

Doktori (PhD) értekezés tézisei

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

Alexa Loránd

Témavezető: Dr. Czipa Nikolett, egyetemi docens



DEBRECENI EGYETEM
Kerpely Kálmán Doktori Iskola

Debrecen, 2023.

1. A doktori értekezés előzményei és célkitűzései

A sör egy világszerte népszerű és keresett alkoholos ital, melynek fogyasztása még olyan országokban is jelentős mértékűnek mondható, melyek nem rendelkeznek évszázados múlttal a sörkészítés mesterségében (ALCÁZAR et al., 2002). Európai viszonylatban Csehország vezeti a sörfogyasztási listát 141 l/fő/év fogyasztással, 2019-es adatok alapján. Habár Magyarország csupán a 19. helyen szerepel az egy főre jutó éves sörfogyasztás tekintetében az európai országok között, az itt mérhető 64 l/fő/év fogyasztás is jelentősnek tekinthető (STATISTA, 2021.06.08.). A változó fogyasztási adatokat a világ számos országában a söripar szerkezetének átalakulása, változása kíséri. Az Egyesült Államokban a szesztilalmat követő egysíkú, jellegtelen sörpiac megújítását célozva indult el a Házi Sörfőző Mozgalom az 1980-as években, mely három évtizeddel később ugyan, de Magyarországra is eljutott, elsődlegesen annak köszönhetően, hogy 2012-ben az adótörvények változása lehetővé tette, hogy szabadon főzhessünk sört évi 1000 literes mennyiségig (MAGYAR KÖZTÁRSASÁG, 2011). A craft sörök azon fogyasztók számára lehetnek vonzóak, akik a megszokott mainstream sörök helyett a komplex, újszerű ízvilágot preferálják (JAEGER et al., 2020). Az említett termékekkel szemben támasztott két fő követelmény, hogy az előállítás hagyományos technológiával, kisméretű létesítményben történjen (ELZINGA et al., 2015). Kisüzemek számára az új ízek, termékjellegek kialakítása testhezálló feladat, mivel alacsonyabb termelési volumenükből adódóan könnyebben kísérletezhetnek új alapanyagokkal, ízesítő anyagokkal, technológiákkal (DONADINI – PORRETTA, 2017).

A különböző összetevők és technológiák alkalmazása és kombinálása a sörök minőségi jellemzőit és beltartalmi értékeit is módosíthatja. 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 sörök és búzasörök szerepeltek, csekélyebb számú gyümölcsös sör és sörtartalmú ital 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. Anyag és módszer

A sörök előállítása és azok vizsgálata a Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Karán, az Élelmiszertudományi Intézet élelmiszervizsgáló laboratóriumában történt. A kereskedelmi forgalomban kapható mintákat debreceni szupermarketekben szereztem be, és szerepelt köztük 30 db világos sör, 10 db barna sör, 11 db világos búzasör, 2 db barna búzasör, 8 db ale típusú sör (IPA, APA, stout), 8 db ízesített sör és 5 db sörtartalmú ital. A sörfőzéshez szükséges malátát, komlót, élesztőt, valamint egyéb anyagokat és eszközöket egy budapesti sörfőző szaküzletben vásároltam. A hozzáadott anyagokat azok jellegétől függően, de többnyire közvetlenül a sörfőzés előtt szereztem be debreceni piacokon. Az alapsörök előállításához felhasznált anyagokat, valamint a sörfőzés technológiai paramétereit az 1. táblázat foglalja össze, az alapsörök előállításának általános folyamatát pedig az 1. ábra szemlélteti.

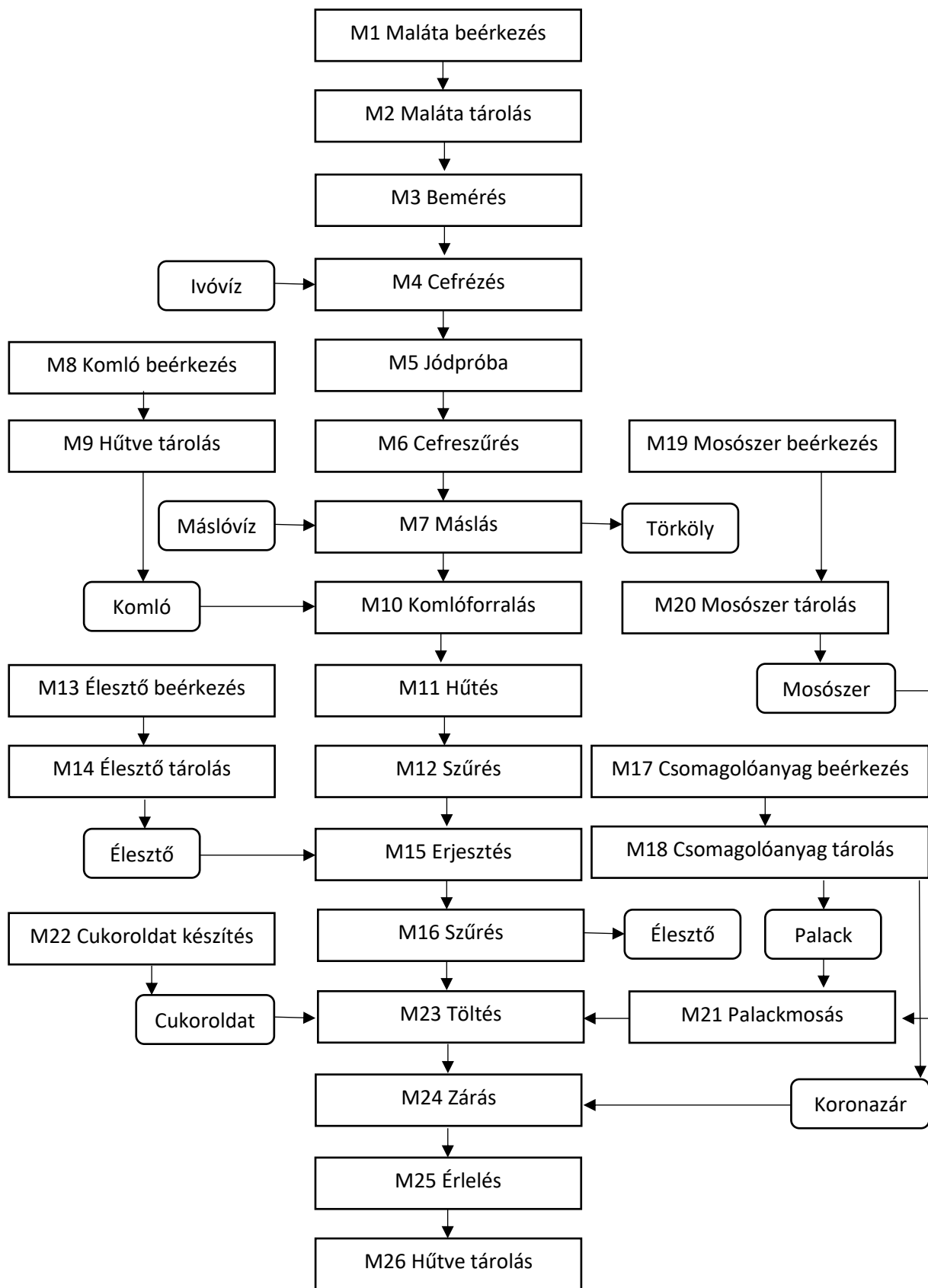
1. táblázat: Az alapsörök jellemzői

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: Az 1. 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 pótanyaggal.
- Stout sörök: 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.



1. ábra: A sörkészítés folyamata

Forrás: Saját szerkesztés

2.1. 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.

2.1.1. 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).

2.1.2. 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 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).

2.1.3. 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 (CZIPA, 2014).

2.1.4. 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 ($EBC = A_{430} * 19,7$) (CZIPA, 2014).

2.1.5. 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).

2.1.6. 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).

2.1.7. 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 oldószeres 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).

2.1.8. 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., Gottingen, 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 hullámhosszakat (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.

2.2. Statisztikai analízis

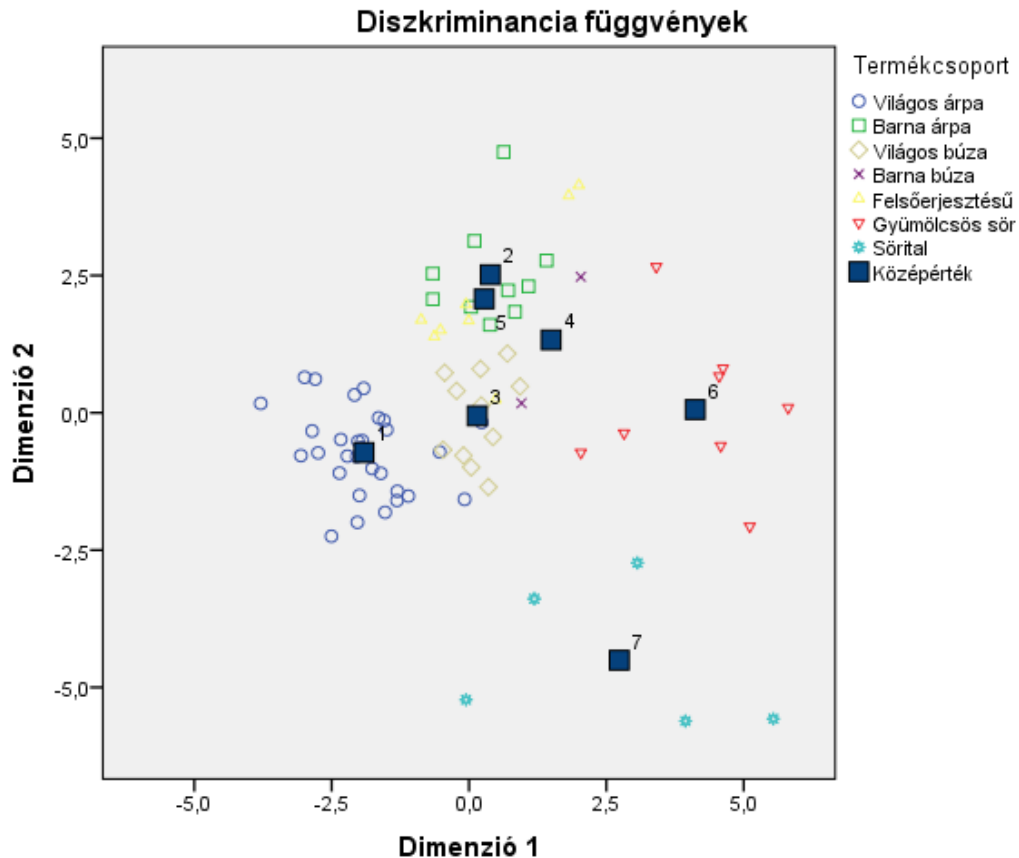
A vizsgálatokat három ismétlésben végeztem. A statisztikai analízis elvégzéséhez az SPSS (version 13, SPSS Inc. Chicago, Illinois, USA) programot használtam, így állapítottam meg a minimum és maximum értékeket, átlagot, szórást. A termékcsoponton belül található minták összehasonlítására egytényezős variancia analízist (One-Way ANOVA) alkalmaztam, mely során elsőként homogenitás vizsgálatot végeztem, 0,05-ös szignifikancia szinttel. A homogén változók esetében Tukey, míg a heterogén változók esetében Dunnett's T3 tesztet alkalmaztam. Az egyes termékcsoportok 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.

3. Eredmények

A kereskedelmi forgalomban kapható sörök vizsgálati eredményei alapján elmondható, hogy a barna sörök magasabb koncentrációban tartalmaztak fenolos vegyületeket, valamint flavonoidokat, mint világos társaik. A barna sörök átlagos flavonoid-tartalma a világos sörökben mért érték kétszerese ($20,3 \pm 5,3$ mg CE/100 ml) volt. Emellett említésre méltó az ízesített sörök és sörtartalmú italok közötti eltérés is. Mind a fenolos vegyülettartalomban, mind pedig a flavonoid-tartalomban a legtöbb ízesített sörből számottevően magasabb koncentrációt mértünk, mint a sörtartalmú italokból.

A kereskedelmi sörök ásványianyag-tartalma a saját készítésű italokéhoz képest nem mondható kiemelkedőnek, azonban az megállapítható, hogy ezen minták közül a barna sörök a többi termékcsoporthoz képest magas kalcium- (49,0 mg/l), magnézium- (82,8 mg/l) és foszfortartalommal (245 mg/l) rendelkeztek. A barna búzasörök bővelkedtek kalciumban (51,5 mg/l) és kénben (61,5 mg/l), de a világos búzasörökben is magasnak mondható foszfor- (233 mg/l) és kén-tartalmat (57,1 mg/l) mértünk.

A kereskedelmi mintákat világos sör, barna sör, világos búzasör, barna búzasör, ale típusú sör, ízesített sör és sörtartalmú ital termékcsoportokba osztva kategorizáltuk lineáris diszkriminancia analízist (LDA) végezve. Csoportosító változóként a terméktípust használtuk, a független változók között pedig szerepelt a minták fenolos vegyülettartalma, flavonoid-tartalma, színe, savtartalma, valamint réz-, mangán-, foszfor- és stroncium-tartalma. Hat diszkriminancia függvényt határoztuk meg. Az első dimenzióban a világos sörök két minta kivételével minden más mintától egyértelműen elkülönültek, a második dimenzióban pedig a sörtartalmú italok különültek el az összes többi mintától. A harmadik dimenzióban a barna sörök és a világos búzasörök különültek el minden mintától, a negyedik dimenzióban az ale minták távolodtak el a többi csoporttól, míg a hatodik dimenzióban a középértékek egymáshoz igen közeliek voltak. Az elemzés eredményének grafikus ábrázolása a 2. ábrán látható. A keresztvalidáció alapján a világos sörök 93,3%-át, a barna sörök 80%-át, a világos búzasörök 81,6%-át, illetve a barna búzasörök 50%-át kategorizáltuk helyesen. Ez az érték az ízesített sörök esetében 75%, a sörtartalmú italok esetében pedig 80% volt. A keresztvalidáció összesített eredménye alapján a minták 85,1%-át sikerült helyesen kategorizálni.



2. ábra: A lineáris diszkriminancia analízis eredménye

Forrás: Saját szerkesztés

A saját készítésű gyümölcsös sörök esetében megállapítható, hogy a minták fenolos vegyülettartalmát és flavonoid-tartalmát is befolyásolta mind a hozzáadott gyümölcsfaj, mind a hozzáadás módja és aránya. A fenolos vegyületek koncentrációját a gyümölcslé fermentáció utáni, palackozás előtti adagolása növelte hatékonyan, a hozzáadott gyümölcslé mennyiségével egyenesen arányosan. A gyümölcslével együtt fermentált sörök fenolos vegyülettartalma minden esetben alacsonyabb volt a kontroll mintáénál, mely statisztikailag is igazolható volt, kivéve a kajszibarackos ($p = 1,00$) és nektarinos ($p = 0,365$) sör esetében. Ezzel szemben a gyümölcslével fermentált sörök flavonoid-tartalma a kontroll mintáénál minden esetben magasabb volt. A cseresznyelével történő fermentáció két és félszeres, míg a meggyelével történő erjesztés kétszeres emelkedést eredményezett a flavonoid-koncentrációban a kontroll mintához képest, de a többi gyümölcslé esetében is szignifikáns differencia volt megfigyelhető a gyümölcslével fermentált sörök és a kontroll minta között, kivéve a nektarinos ale esetében ($p = 0,213$).

Az egyes gyümölcslevelek alkalmazása más-más adagolási mód megválasztásával bizonyult hatékonynak. A fermentáció előtt történő hozzáadás a flavonoid-tartalmat hatékonyan növelte ugyan, a fenolos vegyülettartalom azonban ezen esetekben elmaradt a kontroll mintáétól. Ennek ellenére elmondható, hogy a palackozás előtti hozzáadás a legtöbb esetben a hozzáadott gyümölcslé mennyiségével egyenesen arányos növekedést eredményezett a minták fenolos vegyülettartalmában és flavonoid-tartalmában, valamint az is, hogy az 5%-os szimpla kajszis és görögdinnyés ale mintákat leszámítva az összes hozzáadott gyümölcslevet tartalmazó minta flavonoid-tartalma meghaladta a kontroll mintából mért koncentrációt.

Az eperléből mért C-vitamin koncentráció (89,8 mg/100 ml) két és félszerese volt a második legtöbb aszkorbinsavat tartalmazó cseresznyelében mért értéknek, mely egyértelműen látható a késztermékekben mért C-vitamin tartalmat vizsgálva is. Habár az eperlével fermentált ale aszkorbinsav-tartalma nem haladta meg a kontroll mintáét, a palackozás előtti eperlé adagolás jelentősen, a gyümölcslé mennyiségével egyenesen arányosan növelte az aszkorbinsav-koncentrációt. A legmagasabb értéket a 7,5%-os szimpla epres sörből mértük (32,3 mg/100 ml), a kontroll mintából mért aszkorbinsav-tartalom ennek csupán 61%-a. A 7,5%-os szimpla epres minta aszkorbinsav-tartalma statisztikailag igazolhatóan magasabb volt az összes többi mintáénál.

Magas savtartalmú gyümölcsök hozzáadása egyértelműen növeli a késztermék savasságát is. Az előállított minták közül a meggylevet tartalmazó söröknek volt a legmagasabb titrálható savtartalma, mely minden esetben statisztikailag igazolható eltérést ($p < 0,000$) eredményezett a kontroll mintához képest. Ennek megfelelően a 7,5%-os dupla meggyes ale mutatta a legmagasabb savtartalmat ($0,138 \pm 0,001$ tejsav%), mely a kontroll minta savtartalmának kétszerese. Magas savtartalmú gyümölcslevelek hozzáadása esetén ismételten megállapítható, hogy a legtöbb esetben a gyümölcslé mennyiségével egyenesen arányosan nőtt a minták savassága.

Az ásványianyag-tartalom igen változatosan alakult a gyümölcslé hozzáadásával készült sörök esetében. Az összes gyümölcslevet tartalmazó minta káliumtartalma meghaladta a kontroll mintáét, és az is látható, hogy a legtöbb gyümölcslé esetében a gyümölcslével fermentált ale kálium-koncentrációja magasabb volt, mint a szimpla gyümölcsös ale-eké, de alacsonyabb, mint a dupla gyümölcsös ale-eké. A legtöbb esetben a növekvő gyümölcslé-tartalommal egyenesen arányos volt a káliumtartalom növekedése.

A kalciumtartalom is majdnem minden esetben nőtt a kontroll mintához képest a gyümölcslevek fermentáció utáni, illetve kétszeres hozzáadásával, ugyanakkor a gyümölcslevekkel történő fermentáció alacsonyabb kalcium-koncentrációt eredményezett a cseresznyelé esetében, és nem láthatunk számottevő változást a szilvával, meggyel, görögdiannyével, sárgadinnyével, kajsziával és nektarinnal történő fermentáció esetén. Hasonló megfigyeléseket tehetünk a magnéziumtartalom tekintetében is, mely esetben a szőlőlé hozzáadása eredményezte a legmagasabb koncentrációt. Számos esetben mértünk magasabb foszfortartalmat a szimpla gyümölcsös ale sörökből, mint a dupla gyümölcsös italokból, a szimpla és dupla cseresznyés sörök között például minden gyümölcsle-koncentráció esetében statisztikailag igazolható volt a különbség 0,004-es, 0,001-es és 0,013-as p -értékkel, valamint az összes görögdiannyés ($p < 0,000$), őszibarackos ($p < 0,000$), nektarinos ($p < 0,000$) és kajsziás ($p_1 = 0,001$; $p_2 = 0,003$; $p_3 = 0,003$) minta esetében is.

A kén tartalom esetében is megállapítható, hogy a legtöbb esetben a szimpla gyümölcsös sörökből mért koncentráció jelentősen magasabb volt a dupla gyümölcsös sörökénél, a kajsziát tartalmazó sörök esetében ez az eltérés több mint kétszeres volt, mely statisztikailag is igazolható ($p < 0,000$), de a különbség szignifikáns volt a cseresznyés, meggyes, görögdiannyés, őszibarackos, nektarinos, valamint szőlős sörök esetében is.

Az előbbivel ellenkező tendenciát tapasztaltunk a börtartalmat vizsgálva, többnyire a dupla gyümölcsös sörökben mért koncentráció volt magasabb, azonos gyümölcsle mennyiség mellett. Az őszibarackos és nektarinos minták esetében az eltérés több mint kétszeres volt, de statisztikailag igazolható volt az eltérés a kajsziával és szőlőlével készült sörök esetében is ($p < 0,000$), illetve a gyümölcsle mennyiségének növelésével arányosan emelkedett a börtartalom a legtöbb gyümölcsle esetében.

A legmagasabb réztartalmakat a szőlőlé hozzáadásával készült sörökből mértük, mely a szőlő magas réztartalmát igazolja, ami elsődlegesen az alkalmazott növényvédelmi kezelésekhez köthető. Mind a szőlőlével fermentált ale a kontroll mintához képest, mind pedig az összes dupla szőlős sör egymáshoz képest szignifikáns különbséget mutatott a réztartalomban ($p < 0,000$). Ennek ellenére a fermentációra nem hatott negatívan a többi mintához képest kiugróan magas réztartalom, hiszen a legmagasabb mért rézkoncentráció is az élesztő szaporodását gátló mennyiségnek csupán tizede.

A szőlős sörök mellett csekélyebb mértékű növekedést eredményezett a réztartalomban a gyümölcslé hozzáadása a szimpla és dupla epres, szimpla és dupla szilvás, dupla meggyes, dupla sárgadinnyés, dupla kajszis, valamint a dupla nektarinos sörök esetében, ezek az eltérések azonban többnyire nem igazolhatók.

A gyümölcsös sörök mangántartalma megfelelt a gyümölcslevek mangántartalmának, a legmagasabb mangán-koncentrációkat az epres, kajszis és nektarinos ale mintákból mértük, a további gyümölcslé hozzáadással készült sörök eredményeiből azonban nem vonhatunk le egyértelmű következtetéseket.

A stronciumtartalmat vizsgálva elmondható, hogy a kontroll mintához képest magasabb koncentrációt mértünk a szőlőlével, kajszilével, nektarinlével, őszibaracklével és szilvalével készült mintákból, mely a szilvalevet leszámítva statisztikailag is igazolható volt ($p < 0,000$). Ennek ellenére a további hozzáadással nem értünk el egyértelmű növekedést a stronciumtartalomban, illetve az is látható, hogy számos esetben a szimpla gyümölcsös sörökből mért koncentráció magasabb volt dupla gyümölcsös párjaikénál.

A cinktartalmat a gyümölcslével történő fermentáció csak a szilvás ale esetében emelte számottevően, azonban ez a különbség sem volt statisztikailag igazolható ($p = 0,060$). Ennek hátterében az áll, hogy a sörléhez hozzáadott gyümölcslevek jelentősen megnövelték annak erjeszhető szénhidrát-tartalmát, melynek hatására az élesztő cinkigénye számottevően nő, hiszen számos anyagcsere-folyamatához nélkülözhetetlen az említett ásványi anyag, köztük az alkohol-dehidrogenáz enzim aktivátora is.

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 2. 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. 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.

2. táblázat: A 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

A zabmaláta alapanyagként, valamint a kukorica- és rizspehely pótanyagként történő alkalmazása minden esetben jelentősen csökkentette a sörök fenolos vegyülettartalmát, flavonoid-tartalmát, kálium-, magnézium- és foszfor-koncentrációját, mely számos esetben statisztikailag is igazolható volt a kontroll mintához viszonyítva. A zabmaláta alkalmazása azonban 26%-kal növelte a minták nátriumtartalmát, kétszeresére emelte a kén tartalmát, valamint két és félszeresére növelte a mangántartalmát. A zabmaláta 50%-át rizs- vagy kukoricapehellyel helyettesítve csökkent a kén tartalom, de a pótanyagokat tartalmazó sörök mangántartalma is kevesebb, mint fele volt a tisztán zabmalátából készült mintáénak. A két pótanyag kizárólag a cinktartalmat növelte a tiszta zabsörhöz képest, a rizspehely 10, a kukoricapehely pedig 26%-kal.

A csokoládéval, illetve kávéval ízesített stout sörökről elmondható, hogy a kontroll minta is jelentősen magasabb fenolos vegyülettartalommal rendelkezett, mint a világos kontroll minták, azonban ezt minden esetben növelte a különböző csokoládék és a kávé hozzáadása. A kávé sörből mért fenolos vegyülettartalomnak csupán 60%-a volt a kontroll sörből mért koncentráció, de az étcsokoládé is 30%-os növekedést eredményezett a polifenol-tartalomban. Az említett ízesítő anyagok hozzáadása a flavonoid-tartalomnak akár négyszeres növekedését is eredményezte. A csokoládét és kávé tartalmú sörökből emellett minden esetben magasabb keserűértéket, nátrium-, kálium-, magnézium- és foszfortartalmat mértünk, mint a kontroll mintából, tehát az említett élvezeti cikkek hozzáadása növeli az antioxidáns hatású vegyületek, valamint fontos makroelemeink koncentrációját. Az eredmények teljes mértékben összhangban vannak azon megfigyelésekkel, miszerint a csokoládé kakaószárazanyag-tartalmának növekedésével nő a benne található antioxidáns hatású vegyületek koncentrációja, illetve azzal is, hogy az arabica kávé az antioxidánsokban egyik leggazdagabb élvezeti cikkünk.

A 3. táblázatban láthatóak az egyes sör típusok csoportátlagainak sorrendje a vizsgált paraméterek tekintetében. Ez alapján megállapítható, hogy míg a világos sörök összességében nem mutattak kiemelkedő eredményeket egyik vizsgált komponens koncentrációjában sem, addig a barna söröknek volt a vizsgált csoportok közül a legmagasabb átlagos flavonoid-tartalma, a második legmagasabb kalcium-, magnézium- és foszfortartalma, valamint a harmadik legmagasabb polifenol- és réztartalma.

3. táblázat: A vizsgált paraméterek koncentrációinak csoportátlagai szerinti sorrend a vizsgált sör típusok között

Para- méter	Sör típusok									
	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 világos búzasörök mutatták átlagosan a harmadik legmagasabb foszfor- és kén tartalmat, míg a barna búzasörökből mérhettük a legmagasabb átlagos kalcium-tartalmat, a második legmagasabb flavonoid- és kén tartalmat, valamint a harmadik legmagasabb magnézium-tartalmat.

Ez alapján megállapítható, hogy a barna sörök általában magasabb flavonoid-tartalmat mutatnak, mint világos társaik, mely elsősorban a karamell- és festőmaláta előállítás során alkalmazott hőkezelésnek köszönhető.

A kereskedelmi forgalomban kapható ale típusú sörökből mértük átlagosan a legmagasabb magnézium- és foszfortartalmat, valamint a második legmagasabb kálium-koncentrációt.

A kereskedelmi forgalomban kapható ízesített sörök és sörtartalmú italok számottevő eltéréseket mutattak a vizsgált paraméterek tekintetében, mely a két terméktípus összetételében megfigyelhető különbségekkel magyarázható. Az ízesített sörökből mértük a legmagasabb titrálható savtartalmat, valamint bórtartalmat, a második legmagasabb nátrium- és bárium-koncentrációt, valamint a harmadik legmagasabb kálium-, kalcium- és mangántartalmat. A sörtartalmú italok mutatták a legmagasabb átlagos bárium- és stroncium-koncentrációt, a harmadik legmagasabb titrálható savtartalmat, a többi vizsgált komponensben azonban a legtöbb termékcsoporthoz képest szegények voltak.

A saját készítésű gyümölcsös sörökből mértük az összes termékcsoporthoz közül a legmagasabb átlagos káliumtartalmat, a második legmagasabb polifenol-, bór-, stroncium- és cinktartalmat, valamint a harmadik legmagasabb nátriumtartalmat, tehát összességében elmondható, hogy mind ásványi anyagokban, mind pedig antioxidáns hatású vegyületekben gazdag a vizsgált termékcsoporthoz.

Az alternatív alap- és pótanyagok felhasználásával készített sörökből mértük a legmagasabb nátrium-, kén- mangán- és cinktartalmat, a második legmagasabb réztartalmat, valamint a harmadik legmagasabb bór- és báriumtartalmat, mely megfelel annak a megállapításnak, hogy a zab ásványi anyagokban gazdag.

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.

A minták csoportátlagai alapján az is megállapítható, hogy nincs egyértelmű összefüggés a minták fenolos vegyülettartalma és flavonoid-tartalma között. Ez annak ellenére is lehetséges, hogy a flavonoidok is a polifenolok közé sorolhatók. 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 xantohumolban és más prenilált flavonoidokban, 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.

4. Az értekezés új tudományos eredményei

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 a legmagasabb flavonoid-tartalommal (20,3 mg CE/100 ml), és a harmadik legmagasabb polifenol-tartalommal (39,5 mg GAE/100 ml) rendelkeztek. Más esetekben viszont 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 második legmagasabb flavonoid-tartalomhoz (15,9 mg CE/100 ml) a második legalacsonyabb 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 (YAMAGUCHI et al., 2009), a felhasznált komló mennyisége a malátához képest elenyésző. Emellett az egyes termékcsoportok esetében a maláta, illetve a komló típusa, mennyisége és felhasználási módja is eltérő lehet, ezáltal a fenolos vegyületek és flavonoidok koncentrációjában is jelentős eltérés alakul ki.

3. A saját készítésű gyümölcsös sörök esetében látható, hogy az erjesztés előtt, a sörlé 7,5%-át frissen préselt gyümölcslével helyettesítve a sörök polifenoltartalma 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 sörlében 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, ezzel szemben 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 cinkkoncentrációt 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 gyümölcsle 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 póanyag egyedül a cink tartalmát növelte a tiszta zabsörhöz viszonyítva, a rizspehely 10, míg a kukoricapehely 26%-kal.

5. Az eredmények gyakorlati hasznosíthatósága

1. A kereskedelmi forgalomban kapható minták termékcsoportokba történő kategorizálása lineáris diszkriminancia analízissel, azok fenolos vegyület tartalma, flavonoid-tartalma, színe, valamint réz-, mangán-, foszfor- és stroncium tartalma 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 gyümölcsleveket 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 polifenol-tartalma 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 gyümölcslevek mért koncentrációja nem jelenik meg a végtermékben. A gyümölcslevek hozzáadása megnövelte a sörlé erjeszhető szénhidrát-tartalmát, és mivel az élesztőnek az alkohol-dehidrogenáz enzim működéséhez cinkre van szüksége, jelentősen csökkent a sörök cinktartalma. A meggylé fermentáció előtti hozzáadása esetén például a mért cink-koncentráció kevesebb, mint fele volt a sörlé és a gyümölcslevek 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.

6. Felhasznált irodalom

Alcázar, A. - Pablos, F. - Martín, J. - González, A. G.: 2002. Multivariate characterization of beers according to their mineral content. *Talanta*. 57. (1): 45-52.

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.

Czipa N.: 2014. Élelmiszeranalitika gyakorlati jegyzet élelmiszermérnök BSc. III. évfolyam részére. Debreceni Egyetem.

Donadini, G. – Porretta, S.: 2017. Uncovering patterns of consumers' interest for beer: A case study with craft beers. *Food Research International*. 91: 183-198.

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

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.

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.

Magyar Köztársaság.: 2011. 2011. évi CLVI. törvény egyes adótörvények és azzal összefüggő egyéb törvények módosításáról. *Magyar Közlöny*. 140.: 33404-33586.

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.

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.

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.

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.

7. 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., Czípa, 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., Czípa, 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. Czípa, N., Kántor, A., **Alexa, L.**, Kovács, B.: The effect of collecting area on the element content of Hungarian acacia honeys.
Agrártud. Közl. Kisz., 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., Czípa, 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., Czípa, 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. Czípa, 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., Petróczki, 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., Petróczki, 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 bazsalikommal 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)

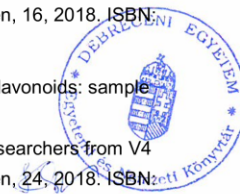
20. Papp-Topa, E. A., Posta, J., **Alexa, L.**, Kántor, A., Czipa, N., Kovács, B.: Analysis of flavonoids: Characterization, sample preparation for GC-MS.
In: Scientific researches in food production : 3rd meeting of young researchers from V4 countries. Ed.: Béla Kovács, Nikolett Czipa, Ferenc Peles, 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.

