



Élelmiszertudományi Kar

**FŰSZERPAPRIKA ÓRLEMÉNYEK SZÍN- ÉS ILLATTULAJDONSÁGAINAK
VIZSGÁLATA**

Csóka Mariann

Doktori értekezés tézisei

**Budapest
2014**

A doktori iskola

megnevezése: Élelmiszertudományi Doktori Iskola

tudományága: Élelmiszertudományok

vezetője: Dr. Felföldi József
egyetemi tanár, PhD
Budapesti Corvinus Egyetem

Témavezető: Dr. Korány Kornél
egyetemi magántanár
Élelmiszerkémiai és Táplálkozástudományi 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 védési eljárásra bocsátható.

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

A Budapesti Corvinus Egyetem Élettudományi Területi Doktori Tanács 2014. június 3.-i határozatában a nyilvános vita lefolytatására az alábbi Bíráló Bizottságot jelölte ki:

BÍRÁLÓ BIZOTTSÁG:

Elnöke

Farkas József, MHAS, BCE

Tagjai

Tömösközi Sándor, PhD, BMGE

Kiskó Gabriella, PhD, BCE

Stefanovitsné Bányai Éva, DSc, BCE

Beczner Judit, CSc, NAIK-ÉKI

Varga Zsuzsa, PhD, SE

Opponensek

Sipos László, PhD, BCE

Szabó S. András, DSc, ny. egyetemi tanár

Titkár

Kiskó Gabriella, PhD, BCE

1. BEVEZETÉS

A fűszerpaprika (*Capsicum annuum* L.) hazánk talán legfontosabb fűszernövénye, mely jelentős mértékben hozzájárult a magyar konyha hírnevének megalapozásához. Örleményét a legtöbb hagyományos magyar étel elkészítéséhez felhasználják, továbbá számos konzerv- és húsipari készítmény alapanyaga is. Magyarország e fűszer világszerte elismert termelőjének számít, a paprika hazai elterjedésén túl eredeti magyar terméként hungarikummá vált, külföldön is ismert és keresett exportcikk. A *Capsicum* nemzetség tagjait a világ számos más országában is elterjedten használják élénk színük, kellemes aromájuk illetve egyes változataik csípős íze miatt.

Az utóbbi két évtizedben hazánkban és Európa más országaiban is folyamatosan csökkent a fűszerpaprika termőterülete, termésmennyisége és az előállított örlemény mennyisége is. Ezzel párhuzamosan az európai piacokra folyamatosan áramlik a Dél-Amerikából, Dél-Afrikából és Ázsiából származó, olcsó import fűszerpaprika, melyet a hazai örleményhez keverve jóval kedvezőbb árú termék állítható elő. Mivel az előállítási költségek szempontjából a magyar fűszerpaprikák soha nem lesznek versenyképesek a hazánknál melegebb éghajlatú országokból származó paprikákkal, e fűszernövény hazai termesztésének jövője leginkább különleges minőségű, például földrajzi eredetvédelemmel ellátott termékek előállításával biztosítható. Ezek a termékek ugyanis az exportpiacokon is nagyobb bizalmat élveznek és magasabb áron értékesíthetők.

A fűszerpaprika aromája és színe fontos minőségi jellemzők, és a belőle készült termékeknek is lényeges értékmérő. Ezek az érzékszervi tulajdonságok fontos szerepet játszanak a fogyasztók választásában, valamint hasznos segítséget jelenthetnek a növény érettségi állapotának megállapításában, a nemesítés során, valamint a fajta- és a származási hely azonosítás (eredetigazolás) terén is. Egyre elterjedtebb ugyanis a különböző import fűszerpaprikák hazaihoz keverése, elsősorban színjavító célzattal. A származási helyre utaló jellegzetes illatkomponensek azonosítása a termékekben egyértelműen jelzi annak hazaitól eltérő származását, a hazai fűszerpaprikákra jellemző egyedi aromaalkotók meghatározása pedig a magyar alapanyag azonosítására szolgálhat.

2. CÉLKITŰZÉS

Kísérleti munkám célja a fűszerpaprika és a felhasználásával készült örlemények illékony vegyületeinek tanulmányozása volt GC-MS módszer segítségével. A fűszerpaprika örlemény aromájának vizsgálatával fontos információkhoz jutunk a felhasznált alapanyag eredetére, szedéskori érettségi fokára és általában, feldolgozása előtti minőségi állapotára vonatkozóan.

A megfelelő mintaelőkészítési módszer kiválasztását követően céljaim között szerepelt néhány szegedi termőkörzetből származó fűszerpaprika fajta illatösszetételének meghatározása, illetve a féltermék különböző hőmérsékleten történő tárolása során bekövetkező aromaváltozások nyomon követése is. A tárolási körülmények ugyanis jelentősen befolyásolják a paprika és az örlemény érzékszervi tulajdonságait.

A hazai származású fajtákon túl, külföldi termőhelyű örlemények illatösszetételének vizsgálatával is foglalkoztam. Összevettem néhány hazai fajta eredményeit más termelő országokban termesztett paprikák örleményeinek aromájával, hogy megtudjam, azonosíthatók-e olyan egyedi komponensek, melyek jelenléte egyértelműen jelzi a termék hazaitól eltérő származási helyét. A jövőben kellően nagy számú, eltérő termőhelyről származó örlemény vizsgálata esetén akár a származási hely beazonosítása (esetleg szűkítése – Európa, Dél-Amerika, Ázsia stb.) is lehetővé válik.

Vizsgálataimat kiterjesztettem továbbá keverék örlemények illatának tanulmányozására is. Ezek a vizsgálatok azért nagy jelentőségűek, mert az utóbbi években egyre több olyan örlemény található a boltok polcain, melyekben külföldről származó paprikát kevernek a hazaihoz, elsősorban a szín javítása céljából. A kizárólag hazai fajtákra jellemző – illetve csak a külföldi örleményekben megjelenő – marker komponensek azonosításával lehetővé válik a biztosan nem hazai eredetű alapanyag magyarhoz történő hozzákeverésének bizonyítása.

Az örlemények illékony frakciójának vizsgálatán kívül, a termék másik fontos érzékszervi tulajdonságának, a színének vizsgálata is szerepelt a céljaim között. A tárolás színre gyakorolt hatásának nyomon követése mellett, az eltérő származási helyű örlemények színjellemzőinek és színezéktartalmának vizsgálatával számszerű adatokkal igazolni kívántam a különböző származási helyű nyersanyagok keverésének színjavító hatását.

3. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

Vizsgált minták:

Aroma- és színvizsgálataimhoz különböző termőhelyekről származó fűszerpaprika féltermékek illetve örlemények kerültek beszerzésre:

- fajtaazonos magyar fűszerpaprika féltermékekhez a Fűszerpaprika Kutató-Fejlesztő Nonprofit Közhasznú Kft. szegedi Kutatási Osztályának segítségével jutottam 2007-ben. A vizsgált fajták a következők voltak: Szegedi 20, Szegedi 80, Remény (csípősségmentes fajták), Szegedi 178, Szegedi F-03 (csípős fajták).
- a Szegedi Különleges örlemény, valamint jelentős fűszerpaprika termesztő országokból (Spanyolország, Törökország, Peru) származó paprika termékek és keverék örlemények (magyar-perui, magyar-spanyol, magyar-szerb és spanyol-szerb) beszerzése kereskedelmi forgalomból történt 2010-ben.

Vizsgálási módszerek:

Aromavizsgálataim során különböző mintaelőkészítési eljárásokat alkalmaztam: hagyományos vízgőzdesztillációt, szimultán desztilláció-extrakciót (SDE) valamint szilárd fázisú mikroextrakciót (SPME) különböző polaritású (apoláros, poláros és bipoláros) szálakkal. A műszeres vizsgálatokat GC-MS berendezéssel végeztem. Az eredmények kiértékelése a BCE Élelmiszerkémiai és Táplálkozástudományi Tanszékén kidolgozott aromaszpektrum módszer segítségével történt.

A fűszerpaprika örlemények színjellemzőit színmérő készülékkel határoztam meg, eredményeimet pedig a CIELAB színíngertérben adtam meg.

A minták összes színezéktartalmának meghatározását az MSZ 9681-5:2002 szabvány alapján végeztem, spektrofotometriás módszerrel. A vizsgálatok eredményét ASTA értékszámban adtam meg, egész számmal kerekítve.

4. EREDMÉNYEK

4.1. Az aromavizsgálatok eredményei

4.1.1. A mintaelőkészítési módszerek hatása az aromaösszetételre

Három különböző mintaelőkészítési módszert próbáltam ki annak érdekében, hogy a lehető legtöbb információhoz jussak a fűszerpaprika örlemények illatára vonatkozóan. A különböző extrakciós módszerekkel kapott illatképek eltérőek voltak, vagyis a kinyert vegyületcsoportok aránya nagyban függ az alkalmazott kivonási eljárástól. A legtöbb aromaalkotót a desztillációs módszerekkel sikerült kinyernem a paprika mintákból, de az egyik bipoláros SPME szál (PDMS-DVB) is viszonylag sok illatkomponenst szorbeált a felületén.

Az örlemények illékony frakciójában megjelenő aromakomponensek közül a felhasznált alapanyag jellegére (faj, fajta, esetleg termőhely) vonatkozóan a legfontosabb információhordozók a fűszerpaprika növényben különböző másodlagos anyagcsere folyamatokban keletkező, igen illataktív terpénvegyületek voltak. Így amennyiben a faj azonosítása, illetve a fajtajelleg leírása a feladat, a desztillációs módszerek a legalkalmasabbak az illatkivonásra, hiszen ezekkel az eljárásokkal detektálható a legnagyobb számú terpénvegyület. Szilárd fázisú mikroextrakciót alkalmazva a bipoláros PDMS-DVB szál bizonyult a leghatékonyabbnak ilyen szempontból. Egy másik jelentős, nagy illataktivitású komponens csoport a heterociklusos vegyületeké volt, mely aromaalkotók többsége a feldolgozás során keletkezik hő hatására, ezért megjelenésük a kromatogramokon csupán a hőterhelés tényét jelzi. Detektálásukra a bipoláros SPME szálak voltak a legmegfelelőbbek. Az alkoholok, aldehidek, ketonok többnyire zsírsav bomlástermékek, jelezhetik a hőkezelést valamint a termés érettségi állapotát (különösen a C₆ vegyületek) is. Ezeket az illatalkotókat a Carboxen-PDMS bipoláros szál adszorbeálta legnagyobb számban.

Munkám során a későbbiekben az SDE módszert alkalmaztam a különböző fajtájú, illetve származási helyű örlemények illékony frakciójának vizsgálatára. Ezzel az eljárással tulajdonképpen modellezhető a fűszerpaprika felhasználása (főzés) során végbemenő változások is, így képet kapunk mind az érés, mind a felhasználás során lezajló reakciók illékony végeredményeiről.

4.1.2. Hazai fajták aromajellemzői

A fűszerpaprika féltermékek mindegyikében több, mint 170 aromaalkotót detektáltam a szimultán desztillációs extrakciós (SDE) módszerrel, melyek közül 115 komponens mind az öt fajtában megtalálható volt, bár eltérő arányban. Valamennyi vizsgált fajta sajátos illatképpel rendelkezett, a jellegzetes aromaképet néhány egyedi illatkomponens, és a közös aromaalkotók eltérő aránya okozta. Az egyedi illatalkotók közül a terpénvegyületek érdemelnek külön említést, mivel a többi vegyület (leginkább zsírsavak, észterek, N-heterociklusos vegyületek, alkoholok, ketonok, szénhidrogének) kevésbé illataktív, és nagy részük valószínűleg a féltermék feldolgozása során keletkezik különböző oxidációs folyamatok során, így nem tekinthetők fajtaazonosításra alkalmas vegyületeknek. A terpén aromaszpektrumok és ezen illataktív komponensek területrészesedése alapján a csípősségmentes fajták (Remény, Szegedi 20 és Szegedi 80) illatosabbnak tűntek, mint a csípősek (Szegedi F-03 és Szegedi 178).

4.1.3. A fűszerpaprika aromájának változása a tárolás során

Munkám során vizsgáltam az eltérő tárolási hőmérséklet hatását a fűszerpaprika aromaösszetételére. A különböző hőmérsékletek eredményeként a vizsgált féltermék azonosított illatalkotóinak száma gyakorlatilag nem változott a betárolás és a kitérítés idején (hűtőtárolás: 167 illetve 171 komponens, szobahőmérsékletű tárolás: 167 illetve 161

komponens). Az alacsonyabb forráspontú illó anyagok (főleg terpének, különböző heterociklusos és benzolgyűrűs vegyületek) csúcsterületei a tárolás végére jelentősen csökkentek. Ez a változás szobahőmérsékleten nagyobb mértékű volt, nyilván a magasabb hőmérséklet (bomlási) reakciókat gyorsító és az illékony alkotók párolgását fokozó hatása miatt. Egyes karotinoid bomlástermékek (β -jonon, dihidroaktinidiolid), valamint a kevésbé illataktív zsírsavak (laurinsav, mirisztinsav, palmitinsav) és észterek (palmitinsav metil-észter, linolénsav metil- és etil-észter) termelődése viszont fokozódott a tárolás során, különösen a magasabb hőmérsékleten tartott minta esetén.

4.1.4. Külföldi fűszerpaprika örlemények illattulajdonságai

Aromavizsgálataim során három jelentős fűszerpaprika termelő országból: Peruból, Spanyolországból és Törökországból származó fűszerpaprika örleményeket illetve darabos termékeket tanulmányoztam.

A perui csemege és édesnemes örlemények vizsgálata során a legszembetűnőbb eredmény néhány igen intenzív, kurkuma-jelleges aromaalkotó (turmeron vegyületek, zingiberén, β -szeszkvifellandrin, α -kurkumén, α -fellandrin, α -atlanton) megjelenése volt az édesnemes örleményben. Jelenlétükre a magyarázat a nyersanyagul szolgáló paprikafajta hazaiaktól nagymértékben eltérő illatösszetétele lehet – a távoli termőhelynek, esetleg a fajtának köszönhetően –, mivel a paprika színének mélyítése kurkumával történő keveréssel valószínűleg nem hatékony. A perui örleményekben összesen 18 olyan terpénvegyületet azonosítottam, melyeket a hazai fajtákban nem detektáltam, ezek tehát a nyersanyag külföldi eredetének jelzői lehetnek. A heterociklusos vegyületek minden csoportja (S-, N- és O-tartalmú aromaalkotók) a magyar fajtáknál tapasztaltnál kisebb arányban képviseltette magát. Ez az eredmény nagy valószínűséggel a feldolgozási folyamat során kapott alacsonyabb hőterhelésnek köszönhető, melyet a napon történő szárítás jelent a hazánkban alkalmazott mesterséges szárítással szemben.

A Törökországból származó paprika mintáim egy édes és egy csípős örlemény, valamint két csípős darabos termék (durvára tört termésfal) voltak. Az aromavizsgálatok során az örlemények jóval illatosabbnak bizonyultak a darabos termékeknél. Az érzékszervi különbségeket a műszeres vizsgálatok is igazolták: a legfontosabb eltérés az illataktív terpénvegyületek számában és intenzitásában mutatkozott. A hazaitól eltérő termőhelyet, paprikafajokat illetve -fajtákat a török termékek esetén is egyedi illatalkotók megjelenése igazolta. Ilyen „marker” komponenseket a török paprikák különösen nagy számban tartalmaztak, mely valószínűleg annak köszönhető, hogy egyes termékek nyersanyagául a hazánkban termesztett közönséges paprikától (*Capsicum annuum*) eltérő fajok (*C. frutescens*, *C. baccatum*) szolgáltak. Néhány ilyen jellegzetes illatalkotó: *cisz*-dihidrokarvon, *transz*-karveol, δ -elemén, α -cedrén, *cisz*- α -bizabolén, α -kalakorén. A heterociklusos vegyületek a török paprikákban is a magyar fajtáknál tapasztaltnál csekélyebb arányban voltak jelen, mely – a perui paprikáknál tapasztaltakhoz hasonlóan – az enyhébb hőterhelés (napon történő szárítás) következménye lehet.

A spanyol édes és csípős örlemények illékony frakciójában is nagy számú – 150 feletti – aromakomponenst azonosítottam. Ezekben a paprikákban is találtam olyan illatalkotókat, melyek a hazaitól eltérő származási helyű nyersanyag felhasználását igazolják: a többi paprikához hasonlóan ezek az aromakomponensek is terpénvegyületek voltak (α -humulén, β -kadinén, δ -4-karén, valerénol). A spanyol édes örleményben továbbá megjelent mindegyik, a perui édesnemes örleményben kimutatott kurkuma-jelleges illatanyag is. Ezt az eredményt magyarázhatja egy jellegzetes, hazánkban nem termesztett fajta felhasználása az örleménykészítés során, illetve az említett perui fajtával történő nyersanyag keverés is. A heteroatomot tartalmazó vegyületek spanyol paprikákban tapasztalt alacsony össz-intenzitása ebben az esetben is a kisebb mértékű hőterhelésnek köszönhető, melyet a napon történő

szárítás jelent. A csípős örleményben a speciális – füstöléssel történő – szárításra utaló, pörkölt, füstös, fás jellegű benzolgyűrűs aromakomponenseket is azonosítottam.

4.1.5. Fűszerpaprika örlemény keverékek aromaösszetétele

Vizsgálataimat kiterjesztettem keverék örleményekre is: perui-magyar, magyar-spanyol, magyar-szerb és szerb-spanyol paprikákra. A keverékekről készült kromatogramok és a detektált illatkomponensek száma alapján a magyar-szerb és a spanyol-szerb paprikák voltak a legillatosabbak, ezeket követte a magyar-perui és a magyar-spanyol örlemény. A hazaitól eltérő termőhelyű nyersanyag felhasználását jelző illékony vegyületek az örlemény keverékek esetén is a terpén komponensek, valamint a benzolgyűrűs illatalkotók közül kerültek ki. Konkrét származási helyre nem utalnak ezek a vegyületek, csupán az import eredet jelzői. A magyar-perui örleményben négy olyan terpénvegyületet detektáltam, melyek a hazai fajtákban nem voltak jelen. A vizsgált édesnemes paprikában igen nagy mennyiségben azonosított turmeron vegyületek nem voltak közöttük. A magyar-spanyol örleményben az import eredet jelzőiként a β -pinént, az l-karvont és a γ -himachalént azonosítottam. A többi keverék paprikától eltérően a szerb eredet bizonyítékául nem terpénvegyületek, hanem benzolgyűrűs illatkomponensek szolgáltak: a 4-allilfenol és a miriszitcin.

A korábban vizsgált szegedi örleményekben hat olyan aromakomponenst azonosítottam, melyek mindegyik fajta illatának alkotói voltak, de a külföldi örleményekben nem detektáltam jelenlétüket (4-etil-2,6-xilenol, α -muurolén, p-menta-3,8-dién, elemol, liguohodgsonal, 3,4-dimetoxi-biciklo[4.2.0]okta-1,3,5-trien-7-ol). A keverék örlemények vizsgálata során tehát elsősorban a vegyületeket kerestem, hogy igazolni tudjam a magyar fűszerpaprika felhasználását a keverés során. Ezek közül csupán két komponenst, a 4-etil-2,6-xilenolt és a liguohodgsonalt sikerült kimutatnom egy-egy keverékben, a paprikák magyar eredetének igazolása ezért csak részben vezetett eredményre. A különböző származási helyű nyersanyagok felhasználásával készült termékekben tehát az import eredet kimutatása megbízhatóbbnak tűnt, mint a részben magyar származás igazolása.

4.1.6. A csípős és a csípősségmentes örlemények illattulajdonságainak összevetése

Bár a fűszerpaprika csípősségét okozó kapszaicinoidok gyenge illékonyaságuk miatt nem jelennek meg a kivonatokban, az extraktumokat összehasonlítva sikerült olyan aromaalkotókat találnom, melyek kizárólag a csípős örleményekben voltak jelen, függetlenül azok származási helyétől. Ezek a vegyületek különböző himachalán és longipinán vázas szeszkviterpének voltak: az α -, β - és γ -himachalén valamint a longiciklén és a longifolén. A himachalén vegyületek közül az α -himachalén kizárólag a hazai, míg a γ -változat csak a külföldi paprikából készült termékekben fordult elő. Ez utóbbi alkotó jelenléte tehát a keverék örleményekben a külföldi csípős paprika felhasználását jelezheti, mint ahogy meg is jelent a magyar-spanyol keverék örlemény illékony frakciójában. Az említett szeszkviterpének egyik csípősségmentes fajtában és örleményben sem detektáltam, így egyértelműen a csípősséget jelző anyagoknak tekinthetők.

4.2. A színvizsgálatok eredményei

4.2.1. Az örlemények színjellemzői

Színjellemzőik alapján a hazai és külföldi örlemények határozottan elkülönültek egymástól. Ez a különbség elsősorban a vörös-zöld színjellemző és a világossági tényező alakulásában jelent meg: a hazai fajták esetén mindkét érték nagyobbra bizonyult, mint a külföldi termékek esetén. A kék-sárga színjellemző esetén nem volt megállapítható ilyen egyértelmű különbség a hazai és a külföldi paprikák között. A keverék örlemények színjellemzőik alapján az előbb részletezett két csoport között helyezkedtek el: mindhárom színjellemző értékei a hazai és a külföldi örlemények vonatkozó értékei között találhatók. A

világossági tényező értékei a hazaiaké alatt helyezkedtek el, vagyis sötétebb árnyalatúak azoknál. Valószínűleg ez a legfőbb oka a hazai paprikák külföldiekkel történő keverésének: a szín mélyítése.

Az összes színezéktartalom vizsgálata során is hasonló eredményre jutottam, az örleménykeverékek ASTA színértékei ugyanis minden termék esetén nagyobbra bizonyultak a hazai fajták esetén mért értékeknél. A külföldi minták közül a perui és a török termékek voltak azok, melyek összes színezéktartalma meghaladta a legnagyobb mennyiséget tartalmazó hazai fajtáét is. A színjavító céllal történő örlemény keverés eredményessége tehát az összes színezéktartalom mérésével is igazolható.

4.2.2. Színváltozás a tárolás során

Egy szegedi fűszerpaprika féltermék esetén nyomon követtem a különböző hőmérsékleten történő tárolás hatását is a színjellemzők és az összes színezéktartalom alakulására. A magasabb hőmérsékleten tárolt féltermék színe a tárolás végére világosabb lett, a piros és a sárga színjellemzők értékei pedig a tárolási hőmérséklet függvényében csökkenést (a^*) illetve növekedést (b^*) mutattak, mindkét esetben a magasabb hőmérséklet hatására volt intenzívebb a változás. Mindkét tárolási hőmérséklet esetén a világossági tényező változása volt a legnagyobb 12 hónap elteltével, így ez a színjellemző tekinthető a leginkább hőérzékenynek.

Az összes színezéktartalom csökkenése szintén a szobahőmérsékleten tárolt paprika esetén volt nagyobb: 12 hónap elteltével a színezéktartalom 80 ASTA értékkel csökkent (50,6 %), míg a hűtőszekrényben tárolt minta esetén csupán 26 ASTA értékkel (16,5 %). Ez a különbség egyértelműen az eltérő tárolási hőmérsékletnek tulajdonítható. Az összes színezéktartalom csökkenésének mértéke a szobahőmérsékleten tárolt paprika esetén a tárolás végére meghaladta a vonatkozó rendeletben maximálisan megengedett mennyiséget.

4.3. Új tudományos eredmények

Doktori dolgozatom új tudományos eredményei az alábbi pontokban foglalhatók össze:

1. A mintaelőkészítési módszer illatképet meghatározó tulajdonsága miatt a mérés előtt választani kell az analitikai cél függvényében; fajta/termőhely és érzékszervi minőség azonosítás esetén Likens-Nickerson SDE (esetleg vízgőzdesztilláció, SD); egyéb esetekben a feladatra alkalmas SPME szál. A desztillációs (LN-SDE, SD) módszerek artefakt-képző hatását a SPME mérések egyértelműen cáfolják.
2. A hazai fajták illatkomponensei között kettő, a külföldről származó mintákban nem jelentkező marker alkotót (4-etil-2,6-xilenol és liguohodgsonal) azonosítottam. Továbbá tapasztaltam, hogy a hazai származású örleményekben az illataktív terpén és pirazin vegyületek száma és aránya jelentősen magasabb, mint a külföldi vagy külhoni örleményt is tartalmazó termékekben.
3. A tárolás során az alacsonyabb forráspontú illó komponensek intenzitása lényegesen csökken, míg a zsírsavak és karotinoid bomlástermékek mennyisége jelentősen növekszik – mindkét esetben a magasabb tárolási hőmérséklet okoz intenzívebb változást.
4. Valamennyi külföldi örlemény egyedi illatképpel rendelkezett, és mindegyikben azonosítottam jellegzetes, a hazai fajtákban mindeddig nem detektált aromaalkotókat, így ezen illatalkotók megjelenése a hazánkban forgalmazott örleményekben a külföldi nyersanyag-felhasználást jelzi.

5. Származási helytől függetlenül azonosítottam olyan illatkomponenseket, melyek kizárólag a csípős fűszerpaprika fajták illékony frakciójában vannak jelen. A kapszaicinoid vegyületek jelenlétén túl tehát, a csípős fajták egyedi, himachalán és longipinán vázas aromaösszetevőkkel is jellemezhetők.
6. Színjellemzőik alapján a hazai és külföldi termékek határozottan elkülönültek egymástól. A keverék őrlmények e jellemzők szerint az említett két csoport között helyezkedtek el, tehát műszeres színméréssel is igazolható a keverés színjavító hatása. Az összes színezéktartalom vizsgálata is igazolta az őrleménykeverés eredményességét, mivel a keverékek színezéktartalma a hazai fajtákénál kedvezőbb értéket mutatott.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Mivel hazánk a hungarikumok között számon tartott fűszerpaprika elismert termelőjének számít, megfelelő minősítő módszerekkel kell rendelkezünk, hogy versenyképességét javítsuk és megőrizhessük hírnevét. A paprika minőségét és fűszerértékét leginkább az illata, vagyis aromagazdagsága határozza meg, ezért különösen fontos, hogy a felsorolt jellemzők vizsgálatára megbízható és rutinszerűen alkalmazható eljárás álljon rendelkezésre. Eredményeim hasznosan egészítik ki a fűszerpaprika aromavizsgálatának témájában folyó nemzetközi kutatásokat, általuk ugyanis képet kapunk néhány Magyarországon termesztett paprikafajta illattulajdonságáról is.

A dolgozatban ismertetett mintaelőkészítési és kiértékelési módszerrel lehetővé vált olyan aromakomponensek azonosítása az őrlmények illékony frakciójában, melyek jelenléte a termék hazaitól eltérő származási helyét jelzi. Folytatva és kiterjesztve a kutatásokat további hazai fajták, valamint a világ más részein termesztett fűszerpaprika fajok és fajták vizsgálatára, a továbbiakban sor kerülhet a származási hely pontosabb azonosítására, valamint a különböző *Capsicum* fajok aromaösszetétele közötti eltérések feltárására is. A termőhely hatás tekintetében a hazai paprikákra koncentrálna, a két fő termelő körzet fajtáinak aromaösszetétele közötti különbségekre is fény derülhet a további kutatások során. A csípős fajtákban megjelenő jellegzetes himachalán vázas szeszkviterpének kimutatása az őrleményekben egyértelműen utal a kapszaicinoidok jelenlétére, így az illatösszetétel vizsgálatával egyúttal a termék csípősségéről is információhoz jutunk.

A kutatások további célja lehet a paprika termés illatösszetételének tanulmányozása a fűszernövény teljes életciklusában. Eredeti termőhelyén ugyanis a paprika évelő növény – hazánkban egynyári, tehát mi mindig az „első évi” termést fogyasztjuk. Ezek a vizsgálatok rávilágítanának arra, hogy a növény mely életkorában adja a legjobb minőségű termést.

A dolgozatban tárgyalt műszeres illatvizsgálati módszerek a nemesítési munka során is hasznosíthatók, mert eredményeik segítik az aromadúsabb *Capsicum* fajták kiválasztását. Az aromavizsgálatokkal párhuzamosan a színjellemzők illetve az összes színezéktartalom meghatározása is hozzájárul a fűszerpaprika őrlmények érzékszervi tulajdonságainak javításához. A keverés színjavító hatásának műszeres vizsgálata ugyanis a továbbiakban segítséget nyújthat a különböző paprikafajták optimális keverési arányának meghatározásához. Ily módon e fűszer legfontosabb – és a fogyasztók választásában is döntő – jellemzőinek vonatkozásában az érzékszervi vizsgálatok kiegészíthetők műszeres ellenőrzésekkel is.

6. PUBLIKÁCIÓK

Impakt faktoros folyóirat cikkek:

1. Várvölgyi, E., Gere, A., Szöllősi, D., Sipos, L., Kovács, Z., Kókai, Z., **Csóka, M.**, Mednyánszky, Zs., Fekete, A., Korány, K. (2014): Application of sensory assessment, electronic tongue and GC-MS to characterize coffee samples, *Arabian Journal for Science and Engineering (in press)* IF: 0,385
2. **Csóka, M.**, Amtmann, M., Nyitrai Sárdy, D., Kállay, M., Korány, K. (2013): GC-MS Description of the primary aroma structure of two Kadarka wines considered indigenous in Hungary, *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 86, 104-112. IF: 0,34
3. Györfi, J., Geösel, A., Kiss, M., Nemes, K., **Csóka, M.**, Korány, K. (2013): Gas Chromatography–Mass Spectrometry Confirmation of the Sensory Scent Features of the Most Commonly Consumed *Agaricus bisporus* and *Agaricus subrufescens* Exhibiting Anticancerous Traits. *Journal of Medicinal Food*, 16(2), 167-175. IF: 1,642
4. **Csóka, M.**, Amtmann, M., Nemes, K., Korány, K. (2013): Comparison of the aroma properties of red pepper (*Capsicum annuum* L.) varieties grown in Hungary, *Acta Alimentaria*, 42 (2), 143-157. IF: 0,475
5. Kiss, M., **Csóka, M.**, Györfi, J., Korány, K. (2011): Comparison of the fragrance constituents of *Tuber aestivum* and *Tuber brumale* gathered in Hungary, *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 84, 102-110. IF: 0,429
6. Majoros, E., **Csóka, M.**, Amtmann, M., Korány, K. (2008): Comparison of the volatile compounds of fresh and dried apricot fruits by GC-MS measurements, *Acta Alimentaria*, 37 (2), 271-282. IF: 0,441

Nem impakt faktoros folyóirat cikkek:

1. Szöllősi, D., Nemes, K., **Csóka, M.**, Korány, K., Amtmann, M. (2010): A komló és a sör aromajellemzőinek vizsgálata, *Élelmiszervizsgálati Közlemények*, 56 (2) 102-109.
2. Amtmann, M., **Csóka, M.**, Nemes, K., Korány, K. (2010): Az aranyvessző virág (*Solidago canadensis* L.) és méz illatkapcsolata, *Élelmiszervizsgálati Közlemények*, 56 (2) 96-101.
3. **Csóka, M.**, Majoros, E., Korány, K. (2007): A friss és aszalt kajszibarack illatulajdonosságainak összehasonlítása GC-MS módszerrel, *Élelmiszervizsgálati Közlemények*, 53 (2) 83-87.
4. Majoros, E., **Csóka, M.**, Korány, K. (2006): Sárgabarack gyümölcs, ~pálinka és ~szeszital aromatulajdonosságainak feltérképezése GC-MS vizsgálatokkal, *Élelmiszervizsgálati Közlemények*, 52 (2) 77-84.

Konferencia kiadványok, magyar nyelvű:

1. **Csóka, M.**, Korány, K. (2014): Külföldi eredetű nyersanyag felhasználásának kimutatása aromavizsgálatokkal fűszerpaprika örleményekben, *Táplálkozástudományi kutatások – Aktualitások a táplálkozástudományi kutatásokban*, 2014. január 16, Budapest
2. Korány, K., **Csóka, M.**, Lelik, L., Amtmann, M. (2009): Pezsgők illatának mérése, *"Lippay János - Ormos Imre - Vas Károly" Tudományos Ülésszak*, 2009. október 28-30, Budapest
3. Nemes, K., **Csóka, M.**, Mednyánszky, Zs., Amtmann, M. (2009): Csonthéjas (mandula, sárgabarack, őszibarack) és akácméz illatszerkezetének GC-MS leírása, *"Lippay János - Ormos Imre - Vas Károly" Tudományos Ülésszak*, 2009. október 28-30, Budapest
4. **Csóka, M.**, Nemes, K., Mednyánszky, Zs., Amtmann, M. (2009): Szegedi származású fajtaazonos paprikaörlemények illattulajdonosságainak vizsgálata, *"Lippay János - Ormos Imre - Vas Károly" Tudományos Ülésszak*, 2009. október 28-30, Budapest
5. Korány, K., Lelik, L., **Csóka, M.**, Amtmann, M. (2009): A "bouquet" GC-MS elemzése Likens-Nickerson SDE mintaelőkészítést követően, *"Lippay János - Ormos Imre - Vas Károly" Tudományos Ülésszak*, 2009. október 28-30, Budapest
6. Amtmann, M., Nemes, K., **Csóka, M.**, Mednyánszky, Zs., Korány, K. (2009): Mézék illatszerkezetének vizsgálata, *"Lippay János - Ormos Imre - Vas Károly" Tudományos Ülésszak*, 2009. október 28-30, Budapest
7. **Csóka, M.**, Majoros, E., Szöllősi, D. (2007): Különböző termőhelyről származó Tokaji Furmint és Tokaji Hárslevelű borok GC-MS vizsgálata, *"Lippay János - Ormos Imre - Vas Károly" Tudományos Ülésszak*, 2007. november 7-8, Budapest
8. Majoros, E., **Csóka, M.**, Amtmann, M. (2007): Pálinkák eredetének GC-MS igazolása marker komponensekkel, *"Lippay János - Ormos Imre - Vas Károly" Tudományos Ülésszak*, 2007. november 7-8, Budapest
9. Amtmann, M., **Csóka, M.**, Korány, K. (2007): Az aranyvessző virág (*Solidago canadensis*, L.) és aranyvessző méz illatkapcsolatának GC-MS vizsgálata, *"Lippay János - Ormos Imre - Vas Károly" Tudományos Ülésszak*, 2007. november 7-8, Budapest
10. Majoros, E., **Csóka, M.**, Korány, K. (2006): Kajszibarackból készült termékek gyümölcserejétének bizonyítása GC-MS mérésekkel, *Műszaki Kémiai Napok '06*, 2006. április 25-27, Veszprém
11. Majoros, E., **Csóka, M.**, Korány, K. (2006): A kajszibarack és a belőle készült termékek aromatulajdonosságainak összehasonlítása, *VII. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia*, 2006. április 20-21, Szeged

12. Majoros, E., **Csóka, M.**, Korány, K. (2006): Sárgabarack gyümölcs, ~pálinka és ~szeszital aromatulajdonságainak feltérképezése GC-MS vizsgálatokkal, *XV. Élelmiszer Minőségellenőrzési Tudományos Konferencia*, 2006. március 29-31, Debrecen
 13. **Csóka, M.**, Majoros, E., Korány, K. (2006): A friss és aszalt kajsziarack illatulajdonságainak összehasonlítása GC-MS módszerrel, *XV. Élelmiszer Minőségellenőrzési Tudományos Konferencia*, 2006. március 29-31, Debrecen
 14. Kétszeri, D., **Csóka, M.**, Korány, K. (2005): Borok elsődleges aromaszervezetének vizsgálata, "*Lippay János - Ormos Imre - Vas Károly*" Tudományos Ülésszak, 2005. október 19-20, Budapest
 15. Majoros, E., **Csóka, M.**, Korány, K. (2005): Valódi gyümölcspálinka és ugyanazon alapanyagból származó mesterséges aromákból előállított szeszital illatulajdonságai, "*Lippay János - Ormos Imre - Vas Károly*" Tudományos Ülésszak, 2005. október 19-20, Budapest
 16. Korány, K., **Csóka, M.**, Amtmann, M. (2005): A levendula és a levendulaméz közötti kémiai összefüggés, "*Lippay János - Ormos Imre - Vas Károly*" Tudományos Ülésszak, 2005. október 19-20, Budapest
 17. **Csóka, M.**, Amtmann, M., Korány, K. (2005): Friss és aszalt gyümölcsök illóanyagtartalom változásának vizsgálata GC-MS módszerrel, "*Lippay János - Ormos Imre - Vas Károly*" Tudományos Ülésszak, 2005. október 19-20, Budapest
- (*Prunus armeniaca* L.) products, *The 12th International Symposium, Prospects for the 3rd Millennium Agriculture*, Cluj-Napoca, 26-28 September, 2013
6. **Csóka, M.**, Amtmann, M., Nyitrai Sárdy, D., Simon Sarkadi, L., Korány, K. (2013): The Primary Aromastructure of Some Red Wines, *In Vino Analytica Scientia Symposium*, Reims, 2-5 July, 2013
 7. Várvölgyi, E., Gere, A., Szöllősi, D., Sipos, L., Kovács, Z., Kókai, Z., **Csóka, M.**, Mednyánszky, Zs., Fekete, A., Korány, K. (2012): Evaluation of coffee with sensory evaluation, electronic tongue and chemical analysis, *XIII. Chemometrics in Analytical Chemistry*, Budapest, June 25-29, 2012

Nemzetközi konferencia kiadványok, angol nyelvű:

1. **Csóka, M.**, Amtmann, M., Simon Sarkadi, L., Korány, K. (2014): Aroma composition of red pepper products from different origin, *5th EuCheMS Chemistry Congress*, Istanbul, Aug. 31- Sep. 4, 2014
2. **Csóka, M.**, Amtmann, M., Mednyánszky, Zs., Nemes, K., Korány, K. (2013): Different aroma extraction methods for the isolation of food volatiles, *Food Science Conference 2013 – With research for the success of Darányi Program*, Budapest, 7-8 November, 2013
3. Mednyánszky, Zs., **Csóka, M.**, Amtmann, M., Korány, K., Nemes, K., Sipos, L., Dalmadi, I., Kovács, Z. (2013): Discrimination of black teas by GC-MS analysis, sensory profile analysis and electronic nose and tongue, *Food Science Conference 2013 – With research for the success of Darányi Program*, Budapest, 7-8 November, 2013
4. Mednyánszky, Zs., Korány, K., Amtmann, M., **Csóka, M.**, Békefi, E., Sipos, L., Dalmadi, I., Kovács, Z., Simon Sarkadi, L. (2013): Comparison of different teas by GC-MS analysis, electronic nose and tongue and sensory profile analysis, *2nd International Congress on Cocoa Coffee and Tea*, Naples, 9-11 October, 2013
5. **Csóka, M.**, Amtmann, M., Mednyánszky, Zs., Nemes, K., Simon Sarkadi, L., Korány, K. (2013): The appearance of fruit character in the volatile fraction of various apricot