupla</i>	2,5	609 \pm 6	5	644 \pm 8	7,5	690 \pm 17
	<i>ale</i>			502 \pm 4			
Görög-dinnye	<i>szimpla</i>	2,5	431 \pm 2	5	438 \pm 1	7,5	431 \pm 3
	<i>dupla</i>	2,5	526 \pm 4	5	528 \pm 14	7,5	525 \pm 8
	<i>ale</i>			593 \pm 7			
Sárgadinnye	<i>szimpla</i>	2,5	470 \pm 7	5	492 \pm 7	7,5	514 \pm 4
	<i>dupla</i>	2,5	610 \pm 44	5	657 \pm 11	7,5	670 \pm 35
	<i>ale</i>			456 \pm 8			
Őszi-barack	<i>szimpla</i>	2,5	463 \pm 7	5	497 \pm 6	7,5	525 \pm 8
	<i>dupla</i>	2,5	520 \pm 9	5	537 \pm 7	7,5	577 \pm 2
	<i>ale</i>			543 \pm 11			
Kajszi	<i>szimpla</i>	2,5	458 \pm 4	5	502 \pm 2	7,5	526 \pm 4
	<i>dupla</i>	2,5	576 \pm 7	5	584 \pm 3	7,5	603 \pm 9
	<i>ale</i>			426 \pm 7			
Nektarin	<i>szimpla</i>	2,5	439 \pm 4	5	453 \pm 3	7,5	495 \pm 5
	<i>dupla</i>	2,5	449 \pm 10	5	466 \pm 5	7,5	492 \pm 8
	<i>ale</i>			462 \pm 5			
Szőlő	<i>szimpla</i>	2,5	420 \pm 5	5	439 \pm 4	7,5	423 \pm 8
	<i>dupla</i>	2,5	496 \pm 18	5	530 \pm 35	7,5	439 \pm 39

2/B: Nátriumtartalom ± szórás

Gyümölcs	Típus	Létartalom (%)	Nátrium tart. (mg/l)	Létartalom (%)	Nátrium tart. (mg/l)	Létartalom (%)	Nátrium tart. (mg/l)
Kontroll				28,4±0,4			
	<i>ale</i>			24,8±1,1			
Eper	<i>szimpla</i>	2,5	36,5±0,3	5	32,4±0,5	7,5	32,7±0,3
	<i>dupla</i>	2,5	26,4±1,4	5	25,2±2,5	7,5	27,4±2,9
Cse-resznye				21,3±2,0			
	<i>ale</i>			21,3±2,0			
	<i>szimpla</i>	2,5	32,7±0,8	5	32,1±1,2	7,5	34,7±1,3
	<i>dupla</i>	2,5	20,4±1,3	5	19,0±1,6	7,5	21,4±1,6
Szilva				28,8±0,5			
	<i>ale</i>			28,8±0,5			
	<i>szimpla</i>	2,5	28,4±0,3	5	28,6±0,3	7,5	29,0±0,3
	<i>dupla</i>	2,5	31,4±1,2	5	30,7±2,2	7,5	31,0±0,6
Meggy				29,1±0,9			
	<i>ale</i>			29,1±0,9			
	<i>szimpla</i>	2,5	32,5±0,1	5	32,4±0,2	7,5	31,5±0,2
	<i>dupla</i>	2,5	29,8±0,2	5	29,4±0,5	7,5	29,7±0,5
Görög-dinnye				27,9±0,4			
	<i>ale</i>			27,9±0,4			
	<i>szimpla</i>	2,5	34,0±0,2	5	33,0±0,2	7,5	31,7±0,4
	<i>dupla</i>	2,5	28,4±0,4	5	28,2±2,1	7,5	27,1±0,3
Sárga-dinnye				33,0±0,6			
	<i>ale</i>			33,0±0,6			
	<i>szimpla</i>	2,5	37,9±1,0	5	35,7±0,4	7,5	34,7±0,6
	<i>dupla</i>	2,5	32,1±2,5	5	32,6±0,7	7,5	31,3±1,6
Őszi-barack				36,3±0,8			
	<i>ale</i>			36,3±0,8			
	<i>szimpla</i>	2,5	36,3±0,7	5	36,3±0,8	7,5	34,8±0,4
	<i>dupla</i>	2,5	37,8±0,9	5	36,1±0,3	7,5	35,7±0,2
Kajszi				26,7±0,5			
	<i>ale</i>			26,7±0,5			
	<i>szimpla</i>	2,5	34,9±0,2	5	36,6±0,6	7,5	34,2±0,8
	<i>dupla</i>	2,5	24,1±0,2	5	22,0±0,2	7,5	19,6±0,3
Nektarin				28,7±0,4			
	<i>ale</i>			28,7±0,4			
	<i>szimpla</i>	2,5	36,7±0,5	5	35,3±0,3	7,5	37,0±0,3
	<i>dupla</i>	2,5	28,7±0,6	5	29,0±1,1	7,5	29,4±0,7
Szőlő				31,4±0,2			
	<i>ale</i>			31,4±0,2			
	<i>szimpla</i>	2,5	35,7±0,2	5	34,9±0,3	7,5	33,3±0,8
	<i>dupla</i>	2,5	31,4±0,6	5	30,1±0,6	7,5	29,2±0,5

2/C: Kalciumtartalom \pm szórás

Gyümölcs	Típus	Létartalom (%)	Kalcium tart. (mg/l)	Létartalom (%)	Kalcium tart. (mg/l)	Létartalom (%)	Kalcium tart. (mg/l)
Kontroll				24,6 \pm 1,6			
<i>ale</i>				33,0 \pm 5,9			
Eper	<i>szimpla</i>	2,5	41,2 \pm 1,4	5	41,0 \pm 2,8	7,5	45,4 \pm 0,3
	<i>dupla</i>	2,5	35,5 \pm 2,1	5	36,6 \pm 4,6	7,5	42,8 \pm 4,0
<i>ale</i>				14,9 \pm 1,2			
Cse-resznye	<i>szimpla</i>	2,5	38,1 \pm 0,9	5	38,2 \pm 0,6	7,5	41,2 \pm 1,0
	<i>dupla</i>	2,5	14,5 \pm 1,7	5	12,9 \pm 2,3	7,5	14,3 \pm 1,6
<i>ale</i>				24,1 \pm 0,5			
Szilva	<i>szimpla</i>	2,5	24,5 \pm 0,8	5	24,6 \pm 0,7	7,5	24,9 \pm 0,4
	<i>dupla</i>	2,5	29,6 \pm 2,8	5	30,1 \pm 2,6	7,5	29,7 \pm 0,4
<i>ale</i>				29,4 \pm 2,6			
Meggy	<i>szimpla</i>	2,5	42,1 \pm 0,4	5	45,8 \pm 1,0	7,5	47,4 \pm 0,1
	<i>dupla</i>	2,5	37,1 \pm 0,3	5	39,4 \pm 0,7	7,5	45,5 \pm 2,0
<i>ale</i>				23,8 \pm 2,0			
Görög-dinnye	<i>szimpla</i>	2,5	39,1 \pm 0,3	5	38,2 \pm 0,2	7,5	37,1 \pm 0,4
	<i>dupla</i>	2,5	25,9 \pm 0,8	5	25,7 \pm 0,4	7,5	24,4 \pm 0,9
<i>ale</i>				22,9 \pm 0,4			
Sárga-dinnye	<i>szimpla</i>	2,5	36,1 \pm 2,9	5	35,9 \pm 0,4	7,5	34,0 \pm 1,0
	<i>dupla</i>	2,5	20,1 \pm 1,6	5	23,2 \pm 1,9	7,5	23,7 \pm 1,3
<i>ale</i>				41,0 \pm 0,4			
Őszi-barack	<i>szimpla</i>	2,5	38,8 \pm 1,8	5	41,1 \pm 1,4	7,5	41,6 \pm 0,8
	<i>dupla</i>	2,5	45,9 \pm 0,4	5	45,0 \pm 0,4	7,5	46,7 \pm 0,6
<i>ale</i>				26,9 \pm 0,2			
Kajszi	<i>szimpla</i>	2,5	38,7 \pm 0,4	5	39,9 \pm 0,4	7,5	40,1 \pm 1,0
	<i>dupla</i>	2,5	30,1 \pm 0,2	5	33,8 \pm 1,9	7,5	39,6 \pm 0,7
<i>ale</i>				28,4 \pm 0,9			
Nektarin	<i>szimpla</i>	2,5	42,3 \pm 1,3	5	43,0 \pm 0,4	7,5	43,2 \pm 0,4
	<i>dupla</i>	2,5	26,8 \pm 0,3	5	26,0 \pm 0,8	7,5	25,9 \pm 1,5
<i>ale</i>				43,6 \pm 0,2			
Szőlő	<i>szimpla</i>	2,5	44,8 \pm 1,1	5	44,6 \pm 0,3	7,5	43,3 \pm 1,2
	<i>dupla</i>	2,5	44,8 \pm 2,2	5	45,3 \pm 2,8	7,5	43,9 \pm 1,6

2/D: Magnéziumtartalom ± szórás

Gyümölcs	Típus	Létartalom (%)	Mg tart. (mg/l)	Létartalom (%)	Mg tart. (mg/l)	Létartalom (%)	Mg tart. (mg/l)
Kontroll				48,9±0,7			
<i>ale</i>				64,8±4,1			
Eper	<i>szimpla</i>	2,5	75,3±1,7	5	73,0±1,5	7,5	80,1±0,4
	<i>dupla</i>	2,5	72,7±3,3	5	69,7±2,7	7,5	79,4±4,4
<i>ale</i>				49,1±5,6			
Cse-resznye	<i>szimpla</i>	2,5	72,8±1,6	5	74,1±1,0	7,5	78,7±1,7
	<i>dupla</i>	2,5	48,3±3,8	5	47,1±3,5	7,5	51,7±5,0
<i>ale</i>				53,0±0,7			
Szilva	<i>szimpla</i>	2,5	51,2±0,3	5	52,9±0,4	7,5	52,5±0,4
	<i>dupla</i>	2,5	58,3±2,4	5	57,1±3,6	7,5	58,2±0,6
<i>ale</i>				61,6±4,0			
Meggy	<i>szimpla</i>	2,5	74,4±0,7	5	77,6±1,0	7,5	77,8±0,1
	<i>dupla</i>	2,5	68,2±0,9	5	70,5±0,7	7,5	73,8±2,4
<i>ale</i>				54,0±3,0			
Görög-dinnye	<i>szimpla</i>	2,5	71,0±0,3	5	69,8±0,4	7,5	67,9±0,5
	<i>dupla</i>	2,5	56,6±0,6	5	55,3±1,4	7,5	54,9±1,1
<i>ale</i>				56,8±0,3			
Sárgadinnye	<i>szimpla</i>	2,5	69,1±5,1	5	71,6±0,2	7,5	70,8±0,1
	<i>dupla</i>	2,5	56,2±4,8	5	58,6±3,0	7,5	59,1±3,3
<i>ale</i>				64,0±0,9			
Őszi-barack	<i>szimpla</i>	2,5	73,2±0,9	5	73,7±1,8	7,5	74,4±1,3
	<i>dupla</i>	2,5	71,3±0,8	5	71,4±1,4	7,5	72,1±0,9
<i>ale</i>				49,3±0,7			
Kajszi	<i>szimpla</i>	2,5	69,9±1,1	5	71,4±0,8	7,5	70,1±1,1
	<i>dupla</i>	2,5	49,7±1,3	5	51,4±0,7	7,5	51,7±0,6
<i>ale</i>				48,0±0,4			
Nektarin	<i>szimpla</i>	2,5	77,5±2,3	5	79,6±0,4	7,5	82,3±0,8
	<i>dupla</i>	2,5	48,4±1,3	5	49,9±0,2	7,5	51,5±0,8
<i>ale</i>				79,6±0,8			
Szőlő	<i>szimpla</i>	2,5	81,1±1,0	5	80,7±0,7	7,5	78,6±1,9
	<i>dupla</i>	2,5	81,0±1,7	5	80,5±2,0	7,5	79,9±1,6

2/E: Foszfortartalom \pm szórás

Gyümölcs	Típus	Létartalom (%)	Foszfortart. (mg/l)	Létartalom (%)	Foszfortart. (mg/l)	Létartalom (%)	Foszfortart. (mg/l)
Kontroll				150 \pm 2			
	<i>ale</i>			190 \pm 15			
Eper	<i>szimpla</i>	2,5	236 \pm 3	5	220 \pm 4	7,5	229 \pm 0
	<i>dupla</i>	2,5	203 \pm 10	5	189 \pm 11	7,5	210 \pm 16
Cse-resznye				155 \pm 12			
	<i>ale</i>			155 \pm 12			
Cse-resznye	<i>szimpla</i>	2,5	232 \pm 8	5	238 \pm 10	7,5	240 \pm 6
	<i>dupla</i>	2,5	153 \pm 12	5	144 \pm 14	7,5	171 \pm 15
Szilva				163 \pm 3			
	<i>ale</i>			163 \pm 3			
Szilva	<i>szimpla</i>	2,5	156 \pm 6	5	158 \pm 12	7,5	157 \pm 2
	<i>dupla</i>	2,5	177 \pm 10	5	177 \pm 12	7,5	178 \pm 4
Meggy				184 \pm 9			
	<i>ale</i>			184 \pm 9			
Meggy	<i>szimpla</i>	2,5	235 \pm 1	5	239 \pm 1	7,5	236 \pm 3
	<i>dupla</i>	2,5	205 \pm 3	5	207 \pm 4	7,5	206 \pm 10
Görög-dinnye				184 \pm 5			
	<i>ale</i>			184 \pm 5			
Görög-dinnye	<i>szimpla</i>	2,5	235 \pm 0	5	231 \pm 3	7,5	226 \pm 3
	<i>dupla</i>	2,5	186 \pm 2	5	176 \pm 5	7,5	172 \pm 2
Sárgadinnye				200 \pm 3			
	<i>ale</i>			200 \pm 3			
Sárgadinnye	<i>szimpla</i>	2,5	228 \pm 5	5	226 \pm 4	7,5	222 \pm 1
	<i>dupla</i>	2,5	189 \pm 13	5	198 \pm 9	7,5	199 \pm 17
Őszi-barack				189 \pm 6			
	<i>ale</i>			189 \pm 6			
Őszi-barack	<i>szimpla</i>	2,5	234 \pm 4	5	233 \pm 6	7,5	235 \pm 3
	<i>dupla</i>	2,5	209 \pm 5	5	209 \pm 2	7,5	211 \pm 3
Kajszi				155 \pm 7			
	<i>ale</i>			155 \pm 7			
Kajszi	<i>szimpla</i>	2,5	224 \pm 4	5	231 \pm 1	7,5	227 \pm 3
	<i>dupla</i>	2,5	161 \pm 2	5	164 \pm 4	7,5	173 \pm 5
Nektarin				187 \pm 5			
	<i>ale</i>			187 \pm 5			
Nektarin	<i>szimpla</i>	2,5	237 \pm 6	5	237 \pm 3	7,5	251 \pm 4
	<i>dupla</i>	2,5	197 \pm 7	5	207 \pm 4	7,5	216 \pm 10
Szőlő				228 \pm 2			
	<i>ale</i>			228 \pm 2			
Szőlő	<i>szimpla</i>	2,5	241 \pm 5	5	241 \pm 4	7,5	230 \pm 5
	<i>dupla</i>	2,5	230 \pm 3	5	226 \pm 2	7,5	225 \pm 4

2/F: Kéntartalom \pm szórás

Gyümölcs	Típus	Létartalom (%)	Kéntart. (mg/l)	Létartalom (%)	Kéntart. (mg/l)	Létartalom (%)	Kéntart. (mg/l)
Kontroll				32,5 \pm 0,6			
	<i>ale</i>			45,1 \pm 3,1			
Eper	<i>szimpla</i>	2,5	70,6 \pm 1,1	5	67,1 \pm 1,8	7,5	70,0 \pm 0,4
	<i>dupla</i>	2,5	48,2 \pm 2,3	5	46,3 \pm 4,0	7,5	51,2 \pm 4,3
Cse-resznye				41,0 \pm 3,4			
	<i>ale</i>			41,0 \pm 3,4			
Cse-resznye	<i>szimpla</i>	2,5	70,9 \pm 2,1	5	71,3 \pm 1,8	7,5	80,0 \pm 1,8
	<i>dupla</i>	2,5	41,0 \pm 1,7	5	38,4 \pm 2,4	7,5	43,1 \pm 4,1
Szilva				33,0 \pm 1,2			
	<i>ale</i>			33,0 \pm 1,2			
Szilva	<i>szimpla</i>	2,5	34,4 \pm 0,7	5	34,7 \pm 0,5	7,5	33,3 \pm 0,4
	<i>dupla</i>	2,5	36,9 \pm 2,1	5	36,6 \pm 3,1	7,5	35,5 \pm 0,3
Meggy				50,8 \pm 2,5			
	<i>ale</i>			50,8 \pm 2,5			
Meggy	<i>szimpla</i>	2,5	74,4 \pm 0,3	5	75,4 \pm 1,0	7,5	73,9 \pm 1,3
	<i>dupla</i>	2,5	54,9 \pm 0,5	5	54,4 \pm 0,6	7,5	55,2 \pm 1,8
Görög-dinnye				43,4 \pm 1,3			
	<i>ale</i>			43,4 \pm 1,3			
Görög-dinnye	<i>szimpla</i>	2,5	75,9 \pm 0,9	5	75,9 \pm 1,0	7,5	75,2 \pm 1,4
	<i>dupla</i>	2,5	45,1 \pm 0,6	5	44,2 \pm 0,7	7,5	43,8 \pm 0,7
Sárga-dinnye				49,6 \pm 0,7			
	<i>ale</i>			49,6 \pm 0,7			
Sárga-dinnye	<i>szimpla</i>	2,5	67,9 \pm 0,1	5	67,1 \pm 0,8	7,5	67,1 \pm 0,1
	<i>dupla</i>	2,5	49,3 \pm 3,6	5	51,7 \pm 2,1	7,5	53,2 \pm 2,7
Őszi-barack				59,3 \pm 1,4			
	<i>ale</i>			59,3 \pm 1,4			
Őszi-barack	<i>szimpla</i>	2,5	69,9 \pm 1,6	5	68,4 \pm 1,7	7,5	67,9 \pm 0,9
	<i>dupla</i>	2,5	62,4 \pm 0,7	5	59,8 \pm 0,7	7,5	59,6 \pm 0,3
Kajszi				32,0 \pm 0,4			
	<i>ale</i>			32,0 \pm 0,4			
Kajszi	<i>szimpla</i>	2,5	67,6 \pm 0,8	5	69,3 \pm 0,1	7,5	66,8 \pm 0,9
	<i>dupla</i>	2,5	31,8 \pm 0,4	5	29,2 \pm 0,6	7,5	30,0 \pm 0,2
Nektarin				31,3 \pm 1,3			
	<i>ale</i>			31,3 \pm 1,3			
Nektarin	<i>szimpla</i>	2,5	70,7 \pm 1,5	5	70,5 \pm 0,5	7,5	72,0 \pm 1,0
	<i>dupla</i>	2,5	32,3 \pm 1,4	5	32,0 \pm 2,2	7,5	31,0 \pm 1,3
Szőlő				67,7 \pm 0,5			
	<i>ale</i>			67,7 \pm 0,5			
Szőlő	<i>szimpla</i>	2,5	76,3 \pm 1,2	5	75,6 \pm 0,7	7,5	72,0 \pm 1,9
	<i>dupla</i>	2,5	69,0 \pm 1,4	5	67,7 \pm 1,8	7,5	66,8 \pm 1,5

2/G: Bórtartalom \pm szórás

Gyümölcs	Típus	Létartalom (%)	Bórtart. (mg/l)	Létartalom (%)	Bórtart. (mg/l)	Létartalom (%)	Bórtart. (mg/l)
Kontroll				0,201 \pm 0,005			
<i>ale</i>				0,252 \pm 0,023			
Eper	<i>szimpla</i>	2,5	0,240 \pm 0,002	5	0,225 \pm 0,036	7,5	0,284 \pm 0,033
	<i>dupla</i>	2,5	0,300 \pm 0,022	5	0,317 \pm 0,040	7,5	0,390 \pm 0,044
<i>ale</i>				0,206 \pm 0,017			
Cse-resznye	<i>szimpla</i>	2,5	0,237 \pm 0,015	5	0,271 \pm 0,018	7,5	0,365 \pm 0,024
	<i>dupla</i>	2,5	0,277 \pm 0,026	5	0,248 \pm 0,031	7,5	0,354 \pm 0,029
<i>ale</i>				0,196 \pm 0,004			
Szilva	<i>szimpla</i>	2,5	0,261 \pm 0,004	5	0,266 \pm 0,005	7,5	0,269 \pm 0,001
	<i>dupla</i>	2,5	0,280 \pm 0,004	5	0,305 \pm 0,014	7,5	0,314 \pm 0,007
<i>ale</i>				0,317 \pm 0,016			
Meggy	<i>szimpla</i>	2,5	0,264 \pm 0,022	5	0,338 \pm 0,037	7,5	0,396 \pm 0,040
	<i>dupla</i>	2,5	0,409 \pm 0,028	5	0,460 \pm 0,017	7,5	0,568 \pm 0,019
<i>ale</i>				0,218 \pm 0,025			
Görög-dinnye	<i>szimpla</i>	2,5	0,168 \pm 0,012	5	0,202 \pm 0,018	7,5	0,153 \pm 0,014
	<i>dupla</i>	2,5	0,270 \pm 0,008	5	0,276 \pm 0,029	7,5	0,255 \pm 0,020
<i>ale</i>				0,316 \pm 0,013			
Sárga-dinnye	<i>szimpla</i>	2,5	0,190 \pm 0,015	5	0,222 \pm 0,008	7,5	0,249 \pm 0,020
	<i>dupla</i>	2,5	0,320 \pm 0,041	5	0,375 \pm 0,015	7,5	0,325 \pm 0,039
<i>ale</i>				0,372 \pm 0,037			
Őszi-barack	<i>szimpla</i>	2,5	0,211 \pm 0,009	5	0,278 \pm 0,006	7,5	0,344 \pm 0,006
	<i>dupla</i>	2,5	0,451 \pm 0,043	5	0,515 \pm 0,001	7,5	0,617 \pm 0,029
<i>ale</i>				0,406 \pm 0,010			
Kajszi	<i>szimpla</i>	2,5	0,222 \pm 0,024	5	0,358 \pm 0,023	7,5	0,402 \pm 0,039
	<i>dupla</i>	2,5	0,448 \pm 0,008	5	0,503 \pm 0,013	7,5	0,562 \pm 0,012
<i>ale</i>				0,208 \pm 0,005			
Nektarin	<i>szimpla</i>	2,5	0,307 \pm 0,030	5	0,411 \pm 0,029	7,5	0,521 \pm 0,031
	<i>dupla</i>	2,5	0,239 \pm 0,014	5	0,244 \pm 0,016	7,5	0,254 \pm 0,008
<i>ale</i>				0,345 \pm 0,032			
Szőlő	<i>szimpla</i>	2,5	0,244 \pm 0,009	5	0,283 \pm 0,014	7,5	0,321 \pm 0,013
	<i>dupla</i>	2,5	0,401 \pm 0,037	5	0,443 \pm 0,038	7,5	0,491 \pm 0,056

2/H: Báriumtartalom ± szórás

Gyümölcs	Típus	Létartalom (%)	Báriumtart. (µg/l)	Létartalom (%)	Báriumtart. (µg/l)	Létartalom (%)	Báriumtart. (µg/l)
Kontroll				33,2±1,7			
	<i>ale</i>			72,2±6,1			
Eper	<i>szimpla</i>	2,5	50,3±2,6	5	59,1±1,9	7,5	79,3±0,4
	<i>dupla</i>	2,5	88,3±3,8	5	99,4±6,3	7,5	124±14
Cse-resznye	<i>ale</i>			2,33±0,14			
	<i>szimpla</i>	2,5	22,2±0,9	5	21,6±1,6	7,5	14,5±0,5
	<i>dupla</i>	2,5	<LoD	5	<LoD	7,5	<LoD
Szilva	<i>ale</i>			54,0±3,7			
	<i>szimpla</i>	2,5	27,5±0,9	5	26,7±0,5	7,5	25,3±0,4
	<i>dupla</i>	2,5	33,3±2,9	5	30,2±2,2	7,5	31,0±1,7
Meggy	<i>ale</i>			13,4±0,3			
	<i>szimpla</i>	2,5	26,3±0,4	5	24,6±0,2	7,5	24,7±1,4
	<i>dupla</i>	2,5	17,7±1,8	5	15,2±0,9	7,5	10,2±0,5
Görög-dinnye	<i>ale</i>			9,76±0,51			
	<i>szimpla</i>	2,5	31,8±0,8	5	29,0±0,1	7,5	28,0±2,9
	<i>dupla</i>	2,5	14,5±1,3	5	10,3±0,7	7,5	8,12±0,53
Sárga-dinnye	<i>ale</i>			9,13±0,51			
	<i>szimpla</i>	2,5	26,1±0,9	5	23,4±0,7	7,5	15,1±0,2
	<i>dupla</i>	2,5	3,06±0,10	5	2,89±0,17	7,5	2,38±0,17
Őszi-barack	<i>ale</i>			27,8±1,4			
	<i>szimpla</i>	2,5	31,6±0,5	5	33,0±0,6	7,5	31,8±0,4
	<i>dupla</i>	2,5	32,2±0,9	5	31,0±0,7	7,5	34,9±2,8
Kajszi	<i>ale</i>			35,8±0,8			
	<i>szimpla</i>	2,5	32,4±0,2	5	35,9±0,7	7,5	36,0±1,5
	<i>dupla</i>	2,5	38,4±0,9	5	40,9±0,8	7,5	43,7±0,6
Nektarin	<i>ale</i>			26,9±2,3			
	<i>szimpla</i>	2,5	26,5±1,1	5	24,8±0,7	7,5	24,8±1,4
	<i>dupla</i>	2,5	23,3±1,2	5	19,8±0,3	7,5	18,5±1,0
Szőlő	<i>ale</i>			27,0±0,3			
	<i>szimpla</i>	2,5	27,5±0,7	5	29,0±0,3	7,5	25,7±0,9
	<i>dupla</i>	2,5	17,4±0,4	5	23,7±1,7	7,5	15,0±0,3

2/I: Réztartalom ± szórás

Gyümölcs	Típus	Létartalom (%)	Réztart. (µg/l)	Létartalom (%)	Réztart. (µg/l)	Létartalom (%)	Réztart. (µg/l)
Kontroll				37,3±2,1			
	<i>ale</i>			57,3±1,4			
Eper	<i>szimpla</i>	2,5	43,2±1,0	5	51,7±3,0	7,5	56,6±3,7
	<i>dupla</i>	2,5	53,2±4,6	5	64,1±4,5	7,5	75,7±7,7
	<i>ale</i>			58,7±1,4			
Cse-resznye	<i>szimpla</i>	2,5	71,9±2,5	5	39,7±2,5	7,5	86,0±6,4
	<i>dupla</i>	2,5	63,4±4,7	5	63,1±5,0	7,5	62,3±2,5
	<i>ale</i>			41,3±4,2			
Szilva	<i>szimpla</i>	2,5	98,7±4,0	5	106±6	7,5	119±10
	<i>dupla</i>	2,5	32,3±1,5	5	41,0±1,0	7,5	61,4±2,9
	<i>ale</i>			54,2±4,8			
Meggy	<i>szimpla</i>	2,5	44,0±2,0	5	48,2±0,7	7,5	47,9±2,8
	<i>dupla</i>	2,5	70,6±6,4	5	71,0±3,0	7,5	78,8±6,7
	<i>ale</i>			12,4±1,3			
Görög-dinnye	<i>szimpla</i>	2,5	47,0±0,0	5	47,2±4,5	7,5	62,9±6,8
	<i>dupla</i>	2,5	26,1±0,9	5	30,2±1,8	7,5	60,9±2,8
	<i>ale</i>			59,3±6,5			
Sárgadinnye	<i>szimpla</i>	2,5	59,9±5,7	5	69,2±3,0	7,5	56,6±5,9
	<i>dupla</i>	2,5	35,2±,4	5	40,7±1,5	7,5	42,2±3,3
	<i>ale</i>			32,2±1,7			
Őszi-barack	<i>szimpla</i>	2,5	55,9±5,9	5	39,9±3,8	7,5	58,1±5,0
	<i>dupla</i>	2,5	49,0±2,6	5	47,3±4,1	7,5	57,0±5,2
	<i>ale</i>			38,3±0,9			
Kajszi	<i>szimpla</i>	2,5	41,3±3,1	5	68,2±4,9	7,5	66,3±6,1
	<i>dupla</i>	2,5	41,7±0,5	5	43,0±0,2	7,5	44,2±0,8
	<i>ale</i>			41,3±1,2			
Nektarin	<i>szimpla</i>	2,5	33,7±3,5	5	60,4±3,1	7,5	54,2±2,7
	<i>dupla</i>	2,5	42,0±1,2	5	43,2±1,3	7,5	44,3±0,6
	<i>ale</i>			126±7			
Szőlő	<i>szimpla</i>	2,5	59,6±6,6	5	75,4±6,1	7,5	115±11
	<i>dupla</i>	2,5	160±4	5	179±13	7,5	245±8

2/J: Mangántartalom \pm szórás

Gyümölcs	Típus	Létartalom (%)	Mangántart. ($\mu\text{g/l}$)	Létartalom (%)	Mangántart. ($\mu\text{g/l}$)	Létartalom (%)	Mangántart. ($\mu\text{g/l}$)
Kontroll				174 \pm 5			
	<i>ale</i>			302 \pm 26			
Eper	<i>szimpla</i>	2,5	199 \pm 1	5	256 \pm 8	7,5	360 \pm 2
	<i>dupla</i>	2,5	373 \pm 16	5	424 \pm 40	7,5	539 \pm 48
Cse-resznye	<i>ale</i>			78,0 \pm 1,0			
	<i>szimpla</i>	2,5	129 \pm 4	5	136 \pm 5	7,5	150 \pm 3
	<i>dupla</i>	2,5	79,1 \pm 6,0	5	75,7 \pm 6,7	7,5	91,2 \pm 5,7
Szilva	<i>ale</i>			<LoD			
	<i>szimpla</i>	2,5	135 \pm 6	5	90,3 \pm 6,8	7,5	70,7 \pm 5,5
	<i>dupla</i>	2,5	12,7 \pm 0,6	5	19,3 \pm 0,6	7,5	21,3 \pm 1,5
Meggy	<i>ale</i>			108 \pm 4			
	<i>szimpla</i>	2,5	134 \pm 1	5	148 \pm 0	7,5	157 \pm 1
	<i>dupla</i>	2,5	130 \pm 1	5	137 \pm 4	7,5	148 \pm 5
Görög-dinnye	<i>ale</i>			90,9 \pm 3,8			
	<i>szimpla</i>	2,5	121 \pm 0	5	118 \pm 2	7,5	117 \pm 2
	<i>dupla</i>	2,5	94,0 \pm 1,9	5	90,6 \pm 2,6	7,5	89,2 \pm 2,1
Sárgadinnye	<i>ale</i>			91,6 \pm 1,1			
	<i>szimpla</i>	2,5	124 \pm 4	5	130 \pm 1	7,5	130 \pm 0
	<i>dupla</i>	2,5	89,6 \pm 9,6	5	97,1 \pm 5,1	7,5	103 \pm 9
Őszi-barack	<i>ale</i>			110 \pm 3			
	<i>szimpla</i>	2,5	129 \pm 3	5	130 \pm 2	7,5	134 \pm 2
	<i>dupla</i>	2,5	127 \pm 2	5	126 \pm 1	7,5	133 \pm 1
Kajszi	<i>ale</i>			203 \pm 21			
	<i>szimpla</i>	2,5	127 \pm 2	5	138 \pm 1	7,5	147 \pm 1
	<i>dupla</i>	2,5	187 \pm 10	5	197 \pm 11	7,5	160 \pm 10
Nektarin	<i>ale</i>			147 \pm 9			
	<i>szimpla</i>	2,5	127 \pm 3	5	131 \pm 2	7,5	139 \pm 2
	<i>dupla</i>	2,5	154 \pm 7	5	152 \pm 3	7,5	157 \pm 9
Szőlő	<i>ale</i>			136 \pm 1			
	<i>szimpla</i>	2,5	126 \pm 3	5	128 \pm 1	7,5	128 \pm 2
	<i>dupla</i>	2,5	139 \pm 2	5	139 \pm 2	7,5	143 \pm 3

2/K: Stronciumtartalom ± szórás

Gyümölcs	Típus	Létartalom (%)	Sr tart. (µg/l)	Létartalom (%)	Sr tart. (µg/l)	Létartalom (%)	Sr tart. (µg/l)
Kontroll				116±6			
	<i>ale</i>			142±8			
Eper	<i>szimpla</i>	2,5	364±3	5	346±14	7,5	363±0
	<i>dupla</i>	2,5	152±8	5	157±12	7,5	186±19
Cse-resznye	<i>ale</i>			37,4±3,2			
	<i>szimpla</i>	2,5	318±11	5	304±14	7,5	291±8
	<i>dupla</i>	2,5	32,4±2,1	5	29,7±3,3	7,5	23,7±1,2
Szilva	<i>ale</i>			125±4			
	<i>szimpla</i>	2,5	129±4	5	131±3	7,5	133±4
	<i>dupla</i>	2,5	140±10	5	139±14	7,5	147±3
Meggy	<i>ale</i>			87,8±6,0			
	<i>szimpla</i>	2,5	336±1	5	338±2	7,5	326±4
	<i>dupla</i>	2,5	108±1	5	116±3	7,5	122±5
Görög-dinnye	<i>ale</i>			89,2±4,7			
	<i>szimpla</i>	2,5	346±1	5	333±4	7,5	324±5
	<i>dupla</i>	2,5	94,0±2,7	5	87,2±2,5	7,5	83,9±2,3
Sárga-dinnye	<i>ale</i>			86,4±1,5			
	<i>szimpla</i>	2,5	341±10	5	317±3	7,5	284±3
	<i>dupla</i>	2,5	65,6±5,8	5	74,3±5,1	7,5	69,3±7,7
Őszi-barack	<i>ale</i>			296±10			
	<i>szimpla</i>	2,5	348±10	5	359±7	7,5	352±4
	<i>dupla</i>	2,5	323±8	5	314±2	7,5	315±3
Kajszi	<i>ale</i>			316±7			
	<i>szimpla</i>	2,5	343±4	5	354±3	7,5	340±3
	<i>dupla</i>	2,5	350±4	5	384±8	7,5	403±6
Nektarin	<i>ale</i>			289±9			
	<i>szimpla</i>	2,5	333±7	5	319±3	7,5	317±5
	<i>dupla</i>	2,5	320±6	5	350±3	7,5	360±6
Szőlő	<i>ale</i>			324±3			
	<i>szimpla</i>	2,5	342±9	5	336±3	7,5	315±6
	<i>dupla</i>	2,5	322±16	5	315±26	7,5	298±10

2/L: Cinktartalom ± szórás

Gyümölcs	Típus	Létartalom (%)	Zn tart. (µg/l)	Létartalom (%)	Zn tart. (µg/l)	Létartalom (%)	Zn tart. (µg/l)
Kontroll				186±8			
	<i>ale</i>			197±11			
Eper	<i>szimpla</i>	2,5	208±6	5	199±10	7,5	251±3
	<i>dupla</i>	2,5	181±14	5	198±14	7,5	217±12
Cse-resznye	<i>ale</i>			124±11			
	<i>szimpla</i>	2,5	191±7	5	186±6	7,5	281±9
	<i>dupla</i>	2,5	65,2±2,0	5	68,1±6,2	7,5	61,0±3,5
Szilva	<i>ale</i>			434±24			
	<i>szimpla</i>	2,5	224±7	5	245±8	7,5	263±9
	<i>dupla</i>	2,5	208±5	5	234±13	7,5	294±14
Meggy	<i>ale</i>			101±3			
	<i>szimpla</i>	2,5	181±6	5	180±4	7,5	191±3
	<i>dupla</i>	2,5	139±2	5	130±2	7,5	111±12
Görög-dinnye	<i>ale</i>			36,7±1,5			
	<i>szimpla</i>	2,5	176±4	5	185±1	7,5	184±7
	<i>dupla</i>	2,5	25,3±0,7	5	25,6±0,7	7,5	26,4±1,6
Sárgadinnye	<i>ale</i>			114±4			
	<i>szimpla</i>	2,5	201±1	5	277±3	7,5	244±2
	<i>dupla</i>	2,5	81,3±2,1	5	119±9	7,5	132±10
Őszi-barack	<i>ale</i>			150±5			
	<i>szimpla</i>	2,5	188±4	5	239±10	7,5	260±5
	<i>dupla</i>	2,5	189±4	5	157±1	7,5	236±5
Kajszi	<i>ale</i>			197±6			
	<i>szimpla</i>	2,5	171±2	5	316±1	7,5	230±5
	<i>dupla</i>	2,5	202±12	5	213±11	7,5	232±11
Nektarin	<i>ale</i>			183±4			
	<i>szimpla</i>	2,5	184±6	5	220±4	7,5	224±8
	<i>dupla</i>	2,5	189±11	5	199±3	7,5	212±8
Szőlő	<i>ale</i>			142±2			
	<i>szimpla</i>	2,5	186±5	5	181±3	7,5	206±5
	<i>dupla</i>	2,5	136±6	5	149±8	7,5	156±5