

DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

**Az ásványi anyag tartalom tanulmányozása a sörgyártás
műveleti lépései során**

Hegyesné Vecseri Beáta

Budapest, 2004

A doktori iskola

megnevezése: Élelmiszertudományi Doktori Iskola

tudományága: Élelmiszertudományok

vezetője: Dr. Fekete András, DSc
egyetemi tanár
Budapesti Corvinus Egyetem

Témavezető: Dr. Hoschke Ágoston CSc
egyetemi tanár
Sör- és Szeszipari Tanszék
Élelmiszertudományi Kar
Budapesti Corvinus Egyetem

A doktori iskola- és a témavezető jóváhagyó aláírása:

A jelölt a Budapesti Corvinus Egyetem Doktori Szabályzatában előírt valamennyi feltételnek eleget tett, a műhelyvita során elhangzott észrevételeket és javaslatokat az értekezés átdolgozásakor figyelembe vette, ezért az értekezés nyilvános vitára bocsátható.

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

1. A munka előzményei és célkitűzései

Régóta tudjuk, hogy a sörök ásványi anyagokat is tartalmaznak. A makro- és mikroelemek kimutatására, mennyiségük pontos meghatározására azonban csak az analitikai módszerek fejlődése nyomán, az utóbbi néhány évtizedben kerülhetett sor. Ezen anyagok többsége csak igen kis mennyiségben fordul elő ($\mu\text{g/ml}$ -es nagyságrendben), így kimutatásuk a klasszikus kémiai analitikai módszerekkel nehézkesen vagy egyáltalán nem lehetséges.

A sörben lévő ásványi anyagok vizsgálata két szempontból jelentős. Az első - legfontosabb kérdés - **a fogyasztóra gyakorolt élettani hatás**. A sörben lévő makro- és mikroelemek a szervezetbe kerülnek és befolyásolják annak működését. Az egy főre eső átlag sörfogyasztás Magyarországon mintegy 75 l évente, ami a sörivők esetében akár évi több száz liter is lehet. Ilyen mennyiség mellett nagy jelentőséggel bír a sörök ásványi anyag tartalma, ami megfelelő ionösszetétel esetén élettanilag kedvező hatást gyakorolhat az emberi szervezetre, hozzájárulhat az ásványi anyag veszteség pótlásához. Ugyanakkor élelmiszerbiztonsági szempontból is meg kell vizsgálni a kérdést: a fokozódó környezetszennyezés mellett egészségre ártalmas anyagok is kerülhetnek az italba. Így érthető, hogy alapvető szempont a sörben lévő ásványi anyagok mennyiségének pontos ismerete.

A másik szempont az ásványi anyagok **söripari technológiára gyakorolt hatása**. A sörfőző vízből származó és az alapanyagokból kioldódó ásványi anyagok a cefrézés hatékonyságát befolyásolják, aktiválhatják vagy gátolhatják az enzimes lebontási folyamatokat. A sörlé és az élesztő makro- és mikroelem tartalma a fermentációs folyamatokat is befolyásolhatja, megváltoztathatja az erjedés során keletkező anyagcsere-termékek összetételét és mennyiségi arányát. A kész sör ásványi anyag tartalma a sör ízére hat, valamint az eltarthatóságot befolyásolja.

Az elmúlt években több olyan technológiai probléma jelentkezett a söriparban, amely az ásványi anyagok koncentrációjával mutatott összefüggést. A szakirodalomban a makro- és mikroelemek sörtechnológiára gyakorolt hatásaival kapcsolatos közlemények eléggé ellentmondásosak és hiányosak. Ez arra irányította a figyelmemet, hogy térképezzem fel az ásványi anyagok koncentrációváltozásait a sörgyártás műveleti lépései során és szükség esetén határozzam meg az optimális makro- és mikroelem koncentrációkat.

Kutatómunkám fő célkitűzései:

- Méréstechnika kidolgozása a sörök ásványi anyag tartalmának meghatározására. Különböző sör típusok ásványi anyag tartalmának meghatározása és statisztikai elemzése
- Ásványi anyagok (kalcium és cink) koncentrációváltozásainak és a technológiára gyakorolt hatásainak nyomonkövetése a sörgyártás műveleti lépései során
- A kész sörök stabilitását befolyásoló tényezők tanulmányozása

2. **Anyagok és módszerek**

2.1. A sörök ásványi anyag tartalmát induktív csatolású plazmaemissziós spektrométerrel (ICP-AES) határoztam meg.

2.2. A kalcium és a cink szerepe a sörgyártás műveleti lépései során

2.2.1. A kalcium sörgyártásban betöltött szerepének tanulmányozása

- A maláta eredetű α -amiláz enzim aktivitását Phadebas módszerrel mértem, a keményítőt bontást redukáló cukor meghatározással (Schoorl és Somogyi-Nelson módszer) és fotometriás jódpróbával követtem nyomon. A cefrézést laboratóriumi cefrézőberendezésben modelleztem.
- Az erjesztést laboratóriumi körülmények között végeztem az European Brewery Convention (EBC) által ajánlott erjesztőcsövekben. Az alkohol- és extrakt tartalmat félautomata söranalizátorral határoztam meg.

2.2.2. A cink sörgyártásban betöltött szerepének tanulmányozása

- A cink hasznosulását dekokciós cefrézési eljárással vizsgáltam. A cink koncentrációját ICP-AES mérés technika felhasználásával határoztam meg.
- A szerves és szervetlen formában lévő cink elválasztására Varion típusú kationcserélő műgyantát használtam.
- Az erjesztést félüzemi körülmények között végeztem. Az alkohol- és extrakt tartalom meghatározása félautomata söranalizátorral, az aminosavak meghatározása HPLC, az aromaanyagok mérése GC mérés technikával történt. Az élesztőszaporulatot gravimetriásan mértem.

2.3. A kész sör stabilitását befolyásoló technológiai lépések tanulmányozása

2.3.1 A kalcium szerepe a kész sör stabilitásában

- A kalcium koncentrációjának meghatározására ICP-AES technikát, az oxálsav mérésére enzimés módszert (Bohringer-teszt) alkalmaztam.

2.3.2 A szűrési segédanyagokból kioldódó ásványi anyag tartalom meghatározása

- A kovaföldből és a perlitből kioldódó ásványi anyagok koncentrációjának meghatározása ICP-AES technikával történt, roncsolásos feltárást követően.

3. Az eredmények összefoglalása

3.1. A sörök ásványi anyag tartalmának meghatározása

- **Mérési módszer kidolgozása**

Mérési módszerként korszerű spektroszkópiás technikát (ICP-AES) választottam, mivel a szimultán multielemes metodika jelentős információt ad a sörlében és sörben lévő összes elem egyedi koncentrációjára. A kutatási program megvalósítása során reprodukálható mérési eredményeket biztosító minta-előkészítési eljárás kidolgozása volt a cél, amely kiküszöböli az elemzendő oldatok heterogén összetétele közötti különbségeket. Ötféle minta-előkészítési eljárást hasonlítottam össze a módszerek megbízhatósága, idő- és munkaigénye szempontjából. A legjobb eredményeket a salétromsavas - hidrogénperoxidos roncsolással történő minta-előkészítésnél kaptam.

- **Sörminták ásványi anyag tartalmának meghatározása**

A sörök ásványi anyag tartalmának meghatározása során a söroket sörtípusonként elemeztem, alapanyag-összetétel szerint négy kategóriába soroltam.

A vizsgált sörökben nem volt kimutatható a kadmium, gallium, higany, nikkel és titán. Igen kis mennyiségben tartalmaztak a sörök báriumot, vanádiumot és kobaltot. Az arzén és az ólom néhány mintában kis mennyiségben kimutatható volt. Mérési eredményeimet összehasonlítottam az egészségügyi határértékekkel és megállapítottam, hogy a sörök ásványi anyag tartalma egyetlen esetben sem haladta meg azt.

Elemeztem a sörök egészségre gyakorolt hatását. Egybevettem a sörök ásványi anyag tartalmát a napi ajánlott bevittel. A sörökben legnagyobb mennyiségben jelenlévő ásványi anyag a kálium (385 mg/l). A magyar sörök átlagos nátriumtartalma 35 mg/l, ami az italt nátriumszegény ételmiszerré teszi. Viszonylag nagy mennyiségben fordul elő a szelén, amelynek koncentrációja az árpa termőhelyétől függ, így a sörökben jelentős ingadozást mutat. A sörben lévő mikroelemek jelentősége is nagy: a vas és a réz a vérképzésben vesz részt, a cink a szervezet számára nélkülözhetetlen enzimek építőköve.

A sörminták makro- és mikroelemtartalmának főkomponens analízissel történő értékelése során megállapítottam, hogy a konszenzustérben a makroelemek általában közel helyezkednek el egymáshoz, azaz az egyik komponens változása a másik változásával együtt jár, ami azzal magyarázható, hogy ezen elemek döntően a malátával kerülnek a sörbe, és a maláta közel azonos mennyiségben tartalmazza azokat.

3.2. A kalcium és a cink szerepe a cefrészésnél és az erjesztésnél

- **A kalcium szerepe a cefrészésnél**

Kutatómunkám célja a maláta eredetű α -amiláz enzim számára legkedvezőbb kalcium koncentráció megállapítása az enzim hőstabilitására gyakorolt hatás és a hidrolízis hatékonysága szempontjából.

Megmértem a maláta α -amiláz aktivitását a 13-220 mg/l-es kalcium koncentráció-tartományban Phadebas módszerrel. Ezt követően modelleztem a cefrészési eljárást, különböző hőfokokon (70-80°C) a 13-440 mg/l kalcium koncentráció-tartományban. Vizsgáltam az enzimaktivitás változását, amire a keményítóbontás sebességéből és mértékéből következtettem. Ezenkívül vizsgáltam a kalcium koncentrációjának a sörlé szabad-aminonitrogén szintjére és színére gyakorolt hatását.

Az α -amiláz aktivitás és a kalcium koncentráció közötti összefüggés tanulmányozása eredményeként különböző cefrészési hőmérsékleteken meghatároztam az optimális és az enzimtevékenységet gátló kalcium koncentrációkat. Megállapítottam, hogy a kalcium nem gyakorol hatást a sörlevek α -aminonitrogén tartalmára, a sörök színe viszont növekvő koncentrációnál világosodik. A beadagolt és a sörlében mérhető kalcium koncentrációk között lineáris az összefüggés, tehát a kalcium teljes mennyiségében oldatban marad, sem kiválás, sem komplexképződés nem játszódik le.

- **A kalcium szerepe az erjesztésnél**

Kutatómunkám során normál töménységű (11,3 m/m %) és a megszokottnál töményebb (14,8 m/m %) sörlevek erjesztettem különböző kalcium adagolások mellett és tanulmányoztam a kalcium erjesztési sebességre és élesztő flokkulációra gyakorolt hatását.

Az erjesztési kísérleteket elemezve megállapítottam, hogy normál töménységű sörlevek esetében 0-200 mg/l kalcium beadagolás nem gyakorolt hatást az erjedés lefolyására. 200-600 mg/l koncentráció már gátolta az erjedést, lassította a szubsztrát fogyasztását. A tömény sörlevek erjesztésére 150-200 mg/l kalcium adagolás kedvező hatást gyakorolt, növekedett az erjedési sebesség és a végerjedésfok. A jelenség a kalciumionok élesztő stressztűrő képességére gyakorolt hatásával magyarázható. Az élesztő flokkulálóképességében nem tapasztaltam különbséget egyik sorozatnál sem. Az élesztőszaporulatra gyakorolt hatás sem tűnt egyértelműnek, az eredmények ingadozók voltak és nem volt felfedezhető tendencia.

- **A cink mennyiségét befolyásoló tényezők és az erjesztésre gyakorolt hatások tanulmányozása**

Munkám ezen részében árpa és kukorica pótanyaggal sörleveket készítettem, és nyomonkövettem az egyes műveleti lépéseknél a cefre és a sörlé cink koncentrációjának alakulását. Mindkét sörlé előállításánál megfigyelhető volt a cefre cink koncentrációjának erőteljes csökkenése. A komlófőzés végén mindkét pótanyagos sörlénél 0,02 mg/l-re csökkent a cink mennyisége. Megvizsgáltam a cink koncentráció alakulását malátából készült sörlé esetében is. A malátából készült sörlé cink tartalma hasonló volt Donhauser és munkatársai (1983) valamint Narziss 1980-ban mért eredményeihez. Vizsgálataim során megállapítottam, hogy a veszteség a pótanyaggal készült sörök esetében ennél nagyobb, jóllehet az alapanyagokban lévő cink mennyisége közel azonos volt. Ez a különbség a pótanyagok malátánál kevésbé jól feltárt szerkezetével magyarázható.

Kutatómunkám további lépéseként a cink kiegészítés lehetőségeit vizsgáltam pótanyaggal készült sörlevelek erjesztése során. Az élesztő az erjesztés során csak az ionos állapotban lévő cink felvételére képes, ezért elválasztási eljárást dolgoztam ki a szerves és szervesetlen formában lévő cink elválasztására. Az ionos és komplex kötésben lévő cink elválasztására legmegfelelőbbnek a VARION KS típusú kationcserélő műgyantát találtam. Megvizsgáltam az oszlop elválasztóképességét és meghatároztam a minták optimális hígítási arányát. Eredményeim alapján megállapítottam, hogy a felhasznált kationcserélő műgyanta alkalmas a sörlé ionos állapotú cinkjének megkötésére. A minták háromszoros hígításánál már nem lép fel a szerves anyag tartalom zavaró hatása, és a hígítás következtében még a cink koncentrációja sem kerül túl közel a kimutatási határértékhez, így roncsolás nélkül közvetlenül meghatározható a komplex kötésben lévő cink mennyisége.

Erjesztési kísérleteim során tanulmányoztam a cink koncentrációjának az erjedési sebességre gyakorolt hatását, emellett nyomonkövettem az aminosavak és az erjedési anyagcseretermékek mennyiségének alakulását.

Az erjedési sebesség a 0,02 mg/l cinket tartalmazó minták esetében volt a legkisebb, míg a cink túladagolás nem csökkentette az erjedési sebességet. A szabad aminonitrogén és a valin koncentrációk hasonló tendenciákat mutatnak. A maximális diacetil tartalom a cinkhiányos söröknél volt mérhető. Az élesztők esetében a cinkhiányos állapot alacsonyabb koncentrációt eredményezett, míg a cink mennyiségének emelkedése az élesztők koncentrációjának növekedését vonta maga után. A leggyengébb élesztőszaporulat a legkisebb cink koncentrációnál volt tapasztalható. A cink mennyiségének emelése bizonyos ideig növelte az élesztőszaporulatot, 80 mg/l-es koncentrációnál azonban már csökkent.

Munkám eredményeként megállapítottam a pótanyagos söröknél optimális cink koncentráció értéket (0,4 mg/l). A cink túladagolás nem okozott technológiai problémát, csupán az élesztőszaporulatra volt negatív hatással. Pótanyagos sörlevekkel végzett kísérleteim során megállapítottam, hogy a sörle cinkellátottsága az erjedési sebességen kívül befolyásolja a késztermék erjedési anyagcsere-termékeinek összetételét is. Eredményeim megegyeznek Donhauser és munkatársai (1983) eredményeivel, akik maláta sörlevek erjesztése során ugyanezt a következtetést vonták le.

3.3. A kész sörök stabilitását befolyásoló tényezők tanulmányozása

- **A túlhabzás elkerülésének lehetőségei**

Munkám ezen részében azt vizsgáltam, hogyan alakul a kalcium és oxalát mennyisége a sörgyártás során és melyek azok a technológiai lépések, amelyek a kristályosodást elősegítik. Ezt követően arra a kérdésre kerestem választ, hogyan lehet a kalciumoxalát képződését a szűrés előtt elősegíteni, valamint milyen lehetőség van a kiválások palackozás előtti előrejelzésére.

Munkám eredményeként a sör gyártási folyamatában meghatároztam azokat a technológiai lépéseket, amelyekben a kalciumoxalát kiválás a legnagyobb mértékű. Megállapítottam, hogy a hőmérséklet és a kalcium koncentrációja gyakorolja a legnagyobb hatást a kristályosodásra. (-2°C) hőmérsékleten 30 perc alatt a csapadékképződés lejátszódik és a sörszűrés során a kivált kristályok eltávolíthatók.

- **A szűrés műveletének tanulmányozása**

Arra a kérdésre kerestem választ, hogy a technológia utolsó lépése során változhat-e a sör ásványi anyag összetétele, azaz makro- és mikroelemek beoldódnak-e a sörbe, és ha igen, azok hatással vannak-e a sör minőségére, stabilitására. Különböző hőmérsékleteken, különböző extraháló anyagokat felhasználva vizsgáltam a szűrési segédanyagokból kioldódó ásványi anyagokat. Üzemi szűrések során nyomon követtem a sör makro- és mikroelem koncentrációjának alakulását. Eredményeimet összefoglalva megállapítottam hogy a szűrés kezdeti fázisában az ásványi anyagok beoldódnak a sörbe, később azonban inkább az adszorpció a jellemző folyamat. A sör szűrését célszerű minél kisebb hőfokon végezni, szükség esetén a szűrési segédanyag ásványi anyag tartalmát híg sósavas mosással csökkenteni.

3.4. Új tudományos eredmények

- Meghatároztam a sörök ásványi anyag tartalmát. A vizsgált söroket a felhasznált alapanyagok szerint négy csoportba soroltam. Mérési eredményeimet összevettem az egészségügyi határtértékekkel és az egyes ásványi anyagok iránti igényekkel. Megállapítottam, hogy a sörök mérsékelt fogyasztása kedvező élettani hatást vált ki. Kiemelendő a sörök kálium-nátrium aránya, amely a vizsgált söröknél 11 : 1 volt.
- Meghatároztam az α -amiláz enzim számára optimális kalcium koncentrációkat a söripari cefrőzés során. Nyomon követtem a keményítóbontás sebességét, a bontási fok alakulását különböző cefrzési hőmérsékleteken és kalcium koncentrációk mellett. Munkám eredményeként négy különböző cefrzési hőmérsékleten adtam meg a cefre optimális kalcium koncentrációját, amely a leggyorsabb keményítóbontást és a legnagyobb bontási fokot eredményezi. A legnagyobb enzimaktivitást a 45-105 mg/l kalciumtartalmú cefrékben mértem.
Megállapítottam, hogy a kalcium a sörlevek α -amino-nitrogén tartalmára nem gyakorolt hatást, a sörlevek színe azonban növekvő kalcium koncentrációknál világosodott.
- Megvizsgálva a kalcium erjesztésre gyakorolt hatását normál töménységű és a megszokottnál töményebb sörlevek erjesztése során, megállapítottam, hogy normál töménységű sörlevek esetében 200 mg/l alatti kalcium tartalom nem gyakorolt hatást az erjedés sebességére. Ugyanakkor a tömény sörlevek erjesztését 150-200 mg/l kalcium adagolás kedvezően befolyásolta, ami a kalcium ionoknak az élesztő stressztűrő képességére gyakorolt pozitív hatásával magyarázható.
- Mivel a pótanyagos sörlevek cinktartalmának alakulásával kapcsolatban eddig nem végeztek kísérleteket, ezért munkám során megvizsgáltam árpa és kukorica pótanyaggal készült sörlevek cinktartalmának alakulását a sörlé előállítás műveletei során és meghatároztam a cink hasznosulásának mértékét. Megállapítottam, hogy a pótanyagos sörlevek esetében az erjedésre kerülő sörlé cinkkoncentrációja elmarad a malátából készült sörlevektől, ami a felhasznált pótanyagok malátánál kevésbé feltárt szerkezetével magyarázható.
- A sörélesztő az erjesztés során csak az ionos állapotban lévő cink felvételére képes. A napjainkban használt nyomelemanalitikai módszerek (ICP-AES, AAS, AFS) azonban a mintákban lévő összes cink meghatározását végzik. Annak érdekében, hogy az erjedésre kerülő sörlé ionos és komplex kötésben lévő cink koncentrációja

meghatározható legyen, ioncserés kromatográfiás eljárást dolgoztam ki a sörlevekben lévő ionos és komplex kötésben lévő cink elválasztására.

A sörléminták ioncserés szétválasztása után meghatároztam az ionos állapotú cink koncentrációját és megállapítottam, hogy a cink mintegy 50-70 %-a van csupán az élesztő számára felvehető állapotban, tehát az erjedés csak cink hozzáadagolással végezhető el biztonságosan.

- Meghatároztam a pótanyagos sörlevek erjesztése szempontjából optimális cinkkoncentrációt. A cink erjedési sebességre és alkoholtartalomra gyakorolt hatása mellett vizsgáltam, hogy a különböző koncentrációk miként befolyásolják az erjedési anyagcsere-termékek mennyiségét és összetételét, valamint az élesztőszaporulatot. Megállapítottam, hogy pótanyagos sörlevek erjesztése esetében az optimális cink mennyiség 0,4 mg/l, gátlást azonban a nagyobb koncentráció sem okozott.
- Vizsgáltam azon technológiai lépéseket, amelyek során kalciumoxalát képződik a sörben. Megállapítottam, hogy a csapadékkiválást a hűtés váltja ki, tehát mindazon technológiai lépéseknél, amelyek hőmérsékletcsökkenéssel járnak, nő a csapadék-képződési hajlam. A sörökben (-2)°C-on 30 perc alatt lejátszódik a kalciumoxalát kiválás, ami a sörből szűréssel eltávolítható, így növelhető a kész sörök stabilitása.
- A szűrési segédanyagok nagy mennyiségű ásványi anyagot tartalmaznak. Munkám során megvizsgáltam, hogy az ásványi anyagok kioldódását a felhasznált oldószer és extrakciós hőmérséklet miként befolyásolja. Üzemi kísérleteim során megállapítottam, hogy a szűrési folyamat során adszorpció és deszorpció egyaránt lejátszódik, és a sörök ásványi anyag tartalma nem változik számottevően. Amennyiben a szűrési segédanyagok kalcium és vastartalma nagy, az híg savas mosással a szűrés előtt csökkenthető.

4. Következtetések, javaslatok

- Az optimális kalcium koncentráció beállításával a söripari cefrézés hatékonysága mintegy 10-12 %-al növelhető, ami az extakt-kihozatalban, energiafelhasználásban és kapacitás kihasználtságban jelentkezik. A tömény sörlevek erjesztése biztonságosabbá tehető kalcium hozzáadagolással.
- A pótanyaggal készült sörlevek cink tartalma nem biztosítja a zavartalan erjedést. Az erjesztésénél ezért javasolt 0,4 mg/l cink adagolása. A cinket célszerű az élesztőhöz adagolni. Az üzemi kísérletek igazolták, hogy a cink adagolás növeli az erjedési sebességet és kedvezően hat a sör ízére.
- Szűrés előtt a söroket célszerű 30 percig (-2)°C-on tartani a kalciumoxalát kiválás elősegítésére.
- A nagy vas- és kalcium tartalmú szűrési segédanyagokat a szűrés megkezdése előtt híg sósavas vízzel célszerű átmosni a vas és kalcium koncentráció csökkentése érdekében.

5. Az értekezés témakörében megjelent közlemények

Folyóirat cikkek:

Tudományos folyóiratban megjelent közlemények

Vecseri-Hegyes B., Fodor P., Hoschke Á. (2005): The role of zinc in the brewing process. I. Wort production. *Acta Alimentaria*. **34. (3).**

Vecseri-Hegyes B., Fodor P., Hoschke Á. (2005): The role of zinc in the brewing process, II. Fermentation. *Acta Alimentaria*. **34. (4).**

Nem impakt faktoros folyóiratcikkek

Beata Vecseri-Hegyes, Gergely Kővári, Renáta Kovács, Balázs Bóza, Gabriella Farkas, Ágoston Hoschke (2004) Fermentation of honey enriched beer with different *Saccharomyces* species. *EBC Brewing Science Group Bulletin*

Hegyesné Vecseri B. (1992): A sörök makro és mikroelemtartalma. *Söripar*, XXXVI.évf. 4.

Hegyesné Vecseri B., Kabai G. (1996): Tömény sörök előállítása pótanyag felhasználásával *Söripar*, XLIII.évf. 2. 55-58.

Hegyesné Vecseri B. (2002): A sör és az egészség. *Élelmezésipar*, 11. 340-342.

Tudományos konferenciákon elhangzott előadások

Hegyesné Vecseri B. (1990): A sörök makro- és mikroelemtartalma. Lippay János Tudományos Ülésszak, Budapest

Hegyesné Vecseri B., Hoschke Á., Fodor P. (1992): Mikroelemek szerepe a sörerjesztés során. Lippay János Tudományos Ülésszak, Budapest

Hegyesné Vecseri B., Kabai, G. (1996): Tömény sörök előállítása pótanyag felhasználásával Vas Károly Tudományos Ülésszak, Budapest

Hegyesné Vecseri B., Kiss Zs., Czaha G., Vízi B. (2000): A kalcium szerepe a sörgyártási folyamatokban. Lippay-Vas Tudományos Ülésszak, Budapest

Konferencia összefoglalók idegen nyelven:

Hegyes-Vecseri B., Hoschke Á., Fodor P. (1993): The role of microelements in beer fermentation. Abstract in Acta Alimentaria **22**. 248

Hegyes-Vecseri B., Kabai G. (1997): High-gravity Brewing with unmalted grains. Abstract in Acta Alimentaria **26**. 318-319.