Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Egészségvédő komponensek változásának vizsgálata a malátázás és sörgyártás folyamán

Doktori értekezés tézisei

DOI: 10.54598/001320

Koren Dániel

Budapest

2021

A doktori iskola

megnevezése: Élelmiszertudományi Doktori Iskola

tudományága: Élelmiszertudományok

vezetője: Simonné Dr. Sarkadi Livia, DSc
egyetemi tanár
MATE Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
Élelmiszerminőségi, -biztonsági és Táplálkozástudományi Központ
Táplálkozástudományi Tanszék

Témavezetők: Dr. Kun-Farkas Gabriella, PhD
egyetemi docens
MATE Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
Biomérnöki és Folyamattervezési Központ
Biomérnök és Erjedésipari Technológia Tanszék

Hegyesné Dr. Vecseri Beáta, PhD
kutatási és fejlesztési igazgató
Pécsi Sörfőzde zrt.

....

Az iskolavezető jóváhagyása A témavezetők jóváhagyása

A munka előzményei, célkitűzések

Az elmúlt években megváltozott az emberek életmódja, főleg a nyugati országokban. Felgyorsult életmódot folytatunk, ami kihat az étkezési szokásainkra is. A feldolgozott élelmiszerek az elfogyasztott ételek egyre nagyobb hányadát teszik ki. A feldolgozás eredményeként az élelmiszerek veszítenek tápértékükből, elsősorban biológiailag aktív tápanyagaikból. A biológiailag aktív tápanyagok, például a vitaminok és az antioxidánsok bevitele elengedhetetlen a szervezet megfelelő működéséhez. Ahhoz, hogy tudjuk, hogyan elégíthetjük ki szervezetünk vitamin- és antioxidáns-szükségletét, tudnunk kell azt is, hogy az élelmiszer-előállítás során a nyersanyagok feldolgozása hogyan befolyásolja ezeket az összetevőket. Dolgozatom célja ennek a kérdésnek a megválaszolása a maláta- és sörgyártás tekintetében.
A folátra vonatkozó ajánlások szerinti beviteli mennyiséget nem lehet teljes mértékben kielégíteni a népesség többsége által követett étrenddel. Az étrendi bevitel számos országban, így Magyarországon is, alacsonyabb az ajánlásoknál, a folátban gazdag ételek, például hüvelyesek, citrusfélék és leveles zöldségek alacsony fogyasztása miatt (OHRVIK et al. 2011, OTÁP 2014).
A gabonaféléket jó folátforrásnak tekintik. Rendelkezésre állnak publikációk, amelyek a különféle gabonafélék (zab, búza, árpa, rozs) foláttartalmát tanulmányozzák, de az is bizonyított, hogy malátázással a gabonafélék foláttartalma tovább növelhető. Ennek ellenére csak egyetlen tudományos publikáció vizsgálja az árpa malátázása során a foláttartalom alakulását, amelynek szerzője WALKER (2003).
Számos tudományos publikáció található a kereskedelmi forgalomban kapható sörök folsavtartalmáról, ezekben beszámoltak arról, hogy a sör típusától függően értékes folátforrás lehet, de a különböző termékek között jelentős eltérés figyelhető meg. Az alapanyagok és a sörgyártás technológiai lépéseinek a foláttartalomra gyakorolt hatásáról hiányosak az ismereteink, nem áll rendelkezésre olyan publikáció, amely hasznos lehet a folsav evolúciójának megértéséhez a sörfőzési folyamat során, és segítségével mélyebb betekintést nyerhetnénk abba, hogy mi okozza a különböző késztermékek közötti különbségeket.
A folát mellett az antioxidánsok bevitele is elengedhetetlen. Manapság számos külső fizikai és belső pszichés stresszhatásnak vagyunk kitéve. A stressz befolyásolja az antioxidánsok és a szabad gyökök egyensúlyát a testünkben, ami különféle betegségekhez vezethet. Ennek az egyensúlynak a fenntartása érdekében antioxidánsokban gazdag élelmiszereket ajánlott fogyasztanunk, amelyek elsősorban növényi eredetűek. Az étrendünk gabonafélékkel, malátával készült italokkal és alkoholmentes sörrel való kiegészítése jó alternatíva lehet erre. Az egészségügyi hatások mellett az antioxidánsok és a fenolos vegyületek technológiai szempontból is nagy jelentőséggel bírnak a sörgyártás során. Az szakirodalomban vannak olyan tanulmányok, amelyek antioxidánsokat és polifenolokat vizsgálnak malátázás vagy sörgyártás során, vagy különböző késztermékek esetében, de nem áll rendelkezésre átfogó publikáció, amely részletes képet adna ezekről a vegyületekről egészen a gabonától a késztermékig.

Dolgozatom célja egy átfogó kép kialakítása a folsavtartalom, az antioxidáns aktivitás és a fenolos vegyületek alakulásáról az alapanyagoktól a malátázási- és sörgyártási-technológián át a késztermékig. Ennek elérése érdekében a következő célokat tűztem ki:
A rendelkezésre álló szakirodalom bemutatása és feldolgozása.

Foláttartalom meghatározása:
különböző gabonákból előállított malátákból; különböző árpafajtákból; félüzemi és nagyüzemi méretben előállított árpamalátákból.

Foláttartalom változásának vizsgálata:
félüzemi és nagyüzemi méretű malátázás során; maláta pörkölése során; cefrézés közbeni meghosszabbított fehérjepihenő során; laboratóriumi és félüzemi sörfőzés során.

Az összes fenolos komponens tartalom és antioxidáns aktivitás meghatározása:
különböző gabonákból előállított malátáknak; különböző árpafajtáknak; félüzemi és nagyüzemi méretben előállított árpa malátáknak; különböző komlófajtáknak.

Az összes fenolos komponens tartalom és antioxidáns aktivitás változásának vizsgálata:
félüzemi és nagyüzemi méretű malátázás során; maláta pörkölése során; laboratóriumi és félüzemi sörfőzés során.

Célzott fenolos vegyületek, az összes flavonoid-tartalom és antioxidáns aktivitás vizsgálata:
pótanyagokkal és speciális malátákkal készült sörlevekben; infúziós és dekokciós cefrézéssel készített sörlevekben; töménysör előállítási technológiával készített sörben.

Anyag és módszer

A vizsgált anyagok két csoportra oszthatók. A foláttartalom, az antioxidáns aktivitás és az összes fenolos komponens tartalom meghatározásához használt anyagok, valamint a célzott fenolos vegyületek, az összes flavonoid-tartalom és antioxidáns aktivitás meghatározásához használt anyagok.

Az első módszercsoporttal vizsgáltam: különböző gabonákból előállított malátákat, malátázás közben lejátszódó folyamatokat félüzemi és nagyüzemi méretben, a pörkölés hatását a malátára, világos és sötét sör előállítása közben a technológiai lépések hatását laboratóriumi és félüzemi méretben, különböző komlókat.

A módszerek második csoportjával vizsgáltam: pótanyagokkal és speciális malátákkal készített sörlevelek, infúziós és dekokciós cefrézési technológiával előállított sörleveket, töménysör előállítási technológiával készített söröket.

Az analitikai módszereket illetően a foláttartalmat mikrobiológiai alapú módszerrel határoztam meg, amely alkalmas az összes foláttartalom meghatározására. Az antioxidáns aktivitást öt különböző módszerrel (FRAP, CUPRAC, ABTS, TPC, DPPH) vizsgáltam.

Az összes és célzott fenolos komponenseket egyaránt HPLC-DAD módszerrel vizsgáltam. Az összes fenolos komponens tartalom meghatározása során a fenolos vegyületeket retenciós idejük és spektrális jellemzőik alapján azonosítottam, és rutin egyenértékként határoztam meg a koncentrációjukat. A célzott fenolos vegyületek minőségi és mennyiségi meghatározása a kiválasztott fenolos vegyületek sztenderdjeinek segítségével történt.

Az extrakttartalom meghatározása Anton Paar söranalizátorral történt. Az árpa- és malátaminták nedvességtartalmát AND MX-50 nedvességtartalom-mérővel határoztam meg.

Eredmények és azok megbeszélése

A foláttartalom változása malátázás és sörkészítés során

A malátázás foláttartalomra gyakorolt hatásának tanulmányozásához először különböző gabonákból előállított malátákat vizsgáltam, majd a félüzemi és nagyüzemi malátázás során bekövetkező változásokat, amit egy pörkölési kísérlet követett.

Eredményeim alapján megállapítható, hogy a világos árpamaláta foláttartalma kiemelkedő a különböző gabonákból készült maláták között. Jelentős különbséget tapasztaltam a különböző évjáratú tavaszi és őszi árpák között. Az őszi árpából előállított maláták foláttartalma mind félüzemi és nagyüzemi léptékben magasabb volt. A malátázás egyaránt megnövelte a különböző típusú és évjáratú árpák foláttartalmát, ami elsősorban az embrió aktivitásának és a malátázás során bekövetkező enzimatikus lebontási folyamatoknak köszönhető. A legnagyobb különbség a félüzemi és nagyüzemi léptékű malátázás között a malátázási folyamat során megfigyelhető tendencia volt, annak ellenére, hogy azonos paramétereket alkalmaztam. A félüzemi léptékben malátázott árpák a legnagyobb értéket a malátázás 3.-5. napján érték el, majd az aszalás hatására csökkent a foláttartalmuk. Ezzel szemben a nagyüzemi léptékben malátázott árpák folyamatosan növekvő tendenciát mutattak, és a kész malátában érték el a legnagyobb foláttartalmat.

A pörkölési kísérlet bebizonyította, hogy az árpamalátában lévő folát 100 °C körüli hőmérsékleten még stabil, de ezen felül bomlani kezdett, fordítottan arányos változást mutatva a hőmérséklettel és az idővel. 200 °C-on a foláttartalom mindössze 5 perc alatt egyharmadára csökkent, ami azt bizonyítja, hogy a magasabb hőmérsékletnek kitett speciális maláták nem jó folátforrások. Táplálkozástudományi szempontjából értékelve az eredményeket megállapítható, hogy az árpa folsavtartalma csírázással akár tízszeresére is növelhető, amit kíméletes aszalással meg lehet őrizni. Aszalásnál fontos, hogy a hőmérséklet ne haladja meg a 100 °C-ot. A foláttartalom tekintetében a világos árpamaláta a legjobb választás az élelmiszeripari tovább feldolgozáshoz.

Laboratóriumi és félüzemi sörfőzés hatásának vizsgálata a foláttartalomra

A cefrézés során a meghosszabbított fehérjepihenő nem volt hatással a foláttartalomra. A cefre foláttartalma folyamatosan nőtt, ami az enzimatikus folyamatoknak köszönhető. Az első enzimpihenő (proteázpihenő) végére a folát jelentős része már kioldódott a folyadékfázisba. A sörlé szűrése során kiemelkedő jelentőséggel bír a máslás, ami extrakttartalomra vonatkoztatva megegyező koncentrációjú foláttartalommal bír, mint a színlé. A komlóforralás, ahol a foláttartalom csökkenésére számítottam, nem okozott változást.

A sörfőzési folyamat segítségével hatékonyan kinyerhetjük a maláta foláttartalmát, így gabonákból, malátából főzési eljárással készített italok jelentős mértékben hozzájárulhatnak a napi folátbevitelhez. Eredményeim alapján kijelenthető, hogy a megfelelő alapanyagok kiválasztásával jelentős foláttartalmú malátaitalok vagy alkoholmentes sörök állíthatók elő. Másrészt az élesztő anyagcseréje nagymértékben befolyásolja a foláttartalom alakulását, ezért további vizsgálatokra lenne szükség a normál alkoholtartalmú, erjedésen áteső sörök előállítása során.

Összes fenolos komponens tartalom és antioxidáns aktivitás vizsgálata malátázás és pörkölés során

A folát vizsgálatát célzó kísérletekhez hasonlóan először a különböző gabonákból előállított maláták antioxidáns aktivitását és fenolos komponens összetételét, majd ezeknek a vegyületeknek a változását vizsgáltam fél- és nagyüzemi léptékű malátázás, majd pörkölési kísérletek során.

Antioxidáns aktivitás és fenolos komponens tartalom szempontjából az árpamaláta szintén kiemelkedő jelentőségű a különböző gabonafélék között, azonban ebben az esetben nem a világos árpamaláta, hanem a karamell és festő maláta, elsősorban nagyon magas flavanol-származék tartalmuk miatt.
A fenolos komponensek tekintetében fajta szerint a tavaszi árpák koncentrációja magasabb volt, évjárat szerint a 2018-as árpák koncentrációja volt magasabb a 2017-es terméshez képest.
A félüzemi és nagyüzemi léptékben előállított maláták antioxidáns aktivitása és fenoltartalma a csírázás során érte el a legnagyobb értékeket, majd az aszalás során csökkent. A pörkölés eredményeként az antioxidáns aktivitás minden esetben megnőtt, csakúgy, mint az összes fenolos komponens tartalom, ami jól tükrözi a speciális malátákkal végzett előzetes kísérlet eredményeit. A hidroxi-fahéjsav-származék-tartalom intenzíven növekedni kezdett 150 °C körül, a flavanol-származék-tartalom pedig 175 °C körül. A flavanol-származék-tartalom folyamatosan nőtt a leghosszabb pörkölési időtartamig a legmagasabb hőmérsékleten, míg a többi fenolos vegyület koncentrációja stagnált a kezdeti növekedés után.
A magas hőmérsékleten pörkölt maláták kiemelkedőek, ami az antioxidáns aktivitással bíró reduktonok képződésének és a fenolos vegyületek szerkezeti átalakulásainak tudható be, de ez technológiai szempontból negatív lehet, mivel a sötét maláták nagy koncentrációban tartalmaznak flavanol-származékokat, amelyek polimerizálódhatnak, ezáltal hátrányosan befolyásolják a végtermék kolloid stabilitását, azonban különösen előnyösek lehetnek olyan sörök előállítása során, amelyeknél a zavarosság a termék egyik fő ismertetőjele. Ezenkívül a magasabb hőmérsékleten kezelt maláták antioxidáns aktivitása magasabb, ami javíthatja a sörök oxidatív stabilitását.

<u>Komlók antioxidáns aktivitásának és összes fenolos komponens tartalmának vizsgálata</u>
A vizsgálathoz 16 különböző típusú és alfa-sav tartalmú komlót választottam.
Nagy különbségeket tapasztaltam a komló különböző típusai között mind az antioxidáns aktivitás, mind a fenoltartalom tekintetében. Nem találtam összefüggést az antioxidáns aktivitás, a fenoltartalom és az alfa-sav tartalom között. Megállapítható, hogy a komló antioxidáns aktivitása és fenoltartalma magas, azonban a fenolos összetételben jelentős különbségek vannak. A sörfőzési receptúrához történő komlóválasztásnál fontos szem előtt tartani az előállítandó végtermék minőségi követelményeit. Ha szűretlen, zavaros terméket készítünk, akkor a megfelelő választás a magas flavanol-származék-tartalmú komló, ha szűrt terméket készítünk, akkor előnyösebb választás az alacsonyabb flavanol-származék-tartalmú komló.

<u>Antioxidáns aktivitás és összes fenolos komponens tartalom vizsgálata a sörfőzési folyamat során</u>
A kísérletekhez laboratóriumi körülmények között készítettem világos és sötét sörleveket, továbbá félüzemi léptékben világos és sötét söröket.
A cefrézés során a világos és sötét laboratóriumi és félüzemi mintákban eltérő mértékű változások következtek be, azonban az antioxidáns aktivitás és a fenolos vegyület tartalom minden esetben növekedett. A cefrézés végén mért értékekhez képest a színlé szűrése minden esetben enyhe negatív hatást gyakorolt mind az antioxidáns aktivitásra, mind a fenoltartalomra. Fontos kihangsúlyozni, hogy a máslás kiemelkedő értékeket mutatott mind az antioxidáns aktivitás, mind a szárazanyag tartalomra vonatkoztatott fenoltartalom tekintetében. A komlóforralás a fenolos vegyületek csökkenését okozta a világos sörlevek esetében, amíg a sötét sörleveknél növekedés volt tapasztalható ugyanezen technológiai lépés hatására. Ennek oka lehet a speciális malátákból

származó reduktonok védőhatása. Az erjedés során a flavanol-származék-tartalom mutatta a legnagyobb mértékű csökkenést, ami a késztermék kolloid stabilitása szempontjából pozitív változás.
Az alkalmazott sötét maláták magasabb antioxidáns aktivitása és fenoltartalma a sörfőzési folyamat során is tapasztalható. A sörök antioxidáns aktivitását és fenolos összetételét befolyásolja a felhasznált speciális maláták típusa és aránya, meghatározva a késztermék kolloid és oxidatív stabilitását.

Pótanyagok hatása kongresszusi sörlevek antioxidáns aktivitására és célzott fenolos vegyületeire
A pótanyagok antioxidáns aktivitásra és a fenolos összetételre gyakorolt hatásának tanulmányozásához, laboratóriumi cefréző berendezés segítségével kongresszusi sörleveket állítottam elő.
A pótanyagként alkalmazott rizs, kukorica és búza csökkentette a sörlé szabad fenolsav-tartalmát. Ez mind táplálkozási, mind technológiai szempontból hátrányos, mert ezek a vegyületek hozzájárulhatnak a termék hosszabb eltarthatóságához és az antioxidánsok/szabad gyökök egyensúlyának fenntartásához testünkben. Másrészt ezen pótanyagok alkalmazásakor a procianidin B3 koncentrációja csökkent, ami előnyös a végtermék jobb kolloid stabilitása szempontjából. Az árpa alkalmazása pótanyagként magasabb fenolsav-tartalmat eredményezett, de technológiai szempontból óvatosan kell kezelni, mert a kolloid stabilitást negatívan befolyásoló flavanol-tartalma (katechin, epikatechin, procianidin B3) is magas volt. A speciális maláták magas flavanol-tartalommal bírnak, ami összhangban van a korábbi eredményekkel. Ez a magas flavanol-tartalom elsősorban a monomereknek (katechin, epikatechin) és nem a dimereknek (procianidin B3) köszönhető.

Dekokciós és infúziós cefrézési technológia hatásának vizsgálata az antioxidáns aktivitásra és célzott fenolos vegyületekre
A dekokciós és infúziós cefrézés antioxidáns aktivitásra és fenoltartalomra gyakorolt hatásának tanulmányozása céljából egy infúziós és két dekokciós cefrézéssel készült sörlevet állítottam elő félüzemi (100 liter) léptékben.
A színlé, máslás és a komlózatlan sörlé minták közül a legtöbb esetben a máslás antioxidáns aktivitása volt a legnagyobb, összhangban a korábbi eredményekkel, kihangsúlyozva ismételten ennek a technológiai lépésnek a fontosságát. A dekokciós cefrézési technológia hozzájárult a magasabb antioxidáns aktivitáshoz, de ugyanez nem mondható el a fenoltartalomra vonatkozóan.

A töménysör főzés hatása az antioxidáns aktivitásra és célzott fenolos vegyületekre
A töménysör főzés hatásának tanulmányozásához két sört készítettem ugyanabból az alapanyagból és ugyanazzal a technológiával félüzemi léptékben, az egyiket 9% m/m eredeti extrakt tartalommal, a másikat 14% m/m eredeti extrakt tartalommal. A kísérletek elvégzése előtt a 14% -os sört oxigénmentes vízzel 9% -ra hígítottam.
Nem tapasztaltam szignifikáns különbséget a tömény sörfőzési és a normál technológiával készült sörök antioxidáns aktivitása között, azonban az összes vizsgált fenolos vegyület szignifikánsan nagyobb koncentrációban volt jelen a normál sörben, amelyet nem hígítottam. A töménysör főzés csökkentette a sör fenoltartalmát, ami rosszabb ízstabilitást és kevésbé teljes ízt eredményezhet, de a termék kolloid stabilitása szempontjából pozitív lehet.

Következtetések és a javaslatok

Táplálkozástudományi szempontból értékelve az eredményeket megállapítható, hogy a malátázás folyamata jelentős a folátbevitel szempontjából, ugyanis az árpa foláttartalma csíráztatással akár tízszeresére is növelhető, amit kíméletes aszalással meg lehet őrizni. Aszalásnál fontos, hogy a hőmérséklet ne haladja meg a 100 °C-ot. A foláttartalom tekintetében a világos árpamaláta a legjobb választás a további élelmiszeripari feldolgozáshoz.

A sörfőzési folyamat hatékonynak bizonyult a maláta foláttartalmának kinyerése szempontjából, így kijelenthetjük, hogy a főzési eljárással malátából készült italok (pl. malátaitalok, alkoholmentes sörök) jelentősen hozzájárulhatnak a napi folátbevitelhez. Azonban az élesztő anyagcseréje nagymértékben befolyásolhatja a foláttartalom alakulását, ezért további vizsgálatokra lenne szükség a normál alkoholtartalmú sörök előállítása során, ahol konkrétan az erjesztés alatt lejátszódó folyamatokat vizsgálják.

Az antioxidáns aktivitás és a fenoltartalom szempontjából kiemelkedőek a magas hőmérsékleten pörkölt maláták, ami elsősorban antioxidáns aktivitású reduktonok képződésének és a fenolos vegyületek szerkezeti átalakulásainak köszönhető. Azonban ez technológiai szempontból negatív lehet, mivel a sötét maláták nagy koncentrációban tartalmaznak flavanol-származékokat, amelyek polimerizálódhatnak, ezáltal hátrányosan befolyásolva a végtermék kolloid stabilitását. Emellett a magasabb hőmérsékleten kezelt maláták antioxidáns aktivitása magasabb, ami javíthatja a sörök oxidatív stabilitását.

Megállapítható, hogy a komló antioxidáns aktivitása és fenoltartalma magas, azonban a fenolos összetételben jelentős különbségek vannak. A komlótípus kiválasztásánál szem előtt kell tartani az előállítandó végtermék minőségi követelményeit. Ha szűretlen, zavarosabb terméket készítünk, akkor a megfelelő választás a magas flavanol-származék-tartalmú komló, ha szűrt terméket készítünk, akkor előnyösebb választás az alacsonyabb flavanol-származék-tartalmú komló.

Az alkalmazott speciális maláták magasabb antioxidáns aktivitása és fenoltartalma a sörfőzési folyamat során is tapasztalható volt. A sörök antioxidáns aktivitását és fenolos összetételét befolyásolja a felhasznált speciális maláták típusa és aránya, meghatározva a késztermék kolloid és oxidatív stabilitását.

A pótanyagként alkalmazott rizs, kukorica és búza csökkenti a sörlé szabad fenolsav-tartalmát. Ez mind táplálkozási, mind technológiai szempontból negatív eredmény, mert ezek a vegyületek hozzájárulhatnak a termék hosszabb eltarthatóságához és az antioxidáns/szabad gyökök egyensúlyának fenntartásához szervezetünkben. Másrészt ezen pótanyagok alkalmazásakor a procianidin B3 koncentrációja csökkent, ami előnyös a végtermék jobb kolloid stabilitása szempontjából. Az árpa hozzájárulhat a magasabb fenolsav-tartalomhoz, de technológiai szempontból óvatosan kell kezelni, mert a kolloidstabilitást negatíven befolyásoló flavanol-tartalma (katechin, epikatechin, procianidin B3) is magas. Az árpa használatának előnye a többi pótanyaggal szemben a héj jelenléte, ami lehetővé teszi a cefre könnyebb szűrhetőségét.

A dekokciós cefrézési technológia hozzájárul a sörlevek magasabb antioxidáns aktivitásához, de ugyanez nem mondható el a fenoltartalomra vonatkozóan. Nem tapasztaltam szignifikáns különbséget a töménysör főzési technológiával és a normál technológiával készített sörök antioxidáns aktivitása között, azonban az összes vizsgált fenolos vegyület szignifikánsan nagyobb koncentrációban volt jelen a normál sörben, amelyet nem hígítottam. A töménysör előállítási technológia csökkenti a késztermék fenoltartalmát, rosszabb ízstabilitást és kevésbé teljes ízt eredményezhet, de a termék kolloid stabilitása jobb lehet.

A foláttartalom, az antioxidáns aktivitás és a fenolos komponensek vizsgálata malátázás és sörkészítés során rendkívül összetett. Az alapanyagok fajtája, vetési és betakarítási ideje, feldolgozásuk módja és felhasználási aránya, a sörkészítési folyamat számos paraméterének változtathatósága és a végtermékek sokfélesége végtelen kutatási lehetőséget kínál, nem beszélve a vizsgálni kívánt vegyületek sokféleségéről.

Új tudományos eredmények

1. Bebizonyítottam, hogy a cefrézés során a maláta foláttartalmának jelentős része a 20 perces, 52 °C-os fehérje pihenő alatt kioldódik a sörlébe. Bizonyítottam, hogy a meghosszabbított fehérje pihenő (40 perc 52 °C-on) nem növeli a cefre foláttartalmát. Bizonyítottam továbbá, hogy a cefre foláttartalma folyamatosan növekszik a cefrézési folyamat végéig (20 perc 52 °C-on, 45 perc 62 °C-on és 15 perc 72 °C-on).

2. Bebizonyítottam, hogy a komlóforralás (egy óra 100 °C-on) nem eredményezi a sörlé foláttartalmának csökkenését.

3. Bebizonyítottam, hogy a karamell és festő maláták kiemelkedő flavanol-származék-tartalommal rendelkeznek. A magas flavanol-származék-tartalom elsősorban a monomereknek (katechin és epikatechin) köszönhető, nem pedig a dimereknek (procianidin B3).

4. Bebizonyítottam, hogy az árpa a malátázási folyamat csíráztatási lépése során éri el az antioxidáns aktivitásának és a fenoltartalmának csúcsát.

5. Bebizonyítottam, hogy a pörkölés 100, 125, 150 és 175 °C-on 20 percig és 200 °C-on 10-15 percig növeli a maláta antioxidáns aktivitását és összes fenolos komponens tartalmát.

6. Kimutattam, hogy a cefre antioxidáns aktivitása és fenoltartalma megnő a cefrézési folyamat során (20 perc 52 °C-on, 45 perc 62 °C-on és 15 perc 72 °C-on). Bebizonyítottam, hogy a dekokciós cefrézési technológia magasabb antioxidáns aktivitású sörlevet eredményez, mint az infúziós cefrézési technológia.

7. Bebizonyítottam, hogy a máslás technológiai lépése kiemelkedően hozzájárul a sör antioxidáns aktivitásához, fenol- és foláttartalmához.

8. Bebizonyítottam, hogy a töménysör főzési technológiával előállított sör szignifikánsan kevesebb fenolos vegyületet tartalmaz, mint a normál technológiával előállított sör.

9. Bebizonyítottam, hogy a fermentációs folyamat során (főerjedés 16 °C-on 5 napig és utóerjedés 3 °C-on 21 napig ale típusú sörélesztővel) jelentősen csökken a flavanol-származék-tartalom.

A szerzőnek az értekezés témaköréhez kapcsolódó publikációi

Nemzetközi folyóiratokban megjelent publikációk, impakt faktorral:

Koren, D., Hegyesné Vecseri, B., & Kun-Farkas, G. (2021). Evolution of folate content during barley malt production. Acta Alimentaria. DOI: 10.1556/066.2020.00317
IF: 0,458

Koren, D., Hegyesné Vecseri, B., & Kun-Farkas, G. (2020). Evolution of Folate Content During Wort Production. Acta Alimentaria, 49(4), 433-440. DOI: 10.1556/066.2020.49.4.9
IF: 0,458

Koren, D., Kun, S., Hegyesné Vecseri, B., & Kun-Farkas, G. (2019). Study of antioxidant activity during the malting and brewing process. Journal of food science and technology, 56(8), 3801-3809. DOI 10.1007/s13197-019-03851-1
IF: 1.946

Koren, D., Orbán, C., Galló, N., Kun, S., Hegyesné Vecseri, B., & Kun-Farkas, G. (2017). Folic acid content and antioxidant activity of different types of beers available in Hungarian retail. Journal of food science and technology, 54(5), 1158-1167. DOI 10.1007/s13197-017-2503-1
IF: 1.946

Konferenciák:

Koren, Dániel ; Hegyesné Vecseri, Beáta ; Kun-Farkas, Gabriella
EVOLUTION OF FOLATE DURING BARLEY MALT PRODUCTION
In: Fodor, Marietta; Bodor, Péter (szerk.) SZIENtific meeting for young researchers - Ifjú Tehetségek Találkozója (ITT)
Gödöllő, Magyarország : Szent István University (2019) 353 p. pp. 145-148. , 4 p.

Dániel, Koren ; Beáta, Hegyesné Vecseri ; Gabriella, Kun-Farkas
Influence of ingredients and technology on antioxidant capacity during the brewing process
In: István, Dalmadi; László, Baranyai; Quang, Duc Nguyen Third International Conference on Food Science and Technology
Budapest, Magyarország : Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar (2018) 182 p. pp. 38-39. , 2 p.

Dániel, Koren ; Kata, Kalamár ; Beáta, Hegyesné Vecseri ; Gabriella, Kun-Farkas
Antioxidant activity of different kinds of malts used for brewing
In: Hungarian, Chemical Society (szerk.) II. Young Researchers' International Conference on Chemistry and Chemical Engineering : Program and Book of Abstracts
Budapest, Magyarország : Hungarian Chemical Society, (2018) pp. 65-65. , 1 p.

Koren, Dániel ; Hegyesné, Vecseri Beáta ; Kun-Farkas, Gabriella
Antioxidáns aktivitás vizsgálata a sörgyártás folyamán alapanyagtól a késztermékig

In: Sipos, László; Gere, Attila (szerk.) MTA, Kertészeti és Élelmiszertudományi Bizottság, Élelmiszertudományi Albizottság Workshop
Budapest, Magyarország : MTA, Kertészeti és Élelmiszertudományi Bizottság, Élelmiszertudományi Albizottság, (2018) pp. 22-23. , 2 p.

Dániel, Koren ; Csaba, Orbán ; Szilárd, Kun ; Beáta, Hegyesné Vecseri ; Gabriella, Kun-Farkas
Folic acid content and antioxidant activity of different types of malts and beers
In: Livia, Simon Sarkadi (szerk.) XIXth EuroFoodChem Conference
Budapest, Magyarország : Hungarian Chemical Society, (2017) pp. 125-125. , 1 p.