



Élelmiszertudományi Kar

DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

Aktív anyagok szerepe rozmaring ízesítésű napraforgó olajban

Somogyi László
Budapest

2008

**A doktori iskola
megnevezése:**

Élelmiszertudományi Doktori Iskola.

tudományága:

Élelmiszertudomány

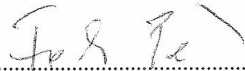
vezetője:

Dr. Fodor Péter egyetemi tanár, DSc
BCE, Élelmiszertudományi Kar,
Alkalmazott Kémia Tanszék

Témavezető:

Badakné dr Kerti Katalin, egyetemi docens, PhD BCE
Élelmiszertudományi Kar, Gabona és Iparinövény Technológia Tanszék

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



.....
Az iskolavezető jóváhagyása



.....
A témavezető jóváhagyása

1. A téma előzményei

Az élelmiszeripari választékbővítés egyik- és nem elhanyagolható fontosságú- lehetősége az új ízek, zamatok megjelenítése az élelmiszerekben..

Az ízki alakítás és módosítás ősidők óta létező eszköze a fűszerezés. Fűszernek azokat a növényeket, illetve növényi részeket nevezzük, amelyeket elsősorban zamatki alakítás céljából adnak az élelmiszerekhez és csak minimális feldolgozottságúak. Ez utóbbi főleg különböző mértékű aprítást és szárítást jelent. Az európai étkezési kultúra tradíciójában a zöldfűszerek (levelek és szárrészek) alkalmazása nevezhető tipikusnak, még akkor is, ha a trópusi eredetű fűszerek (feketebors, szegfűszeg, fahéj stb.) már az Ókortól jelen vannak a gasztronómiában. Erről tanúskodik pld. Apicius De re coquinaria című szakácskönyve (idézi ROMVÁRY,1974) A mediterrán klimatikus viszonyok általában kedvező feltételeket nyújtanak az erősen illatos zöldfűszerek termesztéséhez és ezt már sok száz éve ki is használják a térség népei. A főleg a Labiatae rendszertani családba tartozó fűszernövények, a rozmarying, a bazsalikom, a levendula és mások, a mediterránumból kiindulva Európa szinte valamennyi étkezési kultúrájában megtalálhatók. Ezeket a zöldfűszereket nem csak készételekhez alkalmazták, de mártásokat, szószokat is ízesítettek velük. Igazi mediterrán különlegességnek számítanak a fűszerezett étolajok. Elsősorban a különböző minőségi kategóriába sorolható olivaolajokat (extra szűz, szűz, finomított, sansa olajok) ízesítik, de a mai kereskedelmi forgalomban a fűszerezett kukoricacsíra-olaj, szőlőmag-olaj és a napraforgó-olaj is megtalálhatók. Ezek a termékek főleg salátaolajként kerülnek felhasználásra, de van példa arra is, hogy különböző szószok, öntetek készítéséhez is használnak fűszerezett olajat.

Az étolajok fűszerezése lényegében két módon valósulhat meg: fűszerkivonat adagolásával és immerzióval. Az immerziós eljárás lényege az, hogy a fűszert az olajban meghatározott ideig áztatják, aminek során illó és nem illó komponensek is átkerülnek az olajba, majd a fűszert eltávolítják (esetleg díszítésként egy részét benne hagyják). A módszer igen egyszerű és éppen ezért hagyományosnak számít. Ezeket, a hagyományos módon készült fűszerolajokat, azaz zamatukat, kémiai jellemzőiket, kevés kivételtől eltekintve még nem elemezték. Ilyen kivételnek számít pld.: DeFelice és munkatársai (1993) vizsgálatai. Munkám során éppen ennek a kevésbé tanulmányozott fűszerolaj típusnak a legfontosabb tulajdonságait vizsgáltam.

Kísérleti anyagként finomított napraforgó olajat és szárított, morzsoló rozmaryingot használtam.

A kutatás első célja az volt, hogy a fűszerezett olaj érzékszervi karakterének kialakulását leírjam és jellemezem. Ennek érdekében a humán érzékszervi vizsgálatokon túl műszeres méréseket is végeztem, részint gázkromatográfiás módszerrel, részint a humán érzékeléssel analóg módon működő elektronikus orr rendszerrel.

A fűszer immerziójával előállított olaj oxidációs stabilitásának megállapítását jelöltem meg második kutatási célnak.

Harmadik célom volt választ kapni arra, hogy a rozmaryinggal ízesített napraforgó olaj milyen mértékben képes megjeleníteni a saját aromáját a vele sült ételekben. A tudományos munka negyedik célja pedig annak tanulmányozása volt, hogy a rozmarying immerziójával készített olaj milyen hőstabilitással rendelkezik.

A munka során általános szempontként vettem figyelembe azt, hogy a kísérletek metodikai és tudományos tapasztalatai megalapozzák a más anyagokkal, de hasonló kérdésfeltevésű kutatásokat

2. CÉLKITŰZÉS

Az általános célkitűzést a rendelkezésre álló tudományos eredmények figyelembe vétele alapján az alábbiak szerint konkretizáltam.

1: Műszeres és humán érzékszervi mérések együttes értékelése alapján a rozmarying immerziójával ízesített napraforgó olaj aromafejlődésének leírása. Ezen belül annak tanulmányozása, hogy az aromakarakter hogyan függ össze az immerzió időtartamával és a felhasznált rozmarying tömegarányával. Célul tűztem ki azt is, hogy a hagyományos gázkromatográfiás és érzékszervi vizsgálatokon túl a humán érzékeléssel analóg módon működő elektronikus orr rendszert is használjam. Az eredmények alapján az áztatási paraméterek megválasztására kívántam javaslatot adni a termék élvezeti értéke alapján.

2.A rozmaryinggal ízesített olaj oxidációs stabilitásának vizsgálata. Az oxidációs stabilitást a növényolajiparban általánosan használt intenzív oxidációs teszttel (Rancimat-teszt) szándékoztam mérni, illetve a rozmarying antioxidációs hatással rendelkező vegyületcsoportjának, a fahéjsav-származékoknak az olajba átkerült mennyiségével jellemezni.

3: A rozmaryinggal ízesített napraforgó olaj aromaátvivő képességének vizsgálata. Ennek megállapítása érdekében sütési próbák végzése hasáburgonya és sertéskaraj felhasználásával és a sült minták humán érzékszervi elemzése.
Az eredmények alapján azoknak a mintáknak meghatározása és kiválasztása, amelyek alkalmasak arra, hogy a rozmarying jelleget megjelenítsék egyes ételekben.

4: A rozmaryinggal fűszerezett napraforgó olaj hőstabilitásának elemzése.
A hőstabilitást a sütésre alkalmasnak minősített mintáknál a szokásos ipari sütési hőmérsékleten végzett hőterheléssel kívántam megállapítani. A hőstabilitást az elsődleges és másodlagos oxidációt jellemző értékekkel (peroxidszám, anizidinszám), valamint az olaj poláris frakcióinak mérésével jellemezni. -A napraforgó olaj értékes minor vegyületeinek stabilitásvizsgálata a fitoszterinek hőhatásra bekövetkező bomlásának megállapítása alapján. Az eredmények alapján megállapítani, hogy az immerzió során a napraforgó olajba jutott vegyületek alkalmasak-e az olaj hőstabilitásának növelésére.

Fenti mérési eredmények együttes figyelembe vétele alapján annak megállapítása, hogy az immerzióval előállított rozmarying ízesítésű napraforgó olaj vonatkozásában milyen gyártási kritériumok és felhasználási területek fogalmazhatók meg.

3. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

3.1 Anyagok

A kísérletekhez kereskedelmi minőségű és közvetlen a gyártótól (Bunge Zrt. Magyarország) beszerzett friss gyártású Vénusz márkanévű napraforgó olajat használtam.

Az ízesítéshez szintén kereskedelmi minőségű és a forgalmazótól (Kotányi Hungária Kft) közvetlenül beszerzett szárított morzsolt rozmaring levélfűszert használtam. A rozmaring Tunéziából származott és az alábbi fontosabb jellemzőkkel rendelkezett:

Nedvességtartalom: 10 %

Idegenanyag tartalom :0,1%

Illóolaj tartalom: 2,4 v/v%

3.2 Kísérleti terv

Az előzőekben ismertetett négyes cél eléréséhez az alábbi kísérleteket állítottam össze.

Az aromakialakulás és –fejlődés tanulmányozásához 500-500 g napraforgó olajba rendre 0,5%, 1%, 1,5% és 2% tömegarányban szárított, morzsolt rozmaringlevelet adagoltam és szobahőmérsékleten, világosban tároltam 28 napon keresztül (a tömegarányt az egyszerűség kedvéért ott, ahol az érthetőséget nem zavarja, koncentrációnak is nevezem) A minták csomagolása 500cm³ térfogatú PET palack volt. A palackokat vízszintesen helyeztem el annak érdekében, hogy a rozmaring és az olaj ne rétegződjön, hanem minél egyenletesebben oszoljon meg a palackon belül. A méréseket az áztatás 1., 4., 7., 14., 21. és 28. napján végeztem el. A hat időpont és a négy fűszermennyiség összesen 24 mérési pontot eredményezett és mindegyik mérési ponthoz egy minta tartozott. A mérésekhez nem fűszerezett napraforgó olaj szolgáltatotta a kontrollt, amit a fűszerezett olajokkal azonos mennyiségben, ugyanabban a tárolóterben helyeztem el.

A mintákat humán érzékszervi és elektronikus orr rendszerrel végzett műszeres elemzésnek vettem alá, majd ugyanezekkel a mintákkal elemeztem a fűszerezett olaj oxidációs stabilitását. Ezt Rancimat-tesztel vizsgáltam, valamint mértem a fahéjsav származékok mennyiségét.

Az eredmények alapján kiválasztottam azokat a beállításokat (áztatási idő és fűszermennyiség), amelyek az aroma-kialakulás szempontjából jelentősnek bizonyultak és a kísérleteket ezekkel a mintákkal folytattam.

A zamatátvivő hatás tanulmányozását a következők szerint szerveztem meg. Az első kísérletsorozat eredményei alapján a fentiek szerint kiválasztott mintákkal sütési próbákat végeztem. Ezekből a beállításokból 5-5 liter mennyiségű mintát készítettem és a fűszerezetlen kontrollal együtt két különböző anyaggal, a hasáburgonyával és sertés hosszúkarajjal végeztem a sütést. A mintákat humán érzékszervi panel bírálta. A vizsgálatokra közvetlenül a sütés után került sor.

A rozmaringgal ízesített napraforgóolaj hőstabilitás-vizsgálatait az alábbiak szerint végeztem.

A vizsgálatokra azok a beállítások kerültek, amelyek jó zamatátvivő hatást mutattak a második kísérletsorozat során. A stabilitást a kontrollal együtt végzett 180 °C hőmérsékletű, 2 óra és 6 óra időtartamú hevítés után vizsgáltam. A minták érzékszervi jellemzőit elektronikus orr rendszerrel mértem. Az olajok bomlását az összes poláris komponens mérésének segítségével, valamint a savszám, a peroxidszám és az anizidinszám mérésével jellemeztem.

Az olaj értékes minorvegyületeinek változását a fitoszterinek vizsgálata alapján kívántam megállapítani.

3.3 Módszerek

Az alábbi, 1. táblázatban összefoglalom a kutatási célkitűzésekhez igazodó általam alkalmazott vizsgálati módszereket:

1. táblázat: A kutatási célok eléréséhez alkalmazott vizsgálati módszerek összefoglalása

	Kutatási cél			
	Aromafejlődés vizsgálata	Oxidációs stabilitás vizsgálata	Zamatátvivő hatás vizsgálata	Hőstabilitás vizsgálata
Módszerek	Elektronikus orr	Rancimat oxidációs teszt	Humán érzékszervi vizsgálat	Elektronikus orr
	Humán érzékszervi vizsgálat	Fahéjsav származékok mérése		Savszám mérése
	Headspace gázkromatográfiás vizsgálat			Peroxidszám mérése
				Anizidinszám mérése
Poláris vegyületek mérése				
			Fitoszterin bomlástermékek vizsgálata	

Az 1.táblázat szerinti négy kutatási cél négy, részben egymásra épülő kísérlet megszervezését jelentette. Ezek között sorrendben az első az aromafejlődés leírására szolgáló kísérlet volt, amelyet három mérési módszert foglalt magába. Ezek a módszerek ugyanazt a kérdésselvetést három különböző szempont szerint választották meg. Az elektronikus orr az objektív érzékszervi minősítést jelentette, a humán érzékszervi vizsgálat az elektronikus orr eredményeinek értelmezését szolgálta, a gázkromatográfiás mérések az aromahordozó komponensek jelenlétére adott felvilágosítást

Logikailag a második az immerzióval készített fűszerezett olajok oxidációs stabilitásának megállapítása volt. Ezt valamennyi immerziós mintával és a kontrollal együtt elemeztem és két mérési módszert alkalmaztam. A Rancimat teszt a növényi olajok általában használt oxidációs vizsgálata, így ennek eredményei összehasonlítást tettek lehetővé a más növényolajokkal. A fahéjsav-származékok mérése pedig annak megállapítását szolgálta, hogy

a rozmaring aktív anyagai vajon milyen mértékben felelősek a Rancimat-vizsgálat által mutatott eltéréseikért

Az aromafejlődésben nyert tapasztalatok alapján kívántam meghatározni azokat az áztatási és fűszearány értékeket, amelyek alkalmasak arra, hogy megjelenítsék a fűszeraromát a velük sütött élelmiszerekben. A vizsgálatot háztartási körülmények között végzett sütést követő érzékszervi bírálatokkal végeztem.

Az aroamaátvivő hatás elemzésének eredményei alapján választottam ki azokat a mintákat, amelyek sütésre alkalmasak lehetnek és ezek sütési stabilitásának meghatározását szolgálta a negyedik kísérlet. Ennek során a kiválasztott minták hőterhelését végeztem és elemeztem ennek hatását. A próbasütés kivitelezése az alábbiak szerint történt. A fűszerezett olajmintákból és a kontrollból 2-2 litert háztartási olajsütőbe (Tefal Versalio) töltöttem és 180°C hőmérsékletre melegítettem fel. A hőmérsékletet az olajba merülő hőmérővel ellenőriztem. Az olajsütő levegővel érintkező felülete 6,25 dm² volt, az olaj térfogata 2 dm³. Ennek megfelelően a felszín –térfogat arány 3,125 l/dm. A hőterhelés időtartama 2 óra és 6 óra volt, amellyel egy rövidebb és egy hosszabb sütési ciklust kívántam szimulálni. A hőterhelés hatását egyrészt az olaj érzékszervi tulajdonságaiban bekövetkező változásra vonatkozóan kívántam elemezni, amelyhez az elektronikus orr elemzését vettem igénybe azért, mert az esetleges nem kívánatos aromaanyagok jelenléte egy humán panel objektivitását nehezítette volna. Ezen túlmenően a rutin analitikai mérések elvégzését is terveztem, ezek a savszám, a peroxidszám és az anizidinszám. Ezek a mérések az elsődleges és a másodlagos oxidációs folyamatokra is felvilágosítást adnak. A sütőolajokra vonatkozóan rendeletileg előírt határérték is létezik a poláris komponensek részarányára vonatkozóan. Az összehasonlítás érdekében ennek mérését is elvégeztem a hőstabilitás elemzése során. A növényolajok minorkomponensei között kiemelt jelentőségűek és a táplálkozásélettani kutatások újabb eredményei alapján az érdeklődés előterébe kerültek a növényi szterinek. Ezek hőbomlásának tanulmányozása, illetve a rozmaring aktív anyagainak a hőbomlásban játszott szerepének vizsgálata céljából mértem az összes fitoszterin illetve a fitoszterinbomlástermékek mennyiségét a hőterhelésnek kitett fűszerezett és a kontroll olajban egyaránt.

4. EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

4.1 Az aromavizsgálatokból levonható következtetések

Az aromakialakulás és fejlődés elemzésére szervezett kísérletekben alkalmazott elektronikus orr rendszer, a humán érzékszervi vizsgálatok és a gázkromatográfiás eredmények egybehangzóan kimutatták, hogy a rozmaring áztatása során bekövetkezett aroma- módosulás két szakaszra bontható. Az első szakasz az áztatás első egy hetére- tíz napjára terjed ki, ezután egy másodlagos módosulás játszódik le egészen a vizsgálat végét jelentő negyedik hétig.

A kezdeti szakaszra vonatkozóan az elektronikus orr rendszerrel a rozmaring-fűszer áztatása közben létrejött aromafejlődést egyértelműen követhetni lehetett. A kontrolltól eltérő karakter már az áztatás első napján detektálható volt, majd az aromafejlődés határozott irányt mutatott. Ez az irány a rozmaring koncentrációjával volt arányos. Ez alól a 0,5 %-os minták jelentették a kivételt, ezeknél sajátos, a tapasztalt tendenciába nem illő módosulás jött létre.

Az áztatás első szakaszában a humán érzékszervi vizsgálatok az illatra és az ízre is kiterjedtek. Abból a tényből, hogy az illat alapján a bírálók már az áztatás első napján különbözőnek ítélték a mintákat, és az íz alapján még nem, arra lehet következtetni, hogy az olajba elsősorban az illó komponensek diffúziója indul meg. A bírálók szöveges

kommentárjai alapján megállapítható volt, hogy a mintákra általában a friss-zöldfűszeres jelleg volt jellemző a fűszer koncentrációjával közel arányos mértékben. A 0,5 %-os mintát a bírálók kisebb gyakorisággal ítélték „friss”-nek mint a többi fűszerezettet. Ebből arra következtettem, hogy ilyen kis fűszermennyiség esetén az olajba jutó illó komponensek sajátos aromahatást eredményeznek. Ezt támasztották alá a headspace technikával végzett gázkromatográfiás eredmények is. Az analízis kimutatta, hogy az áztatás elején az olajban a domináns illó vegyületek jelennek meg, koncentrációjuk azonban erősen összhangban van az adagolt fűszermennyiséggel. A kis koncentrációjú minta eltérő karakterét tehát nem más vegyületek megjelenése, hanem az illó komponensek kis koncentrációja okozta.

Az áztatás középső szakaszában az aromák sajátos módosulását jelezte az elektronikus orr segítségével végzett mérés. Amint a diszkriminancia-analízis eredményéből is látható volt, az aromafejlődés tendenciózussága megszűnt. Az érzékszervi vizsgálatok során kapott bírálatok ezt úgy tükrözték, hogy a különböző koncentrációjú mintákat vegyesen ítélték semlegesnek, frissnek, illetve rozmaringosnak. Mindenesetre megfigyelhető volt, hogy a nagyobb fűszermennyiséggel készült minták zamata inkább mélyült, a kisebb mennyiségek esetében pedig megjelentek a rozmaring jellegére utaló aromák.

Az áztatás utolsó szakaszában az elektronikus orr eredményeinek feldolgozása alapján újabb tendencia volt megállapítható. A kis koncentrációjú minták aromája friss, rozmaringos, a nagyobb koncentrációjú mintáké keserű, rozmaringos és nem elhanyagolható mértékben kellemetlen minősítést is kapott. A gázkromatográfiás elemzés nem mutatott újabb csúcsokat, azaz új illó vegyületek nem kerültek ekkor már az olajba. Az aroma-módosulás háttérében feltehetően a nem illó vegyületek diffúziója indult meg. Ezt közvetett módon alátámasztják a fahéjsav-származékokra vonatkozó mérések eredményei, és a Rancimat műszerrel végzett oxidációs stabilitás-vizsgálatok is. Az irodalmi adatok alapján is egyértelmű, hogy az antioxidáns vegyületek zöme nem illó (pld. BANO et al.), és megjelenésük egy lipid-közegben lassabb folyamat eredménye mint az illó terpén jellegűeké. Méréseim során az oxidációs stabilitás növekedése (Rancimat teszt), illetve az antioxidáns anyagokra jellemző fahéjsav-származékok jelenléte az áztatás végső periódusában volt mérhető és akkor is jobbra a nagyobb fűszermennyiséggel készült mintáknál. Az aromák módosulásához ezek a nem illó vegyületek annyiban járulhattak hozzá, hogy a rozmaring jellegzetes aromaanyagait az egész rendszerre vonatkoztatva hígították és a frissesség érzetét tompították. Feltételezhető továbbá a cserzőanyagoknak és a keserűanyagok a lassú diffúziója a parenchima sejtjeiből a folyadékfázis irányába. Megfelelő irodalmi adatok hiányában összevetésre nem mutatkozik lehetőség, így csak feltételezni lehet, hogy a hosszabb áztatási idő nem eredményez erőteljesebb fűszeres aromát az olajban. Intenzívebb aroma a fűszer mennyiségének növelése révén látszik reálisan megvalósíthatónak.

4.2 Az oxidációs stabilitás elemzéséből levonható következtetések

Az oxidációs stabilitást az egyes fűszeres olaj-minták Rancimat-teszttel mérhető jellemzői alapján reméltem jellemezni. A mérési eredmények azt mutatták, hogy a kontrollhoz képest a rozmaringgal készült olajok az alkalmazott fűszermennyiség és az áztatási idő függvényében kisebb nagyobb mértékben növelték az olaj oxidációs stabilitását. Az ezt kifejező indukciós idők növekedtek már a kis koncentrációk esetében is, de jelentősebb növekedést inkább a 2 %-os mintánál, az áztatási periódus végén tapasztaltam. A mérési eredmények alapján kétváltozós exponenciális regressziós felületet határoztam meg az indukciós idő mint függő változó, valamint a fűszerkoncentráció és az áztatási idő, mint független változó között. A szoros korrelációt mutató összefüggés alapján arra is következtetni lehetett, hogy a

fűszerkoncentráció nagyobb mértékben magyarázza az indukciós idő növekedését, mint az áztatás időtartama. A jelenséget kellően magyarázzák a fahéjsav-származékok mérési eredményei. Az antioxidáns fenolok szemipoláros oldószerekben oldódnak általában, így az erősen apoláros oldószerek minősülő napraforgó olajba jutásukat a polaritás jellege nem erősítette, habár feltételezhetően nem is gátolta. Ezt jelzik a fahéjsav-származékok mérési eredményei. A fűszer-immerzió harmadik hetétől és a nagyobb koncentrációjú mintáknál volt tapasztalható ezeknek az anyagoknak a megjelenése. A mérési eredményeket a szakirodalmi adatokkal összevetve, arra következtettem, hogy az antioxidáns vegyületeknek kb 10 %-a került át az olajba az áztatás végére a 2 %-os koncentrációjú mintánál.

A Rancimat mérés eredményei szerint a kis koncentrációjú minták esetében is tapasztalható volt növekedés az indukciós időkben, ez feltehetően más antioxidáns hatású anyagok jelenlétére utal. Egyes szakirodalmi közlések beszámolnak az illó vegyületek antioxidáns hatásáról is. Az áztatott rozmarying az olajat elsősorban az illó vegyületekkel dúsítja fel, ennek következtében mérsékelt stabilitásnövekedés összefüggésbe hozható az illó komponensekkel.

4.3 A zamatátvivő képesség elemzéséből levonható következtetések

Kísérleteim célkitűzésében az szerepelt, hogy a zamat átvitelét a sütés műveletében tanulmányozzam. Az elvégzett próbasütések eredményeiből az alábbi következtetések levonására nyílik mód.

A hasáburgonya esetében a szokásos időtartamú és hőmérsékletű sütés eredményeként a kontrolltól eltérő aroma a fűszerkoncentrációtól függetlenül érzékelhető volt a bírálók által. Ez a tény alátámasztotta azt a tapasztalatot, hogy a hasáburgonya viszonylag könnyedén veszi fel az olajat a sütés során, következésképpen a fűszerezettség megjelenítése nem teszi szükségessé nagy fűszerkoncentráció jelenlétét az olajban. A fűszerezett olajban sült minták egymáshoz történt hasonlításának eredménye szerint a kis koncentrációban (0,5 % és 1 %) áztatott rozmaryingos olajok, valamint a nagyobb mennyiségű (1,5 és 2 %) fűszerrel készült olajok felhasználásával készült hasáburgonya zamata egymástól statisztikus értelemben nem különbözött. Ez a jelenség összhangban van az aromafejlődés tanulmányozása során az elektronikus orral és a humán érzékszervi vizsgálatokkal nyert eredményekkel. Ezekben a vizsgálatokban az áztatás végére két, egymástól markánsan különböző aromatípusba rendeződtek a kis és a nagyobb koncentrációjú minták és ennek tudható be, hogy a zamatátvivés jellege ugyanezt a tendenciát mutatta. A hasáburgonya érzékszervi bírálata során adott szöveges kommentárok alapján értelmezni lehetett a két csoport zamatkarakterét.

A kis koncentrációjú csoport „fűszeres”-nek minősített zamatot eredményezett a hasáburgonyában, a nagyobb koncentrációjú mintáknál ez a jelleg döntően „rozmaryingos” volt. Összehasonlítva az aromavizsgálatok során kapott szöveges értékelésekkel, az a következtetés vonható le, hogy a kis mennyiségű fűszerrel készült olaj zöldfűszeres karaktere hasonló, közelebből meg nem határozott fűszerjellegre képes átvinni a hasáburgonyába. A rozmarying fajra jellemző aromája is át tud kerülni a hasáburgonyába, ha az olaj önmagában is rendelkezik ezzel a jelleggel.

A sütési kísérletek másik anyaga a sertéskaraj volt. Amint az eredményekből kitűnt, a zamatátvivő hatás sokkal korlátozottabb mértékben érvényesült. A kontroll olajjal készült hús zamatától a bírálók nem tudták statisztikusan is szignifikáns mértékben megkülönböztetni a 0,5%-os és 1,0%-os olajokkal készült mintákat. Csupán a nagyobb koncentrációjú olajok felhasználásával készült minták mutattak a kontrolltól való eltérést. A fűszeres olajokkal készült minták egymástól általában nem voltak megkülönböztethetők, csupán a 2 %-os minta

bizonyult eltérőnek. Ez a tapasztalat azt jelzi, hogy a tömörebb szövetszerkezetű hús esetében az aromaátvitel lassabb és koncentráció-függő folyamat. Általánosságban arra következtettem, hogy az alkalmazott fűszermennyiség függvényében lehet meghatározni a sütésre való alkalmasságot, illetve fordított gondolatmenet követve: a sütni kívánt élelmiszerhez különböző koncentrációjú fűszerolajok rendelhetők. Bár a gyakorlatban nem mindig valószínűsíthető meg a különböző mennyiségű fűszerek alkalmazása, olyan esetekben, amikor nagy mennyiségben és egyfajta élelmiszer sütése zajlik (például a közétkeztetésben) reális lehetőségnek tűnik a fűszerkoncentrációnak a sütni kívánt élelmiszerhez való igazodása.

4.4 A hőstabilitás vizsgálatának eredményeiből levonható következtetések

A további mérések a hőstabilitás megállapítására vonatkoztak. Az aromavizsgálatok és a zamatátvivő hatás elemzésének eredményeiből nyilvánvaló lett az, hogy sütésre a 2 % fűszermennyiséggel készült minta tűnik leginkább alkalmasnak. A sütési-hevítési próbák időtartama 2 óra és 6 óra volt, annak érdekében, hogy egy mérsékelt és egy erőteljesebb művelet hatásáról is kapjunk információt. Jóllehet az ipari gyakorlatban a sütési időtartamok ennél lényegesen hosszabbak is lehetnek, de ezeknél gyakori a közeg áramoltatása és a fokozatos olajcsere. Az elvégzett statikus mérések eredményeiből néhány általános következtetés megállapítására nyílt lehetőség. A hőterhelés időtartamának függvényében a szabad zsírsavak mennyisége a fűszerezett olajban lényegesen kisebb mértékben nőtt mint a kontrollban. Még 6 órás kezelés után is csak 2,5 savszám-érték volt jellemző a fűszerezett olajban, szemben a kontroll több mint 12-es értékével. Az elsődleges oxidációs folyamatokra jellemző peroxidszám és a másodlagos folyamatokkal összefüggő anizidinszám esetében is hasonló tendencia volt megfigyelhető. Összehasonlítva az olaj oxidációs stabilitását kifejező Rancimat-vizsgálati eredménnyel, arra lehet következtetni, hogy az ott tapasztalt mintegy kétszeres indukcióidő növekedés szerényebb stabilitás-javulást mutat, mint amire a rutin-oxidációs mérések eredményeiből következtetni lehetne. Ennek magyarázatául az szolgálhat, hogy az oxidációs stabilitást a peroxidok és a p-anizidinnel mérhető aldehidek mennyiségén túl más tényezők is befolyásolják. Mindezek mellett az olaj hőstabilitása a fűszerezett minták esetében szembetűnően jónak volt ítéltető. Ezt támasztják alá egyes szakirodalmi közlések is pld.: HAPIA (1996)

Hasonlóan pozitív eredményeket kaptam a fitoszterinek vizsgálata során. A napraforgó értékes anyagainak minősülő fitoszterinek oxidációs bomlása a rozsmaringos olajban a kontroll egyharmadára mérséklődött a hőterhelés időtartamától függetlenül. A szakirodalmi közlésekkel (pld ZHANG, X. et al. 2005) összevetve, azt a megállapítást lehet tenni, hogy a rozsmaringos olajban keletkezett oxidált szterinek mennyisége lényegesen kevesebb a 160°C-nál nagyobb hőmérsékletű kezelés után a fűszerezés nélküli napraforgó olajban tapasztalhatóknak.

Végezetül a poláris komponensek mérési eredményei is azt bizonyították, hogy a rozsmaringos olaj a hatórási hőterhelés után is még jelentősen kisebb értéket mutat mint a megengedett 25 %. Ennek következtében az immerzióval készült fűszerolaj huzamosabb felhasználhatósága reálisnak ítéltető.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Kutatómunkám célja az immerzióval, előállított rozmaring ízesítésű napraforgó olaj aromakarakterének és fontosabb kémiai tulajdonságainak elemzése volt.

Az elvégzendő feladatokat az alábbi kérdések megválaszolása érdekében jelöltem ki:

1. Hogyan változik az ízesített napraforgó olaj aromája az adagolt rozmaring arányának és az áztatási időnek függvényében ?
2. Milyen oxidációs stabilitással rendelkezik az ízesített olaj ?
3. Mennyire képes az ízesített napraforgó olaj a saját zamatát megjeleníteni a vele sütéssel készített ételekben ?
4. Milyen hőstabilitással rendelkezik az ízesített olaj ?

A négyes cél elérése érdekében a következő, egymás eredményeire épülő kísérletsorozatot végeztem el.

1. Kereskedelmi minőségű napraforgó étolajban áztattam tunéziai eredetű, szárított, morzsolt rozmaring levélfűszert négy héten keresztül. A fűszer tömegaránya az olajhoz viszonyítva 0,5%, 1%, 1,5% és 2% volt. Az aromafejlődést műszeresen elektronikus orr rendszerrel, headspace technikájú gázkromatográfiás műszerrel és humán érzékszervi vizsgálatokkal követtem nyomon. Ez utóbbiak a bírálók szöveges kommentárjaival lettek kiegészítve.

Az eredményekből megállapítottam, hogy a rozmaring ízesítésű napraforgó olajban a fűszeres jelleg már az áztatás első napján megjelenik az adagolt fűszer mennyiségétől függetlenül. Az aroma az áztatás első két hetében tovább erősödik és friss, zöldfűszeres jelleget eredményez az étolajban. Ez a jelleg a 0,5%-ban adagolt fűszer esetében gyenge, az 1%-os mintánál közepesen érezhető és kifejezetten kellemesnek ítélt az 1,5%-os és a 2%-os mintáknál. A gázkromatográfiás mérések kimutatták, hogy az áztatásnak ebben a szakaszában az aromáért felelős illó vegyületek közül a jelentősebbek megjelentek az olajban. Ezek koncentrációja a fűszer mennyiségének arányában növekedett. Az áztatás második két hetében az aroma tovább módosult elsősorban az 1,5%-os és a 2%-os mintáknál, amit az elektronikus orral kapott eredmények és az érzékszervi vizsgálatok egyaránt jeleztek. Az áztatás harmadik hetére a rozmaringra jellemző és kesernyés zamat alakult ki. A gázkromatográfiás mérések az illó anyagok csekély mértékű dúsulását jelezték. Az áztatás végére az aroma tovább módosult. Az érzékszervi bírálat szerint, kellemetlen jelleg jelent meg a két nagyobb koncentrációjú mintában. Arra következtettem, hogy az áztatás két utolsó hetében főleg a rozmaring nem illó komponensei kerültek az olajba, amit igazolni tudtam a fahéjsav-származékok spektrofotometriás mérésével. Ezek a mérések azt mutatták, hogy az áztatás első két hetében még nem jelennek meg az olajban a nem illó vegyületek, de a második két hét során mennyiségük egyenletesen növekszik.

2 A rozmaring ízesítésű napraforgó olaj oxidációs stabilitását Rancimat termooxidációs rendszerrel mértem. Megállapítottam, hogy a kontrollhoz képest az oxidációs stabilitás a 0,5%-os mintákban nem növekszik, az 1%-os mintákban mintegy 10%-kal függetlenül az áztatás idejétől. Számottevő stabilitás-javulás az 1,5%-os és a 2%-os mintákban volt az áztatás második hetétől kezdődően közel exponenciális jelleggel. Ezek a mérések megerősítették a fahéjsav-származékok mérési eredményeit. Az antioxidáns anyagok jelentős része a fahéjsav-származékokban fordul elő és mint nem illó vegyületek, elsősorban az áztatás harmadik hetében dúsulnak fel az olajban.

3. A 0,5%-os, 1 %-os, 1,5%-os és a 2%-os három hétig áztatott mintákkal sütési vizsgálatokat végeztem két tesztanyaggal. Először hasáburgonyát sütöttem háztartási körülmények között (180°C hőmérsékleten 5 percig) és a sült burgonyát kontroll (nem ízesített olajban sült) bevonásával érzékszervi különbségtesztel értékeltem. A bírálók valamennyi mintában érzékelték a rozmaring jelenlétét, és legkedvezőbbnek a 2%-os mintákkal készült terméket ítélték. A kísérletet sertéskaraj sütésével folytattam a sültburgonyával megegyező, de hosszabb sütési idejű mérési elrendezés szerint. Ebben az esetben azt tudtam megállapítani, hogy csupán a 2%-os fűszeres olajban lehetett érezni a rozmaring aromajellegét, a többi mintát egymástól és a kontrolltól nem tudták következetesen megkülönböztetni a bírálók.

Az eredményekből arra következtettem, hogy a 2%-os fűszerkoncentrációjú olaj alkalmas sütőolajként való felhasználásra, az 1,5%-os olaj pedig csak korlátozott mértékben, főleg a laza szerkezetű élelmiszerek esetében.

4. A rozmaringgal ízesített napraforgóolaj hőstabilitását csak a 2%-os mintáknál vizsgáltam, mert ez bizonyult sütésre alkalmasnak. A fenti koncentrációjú és három hetes áztatással kapott mintákat 180°C hőmérsékletű hőterhelésnek vettem alá 2 órán, illetve 6 órán keresztül és mértem a peroxidszámot, anizidinszámot, savszámot szabványos módszerrel, az összes poláris komponens mennyiségét gázkromatográfiásan, valamint a fitoszterinek bomlástermékeit vékonyréteg-kromatográfiás módszerrel. Megállapítottam, hogy a rozmaringgal készült olajban a peroxidszám, anizidinszám és a savszám kisebb mértékben változott mint a kontrollban. Az összes poláris komponens mennyisége a csupán egyhatod résznyi volt a fűszerezett mintákban a kontrollhoz viszonyítva. A fitoszterinek oxidációját hasonló tendencia szerint gátolta rozmaringgal készült olaj . A kontrollban az összes szterin másfél-két és fél százaléka, a 2%-os rozmaringgal készült olajban az össz fitoszterinek kevesebb mint egy százaléka bomlott el. Arra következtettem, hogy a 2%-os rozmaring adagolással készült napraforgó olaj oxidációs és hőstabilitás-javulást mutat, így ez javasolható sütőolajként való felhasználásra.

A négy vizsgálsorozat eredményei alapján az alábbi összefoglaló megállapítások tehetők:

1. A rozmaring áztatásával készült napraforgóolajban megjeleníthetők a fűszernövény jellegzetes zamat-komponensei, valamint értékes antioxidáns-hatású nem illó vegyületei is. Ennek elérése érdekében a rozmaringot legalább 2%-ban szükséges adagolni az olajhoz. Mintegy kétheti áztatással egy friss, zöldfűszeres jellegű olaj állítható elő, amely elsősorban salátaolajnak, vagy ízesített zsíremulzió (margarin, majonéz, öntet) alapanyagának ajánlható. A három hetes áztatás során egy telt aromájú, sütésre is alkalmas olaj keletkezik, amely megfelelő oxidációs és termikus stabilitással rendelkezik és protektív hatást fejt ki a fitoszterinekre.

2: A munka során alkalmazott módszerek megfelelőnek bizonyultak a kitűzött kérdések megválaszolására, így alkalmazhatók más anyagokra vonatkozó, de hasonló célú aromavizsgálatok elvégzésére.

Gyakorlati felhasználásra javasolható a 2% rozmaring levélfűszer két hétnél rövidebb idejű áztatással készült napraforgó olaj mint salátaolaj és a két hétnél hosszabb, de három hetet meg nem haladó áztatással és 2% rozmaring levélfűszerrel készült napraforgó olaj, mint aromatisztalt sütőolaj.

6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK (TÉZISEK)

Kutatómunkámban négy célkitűzést fogalmaztam meg. A kísérleteket úgy terveztem meg, hogy ezeket a célokat teljesíteni tudjam. Az eredményeket az irodalmi tapasztalatokkal összevetve az alábbi új, a szakirodalomban eddig még nem publikált eredményekre jutottam.

- 1. Az immerzióval előállított rozmaring ízesítésű napraforgó olaj aromafejlődésére vonatkozóan megállapítottam:
Az aroma a szárított rozmaring levélfűszer **áztatásának időtartamától** a következők szerint függ: A domináns aromahordozó vegyületek már egy nap után is kimutathatók az olajban, ami friss, zöldfűszeres illatérzetként jelentkezik, ízváltozást még nem eredményez.
Az aroma az áztatás további szakaszában módosul és az első két hét alatt zöldfűszer jellegű elsődleges aromák, a második két hét alatt telt, fűszeres másodlagos aromák alakulnak ki.
- Az aroma a **fűszer koncentrációjától** a következők szerint függ : az immerzió kezdeti szakaszában az aroma intenzitása a koncentrációval összefüggésben változik, az immerzió negyedik hetére az aromajellegek a koncentráció alapján két csoportba rendeződnek: a két kisebb (0,5% és 1,0%), valamint a két nagyobb (1,5% és 2,0%) koncentráció szerint. A két nagyobb koncentrációjú minta az áztatás végére nemkívánatos karaktert is mutat. Kimutattam, hogy kedvező érzékszervi tulajdonságokat legfeljebb három hetes áztatással lehet biztosítani a kísérletnek megfelelő külső körülmények mellett.
- 2. Az immerzióval előállított rozmaring ízesítésű olaj **oxidációs stabilitására** vonatkozóan megállapítottam, hogy az, lényegesen csak az 1,5%-os és a 2%-os arányban adagolt fűszer és legalább két heti áztatás feltételei mellett növekszik. Mérésekkel igazoltam, hogy az oxidációs stabilitás mintegy kétszeresre növelhető a fűszer nélküli olajhoz képest. Eredményeim alapján kétváltozós exponenciális regressziós felület egyenletét határoztam meg, az oxidációt kifejező indukciós idő, valamint az immerziós idő és a fűszerkoncentráció között.
Megállapítottam, hogy az antioxidáns vegyületeket jelentő fahéjsav származékok csak az áztatás második hete után jelennek meg az olajban és csak az 1,5%-os és 2%-os minták esetében
- 3. A **zamatátvivő hatás** vizsgálatára vonatkozóan megállapítottam, hogy csak a 2 % tömegarányban adagolt rozmaring áztatásával készült napraforgó olaj alkalmas a rozmaring zamat megjelenítésére sütés során. Az ennél kisebb arányban adagolt fűszerrel készült olaj a zamatot nem, vagy csak korlátozott mértékben jeleníti meg az élelmiszerben.
- 4. A **hőstabilitás** vizsgálatára vonatkozóan megállapítottam, hogy a 2 % rozmaring és három hetes immerzió a napraforgó olaj hőstabilitását kimutathatóan megnöveli.
A poláris vegyületek mennyisége a kontrollhoz képest úgy a 2 órás, mint a 6 órás hőterhelés esetén is kisebb és nem éri el a rendeltileg előírt maximális értéket.
A hőterhelés hatására a savszám, peroxidszám és anizidinszám növekedése a kontrollhoz képest tendenciózusan kisebb. A napraforgó értékes minorvegyületei közül a fitoszterinek a hőterhelés hatására a kontrollhoz képest jelentősen kisebb mértékben csökkentek. A hőterhelés hatására az olajban bekövetkező aromaváltozás a rozmaring ízesítésű olajban csekélyebb mint a kontrollban.

5. Összefoglalóan kimutattam, hogy az áztatásos eljárással elő lehet állítani olyan fűszerezett olajat, amely aromakaraktere alapján többirányú felhasználásra lehet alkalmas és oxidációs, valamint hőstabilitása a nem fűszerezettnél kedvezőbb

A SZERZŐ TÉMÁBAN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓI

- Somogyi,L., Dalmadi, I., Sántha, B. (2008): Investigations on the Aroma Development in Flavoured Sunflower Oil. Acta Alimentaria (in press)
- Sántha, B, Dalmadi, I., Somogyi, L. (2006): Fűszerezett étolaj-zamat sütés közbeni változásának vizsgálata. Műszaki Kémiai Napok '06 Veszprém, 2006. április 25-27, Konferencia kiadvány, pp191-194
- Somogyi,L., Dalmadi, I., Pásztor-Huszár, K., Sántha, B. (2007): Növényi és állati eredetű zsíradékok blendjeinek elemzése. Lippay János-Ormos Imre-Vas Károly Tudományos Ülésszak, Budapest, 2007. november 7-8. Összefoglalók, pp 142-143
- Somogyi, L., Dalmadi,I., Kántor,D., Sántha, B. (2005): Rozmaring ízesítésű napraforgó olaj aromaprofiljának vizsgálata Lippay János-Ormos Imre-Vas Károly Tudományos Ülésszak, Budapest, 2005. október 19-21. Összefoglalók, pp 96-97
- Somogyi,L., Dalmadi,I., Sántha, B. (2005): Investigation on Olfactory Characteristics of Rosemary Dipping Oil. Innovation and Utility in the Visegrad Fours, Nyíregyháza, Hungary, 13-15 October 2005, Abstract Booklet, 477-482
- Sántha,B.,Somogyi,L.Dalmadi,I. (2006): Development of Rosemary Character in Edible Oil and the Appearance of the Taste in Fried Dish. 7th International Conference on Food Science, Szeged, 20. April 2006. Proc. 108-109
- Somogyi, L., Dalmadi,I. Mészáros, P., Sántha, B. (2005): Multivariate Statistical Methods in Aroma Profile Analysis 10th International Workshop on Chemical Engineering Mathematics, Budapest, Hungary, 18-20 August, Abstract Booklet, p:31.
- Somogyi,L., Sántha,B.(2005): Sensory Properties of Rosemary Flavoured Edible Oil. 30th International Symposium on Essential Oil, Budapest, Hungary, 4-7 September, Abstract Booklet, p:15
- Lebovics,V., Gaál, Ö., Antal, M., Farkas, J., Somogyi, L.(1996): Study on Oxidized Cholesterol Derivatives in Foodstuffs. Acta Alimentaria, 25, 207-210
- Somogyi,L., Farkas,J., Perédi, J., Gaál, Ö., Lebovics, V. (1998): Szeparált baromfihús sütése közben lejátszódó oxidációs folyamatok vizsgálata. Olaj Szappan Kozmetika. 40, 35-38