



Élelmiszertudományi Kar

**FÚSZERPAPRIKA ŐRLEMÉNYEK SZÍN- ÉS ILLATTULAJDONSÁGAINAK
VIZSGÁLATA**

Csóka Mariann

Témavezető: Dr. Korány Kornél

Budapest

2014

A doktori iskola

megnevezése: Élelmiszertudományi Doktori Iskola

tudományága: Élelmiszertudományok

vezetője: Dr. Felföldi József
egyetemi tanár, DSc
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

TARTALOMJEGYZÉK

Rövidítések jegyzéke

1.	BEVEZETÉS	1
2.	IRODALMI ÁTTEKINTÉS	3
2.1.	A fűszerpaprika gazdasági jelentősége	3
2.2.	A fűszerpaprika növény	5
2.2.1.	A fűszerpaprika elterjedése a világon és Magyarországon	5
2.2.2.	A fűszerpaprika rendszertani besorolása.....	5
2.2.3.	A fűszerpaprika hazai termesztése és biológiai igényei.....	7
2.2.4.	A fűszerpaprika beltartalmi összetétele és táplálkozás-élettani jelentősége	10
2.3.	A fűszerpaprika őrlemény	11
2.3.1.	A fűszerpaprika feldolgozása, őrlemény előállítás.....	11
2.3.1.1.	Betakarítás	11
2.3.1.2.	Tárolás, utóérlelés	12
2.3.1.3.	Mosás, szeletelés.....	14
2.3.1.4.	Szárítás	14
2.3.1.5.	Őrlés	14
2.4.	A fűszerpaprika őrlemény minőségét meghatározó tényezők	15
2.4.1.	Az őrlemény fizikai tulajdonságai.....	15
2.4.1.1.	Szín	15
2.4.1.2.	Illat	16
2.4.1.3.	Őrlési finomság.....	16
2.4.2.	Az őrlemény kémiai összetétele	17
2.4.2.1.	Szénhidrátok	17
2.4.2.2.	Fehérjék.....	17
2.4.2.3.	Zsírok, olajok.....	17
2.4.2.4.	Víz.....	18
2.4.2.5.	Színanyagok	18
2.4.2.6.	Illatanyagok	21
2.4.2.7.	Kapszaicinoidok	32
2.4.2.8.	Vitaminok.....	35
2.4.2.9.	Ásványi anyagok.....	35
2.4.2.10.	Nemkívánatos anyagok	35
2.4.3.	Az őrlemény mikroflórája.....	35
2.4.3.1.	Baktériumok	36
2.4.3.2.	Penészgombák	36
2.4.3.3.	Élesztőgombák.....	37
2.5.	A szárított fűszerpaprika szín- és illatvizsgálatainak eddigi eredményei.....	37
2.6.	A fűszerpaprika őrlemény minőségbiztosítása.....	40
2.6.1.	Minőségi csoportosítás	41
2.6.2.	Hamisítás.....	43
3.	CÉLKITÚZÉS	44
4.	ANYAG ÉS MÓDSZER	45
4.1.	Vizsgálati minták.....	45
4.2.	Az aromajellemzők meghatározása	47
4.2.1.	A mintaelőkészítési módszerek összehasonlítása.....	47
4.2.1.1.	Hagyományos vízgőzdesztilláció	47
4.2.1.2.	Szimultán desztilláció-extrakció (SDE).....	48
4.2.1.3.	Szilárd fázisú mikroextrakció (SPME).....	49
4.2.2.	A műszeres vizsgálat.....	50
4.3.	Színmérés	50

4.3.1.	A fűszerpaprika színjellemzőinek mérése.....	51
4.3.2.	Az összes színezéktartalom mérése	52
5.	EREDMÉNYEK	54
5.1.	Az aromavizsgálatok eredményei.....	54
5.1.1.	Az eredmények kiértékelésének módja.....	54
5.1.2.	A mintaelőkészítési módszerek hatása az aromaösszetételre.....	57
5.1.3.	A különböző hazai fajták aromajellemzői.....	69
5.1.4.	A fűszerpaprika aromájának változása a tárolás során	80
5.1.5.	Külföldi fűszerpaprika őrlmények vizsgálata.....	85
5.1.5.1.	Perui fűszerpaprika őrlmények	86
5.1.5.2.	Török fűszerpaprika őrlmények	91
5.1.5.3.	Spanyol fűszerpaprika őrlmények	96
5.1.6.	Fűszerpaprika őrlmény keverékek	99
5.1.7.	A csípős és a csípősségmentes őrlmények illattulajdonságainak összevetése	106
5.2.	A színvizsgálatok eredményei.....	108
5.2.1.	Az őrlmények színjellemzői	108
5.2.2.	Színváltozás a tárolás során.....	111
5.3.	Új tudományos eredmények.....	117
6.	KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	119
7.	ÖSSZEFOGLALÁS	120
8.	SUMMARY	124

IRODALOMJEGYZÉK

MELLÉKLETEK

M1 A farnezán alapváz és néhány monociklusos szeszkviterpén származéka

M2 A farnezán alapváz és néhány policiklusos szeszkviterpén származéka

M3 A spanyol csípős őrlmény kromatogramjai különböző mintaelőkészítési eljárásokat alkalmazva

M4 A spanyol édes őrlmény kromatogramjai különböző mintaelőkészítési eljárásokat alkalmazva

M5 A magyar fűszerpaprika féltermékekben azonosított egyedi terpén komponensek

M6 A török paprika termékek egyedi terpén illatkomponensei

M7 Néhány „füstös” illat kialakításáért felelős aromakomponens megjelenése a spanyol csípős őrlmény kromatogramján

CD MELLÉKLET (Aroma táblázatok)

A dolgozatban használt rövidítések jegyzéke

ANOVA	Analysis of Variance	Variancia analízis
ASTA	American Spice Trade Association	Amerikai Fűszerkereskedelmi Szövetség
Carboxen-PDMS	Carboxen-polydimethylsiloxane	Carboxen-polidimetilsziloxán
DA	Discriminant Analysis	Diszkriminancia analízis
PA	polyacrylate	poliakrilát
PCA	Principal Component Analysis	Főkomponens analízis
PDMS	polydimethylsiloxane	polidimetilsziloxán
PDMS-DVB	polydimethylsiloxane-divinylbenzene	polidimetilsziloxán-divinilbenzol
PTRI	programmed temperature retention index	programozott hőmérsékleti retenció index
RRT	relative retention time	relatív retenció idő
SD	steam distillation	vízgőzdesztilláció
SDE	simultaneous distillation extraction	szimultán desztilláció-extrakció
SPME	solid phase microextraction	szilárd fázisú mikroextrakció

1. BEVEZETÉS

A fűszerpaprika (*Capsicum annuum* L.) hazánk talán legfontosabb fűszernövénye, mely jelentős mértékben hozzájárult a magyar konyha hírnevének megalapozásához. A fűszerpaprika származási helye Közép-Amerika, innen jutott a középkorban spanyol hódítók közvetítésével Európába. Hazánkba valószínűleg a Balkán-félszigetről került török-délszláv közvetítéssel, neve nyelvünkben a szerbhorvát „papar” szó származékként terjedt el, korábbi elnevezései: a törökbors és a pogánybors pedig török eredetűre utalnak. Fűszerező hatásán túl gyógyhatású növényként is ismerték és alkalmazták, elsősorban megfázásos megbetegedések esetén és az emésztés elősegítésére. Sőt: egészen az 1800-as évek végéig főként gyógyító hatása miatt kedvelték a növényt, fűszerezésre leginkább a pásztorok használták. Széles körű elterjedése fűszerként csak a csípősségmentes fajták nemesítése után (XX. sz. eleje) indult meg. A fűszerpaprika őrlemény ételízesítőként történő használata főleg azokban az országokban jellemző, ahol kedveltek és elterjedtek a zsíros ételek, mivel azok élvezeti értékét és színét nagymértékben fokozza. Hazánkban a fűszerpaprika fogyasztás igen jelentős, fejenként körülbelül fél kilogramm évente.

A fűszerpaprika termesztése Magyarországon a XVIII. század végétől kezdődően terjedt el, leginkább a Dél-Alföldön, Szeged és Kalocsa környékén, de több kisebb tájkörzetben is fontos fűszernövény. A hagyományos, napjainkban is alkalmazott feldolgozási technológia kialakulása is ezekhez a területekhez köthető. A termelés a XIX. század közepéig a családi ellátás keretein belül működött, de a század végére a feldolgozás már ipari méretekben történt és a fűszer jól jövedelmező, fontos exportcikké vált. Ezzel párhuzamosan megjelentek a hamisítások is, melyek visszaszorítására a XX. század elejétől szigorú állami minőségellenőrzést vezettek be az országban. A hamisítás ebben az időben elsősorban a spanyol őrleménnyel történő keverést jelentette, de ismert manipulációk voltak a liszttel vagy korpával való keverés, a szín javítása bárium-szulfátos kátrányfestékkel, valamint a fakó szín élénkítése tökmag- vagy napraforgóolajjal. Az első világháború idején bevezetett kötelező minősítés és ólomzárolás azonban megtette hatását: garantálta a jó minőséget és visszaállította a magyar fűszerpaprika őrlemény jó hírnevét. A második világháborút követően viszont ez a jól felépített rendszer hanyatlásnak indult majd tönkrement, mivel a nagyüzemi módszerekkel történő fűszerpaprika termesztéssel nem lehetett biztosítani a korábban létrehozott, magas minőségű termék előállítását. Az őrleménygyártás és kereskedelem állami monopólium volt, a hamisításnak pedig súlyos következményei voltak. A rendszerváltás óta ismét a piaci viszonyok érvényesülnek. A nagyvállalatok mellett megjelentek a kisebb, családi vállalkozások is, de jelentős a házi termesztés, feldolgozás és értékesítés is. Az 1990-es évek óta azonban a fűszerpaprika termőterülete, termésmennyisége és az előállított őrlemény mennyisége is folyamatosan csökkent, és ez a tendencia a 2000-es évek eleje óta Európa más országaiban – elsősorban Spanyolországban – is megfigyelhető. Ezzel párhuzamosan az európai piacokra

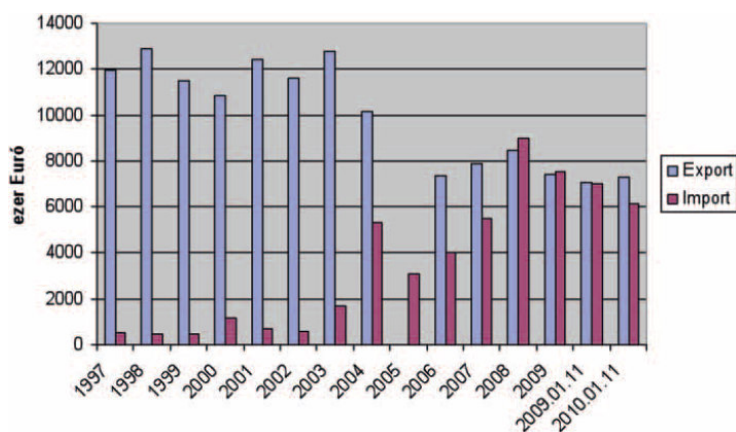
folyamatosan áramlik a Dél-Amerikából, Dél-Afrikából és Ázsiából származó, olcsó import fűszerpaprika, melyet a hazai őrleményhez keverve jóval olcsóbb termék állítható elő. Az előállítási költségek szempontjából a magyar fűszerpaprikák soha nem lesznek versenyképesek a hazánknál melegebb éghajlatú – és ezért hosszabb tenyészidejű, valamint olcsóbb munkaerővel rendelkező – országokból származó paprikákkal. Különleges minőségű, például földrajzi eredetvédelemmel ellátott termékek előállításával azonban biztosítható a hazai fűszerpaprika termesztés jövője. Ezek a termékek ugyanis az exportpiacokon is nagyobb bizalmat élveznek és magasabb áron értékesíthetők. Hazánk mindkét jelentős paprikatermesztő körzetében előállított őrleménye bekerült az oltalom alatt álló eredetmegjelölések és földrajzi jelzések nyilvántartásába, így a szegedi és a kalocsai paprika is védelmet élvez az elnevezés használatával való visszaélések ellen, valamint egyértelműen beazonosítható a hazai és nemzetközi piacon.

A *Capsicum* nemzetség tagjait – a különböző fűszerpaprika változatokat – világszerte elterjedten használják élénk színük, kellemes aromájuk illetve egyes változataik csípős íze miatt. Azon túl, hogy az őrlemény aromája – a szín mellett – a termék egyik legfontosabb érzékszervi tulajdonsága és ezáltal lényeges szerepet játszik a fogyasztók választásában, a fűszerpaprika illóanyag-összetételének ismerete fontos eszközzé válhat a kezünkben a fajta- illetve a származási hely azonosítás (eredetigazolás) terén is. A különböző *Capsicum* fajok aromaösszetételének tanulmányozása nyomán számos nemzetközi publikáció született már a témában – elsősorban a fűszer fontosabb termelő és feldolgozó országaiból származó kutatók tollából –, ám a hazai fajták ilyen irányú vizsgálata eddig váratott magára. A témának aktualitást ad az a tény is, hogy napjainkban szinte rutinszerűvé vált az olcsóbb, külföldi eredetű fűszerpaprika hazaihoz történő keverése – elsősorban a szín javítása céljából. Munkám ily módon hasznosan egészíti ki a témában folyó nemzetközi kutatásokat néhány Magyarországon termesztett fajta érzékszervi jellemzőinek bemutatásával, valamint külföldi illetve külföldi-hazai őrleménykeverékek szín- és aromatulajdonságainak vizsgálatával.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A fűszerpaprika gazdasági jelentősége

A világ fűszerpaprika-termő területe az 1960-1980-as évek között körülbelül 200 ezer hektár volt, melyből Európa mintegy 45 ezer hektárral részesedett. Ezen a területen termett a világ őrleményexportjának 75 %-a, melyből hazánk akkoriban 8-9000 hektárral vette ki a részét. Azóta a világ fűszerpaprika termelése némileg átrendeződött, fokozatosan áthelyeződött a déli féltekére illetve Ázsiába (HODOSSI et al., 2012). A hazai export is jelentősen visszaesett, 3-4000 tonnáról 1000 tonna körüli mennyiségre. A hazai fűszerpaprika termés jelenleg 12-13 ezer tonna, melyből 2000-2200 tonna őrleményt állítanak elő. A magyar paprika még mindig keresett árucikk az exportpiacokon, bár az import is egyre nagyobb mértékű – különösen a húsipar részéről – elsősorban a kedvezőbb ár miatt. A magyar fűszerpaprika elismert világpiaci árának köszönhetően ugyanis a feldolgozók a hazai paprikát inkább az exportpiacokon értékesítik magasabb ára miatt, a hazai igényeket pedig részben olcsóbb importból elégítik ki. A különböző származási helyű fűszerpaprikák keverése egyébként nem hazai jellegzetesség, egy időben Nyugat-Európában is bevett gyakorlatnak számított a viszonylag olcsó, de jó minőségű magyar fűszerpaprika hozzákeverése az intenzívebb színű őrleményekhez, így fokozva annak ízesítő tulajdonságát. Ily módon kitűnő színezőképeségű és igen aromás terméket nyertek, mely a világpiacon jól értékesíthető volt (KORBÁSZ, 2010). A fűszerpaprika import tekintetében az utóbbi években jelentős változás következett be (1. ábra): a 2003-ig jelentéktelen import 2004-ben hirtelen megnövekedett, majd 2006-tól – 2008 és 2009 kivételével – már ismét több volt az export, mint az import (HODOSSI et al., 2012).



1. ábra A magyar fűszerpaprika export-import alakulása 1997-2010 között (HODOSSI et al., 2012)

A fűszerpaprika a hagyományos magyar konyha nélkülözhetetlen fűszere, háztartási felhasználásán túl elsősorban a húsipar és a konzervipar használja húsételek készítéséhez valamint különböző ételízesítő paszták, őrlemények, fűszerporok, levesporok, leveskockák, mártások,

krémek, szószok gyártásakor nagy színező- és fűszerező képessége miatt (VÁRSZEGI, 1987, VÉKONY, 1988). A hazai fűszerpaprika fogyasztás kb. fél kilogramm évente, amely az átlagos európai fogyasztásnak legalább a négyszerese, bár pontos adatok ez utóbbiról nem állnak rendelkezésre. A paprika orvosi célú felhasználásának is hosszú történelme van egészen a maja indiánokig visszamenőleg, akik a növényt asztma, köhögés, torokgyulladás, különböző sebek és bélpanaszok kezelésére használták (CICHEWICZ et al., 1996). Az aztékok a chilli csípősségét fogfájás enyhítésére, míg hazánkban a népi gyógyászatban ödéma, hasmenés, asztma, ízületi gyulladás, izomgörcs és fogfájás esetén alkalmazták. Napjainkban is használják gyógynövényként a különböző *Capsicum* fajtákat szélhajtóként, emésztést elősegítő és serkentő szerként, valamint élénkítő és bőrizgató szerként. A növény érett termése (*Capsici fructus*) és kivonata (*Tinctura capsici*) a VIII. Magyar Gyógyszerkönyvben is megtalálható. Külsőleg alkalmazva bőrre dörzsölve égető érzést és a bőr alatti szövetekre kiterjedő vérbőséget okoz a kapszaicin, ezért ízületi és izomfájdalmak, derékfájás, valamint az alsó végtagok keringési zavarai esetén is használják. A fűszerpaprikát a kozmetikai ipar is felhasználja különböző arckenőcsökben, pakolásokban, hajhullás elleni szerekben (TÓTH, 2000). A gyengébb minőségű őrleményeket és a gyártási hulladékot különböző takarmánykeverékek adalékanyagaként használják, mert β -karotin tartalmuk az állatok májában, béltraktusában A-vitaminná alakul. A β -karotin egy része baromfiakkal etetve beépül az állat szervezetébe, más része a tojássárgájában felhalmozódva javítja annak sárga színét, amely így élénkebb színt kölcsönöz a belőle készült száraztésztaknak és egyéb termékeknek. A takarmány karotintartalmának egy része felszívódva sárgásra színezi a bőr alatti kötőszövetet és a bőrt is, így a baromfi kedvezőbben értékesíthető (HORVÁTH, 1996a).

Az Európai Bizottság a szegedi fűszerpaprika őrleményt 2010. novemberében, a kalocsai fűszerpaprika őrleményt pedig 2012. júliusában jegyezte be az oltalom alatt álló eredetmegjelölések és földrajzi jelzések nyilvántartásába. Az oltalom alatt álló eredetmegjelölés alapfeltétele, hogy a termék előállítása, feldolgozása és elkészítése az adott földrajzi területen elismert módszerekkel kell történjen. Az uniós szimbólum jelenléte a fogyasztók számára egyértelművé teszi, hogy a termék sajátos jellege annak földrajzi származásából fakad, így az nagyobb bizalmat élvez (VARANKA, 2011). A nyilvántartásba való bekerülés védelmet biztosít az elnevezés használatával való visszaélések ellen (a termék előállítása kizárólag a termékleírásban meghatározott területen, az ott szereplő kritériumok alapján történhet), valamint az azonos közösségi szimbólum révén beazonosíthatóvá és az európai köztudatban is egyenértékűvé teheti a hazai termékeket más tagállamok olyan ismert fűszereivel, mint például a szardíniai sáfrány, a cseh kömény, vagy az espelette-i paprika.

2.2. A fűszerpaprika növény

2.2.1. A fűszerpaprika elterjedése a világon és Magyarországon

A fűszerpaprika Közép-Amerikából származik, termesztésére és emberi fogyasztására 3000-4000 éves leletek utalnak. Innen terjedt el először Dél- majd Észak Amerikába, később pedig a spanyolok közvetítésével Európába. Hazánkba valószínűleg a törökök és a délszlávok közvetítésével jutott el a XVI. században, erre utal korábbi megnevezése, a „törökbor” is. A növényt eleinte dísnövényként termesztették a főúri kertekben, fűszerezésre csak később kezdték használni, főként a szegényebb néprétegek, a bors helyettesítésére. Ebben az időszakban a fűszerpaprika feldolgozása abból állt, hogy a paprikát kenderzsinegre fűzték és napon, a házak eresze alatt felfüggesztve megszáritották. Végso víztartalmát a kenyér sütése után a meleg kemencében való szárítással állították be. Ezt követően a bőrt, magot és erzetet tartalmazó részt letörték a csomóról, és a bogyót famozsárban összezúzták. Ez volt a „csömőpaprika”, amelyet később – a csípősség csökkentésére – durván megtörtek és kiszitálták belőle a mag egy részét. A magot később elvetették, a fennmaradó rész további aprításával pedig a „finom csömőpaprikához” jutottak. Házi fűszerként eddigre már az egész országban elterjedt, de nagyobb arányú termesztése a jobb minőséget eredményező kedvező éghajlati viszonyok miatt elsősorban az ország déli területein – Kalocsa és Szeged környékén – volt jellemző. Itt alakultak ki a későbbi termesztési körzetei is (HORVÁTH, 1996a). A jellegzetes magyar konyha ma már elképzelhetetlen e – kezdetben borspótlékként használt – fűszer nélkül. Hazánkon kívül a fűszerpaprika fontos termelő országainak számít Európában Spanyolország, ahol Galicia, Extremadura, Navarra tartomány, valamint Alicante környéke jelentős termelő körzetek. Portugália középső részén és Baszkföldön is elterjedt a fűszerpaprika termesztés, az utóbbi termőkörzet hagyományai sok hasonlóságot mutatnak a hagyományos magyar feldolgozás-technológiával (SOMOGYI, 2002, 2006). Közép-Kelet Európában hazánkon kívül leginkább Bulgáriában, Szerbiában és Romániában termesztik. Európán kívül Törökország, Marokkó, Dél-Afrika, egyes Távol-Keleti országok (India, Kína, Indonézia, Dél-Korea, Vietnam), valamint eredeti származási területe, a közép- és dél-amerikai államok (Mexikó, Kuba, Peru, Brazília) számítanak jelentős fűszerpaprika termelő és exportáló országoknak. A hazánknál melegebb éghajlatú országokban termelt fűszerpaprika őrlemény előállításai költsége alacsonyabb a kedvezőbb szárítási lehetőségek miatt.

2.2.2. A fűszerpaprika rendszertani besorolása

A közönséges fűszerpaprika – *Capsicum annuum* L. – hazánk legismertebb fűszernövénye, a hagyományos magyar konyha nélkülözhetetlen összetevője. A *Capsicum* nemzetség a burgonyafélék (*Solanaceae*) családjába tartozik, tudományos elnevezése a termés csípős ízére utal

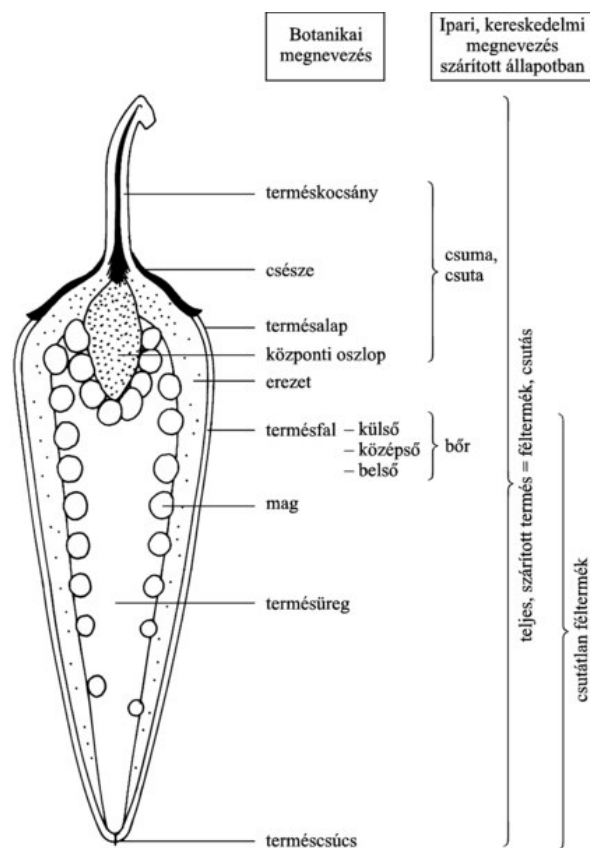
(capsis = „csípés”). A nemzetségnek több, mint 200 tagja van, de világszerte 5 fajtát termesztik, igen sokféle változattal. Ezek a közönséges paprika (*Capsicum annuum*), a cserjés paprika (*Capsicum frutescens*), a kínai paprika (*Capsicum chinense*), a bogyós paprika (*Capsicum baccatum*) és a szőrös paprika (*Capsicum pubescens*). Magyar fűszerpaprika megnevezéssel kizárólag a *Capsicum annuum* L. var. *longum* (2. ábra) szárított, finom porrá őrölt termése hozható forgalomba. Kivételt képeznek a hazánkban termesztett *Capsicum annuum* L. var. *cerasiforme* cseresznyepaprikák (cv. 'Kalocsai A cseresznye', cv. 'Kalocsai M cseresznye'), csípős fajtáikból ugyanis engedélyezett az őrleménykészítés (KAPELLER, 1989).



2. ábra Fűszerpaprika növény

Eredeti élőhelyén a fűszerpaprika egy 50-80 cm magasra növő évelő félcserje. A Közép- és Dél-Amerikában őshonos növény egy évtizedig is élhet természetes élőhelyének trópusi viszonyai között, bár a világ más részein – így hazánkban is – főként egyévi növényként termesztik. A fűszerpaprika folytontermő, vagyis a növényen egyidejűleg megtalálhatóak a különböző érettségi állapotú termések. A fűszerpaprika termése növénytani szempontból felfújott bogyótermés, főbb részeit a 3. ábra szemlélteti.

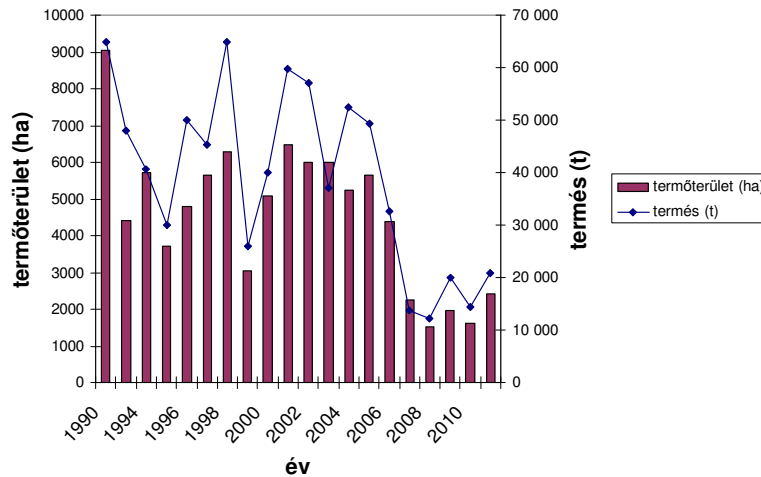
Az őrlemény előállítás szempontjából legjelentősebb a termésfal (*pericarpium*) középső rétege, mivel itt helyezkednek el azok a sejtek, amelyekben a bogyó színét kialakító kromoplasztok találhatóak. A termésfaltól távolodva a kromoplasztok mennyisége csökken. A *pericarpium* termésüreg felé eső részén helyezkedik el az erzet, melyen a kapszaicint tartalmazó mirigyek találhatóak. A terméskocsány és a csésze – klorofilltartalmuk miatt – fűíz kialakulását okozhatják az őrleményben, továbbá a szárítás során keserű ízű feofitinné alakulnak, ezért a lehető legkisebb arányú jelenlétük kívánatos a termékben. A paprikamag bizonyos mennyiségű jelenléte viszont szükséges az őrleményben, mert olajtartalma jelentősen hozzájárul az egyenletes szín kialakításához és tokoferoljai – gyökfogókként – a karotinoid színyanyagok védelméhez (HORVÁTH, 1996b).



3. ábra A fűszerpaprika termés hosszmeteszete (KAPELLER, 1989)

2.2.3. A fűszerpaprika hazai termesztése és biológiai igényei

Magyarország a paprikatermesztés északi határán helyezkedik el, vagyis a vegetációs időszak viszonylag rövid, csupán 5-5,5 hónap. Ennek ellenére a betakarított termés minősége a legtöbb évben kiváló. Magas színanyag- és szárazanyagtartalma nagyon jó alapanyagot biztosít az őrlemény előállítás számára. A hőmérsékletet, csapadékot és a napsütéses órák számát tekintve az ország csaknem egész területe alkalmas a termesztésre. Bár az éghajlat szempontjából nincsenek jelentős eltérések hazánk egyes régiói között, a napsütéses órák száma az ország délkeleti területein a legnagyobb (kb. 2000 óra/év) és itt a legkevesebb a csapadék (kb. 500 mm évente). Ennek megfelelően Magyarországon a XIX. század végére két jelentős fűszerpaprika termesztő körzet alakult ki, Szeged és Kalocsa környékén. A hazai éghajlati viszonyok között kétféle termesztési technológia ismert: a palántanevelés és a helyre vetés, a betakarítható termés mennyiség pedig 20-25 tonna/ha (SOMOGYI et al., 2003, 2010). A hazai fűszerpaprika termesztés fontosabb adatait a 4. ábra szemlélteti.

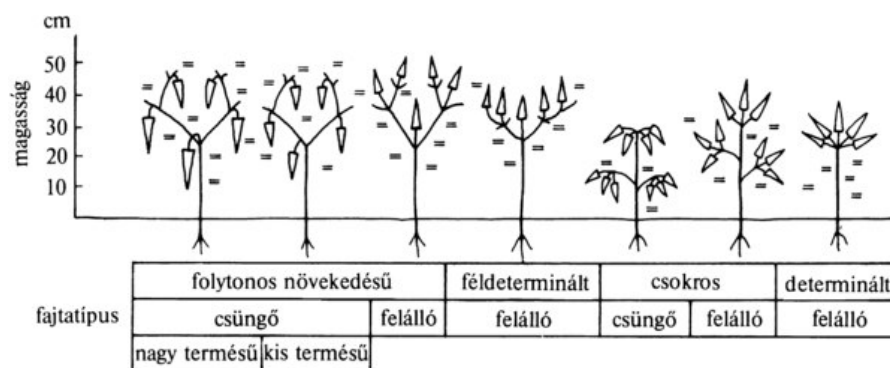


4. ábra A fűszerpaprika termőterületének és termésátlagának alakulása 1990-2011 között (KSH; SOMOGYI, 2010)

Hazánk fontosabb fűszerpaprika termő vidékein az évszázadok során jellegzetes, csak arra a tájra jellemző fajták alakultak ki. Egészen az 1930-as évekig kizárólag a csípős tájfajták szolgáltatták az örlemények nyersanyagait, mely fajták terméséből kifejezetten kézimunkaigényes eljárással lehetett kevésbé csípős, különböző minőségi osztályokba sorolt termékeket előállítani (MÁRKUS et al., 2001; SOMOGYI, 2010). Az 1917-ben alapított Kalocsai Paprikakísérleti és Vegyvizsgáló Állomáson indult el a céltudatos fűszerpaprika nemesítési munka hazánkban, Obermayer Ernő vezetésével. A kutatások világraszóló eredménye volt a csípősségmentes fűszerpaprika-növény előállítása 1928-ban, mely fajták később széleskörűen elterjedtek termőtájainkon, és forradalmasították a feldolgozási technológiát. A köztermesztésbe kerülő változatokat jelenleg a Nébih Növénytermesztési és Kertészeti Igazgatósága minősíti. Ennek során a fajtákat vizsgálják többek között a termés alakja, színe, csípőssége és a különböző betegségek elleni rezisztencia szempontjából. A hazánkban jelenleg rendelkezésre álló *speciess*ek lehetővé teszik a jó minőségű fűszerpaprika termelést. A termesztés jelenleg kizárólag hazai nemesítésű fajtákkal történik, mivel a hazánknál melegebb klímájú, hosszabb tenyészidőt biztosító országokban nemesített *variáns*ok terméshozama erősen évjárat-függő (SOMOGYI, 2010). A nemesítés céljait a fogyasztók, a termelők és a feldolgozóipar igényei határozzák meg, a legfontosabb szempontok a bogyó festéktartalma és szárazanyagtartalma, hiszen az örlemény előállítás alapvetően ez a két tulajdonság befolyásolja. További fontos szempont lehet a vegetációs idő hossza és a termőképesség is.

A hazánkban termesztett fűszerpaprika fajták hajtásrendszer alapján a következő csoportokba sorolhatók (5. ábra):

- *folytonos növekedésű*: a főhajtás elágazik (kettős bog, esetleg többes vagy egyes bog), majd az oldalágak a fejlődés során ismét elágaznak (második bog). A harmadik bogelágazás csak ültetett állományokban, ritka térállásban fejleszt értékes termést. Ebbe a csoportba tartoznak a Szegedi 20, Szegedi 80, Remény, Kármin, Kalocsai 50, Kalocsai 90, Csárdás, Folklor, Szegedi 178, Szegedi 179, Szegedi F-03, Kalocsai V-2 fajták
- *féldeterminált növekedésű*: a főtenyely első bogelágazását követő második elágazás a szokásosnál rövidebb oldalágakat fejleszt. Jellegzetes féldeterminált fajták a Kalocsai M-622, Kalocsai 801, Kalocsai 702, Zuhatag és Rubin
- *csokros növekedésű*: a főtenyely első elágazásában és az oldalhajtásokon csokrosan képződnek a virágok
- *determinált növekedésű*: a főtenyely csúcsi részén bogelágazás nélkül virágok képződnek. Szélsőséges időjárás vagy termékenyülési problémák hatására a főtenyely oldalhajtásokat fejleszthet, ahol a későbbi időpontban képződött virágok rendszerint későn hoznak pirosra érett termést. Jellegzetes determinált fajtatípusok a Kalocsai D 601 és a Kalocsai D 621 (KAPELLER, 1989).



5. ábra A fűszerpaprika fajtatípusok alaktani vázlata (KAPELLER, 1989)

Hőigényét tekintve a paprika – mivel a meleg égövőről származik – az egyik legmelegigényesebb zöldségfajunk, fejlődésének hőoptimuma 25 °C körül van. A jó termés előfeltétele a nyári félévben (áprilistól szeptemberig) 3000 °C feletti hőösszeg (a tenyészidő napi középhőmérsékleteinek összege) és az 1400 óra feletti napsütéses órák száma (MÁRTONFFY, 2002). Fagypon alatti hőmérsékletet rövid ideig sem visel el, tartósan a fejlődési hőküszöb alatti vagy körüli hőmérséklet pedig helyrehozhatatlan természtési kárt okoz. A fűszerpaprika nem kifejezetten vízigényes növény, a tenyészidőben 650-700 mm nedvességet igényel (ZATYKÓ, 1993), de ez függ a talaj minőségétől és tápanyagtartalmától is. Gazdaságosan viszont csak öntözéssel termesztethető, mivel vízigénye nincs összhangban a csapadékeloszlással (SOMOGYI, 2010). Termesztéséhez legmegfelelőbbek a könnyen melegedő barna homok-, középötött vályog-, kevésbé cserepesedő, jó levegő- és vízgazdálkodású talajok. A fűszerpaprika tápanyaggal szemben igényes növény. A nitrogén-,

foszfor- és káliumfelvétel maximuma a virágzáskor tapasztalható, majd ezután csökken a beépülés mértéke. A bogyó érésekor a magnézium felvétel a legmagasabb.

2.2.4. A fűszerpaprika beltartalmi összetétele és táplálkozás-élettani jelentősége

A fűszerpaprika jelentős mértékben hozzájárult a magyar konyha hírnevének megalapozásához. Fogyasztása fokozza az emésztőnedvek termelődését, ezáltal jobbra teszi az emésztést. A csípős őrlemények kapszaicintartalma segíti az emésztést, a gyomor- és bélnyálkahártya izgatásával vérbőséget okoz, valamint növeli a kiválasztást, gyorsítja a bélmozgást és elősegíti a zsírok felszívódását is. A fűszerpaprika jellegzetes zamatának, ízének kialakításában a színanyagok mellett jelentős szerepe van a cukroknak, illóolajoknak. Táplálkozásban betöltött szerepét növeli jelentős C-vitamin, E- és B-vitamin-tartalma is (MÁRKUS et al., 2001). A fűszerpaprikát nem csak őrleményként használjuk fűszerezésre, hanem különböző paprikakészítmények formájában is fogyasztjuk. Ezek édes és csípős változatban készülnek, fűszerpaprikát és esetenként pritaminpaprikát (*Capsicum annuum* var. *lycopersiforme*) tartalmazznak. A fűszerpaprika őrlemény fontosabb beltartalmi paramétereit az 1. táblázatban tüntetem fel.

1. táblázat A fűszerpaprika őrlemény összetétele (SZŰCS, 1975 nyomán, TOLNAY, 2013)

Összetevő	Mennyiség (100g-ra vonatkoztatva)
Energia	322,2 kcal
Fehérje	13,10 g
Zsír	4,06 g
Szénhidrát	56,29 g
Élelmi rost	20,20 g
Víz	6,0 g
Vitaminok	
Karotin	2,02 mg
Retinol ekvivalens	0,17 mg
E-vitamin	2,94 mg
B ₁ -vitamin	40,24 µg
B ₂ -vitamin	120,72 µg
B ₆ -vitamin	452,70 µg
C-vitamin	198,12 mg
Niacin	1,61 mg
Folsav	98,98 µg
Biotin	3,96 mg

Pantoténsav	0,27 mg
Ásványi anyagok	
Nátrium	5,05 mg
Kálium	263,14 mg
Kalcium	10,08 mg
Foszfor	31,31 mg
Magnézium	14,14 mg
Vas	0,56 mg
Réz	0,08 mg
Cink	0,26 mg
Mangán	0,10 mg
Króm	1,01 µg
Kobalt	2,02 µg
Nikkel	10,10 µg

2.3. A fűszerpaprika őrlemény

A fűszerpaprika őrlemény a fűszerpaprika (*Capsicum annuum* L.) bogyó érett, szárított termésfalának finomra őrölt pora. Az őrleményt a termésfalból (pericarpium) és a magokból készítik.

2.3.1. A fűszerpaprika feldolgozása, őrlemény előállítás

A fűszerpaprika őrlemény gyártás első szakasza a szárított termés (féltermék) előállítása, melyet az üzem feldolgozó-kapacitásától függően akár hónapokig is tárolhatnak az őrlés előtt.

2.3.1.1. Betakarítás

Őrleménykészítés céljára a fűszerpaprikát teljesen érett állapotban kell szüretelni, amikor a bogyók már teljesen bepirosodtak, mivel ekkor a legnagyobb a termés összes színanyagtartalma. A betakarítás hagyományosan augusztus végén, szeptember elején kezdődik és – mivel a fűszerpaprika folytontermő növény – több lépésben történik, még az első őszi fagyok előtt. A teljesérés általában szeptember közepén-végén fejeződik be, ekkorra alakulnak ki a minőséget meghatározó vegyületek, melyek mennyisége és aránya az utóérlelés során még változhat (KAPITÁNY, 2006). Az időjárási körülmények kedvezőtlen alakulása miatt időnként előfordulhat, hogy nem teljesen beérett bogyókat is leszednek, emiatt nem lesz egyenletes a leszüretelt termés színe (HORVÁTH, 1996b). A fűszerpaprika betakarítása igen munkaigényes feladat, többnyire kézi szedéssel végzik, így ténylegesen csak az egészséges, érett terméseket szedik le. Fontos szempont, hogy csak a teljesen beérett, megfelelő szárazanyag-tartalmú, egészséges bogyókat szüreteljék le. További lényeges kritérium a nagy színező- és megfelelő fűszerező képesség, valamint az íz-, illat-

és aromagazdagság. A kézzel szedett termés jobb minőségű, mint gépi betakarítás esetén, és kisebb a mechanikai sérülések aránya is. A gépi betakarítás során nagyobb a sérült termések mennyisége, és a tárolás során is magasabb lehet a másodlagos fertőzés illetve a veszteség. Az első szedés során fajtától függően a termés 60-65 %-a takarítható be. Az általános nézet szerint az első szedés után visszamaradó bogyók gyorsabban érnek. Ennek az elképzelésnek köszönhetően néhány termelő a szükségesnél korábban kezdi el az első szüretet. Így a második szedés is korábban végezhető és az összes terméshozam nagyobb lesz, szemben a késleltetett első szedéssel és a gyengébb, kockázatos második szedéssel. A jó minőségű termék előállítása érdekében a cél minél nagyobb mennyiségű termés betakarítása az első szüret során (SOMOGYI et al., 2003).

A betakarítás során tapasztalt szín jelentősen befolyásolja az őrlemény színének alakulását. Minél pirosabb a paprika a betakarításkor, annál sötétebb, élénkebb és mélyebb vörös lesz a belőle készült őrlemény színe. Jó minőségű termék előállítására az a bogyó alkalmas, amelyet a teljes érés állapotában szüretelnek le, lehetőleg minél kevesebb nedvességtartalommal (KRAJAYKLANG et al., 2000). A fűszerpaprika végső színe ugyanis hosszú és bonyolult biokémiai folyamatok eredményeképpen alakul ki, és ha nem a megfelelő időben történik a szüret, ezek a folyamatok nem tudnak tökéletesen végbemenni. Ekkor a színyanyagok nagy része még az úgynevezett „köztermék állapotban” van, és a bogyó túl korai betakarítása miatt a normál, befejeződött érés során kialakuló vegyületektől eltérő szerkezetű és arányú színezékcsoport jön létre. Az ilyen bogyóból készített őrlemény színe világosabb, mint az érett termésemből készült terméké, valamint a visszamaradt klorofill a szárítás, tárolás során barnás színű, keserű ízhatású feofitinné alakul, mely vegyület jelenléte negatívan befolyásolja a termésemből készített őrlemény színét és ízét. Ezért mindenképpen ügyelni kell a betakarítás során, hogy csak a teljes érettségű bogyók kerüljenek leszedésre (HORVÁTH, 1996b).

2.3.1.2. Tárolás, utóérlelés

Mivel a fűszerpaprika őrlemény minőségét a termés szedéskori érettségi foka határozza meg, a hazai ökológiai körülmények között döntő jelentőségű a korai termésérés és a szedést követő utóérési folyamat (TÜSKE, 1986). Az érett fűszerpaprika bogyóban a szedés után csak részben alakulnak ki azok a minőségi értékmérő tulajdonságok, melyeket a fajták genetikailag hordoznak. A betakarítást követő tárolás célja ezért egyrészt a fűszerpaprika utóérlelése, másrészt a lehető legalacsonyabb nedvességtartalom elérése a feldolgozás időpontjára. A szüretet követően, 2-3 napos fonnyasztás után a betakarított termést zsinórra fűzik és 4-6 hétig utóérlelik. Utóérleléssel kedvezőbb festékösszetételű, nagyobb színezőképességű és stabilan színtartó termésanyagot kapunk (KAPITÁNY, 2006). A termés nedvesség- és cukortartalma a tárolás során csökken, a festéktartalom nő, a piros festékek arányának egyidejű növekedésével. A leszedett, nyers paprika

tárolása a feldolgozásig nagy körültekintést és szakértelmet igényel. Gyorsan bekövetkezhetnek ugyanis a bogyóban minőségrontó változások, annak jelentős cukor-, fehérje- és olajtartalma, higroszkópos tulajdonsága, valamint színanyagainak fényérzékenysége miatt (MÁRKUS, 1989). A nem megfelelő tárolási körülmények következménye lehet a különböző mikroorganizmusok és rágcsálók által okozott károsodás is, mely szintén minőségromlást eredményez. A feldolgozóüzem méretétől, a rendelkezésre álló munkaerőtől és a feldolgozandó termésmennyiségtől függően többféle utóérlelési módszer ismeretes, így megvalósítható például fűzéses, zsákhálós, ládás, Raschel zsákos, ömlesztett prizmás tárolás vagy szárítópadozatos szikkasztás (MÁRKUS, 1996). Az utóérlelés hagyományos, bár igen munkaigényes módszere a fűzéses tárolás, melynek során a felfűzött termékeket szellős, naptól védett helyen függesztik fel. A fűzés során a bogyók válogatáson is átesnek, így a sérült, hibás paprikák nem kerülnek későbbi feldolgozásra. Ennél kevésbé munkaigényes tárolási mód a zsákhálós vagy ládás tárolás. Az utóérés azért igen nagy jelentőségű az örlemény előállítás szempontjából, mert ebben az időszakban van lehetőség arra, hogy a termésben genetikailag kódolt minőségi paraméterek maximális mértékben kialakuljanak. Ebben a szakaszban jön létre a végleges íz, illat és zamat is (TÜSKE, 1986). A tárolás kezdetén a bogyó víztartalma gyorsan, majd később egyre lassuló mértékben csökken. A száradás az egyensúlyi relatív páratartalom beállításáig tart, ekkor éri el a légszáraz állapotot (általában 14-20 %). A paprika színanyagainak mennyisége a tárolás első hete alatt közel 2-szeresére nő, ezután a növekedés üteme fokozatosan lelassul, míg végül a tárolás 5-6. hetében teljesen leáll. A folyamat szoros kapcsolatban áll a légzésintenzitással, illetve annak változásával. Ha 5-6 hétnél hosszabb ideig tároljuk a fűszerpaprikát, a hőmérséklet, napfény és más környezeti tényezők hatására a karotinoid színanyagok bomlásnak indulnak, a paprika színe fakul. A színezéktartalom növekedés a kormos (a felület fele piros, fele zöld, helyenként barna) és félérett termékek esetén nagyobb, mint a teljesen érett termékeknél. Az utóérlelés során a vízvesztés és az erős légzés miatt a termés összes cukortartalma is csökken, a cukorveszteség a csípős fajták esetén nagyobb. A gyártás szempontjából a magas cukortartalom kedvezőtlen, mivel az örlemény a felmelegedés következtében karamellizálódik, és az így keletkező íz-, illat- és színanyagok hátrányosan befolyásolhatják a minőséget. A tárolás során jelentősen csökken a bogyó C-vitamin tartalma is, a termékben már csak nyomokban található meg. A tárolás során mikrobiológiai változások is bekövetkezhetnek a fűszerpaprika termésben, nagy víz-, cukor- és fehérjetartalma ugyanis kedvező körülményeket teremt a romlást okozó mikroorganizmusok elszaporodásának (VÁRSZEGI, 1987; KAPITÁNY, 2006). A fűszerpaprika minőségét kedvezően befolyásolhatja a tövön történő utóérlelés. Ebben az esetben a szedés a termékek jól beérett, szikkadt állapotában történik. A tövön utóérett termékekből jó minőségű örlemény alapanyag állítható elő, melynek mikrobiológiai állapota is kedvezőbb, mint egyéb utóérlelési módszerek esetén (KAPITÁNY, 2006).

2.3.1.3. Mosás, szeletelés

Az utóérlelést követően ki kell válogatni a romlott, penészes, éretlen terméseket és az esetleges szennyeződések, majd a paprikát alapos mosással meg kell tisztítani a bogyó felületére tapadt szennyeződésektől. Ezt követően – a későbbi szárítás költségeinek csökkentése és a hatékonyság növelése érdekében – általában perforált rázóasztalon engedik át az átválogatott paprikát, hogy eltávolítsák a felesleges vizet a termés felületéről. Mosás után általában gyűrű alakú darabokra vagy 12-15 mm-es csíkokra szeletelik a bogyót, hogy könnyebben elpárologjon a nedvességtartalma, és ne tapadjanak össze a rétegek. Ezt követően a szeletelt termés egyenletes rétegben a szárítóra kerül (MÁRKUS et al., 2001).

2.3.1.4. Szárítás

A szárítás a fűszerpaprika feldolgozás igen nagy körültekintést igénylő részfolyamata. A nem megfelelő módon végzett szárítás ugyanis hátrányosan befolyásolja az örlemény érzékszervi és beltartalmi paramétereit. A szárítás célja, hogy a nyersanyag víztartalmát 6-8 %-ra csökkentse. Kisüzemi körülmények között a szárítás 45-50 °C-on történik hőlégbefúvással vagy kályha által biztosított meleg levegővel, és a hatékonyságtól függően 6-10 napig tart. Közép- és nagyüzemi méretben általában szalagszáritókat alkalmaznak, melyeken egymás felett elhelyezett szalagokon zajlik a folyamat. A legmagasabb hőmérsékletet, 80-85 °C-ot a felső szakaszokon alkalmazzák, míg az alsó szektorban 40-50 °C-on szárad a termés. Ennél az eljárásnál a bogyó nedvességtartalma 5-6 óra alatt éri el a kívánt értéket (KAPITÁNY, 2006). A szárítási hőmérséklet helyes megválasztása fontos lépés a művelet során, mivel a túlzottan magas (90 °C fölötti) hőmérséklet kellemetlen íz-, aroma- és színanyagok kialakulását okozhatja (a nem enzimes barnulási folyamatok, pl. a Maillard reakció során). Míg ha a termés nem kapja meg a szükséges hőterhelést, akkor a magas nedvességtartalom miatt nem örölhető megfelelően. Ezen nemkívánatos érzékszervi tulajdonságok elkerülése érdekében előnyös a vékony húsú bogyó, a lehető legmagasabb szárazanyag tartalom és az alacsony redukálócukor tartalom, a barnulási folyamatok prekursorainak minimálása érdekében (BUCKENHÜSKES, 2003). A helyesen végzett szárítás után a szárított bogyó (amit félterméknek neveznek) melegen hajlékony, rugalmas, de kihülés után merev, törékeny – ily módon jól örölhető – lesz. A szárított fűszerpaprikát a továbbiakban általában féltermék állapotban (kisebb darabokra aprítva) tárolják az őrlésig száraz, hűvös, fénytől, rágcsálóktól és rovaroktól védett helyiségben, mert így tovább megőrzi beltartalmi értékeit mint örölve.

2.3.1.5. Őrlés

A gyártandó örlemény minőségének megfelelő féltermék keverék összeállítását követően kerül sor az őrlésre. A művelet megkönnyítése érdekében őrlés előtt a félterméket kalapácsos darálóval

előzúzzák, majd az előaprított félterméket hengersizékes malomban őrlik. Eredményesen csak a 8 %-nál kisebb nedvességtartalmú féltermék őrlhető, ugyanis minél magasabb a nyersanyag nedvességtartalma, annál durvább szemcséjű örleményt kapunk, és annál kisebb lesz a malom teljesítménye. A termék végső nedvességtartalmát kondicionáló berendezésben állítják be. A művelet során az örleményhez keverés közben porlasztott, ivóvíz minőségű vizet adagolnak, hogy pótolják a bekövetkező vízvesztést. A vízpermet átítatja a terméket, amitől annak színe mélyül. A kondicionálás során az örlemény hűtése is megtörténik, mivel a művelet során az kb. 40-45 °C-ra felmelegszik (HORVÁTH, 1996b). Ez a hőmérséklet emelkedés szintén káros hatással lehet a színezékek és az illékony komponensek összetételére, és a nemkívánatos bomlástermékek megjelenése ronthatja a minőséget. A hűtéssel egy időben a szítálás is elvégezhető, a homogén szemcseeloszlás biztosítása érdekében (KAPITÁNY, 2006). A színezékek bomlását és a tárolhatóságot a hőmérséklet mellett az őrlés finomsága is befolyásolja. Ez a jelenség a fajlagos felület nagyságával van összefüggésben, a nagy fajlagos felület ugyanis felgyorsítja a színezékek bomlását, rövidítve ezzel a tárolhatóság időtartamát (VÁRSZEGI, 1987). Az őrlést követően a lehűtött, kondicionált örleményt bezsákolva 2-3 hétig pihentetik, ez idő alatt stabilizálódik a színe, illata, íze és kialakul a végleges minősége.

A megfelelő mikrobiológiai tisztaság biztosítása érdekében szükséges csíramentesítést végezni, hogy a fűszerpaprika ne szennyezze el a vele fűszerezett élelmiszert is, annak romlását okozva. A csíraszegényítést általában hőkezeléssel vagy – a hőérzékeny összetevők védelme érdekében – ionizáló sugárzással végzik. Ez utóbbi eljárásnál a fűszerek esetén engedélyezett maximális sugárdózis 10 kGy (67/2011. (VII. 13.) VM rendelet).

2.4. A fűszerpaprika örlemény minőségét meghatározó tényezők

2.4.1. Az örlemény fizikai tulajdonságai

2.4.1.1. Szín

A fűszerpaprika örlemény egyik legfontosabb értékmérő tulajdonsága a színe, melyben a tiszta vörös szín dominál, a sárga színű vegyületek jelenléte rontja azt. Természetes beérésű paprikából készített termékben a piros/sárga színezékarány kb. 52/48, melyet az őrlésre kerülő féltermék minősége és összetétele befolyásol. A fogyasztók általában a sötétebb megjelenésű örleményeket részesítik előnyben, annak nagyobb fűszerező hatást tulajdonítva. A termék kívánatos színének eléréséhez fontos a bogyó megfelelő érettségi állapotban történő betakarítása (folytonos, több alkalommal történő szedés), valamint a kíméletes feldolgozási technológia. Az idő előtt betakarított termésből készített örlemény világosabb színű, valamint a visszamaradó klorofillból a későbbi szárítás során zöldes-barna színű, keserű ízű feofitint keletkezik, mely vegyület a termék

színét és ízét is rontja (HORVÁTH, 1996b). A magas hőmérsékleten történő szárítás illetve a túlzott felmelegedés az őrlés során pedig nemkívánatos bomlástermékek felhalmozódását okozhatja, mely vegyületek szintén az őrlemény barnulásához vezethetnek. A színezéktartalom megőrzését szolgálja a mag hozzáadása is a bogyóhoz az őrlés során, annak antioxidáns hatása ugyanis segíti a színezéktartalom megővását (MÁRKUS et al., 2001). A színre a tárolási körülmények is hatással lehetnek, a fakulás megelőzése illetve csökkentése érdekében a száraz, hűvös, fénytől elzárt tárolás javasolt.

2.4.1.2. Illat

A fűszerpaprika őrlemény illata lényeges érzékszervi jellemző, hiszen a termék minősége a színén túl nagyban függ az aromagazdagságtól is. A színjellemzőkhöz hasonlóan a termék illatát is számos tényező befolyásolja. Döntő jelentőségű természetesen a felhasznált nyersanyag, a paprikafajta illatösszetétele, ám a feldolgozás során további számos, a végtermék szempontjából jelentős aromakomponens keletkezik, különösen a nem enzimés barnulási folyamatok (pl. Maillard reakció és Strecker degradáció) során. A nem megfelelő feldolgozási és tárolási körülményeket (nem kellő érettségi állapotú nyersanyag, a paprika penészedése, befülledése, túlzott hőterhelés a feldolgozás során, nem megfelelő tárolás) az illattulajdonságok hátrányos megváltozása jelzi. Ezeket a változásokat kémiai reakciók (elsősorban hőbomlás és avasodás) és mikrobiális tevékenység (főleg penészgombák) is okozhatja, de az őrlemény idegen szagokat is átvehet a környezetből, amennyiben a tárolási körülmények azt lehetővé teszik.

2.4.1.3. Őrlési finomság

Az őrlési finomság, vagyis az őrlemény-szemcsék mérete szintén meghatározó a termék minősítése során. Valamennyi minőségi kategória esetén követelmény a homogén őrlésű megjelenés, vagyis az egyenletes, minél kisebb szemcseméret. A vonatkozó előírások alapján az őrlött fűszerpaprika teljes mennyiségének maradék nélkül át kell esnie a 0,5 mm lyukátmérőjű szitán. Kész végterméknek tekinthető a 0,5 mm alatti szemcseméretű őrlemény, amelyben 75-85 %-ban 0,3-0,4 mm közötti szemcseeloszlású frakció van. Ha az őrlemény „púderszerű”, akkor a szemcseeloszlás döntően a 0,3 mm alatti tartományba esik. A szemcseméret jelentős hatást gyakorol a minőségre: a kisebb szemcseméret világosabb, sárgább árnyalatú színt eredményez, mivel megnő a szemcsék fajlagos felülete, és ily módon nő az oxidációs folyamatok sebessége, ami a termék fakulását eredményezi (KAPITÁNY, 2006; HOVORKÁNÉ, 2007).

2.4.2. Az őrlemény kémiai összetétele

2.4.2.1. Szénhidrátok

A cukortartalomnak fontos szerepe van a termék ízének kialakításában. A legnagyobb mennyiségben jelen lévő vegyületek a fruktóz, a glükóz és a szacharóz. A csípősségmentes fajták összes cukortartalma (22-25 %) valamivel magasabb, mint a csípős fajtáké (18-20 %). Az őrleménykészítés során a bogyó redukáló cukortartalma reakcióba léphet a fehérjékkel, kellemetlen szín-, íz- és illatanyagok keletkezését eredményezve a nem enzimes barnulás (Maillard reakció) során. A magasabb hőmérsékleten történő szárítás a cukrok karamellizációját is eredményezheti, melynek hatására kellemes ízű aromakomponensek jönnek létre. Cukortartalom szempontjából a csüngő és felálló termésű paprikafajták között némi eltérés mutatkozik: a felálló termésállású paprikák cukortartalma alacsonyabb, mivel ezek a fajták több tartalék cukrot használnak fel a nagyobb színezéktartalom felépítéséhez. Ennek köszönhetően őrleményeik üresebb ízűek, mint a csüngő fajtákból készült termék. Az őrlemény szénhidrát tartalmát növelik a termés vázát alkotó cellulózok is, melyek a színt gyengítik, de – az elfogyasztott alacsony koncentráció miatt – élettani hatásuk elhanyagolható (HORVÁTH, 1996b).

2.4.2.2. Fehérjék

A fehérjék a fűszerező hatás szempontjából nem jelentős, de élettani szempontból fontos vegyületek (VÁRSZEGI, 1987). A termés fehérjetartalma 16-17 % körüli érték, a magé ennél kicsivel nagyobb. A leggyakrabban előforduló aminosavak a fenilalanin, leucin, izoleucin, lizin és treonin (HORVÁTH, 1996b). Jelentőségük a redukáló cukrok esetén már említett összefüggésben (szín-, íz- és illatkialakítás) van. Enzimek is jelen vannak az őrleményben: színezéktartalmát a peroxidáz, lipoxigenáz, citokrom-C enzim oxidálja. Az őrlemények tárolás alatti színromlását főleg a rendkívül hőstabil és egyes esetekben hőkezelés után reaktiválódni is képes peroxidáz enzim okozza.

2.4.2.3. Zsírok, olajok

A zsírszerű anyagok mennyisége a nyers fűszerpaprika bogyó terméscsalában (4-6 %) és az erezetben (5-6 %) csekély, viszont a mag igen jelentős részét (40-45 %-át) alkotják zsírsavak, leginkább olajsav, linolsav, linolénsav és sztearinsav. Az olajoknak fontos szerepük van az őrlemény egységes színének kialakításában, mivel oldják a színyanyagokat és elősegítik, hogy azok egyenletesen vonják be a szemcsék felületét, így kialakítva a termék egységes színét (HORVÁTH, 1996b). JARRET és munkatársai (2013) vizsgálatai alapján a hazánkban is termesztett *C. annuum*

magjában található zsírsavak közül a linolsav dominál (~ 76 %), ezt követi a palmitinsav (13-14 %), valamint jóval kisebb aránnyal az olajsav (6-6,5 %) és a sztearinsav (3,3-3,6 %).

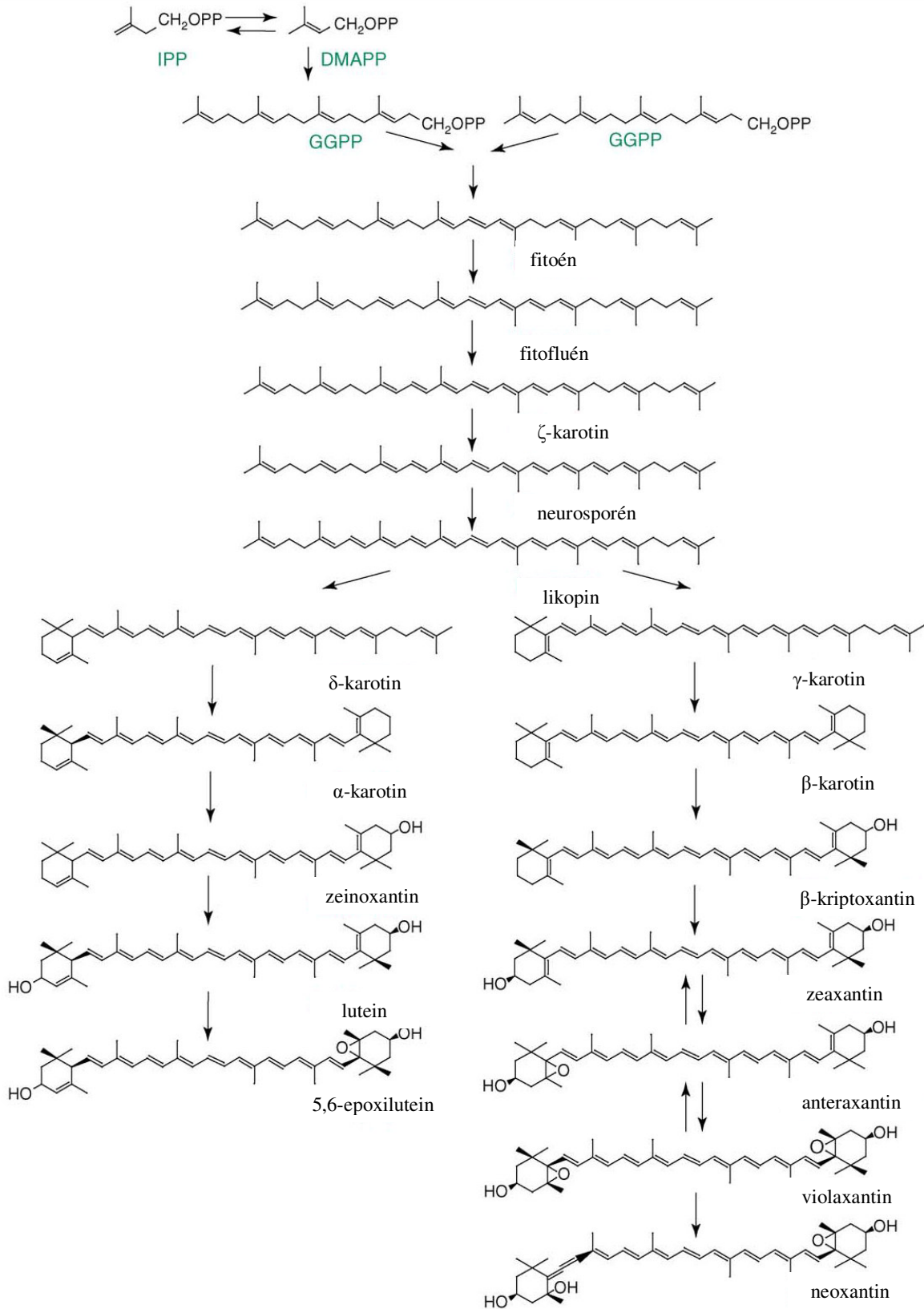
2.4.2.4. Víz

Az őrlemény eltarthatóságának szempontjából döntő jelentőségű a víztartalma. A feldolgozás során a nyers paprikabogyó víztartalma 80-82 %-ról 6-8 %-ra csökken. A termék alacsony nedvességtartalma teszi lehetővé a mikrobiológiai stabilitást és a megfelelő tárolást. A fűszerpaprika őrlemény megengedett nedvességtartalma maximálisan 11 %. Amennyiben a termék víztartalma meghaladja ezt a szintet, mikrobiológiai romlás indulhat el, ami elsősorban a penészgombák elszaporodását – és ezzel együtt a toxintermelés beindulását – jelentheti. Az előírtnál magasabb nedvességtartalom az őrlést is megnehezíti. A paprika feldolgozása során a kívánt nedvességtartalmat az őrlés utáni kondicionálással állítják be (HORVÁTH, 1996b). A nedvességtartalom növekedésének hatására az őrlemény színe sötétebbnek és pirosabbnak tűnik, vagyis javul a színérzete (HOVORKÁNÉ, 2007).

2.4.2.5. Színanyagok

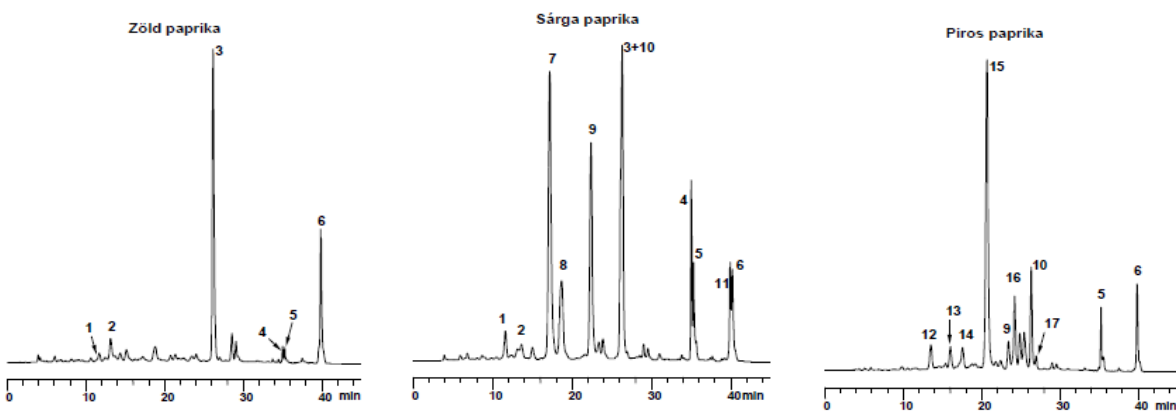
Mivel a fűszerpaprika őrleményt ízesítő hatásán túl az élelmiszerek színezésére is használják, a fűszer egyik legfontosabb értékmérő tulajdonsága a színe. A fűszerpaprika növény jellemző színanyagai a karotinoidok. A karotinoidok a tetraterpének csoportjába tartozó vegyületek, melyek a levelek kloroplasztjaiban valamint számos virág és gyümölcs kromoplasztjában szintetizálódnak és halmozódnak fel, ahol hozzájárulnak azok vörös, narancs és sárga színének kialakításához (6. ábra).

A karotinoidok mennyisége a fűszerpaprika bogyóban függ a fajtától, az érettségi állapottól illetve a termesztési feltételektől is. Kémiai összetételüket tekintve két csoportot különböztetünk meg: a szénhidrogéneket (karotinok) és az oxigént tartalmazó származékokat (xantofillok). Az összes színezéktartalom kb. 2/3 részét a piros, míg 1/3 részét a sárga komponensek adják. A fűszerpaprika karotinoid összetétele az érés során jelentősen megváltozik: míg a zöld termésben leginkább a szabad xantofill színezékek – a violaxantin és a lutein – valamint a β -karotin dominálnak, a teljesen beérett termésben nagy mennyiségű vörös pigment (főleg kapszantin és kapszorubin) halmozódik fel. Az érési folyamat során a karotinoidok mennyisége több, mint 20-szorosára nő (MÁRKUS et al., 1999). A különböző fajtákból készült őrlemények színtabilitása a tárolás során eltérő lehet. BIACS és munkatársai (1992) vizsgálataik során azt tapasztalták, hogy a csípős őrlemények összes színanyagtartalma azonos tárolási körülmények között magasabb, mint a csípősségmentes fajtákból készült termékeké. Ezt az eredményt valószínűleg a csípős őrlemények magasabb antioxidáns-tartalma magyarázza.



6. ábra: A karotinoidok bioszintézise (KOPSELL et al., 2006)
 IPP: izopentenil difoszfát; DMAPP: dimetilallil difoszfát; GGPP: geranilgeranil difoszfát

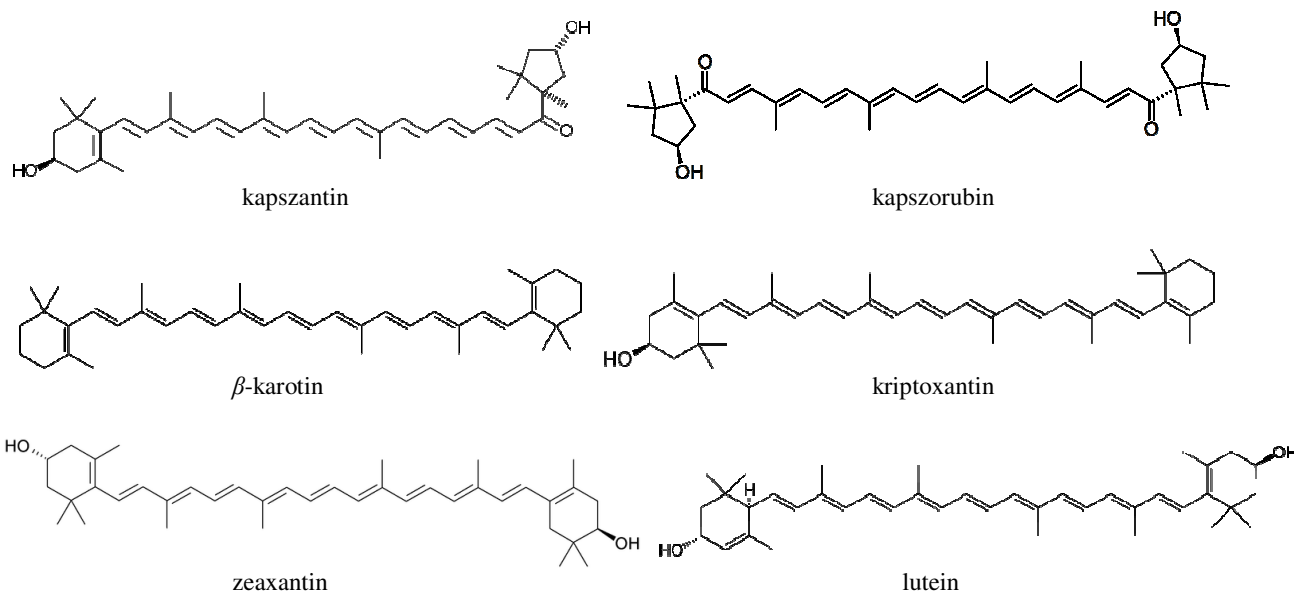
DELI (2000) az 1990-es években különböző paprikafajták karotinoid-összetételét vizsgálta HPLC módszerrel. Az éretlen, zöld paprikában mindig a kloroplasztra jellemző karotinoidokat, a luteint és a β -karotint azonosította fő komponensekként, függetlenül az érett termés végső színétől. Vizsgálatai alapján az érett sárga paprikában a piroshoz viszonyítva nagyobb mennyiségben megtalálhatók az ϵ -gyűrűt tartalmazó karotinoidok – az α -karotin, az α -kriptoxantin és a lutein –, míg a piros paprikák legnagyobb mennyiségben a kapszantin, a zeaxantint, a β -kriptoxantint, a β -karotint és a cucurbitaxantin A-t tartalmazták (7.ábra).



7. ábra Különböző színű paprikák karotinoid-összetétele (DELI, 2000)

1: neoxantin; 2: 9-cisz-neoxantin; 3: lutein; 4: α -kriptoxantin; 5: β -kriptoxantin; 6: β -karotin; 7: violaxantin; 8: luteoxantin; 9: anteraxantin; 10: zeaxantin; 11: α -karotin; 12: kapszorubin; 13: 5,6-diepikarboxantin; 14: kapszantin 3,6-epoxid; 15: kapszantin; 16: cucurbitaxantin A; 17: nigroxantin

A fűszerpaprika színezéktartalmát főleg a vörös színű kapszantin és kapszorubin, valamint a sárga színű β -karotin, β -kriptoxantin, zeaxantin és lutein alkotják (8. ábra).



8. ábra A fűszerpaprika fontosabb karotinoid színanyagainak szerkezete

A karotinoid molekulák konjugált kettős kötés rendszere nagyon reakcióképes és érzékeny a hőre, fényre és a levegőre, tárolás közben az őrlemény színe ezért halványodik, fakul (VÁRSZEGI, 1987). Erre a körülményre a növény feldolgozása során nagy figyelmet kell fordítani (TÜSKE, 1986). A karotinoidok számos metabolitja (pl. a norizoprenoidok) igen illataktív vegyületek, melyek sok növényi eredetű termék aromájának kialakításában részt vesznek, így valószínűleg fontos szerepet játszhatnak a növényi kommunikációban is (BRITTON, 2008). Ezek a színanyagok tehát fontos aromaprekurzoroknak is tekinthetők. Az emberi táplálkozásban is jelentősek mint antioxidánsok, A-vitamin források (pl. β -karotin), illetve a daganatos és szív-érrendszeri betegségek megelőzésében is lényegesek (RAVISHANKAR et al., 2003).

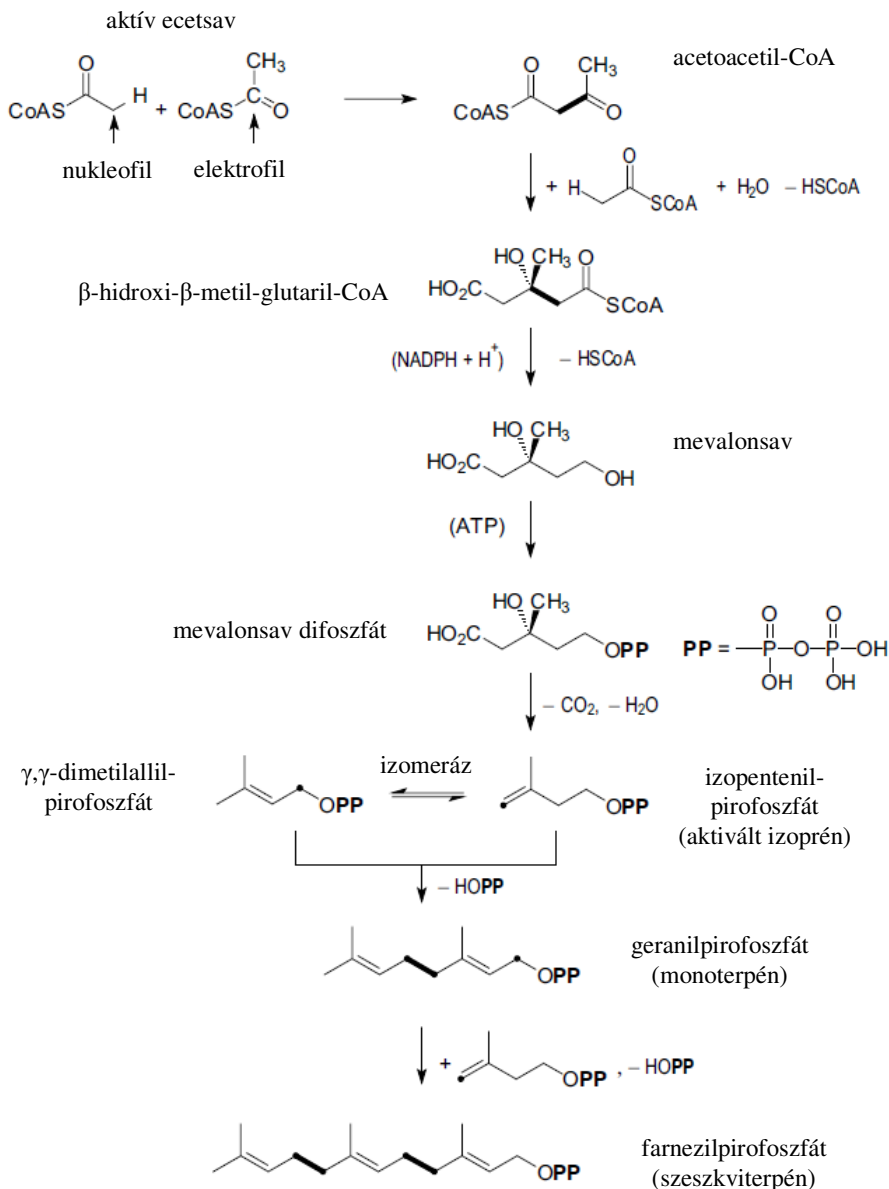
2.4.2.6. Illatanyagok

A fűszerpaprika illatát – más növényekhez hasonlóan – számos illó komponens együttes jelenléte hozza létre. A termék illóanyag-összetételét befolyásolja a genetika, az érettségi állapot és a termesztési körülmények is. A friss fűszerpaprika bogyó és az őrlemény illata között tapasztalható eltérést a termék előállítása során alkalmazott technológia – vagyis az alapanyagot ért fizikai és kémiai hatások összessége – okozza. A zöldségek esetén ugyanis az aromakomponensek a sejtroncsolódás (pl. szeletelés, főzés, rágás) következtében végbemenő enzimes reakciók során keletkeznek (REINECCIUS, 2006). A növényekben végbemenő metabolikus folyamatok – így az aromaanyagok kialakulásának biokémiai háttere is – csak részben ismertek, ezért az egyes illatalkotók keletkezésének tisztázása nem mindig egyértelmű. E fejezeten belül a fűszerpaprika őrlemény néhány jelentősebb illékony vegyületcsoportjának (terpének, karotinoid bomlástermékek, benzolgyűrűs vegyületek, lipid oxidációs termékek és egyes heterociklusos vegyületek) bioszintézisét tekintem át.

Terpének

A terpének fontos növényi illatalkotók, a szekunder metabolitok legnagyobb és legváltozatosabb csoportját alkotják, számuk a növényvilágban *cca.* huszonkétezerre tehető. A mono- és szeszkviterpének anabolikus folyamatok során keletkeznek, prekurzoruk a növények anyagcsere folyamataiban fontos szerepet játszó acetyl-coenzim-A (AcCoA) molekula. A folyamat során izopentenil-pirofoszfát (IPP) és dimetilallil-pirofoszfát (DMAP) keletkezik, ezekből a C₅ egységekből épülnek fel a későbbiekben a mono- és szeszkviterpén vegyületek. A monoterpének prekurzor vegyülete a geranilpirofoszfát molekula, míg a szeszkviterpéneké a farnezilpirofoszfát (9. ábra). Az illat kialakításában fontos szerepet játszó monoterpének kialakulása általában a kloroplasztokban, míg a szeszkviterpének bioszintézise a citoplazmában történik különböző anabolikus folyamatok során. A növényi szövetek roncsolódása ezért általában nem változtatja meg

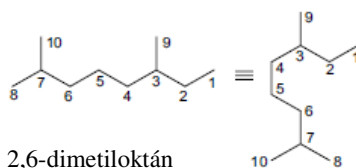
jelentősen a nyersanyag monoterpén- és szeszkviterpén-profilját, bár koncentrációjukban történhet változás a különböző oxidációs folyamatoknak köszönhetően (BERGER, 2007). Az izoprenoid vegyületek lebontási folyamatairól jelenleg kevés ismerettel rendelkezünk, így az is kérdéses, hogy lebomlásuk után képesek-e újra visszakerülni a növény anyagcserefolyamataiba (HELDT et al., 2011).



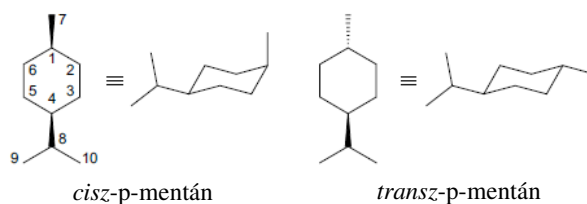
9. ábra A mono- és szeszkviterpének keletkezésének vázlata (BREITMAIER, 2006)

A *monoterpéneknek* nagyon fontos szerepük van a növények – elsősorban virágos és gyümölcsös jellegű – illatának kialakításában. Termelődésük a leukoplasztok nem fotoszintetizáló szöveteiben történik, ezen sejtek viszonylag rövid ideig tartó metabolikusan aktív periódusa alatt. Sok terpénvegyület az illat kialakításán túl kémiai – csalogató illetve riasztó hatású – jelzőanyagként is szolgál a rovarok és egyéb állatok számára (ROMEO et al., 2007; HELDT et al., 2011). Növényi

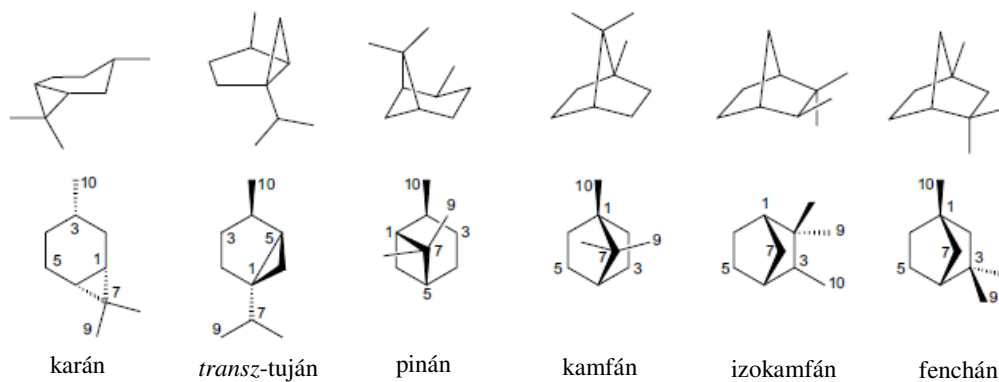
minták illékony frakciójában általában mono- és szeszkviterpének fordulnak elő, a nagyobb moltömegű diterpének már többnyire nem vagy sokkal kevésbé illékonyak, ezek a vegyületek a növényi illóolajokban általában már nem találhatóak meg. Az *aciklikus monoterpének* csoportjába kb. 1500 vegyület sorolható, többségük a 2,6-dimetiloktán származéka:



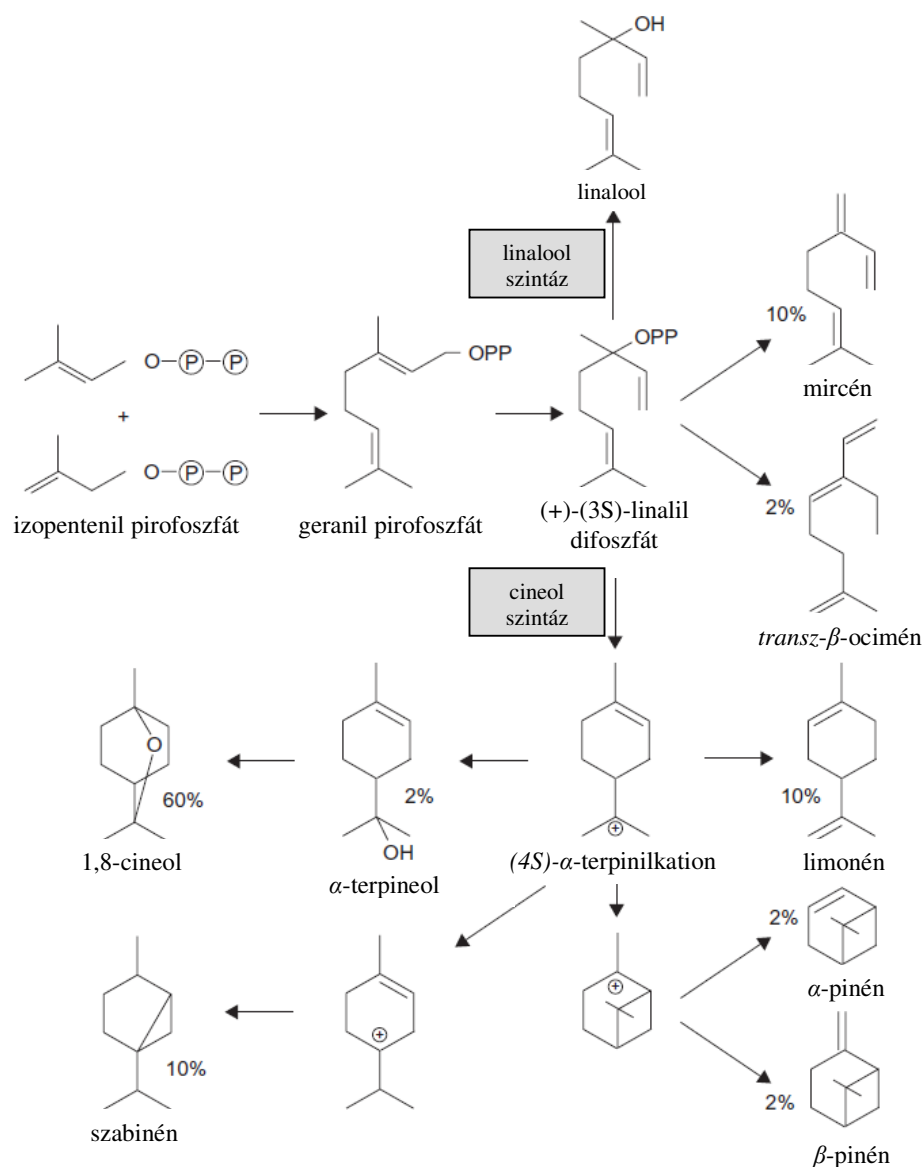
Számos fűszer és virág illóolajában megtalálhatók, különösen a telítetlen alkoholok és aldehidek. A növényi kivonatokban előforduló *monociklusos monoterpének* nagy része ciklohexán származék, többségük a *p*-mentán *cisz*- és *transz*-izomerjeiből vezethető le:



Ezek az aromaanyagok is széles körben elterjedt illóolaj-összetevők a növényvilágban. Nagy részük jellegzetes aromatulajdonságokkal rendelkezik, így jelenlétük egyértelműen meghatározza az adott növényt, és azonosításukban is döntő szerepük van. A benzolgyűrűs mentánok, a cimének *m*- és *p*-izomerjei is számos fűszernövény illatalkotói, a parfümpipar is elterjedten használja ezeket a vegyületeket (az *o*-izomer a természetben nem fordul elő), néhány képviselőjüknek csíraölő hatást is tulajdonít a szakirodalom (BREITMAIER, 2006). A *biciklusos monoterpének* közül a növényekben a legelterjedtebbek a karán, *transz*-tuján, pinán, kamfán, izokamfán és fenchán alapvázal rendelkező vegyületek:



Néhány, a növényvilágban igen elterjedt monoterpén vegyület kialakulását a 10. ábra szemlélteti.



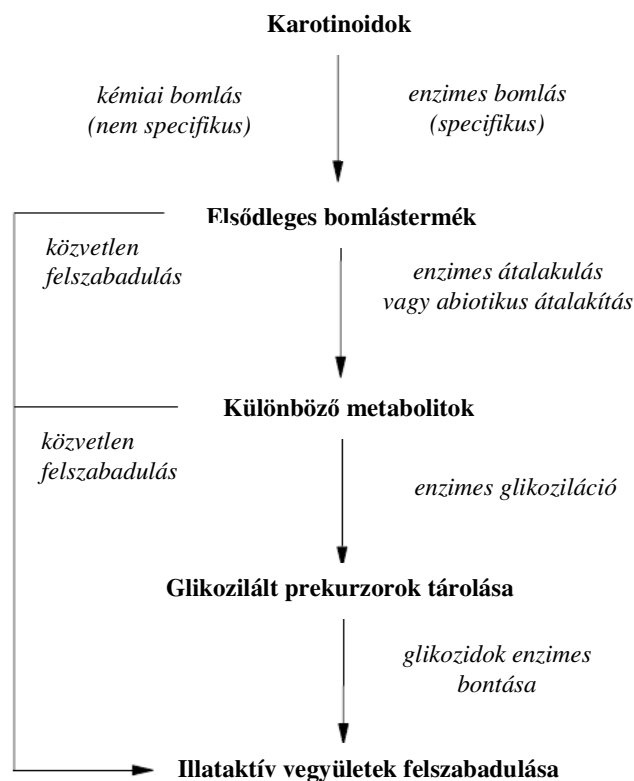
10. ábra Néhány jellegzetes monoterpén vegyület kialakulása (HELDT et al., 2011)

Az izoprén vázas vegyületek közül a szeszkviterpének alkotják a legnagyobb csoportot: több, mint 200 különböző alapvázuk létezik (HELDT et al., 2011). Az *aciklusos szeszkviterpének* közül a farnezán vázas vegyületek számos egyéb – aciklusos és ciklusos – igen illataktív és jellegzetes illóolaj-összetevőként ismert komponens prekursorai. Néhány vegyület szerkezeti képletét az 1. és 2. Mellékletekben mutatom be. A fűszerpaprikák illékony vegyületeivel foglalkozó szakirodalomban is számos utalás található a paprikák terpén összetevőiről (BOGUSZ JUNIOR et al., 2011; FORERO et al., 2009; MORENO et al., 2012; PINO et al., 2011).

Karotinoid bomlástermékek (norizoprenoidok)

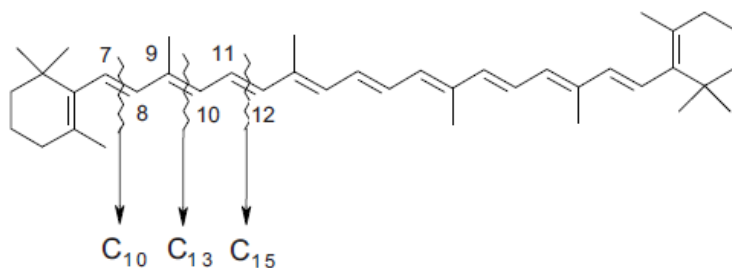
Az anabolikus folyamatok mellett, számos fontos terpénvegyület keletkezik a növényi színanyagok (karotinoidok, likopin) bomlási folyamataiban is. A karotinoidok bomlástermékei, a

C₁₃ norizoprenoidok (pl. α -jonon, β -jonon, dihidro- β -jonon, geranil-aceton, β -damaszcenon, megastigmatrienon) a fűszerpaprikán kívül számos más növényben is megtalálhatók. Nektarinban (BALDERMANN et al., 2005), őszibarackban (AUBERT et al., 2007; WANG et al., 2009), sárgadinnyében (CONDURSO et al., 2012; SZAMOSI, 2009; VALLONE et al., 2013), görögdinnyében (LEWINSOHN et al., 2005), paradicsomban (FEUDO et al., 2011; LEWINSOHN et al., 2005; SERVILI et al., 2000) és kajsziiban (AUBERT et al., 2010; CHEN et al., 2006; GOKBULUT et al., 2012) is sikerült azonosítani ezeket az illataalkotókat. Mennyiségük a gyümölcsök érése során fokozatosan növekszik. Hasonlóképpen, a fűszerpaprika esetén is sok esetben detektálható ezen illataktív aromaalkotók jelenléte (BOGUSZ JUNIOR et al., 2011; FEHÉR, 2002; KOCSIS et al., 2002; PINO et al., 2011). A karotinoidok elektronban gazdag polién láncra nagyon érzékeny az oxidatív bomlásra, mely folyamat végbemehet enzimek közreműködésével, illetve azok részvétele nélkül is (11. ábra). A folyamat első lépése minden esetben egy oxidatív (enzimes vagy kémiai) bomlási reakció. Sok esetben az elsődleges reakciótermékek azonosak a végső aromakomponensekkel, de nem szabadulnak fel közvetlenül, hanem a norizoprenoid glikozidokból csak az érés által indukált reakciók során válnak szabaddá. Más esetekben az elsődleges reakciótermékek további összetett folyamatokon mennek át a végső aromakomponensek felszabadulásáig.



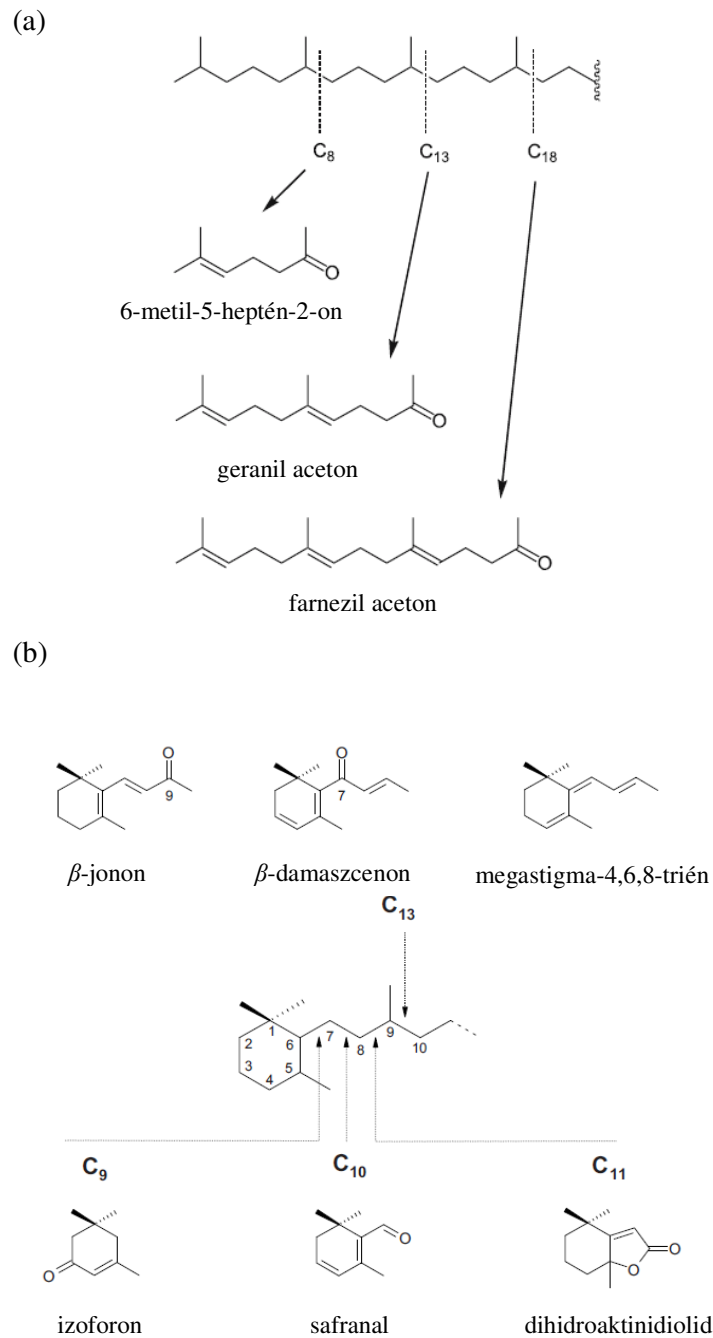
11. ábra A növényi szövetek norizoprenoid aromakomponenseinek kialakulásához vezető oxidatív karotinoid bomlás általános vázlatja (FLEISCHMANN et al., 2008)

Az oxidatív bomlás végbemehet a növényi nyersanyag tárolása vagy feldolgozása során is, és a keletkező bomlástermékek hozzájárulnak a végtermék kívánt aromatulajdonságainak kialakításához. Például az olyan illékony, kisebb moltömegű fragmentumok mint a norizoprenoidok, széleskörűen elterjedt illatalkotók a növényvilágban. A norizoprenoidok a karotinoid lánc C(7,8), C(9,10) illetve C(11,12) szénatomjai közötti kötéseket hasításával keletkeznek lipoxigenáz enzimek közreműködésével, ahogy az a 12. ábrán is látható.



12. ábra A karotinoid molekula bomlása (BRITTON, 2008)

Ezek az enzimek széleskörűen elterjedtek a növényekben és a mikroorganizmusokban. A bomlási folyamatok során 10, 13 és 15 szénatomszámú vegyületek keletkeznek, melyek tartalmazzák a láncvégi csoportokat is. A karotinoid bomlástermékek általában igen illataktívak: a β -jonon virágosgyümölcsös jellege például már 0,007 ppm koncentrációban is felismerhető, míg a β -damaszcenon illatküszöbe még ennél is alacsonyabb, 0,002 ppb. Ez utóbbi vegyületet a legillataktívabb szerves molekulának tartja a szakirodalom (BRITTON, 2008). Jellegzetes karotinoid bomlástermék a safranal is, mely vegyület a sáfrány aromájának karakterisztikus összetevője, de megtalálható a fűszerpaprikában is. Ezek az illataktív karotinoid bomlástermékek szerkezetüket tekintve igen változatosak lehetnek: származhatnak a konjugált karotinoid lánc középső szakaszáról – mint például a 6-metil-5-heptén-2-on, geranil aceton vagy a farnezil aceton – valamint a láncvégekről is: α -jonon, β -jonon, β -damaszcenon, ahogy az a 13. ábrán is látható (BERGER, 2007; FLEISCHMANN et al., 2008). Ez utóbbi vegyületek jellegzetes képviselői a jononok, damaszkonok és megastigmánok, e vegyületek kémiai szerkezetének alapja mindhárom csoport esetén a megastigmán váz, melyhez az előbbi két csoport esetén oxocsoport is kapcsolódik.

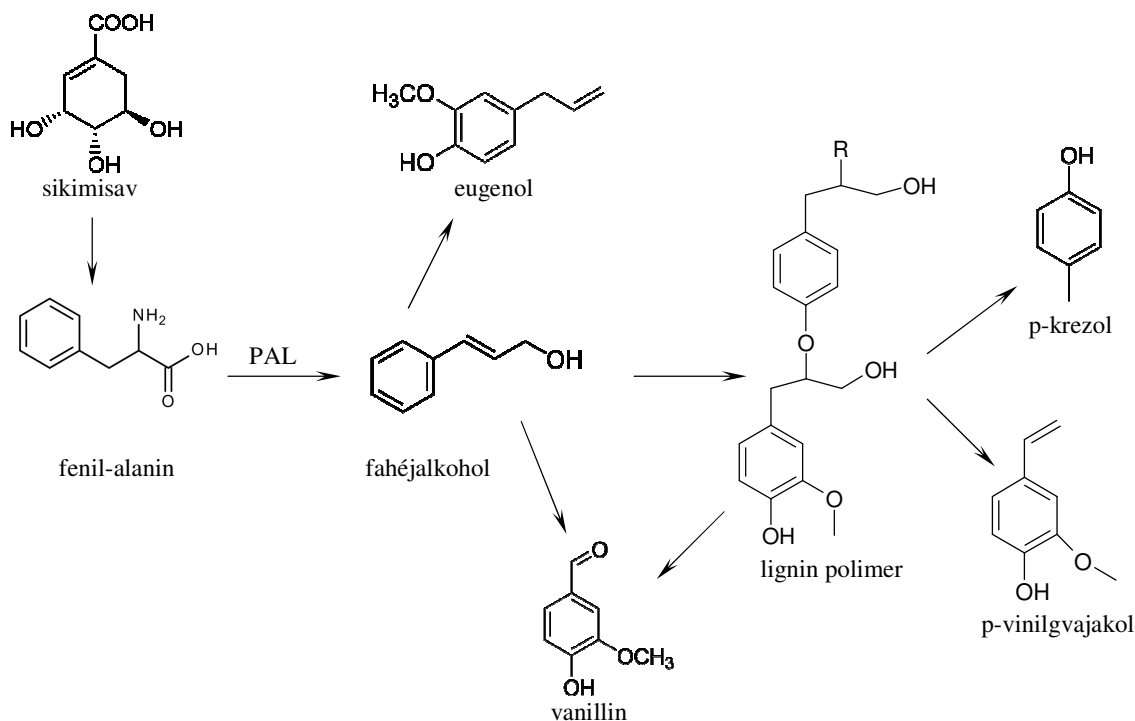


13. ábra Néhány, a karotinoidok oxidatív bomlása során keletkező illataktív vegyület (a) nyílt láncú vegyületek (BERGER, 2007); (b) gyűrűs vegyületek (FLEISCHMANN et al., 2008)

Az illatos norizoprenoid vegyületek gyakran enzimek közreműködése nélkül keletkeznek a növényi szövetekben. Ezek a nem enzimés bomlási reakciók nem specifikusak, végtermékük általában a prekursor karotinoidtól és a reakció körülményeitől függő véletlenszerű keverék.

Benzolgyűrűs vegyületek

A növényi aromaanyagok között számos benzolgyűrűs komponens található, melyek közül némelyek igen illataktív vegyületek. Az illékony fenolszármazékok többsége a sikimisav úton keletkező fenil-alaninból származik, és a növényi szövetekben szabad vagy kötött formákban van jelen (BERGER, 2007; FENNEMA, 1996; HUSAIN, 2010). A számos benzolgyűrűs illatalkotó alapját képező fenilpropán váz a növények legfőbb fenolos polimer vegyületének, a ligninnek az alkotórésze. Ez a polimer számos más, igen illataktív aromakomponens prekurzoraként szolgál a növényvilágban (14. ábra).



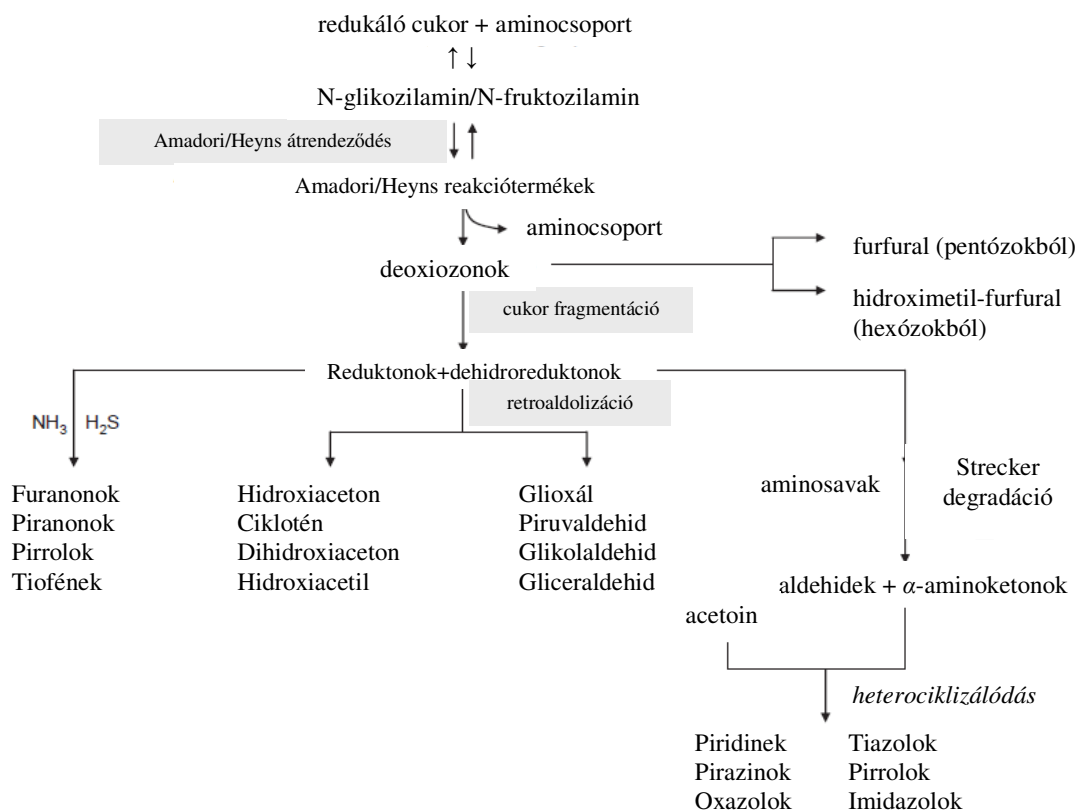
14. ábra Néhány jelentős, sikimisav úton keletkező illatalkotó (FENNEMA, 1996; HUSAIN, 2010 nyomán)

PAL: fenil-alanin ammónia liáz

A benzolgyűrűs illatkomponensek jelenléte a különböző fűszerpaprika fajok esetén is detektálható (FEHÉR, 2002; MATEO et al., 1997; ZIMMERMANN et al., 2000; VAN RUTH et al., 2003).

Heterociklusos vegyületek

A heteroatomot – elsősorban ként, nitrogént és oxigént – tartalmazó vegyületek gyakran hőközléssel járó folyamatok eredményeként jelennek meg a növényi termékekben, például aminosavak és szénhidrátok reakciója következtében, a Maillard reakció során (BELITZ et al., 2009; BERGER, 2007; CERNY, 2010; FENNEMA, 1996; HO, 1996; NURSTEN, 2005; SCHIEBERLE et al., 2002; VAN BOEKEL, 2006). A fontosabb reakcióutakat és termékeket a 15. ábra szemlélteti.



15. ábra Aromaaktív vegyületek keletkezése a Maillard reakció során (HO, 1996)

Annak ellenére, hogy ezek az illatalkotók általában nagyon kis mennyiségben vannak jelen az élelmiszerekben, erős illatuk és alacsony érzékelési küszöbértékük miatt fontos szerepet játszanak az illat kialakításában (ROWE, 2005). Ebbe a vegyületcsoportba tartoznak a pirazinok is, köztük a paprika jellegzetes illatalkotójának tartott (BUTTERY et al., 1969; FENNEMA, 1996; RAJU et al., 2010; ROWE, 2005; ZIMMERMANN et al., 2000) 2-metoxi-3-izobutilpirazin is. A metoxi-alkilpirazinok igen erős, átható illattal rendelkeznek, jelenlétük már alacsony koncentrációban érzékelhető (a 2-metoxi-3-izobutilpirazin zöldpaprika/zöldborsó-jellege például már 0,002 ppb koncentrációban is érezhető). Ezen vegyületek egy része a növényi anyagcsereutakon szintetizálódik, más részük mikroorganizmusok (*Pseudomonas perolens*, *Pseudomonas tetrolens*) tevékenysége nyomán keletkezik elágazó láncú aminosavakból (FENNEMA, 1996). A metilpirazinok illatküszöb értékei ezzel szemben viszonylag magasak (1 mg/kg <), ezért ezek a vegyületek valószínűleg nem játszanak fontos szerepet az aroma kialakításában. Viszont ha a metilcsoportok helyét etilcsoportok veszik át, az így keletkezett vegyületek illatküszöb értéke jelentősen csökken (BERGER, 2007). Az alkilpirazinok – a metoxipirazinoktól eltérően – hőkezelt élelmiszerek jellegzetes illatalkotói, a Strecker-degradáció során keletkeznek α -dikarbonil vegyületek és aminosavak reakciójával. A különböző *Capsicum*

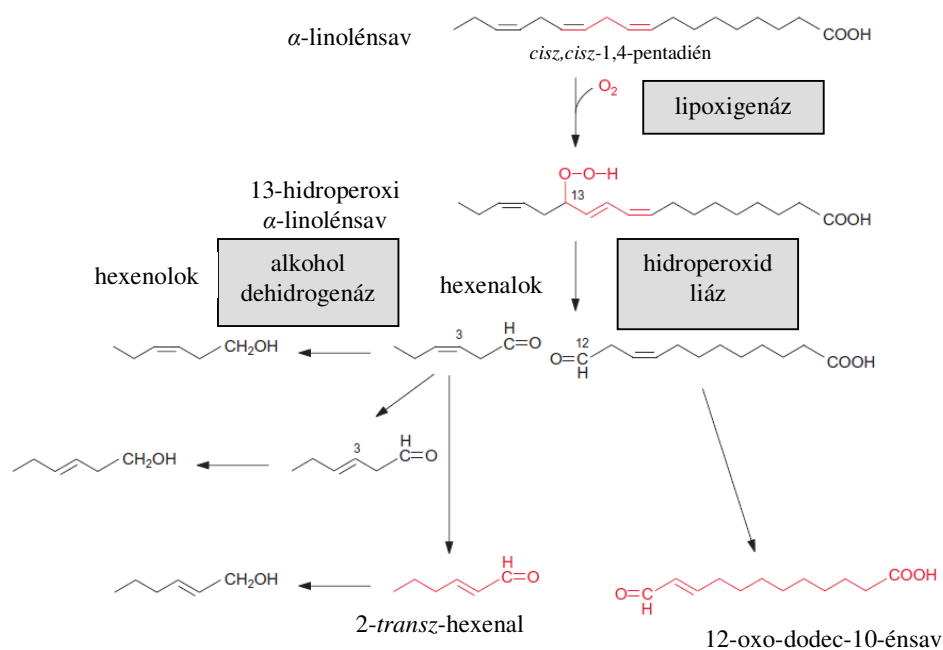
fajok szárított termésében gyakran megtalálhatóak ezek a vegyületek (LUNING et al., 1995; ZIMMERMANN et al., 2000).

A hőkezelésen átesett élelmiszerek illékony frakciójában alifás kén komponensek (tiolok, szulfidok, diszulfidok) is megtalálhatók, de a heterociklusos kénvegyületek – tiofének, tiofenonok, tiazolok stb. – vannak többségben. Bár ezek az illatkomponensek általában csak nyomokban vannak jelen az aromaképben, alacsony illatküszöbük és erős illatuk miatt igen nagy jelentőségűek, fűszerpaprikák illatanyagai között is megtalálhatóak (KOCISIS et al., 2002; VAN RUTH et al., 1994, 2003). A növényi eredetű élelmiszerek illó frakciója általában sokkal több nitrogéntartalmú vegyületet tartalmaz, mint kénvegyületet – míg húsoknál éppen fordított az arány (BERGER, 2007).

Az oxigént tartalmazó heterociklusos vegyületek közül a laktonok például igen elterjedtek a gyümölcsök illékony frakciójában (AUBERT et al., 2007; CHEN et al., 2006; MONTEVECCHI et al., 2012; ULRICH et al., 1997; WANG et al., 2009). Ezek igen illataktív vegyületek, általában édes, gyümölcsös jellegűek (ROWE, 2005). Más vegyületek (pl. furánok, oxazolok, piranon vegyületek) jellegzetes hőbomlási termékeknek tekinthetők (FENNEMA, 1996; NURSTEN, 2005) és a fűszerpaprikában is megtalálhatók (KIM et al., 2007).

Aciklusos alkoholok, aldehidek, ketonok

Az alkoholok, aldehidek és ketonok telített és telítetlen zsírsavak enzimes bomlása során keletkeznek (ANGEROSA et al., 2000; BAI et al., 2011; CONTRERAS et al., 2013; FENNEMA, 1996; REINECCIUS, 2006; YANG et al., 2013). A 6 szénatomos, telítetlen alkoholok és aldehidek például igen elterjedtek a növényvilágban, így a fűszerek körében is (JIROVETZ et al., 2002; NGASSOUM et al., 2004; VENSKUTONIS, 1997; YU et al., 2007). Illatjellegük többnyire a frissen vágott fűre emlékeztető, zöld, növényi illat, a 9 szénatomosak illata az uborkára és a sárgadinnyére emlékeztető, míg a C₈ vegyületek többnyire gomba illatúak (FENNEMA, 1996; ROWE, 2005; YANG et al., 2013). Ezek az aromaalkotók többszörösen telítetlen zsírsavak enzimes oxidációjával keletkeznek, lipoxigenáz (LOX) enzimek közreműködésével (16. ábra):



16. ábra: A „zöld” illat kialakításáért felelős aromaalkotók keletkezése a növényi szövetekben (HELDT et al., 2011)

A LOX-eredetű aldehidek és ketonok általában alkoholokká alakulnak, melyek magasabb illatküszöbvel rendelkeznek, így illataktivitásuk az előbbi vegyületekhez képest alacsonyabb. A friss és a szárított fűszerpaprikák illékony vegyületei között is számos zsírsav bomlástermék detektálható (BOGUSZ JUNIOR et al., 2011; CONFORTI et al., 2007; CREMER et al., 2000; MATEO et al., 1997; MAZIDA et al., 2005; PINO et al., 2006, 2007; VAN RUTH et al., 1994, 2003).

Észterek

A különböző észterek széleskörűen elterjedtek a növényvilágban, számos virág, gyümölcs és fűszer jellegzetes illatának alkotói (DELLE-VEDOVE et al., 2011; ECHEVERRÍA et al., 2004; GOKBULUT et al., 2012; HARB et al., 2008; KOURKOUTAS et al., 2006; NGASSOUM et al., 2004; PINO et al., 2007; YU et al., 2007). Zöltségek illékony frakciójában – a gyümölcsökével összehasonlítva – általában jóval kevesebb észter található, a szintézisükhöz szükséges enzimrendszer hiánya miatt (REINECCIUS, 2006). Ennek ellenére a fűszerpaprikákban szinte minden esetben azonosíthatóak (BOGUSZ JUNIOR et al., 2011, 2012; CONFORTI et al., 2007; FORERO et al., 2009; PINO et al., 2006, 2011). Az alifás észterek prekursorai lehetnek zsírsavak (linolsav, linolénsav) illetve szabad aminosavak is. Az észterek legfontosabb képviselői a gyümölcsös jellegű etil-észterek, melyek illatintenzitása az illékonyssággal párhuzamosan csökken. A telítetlen szénláncú észterek illata általában erőteljesebb, mint a telített változatoké. Az alacsony

moltömegű észterek többnyire gyümölcsös-virágos illatúak (ROWE, 2005), prekursoraik általában az aminosav katabolizmus során keletkezett elágazó láncú alkoholok (JIANG et al., 2010). A nagy moltömegű, kevésbé illékony észterek illata enyhébb, inkább zsíros-viaszos jellegű (BURDOCK, 2010).

Savak

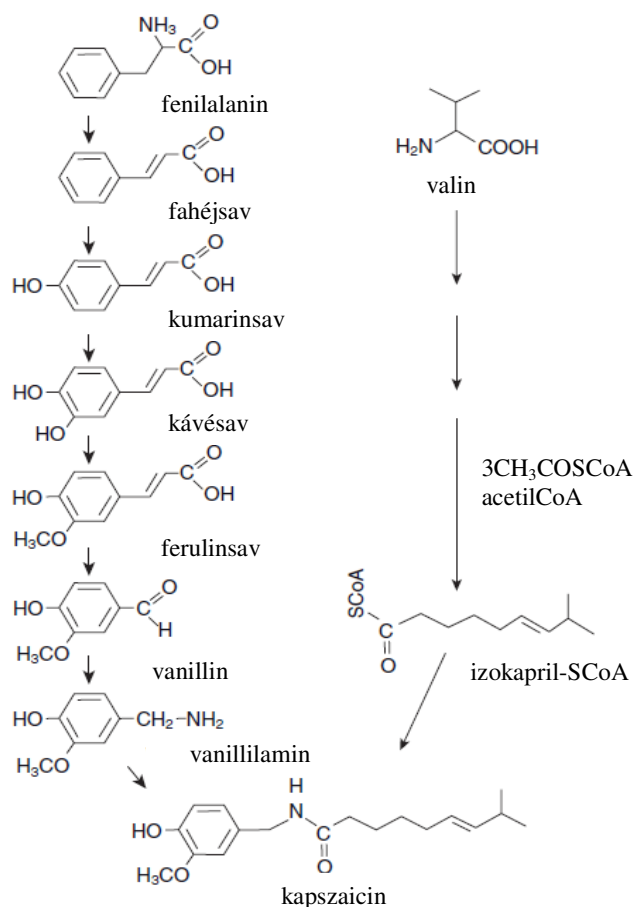
A különböző telített alifás savak általában megtalálhatók a fűszerek illékony frakciójában (JAGELLA et al., 1999; JIROVETZ et al., 2002; PINO et al., 2011; ROMEO et al., 2007; ZIMMERMANN et al., 2000), prekursoraik többnyire szénhidrátok (REINECCIUS, 2006). A szerves savak illataktivitása viszonylag alacsony, a hosszú szénláncú zsírsavak már gyakorlatilag illattalanok. Telítetlen változataik viszont erősebb, élesebb illatúak (ROWE, 2005).

Szénhidrogének

Az illóolajokban található nem terpén jellegű (telített) szénhidrogének – a rövid szénláncú alkoholokhoz és aldehidekhez hasonlóan – általában foszfolipidek és zsírsavak (metabolikus) átalakulásával vagy bomlásával keletkeznek (BERGER, 2007). Mivel legtöbb képviselőjük gyakorlatilag szagtalan vegyület, aromaalkotóként jelentőségük általában elhanyagolható (ROWE, 2005). Fűszerpaprikákban is többnyire a hosszú szénláncú szénhidrogének azonosíthatók (BOGUSZ JUNIOR et al., 2012; FORERO et al., 2009; KOCSIS et al., 2002; MORENO et al., 2012; PINO et al., 2006).

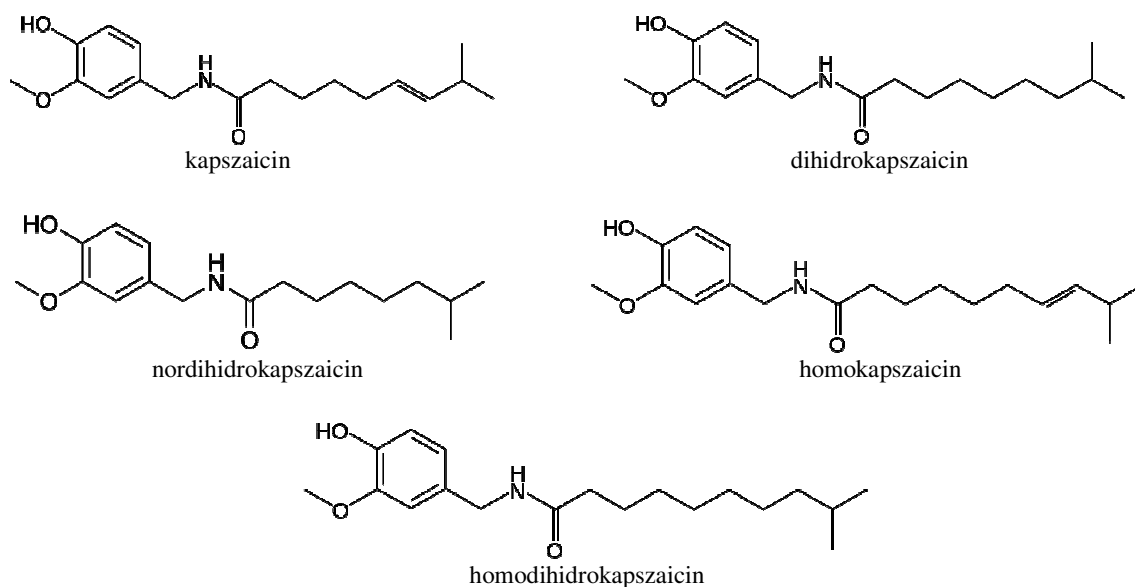
2.4.2.7. Kapszaicinoidok

A kapszaicinoidok a fűszerpaprika csípős hatóanyagai, ez az egyedüli növényfaj a természetben, amely a vegyületcsoport szintetizálására képes. Mennyisége évjáráttól, fajtától függően változik, általában 3-32 mg/100 g között, de néhány egzotikus paprikafajtában elérheti a 600-900 mg/100 g-ot is. A kapszaicinoidok a növényben a fenil-alaninból származó vanillilamin és egy valinból vagy leucinból keletkező elágazó láncú C₉-C₁₁ zsírsav reakciójával keletkeznek (17. ábra), mennyiségük a bogyó érése során növekszik (PINO et al., 2006).



17. ábra A kapszaicinoidok bioszintézise (RAJU et al., 2010)
SCoA: szukcinil koenzim A

A fűszerpaprika csípős íze nem egyetlen vegyületnek, hanem egymáshoz közel álló szerkezetű vanillilamidoknak tulajdonítható, amelyeket gyűjtőnéven kapszaicinoidoknak nevezünk. Mennyiségük a paprikában függ a genotípustól, a fejlettségi állapottól és a fejlődési körülményektől is (AZA-GONZÁLEZ et al., 2011). A kapszaicin leginkább az erezetben fordul elő, ezért annak eltávolításával a csípős fűszerpaprika fajtából csípősségmentes örleményt lehet készíteni (VÉKONY, 1988). A csípősségmentes fajták megjelenése előtt ezzel az eljárással állították elő az édes örlemények alapanyagait. Az összes kapszaicinoid tartalom kb. 90 %-át a kapszaicin, a dihidrokapszaicin és a nordihidrokapszaicin alkotja. A legcsípősebb alkotó a kapszaicin (8-metil-N-vanillil-transz-6-nonénamid), mely kémiai szerkezetét tekintve alkaloid. Fehér, kristályos, zsíroldékony vegyület, a vízben oldhatatlan, szagtalan, íztelen homovanillinsavból keletkezik. A legfontosabb kapszaicinoidok szerkezetét a 18. ábrán mutatom be.



18.ábra A fűszerpaprika fontosabb kapszaicinoid vegyületei

A fenti ábrán látható valamennyi vegyület felelős a csípős íz kialakításáért. Közülük a kapszaicin és a dihidrokapszaicin egyformán csípős és az összes kapszaicinoid vegyület mintegy 80-90 %-át teszik ki, míg a többi alkotó kisebb mennyiségben van jelen és csak kb. fele olyan csípősek (RAVISHANKAR et al., 2003).

Kereskedelmi szempontból fontos a csípősség mértékének meghatározása, mely jelenleg a Scoville csípősségi egység (Scoville Heat Unit, SHU) megadásával történik. A Scoville egység a paprikából készült kivonat hígításának mértékét fejezi ki – a kivonatot addig hígítják, amíg a csípős íz már nem érzékelhető a bírálók számára. A kapszaicinoidok 1 ppm koncentrációja felel meg 15 Scoville egységnek (PRUTHI et al., 2003). A paprikák csípőssége a csípősségmentes fajták 0 Scoville egységétől az egyik legcsípősebbnek tartott Habanero 300 000-es értékén át a jelenleg ismert legerősebb paprika, a Naga Jolokia 1 000 000-t is meghaladó Scoville egységéig terjed. A tiszta kapszaicin Scoville egysége 15 000 000.

A kapszaicin farmakológiai hatása igen széleskörű. A népi gyógyászat már régóta elixírként tartja számon a csípős paprikát, rágcválásával enyhítették például az izom és ízületi, övsömör okozta fájdalmakat, valamint fogfájást is. Alkalmazták továbbá szív-érrendszeri betegségek megelőzésére, baktériumölőként és féregűzőként. A kapszaicin termogén hatását is régóta kihasználják, a világ egyes részein a paprikát más csípős fűszerekkel keverve és cipőbe szórva a láb melegen tartására alkalmazzák. A melegebb égővön szívesebben fogyasztják a csípős paprikával fűszerezett ételeket, mert az izzasztás révén hővesztéséget vált ki. Orrspray formájában enyhíti a fejfájást, migrént. Vérkeringést fokozó hatásuk miatt a paprikát tartalmazó pakolások cellulitisz kezelésére és rántalanításra is alkalmasak (VARGA, 2006). Ingerlő hatása miatt könnygázok, önvédelmi spray-k alapanyaga.

2.4.2.8. Vitaminok

A *Capsicum* fajok többsége friss állapotban jelentős mennyiségű E- és A-provitamint (β -karotin, kriptoxantin) tartalmaz. A friss fűszerpaprika bogyó jelentős C-vitamin tartalma a feldolgozás során nagyrészt lebomlik, és az őrleményben már csak igen csekély mennyiségben fordul elő. Az őrlemény nyomokban B₁- és B₂-vitaminokat is tartalmaz.

2.4.2.9. Ásványi anyagok

Az őrlemény ásványi anyag tartalmát leginkább a kálium, nátrium, kalcium, foszfor, vas, réz és mangán alkotja (HORVÁTH, 1996b).

2.4.2.10. Nemkívánatos anyagok

A fűszerpaprika őrlemény a természetes összetevőkön túl nemkívánatos alkotókat is tartalmazhat, például toxinokat, rovarmaradványokat esetleg rágcsáló kártétel nyomait (ürülék, vizelet). Ezen szennyező anyagok kiküszöbölése illetve minimális szintre csökkentése szempontjából döntő jelentőségű a megfelelő gyártási technológia és a helyes tárolás (HORVÁTH, 1996b). A fűszerpaprika őrlemény nem tartalmazhat idegen színezéket, valamint a megengedettnél nagyobb mértékben élő vagy elpusztult rovarokat, lárvákat, továbbá rágcsálók jelenlétére, kártételére utaló nyomokat és anyagokat, például szórt, rágcsálóürüléket (MÁRKUS et al., 2001). A fűszerpaprika őrlemény mikotoxin szennyezettségére vonatkozóan az 1881/2006/EK rendelet alapján az aflatoxinokra vannak megadva határértékek: aflatoxin B₁-re 5,0 $\mu\text{g}/\text{kg}$, az aflatoxin B₁, B₂, G₁ és G₂ összegére pedig 10,0 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Fémszennyezettségre vonatkozóan ugyanezen rendelet a friss fűszernövényekre 0,20 mg/kg-os kadmium határértéket ad meg.

2.4.3. Az őrlemény mikroflórája

A fűszerpaprikát baktériumok, penészgombák és élesztőgombák egyaránt megtámadhatják már a termésérés során, de romlást általában csak a betakarítás után okoznak, miután a növény védekező mechanizmusai megszűnnek. Az utóérlelés időszakának időjárási viszonyai befolyásolják a bogyó romlásának mértékét, ami hatással van az őrlemény mikrobiológiai állapotára is. A napos, száraz őszi kedvező, a csapadékos időjárás pedig kedvezőtlen hatású ilyen szempontból. Alacsony vízkivárási sebességének ($a_w < 0,5$) köszönhetően a fűszerpaprika őrlemény mikrobiológiai szempontból stabil terméknek számít, hiszen a mikroorganizmusok nem képesek benne szaporodni. Az őrlemény mikrobiológiai szennyezettségét alapvetően a feldolgozásra kerülő paprika bogyó belső termésfalának és külső felületének mikrobiológiai szennyezettsége határozza meg, de befolyásolhatják azt a feldolgozási műveletek, valamint a késztermék csomagolási és tárolási körülményei is (NAGY, 1996). A fűszerpaprika őrlemény mikroflóráját olyan mikroorganizmusok

alkotják, melyek jól tűrik a szárítást és a kedvezőtlen vízaktivitású viszonyokat. Ezek a mikrobák a Gram-pozitív baktériumok, valamint a penész- és élesztőgombák lehetnek (KORBÁSZ, 2010). Ezek a mikroorganizmusok a termés helytelen tárolása vagy utóérlelése során a bogyó belső termésfalán szaporodhatnak el (NAGY, 1996).

2.4.3.1. Baktériumok

A baktériumok nagymértékben fogyasztják a szárazanyag-tartalmat, és a színezőanyagok abszolút mennyiségét is csökkentik. E mikrobák közvetlenül nem képesek behatolni az egészséges szövetekbe, elszaporodásuk csak a penészgombák károsítása után következik be. A fűszerpaprika őrlményben kimutatható baktériumok közül a legjelentősebbek a Gram-pozitív *Bacillusok* (*B. subtilis*, *B. licheniformis*, *B. cereus*), a *Lactobacillusok*, a spórás *Clostridiumok* (*C. perfringens*, *C. butyricum*, *C. sporogenes*), a *Micrococcus* és *Staphylococcus* nemzetség tagjai, jelentősek még a Gram-negatív aerob *Pseudomonasok* egyes fajai, valamint a közegészségügyi és higiéniai szempontból kiemelkedő fontosságú Gram-negatív fakultatív anaerob bélbaktériumok, mint pl. az *E. coli* (BANERJEE et al., 2003; NAGY, 1996). A fűszerpaprika őrlményben megengedett *E. coli* szennyezettség 10^4 /g, a *Salmonellára* vonatkozó határérték pedig 0/25 g (46/2007. (X.29.) EüM rendelet).

2.4.3.2. Penészgombák

A fűszerpaprikán potenciálisan előforduló penészgombák közül különösen a mikotoxint termelő fajok veszélyesek, mivel a hosszú távon nagy mennyiségben történő toxinfogyasztás krónikus megbetegedésekhez vezethet. A mikotoxin termeléshez általában extrém körülmények szükségesek, így a helyes termelési, tárolási, gyártási gyakorlatok betartásával, a penészek számára kedvező körülmények kiküszöbölésével a kockázat mértéke jelentősen csökkenthető (KORBÁSZ, 2010). A mikrobiológiai vizsgálatok során a leggyakrabban detektált penészgombák a különböző *Aspergillus* fajok, bár időnként *Rhizpous* fajok is azonosíthatók (HASHEM et al., 2010). A penészgombák toxintermeléséhez szükséges minimális vízaktivitás 0,83. A leggyakrabban előforduló mikotoxinok a fűszerpaprika őrlményekben az aflatoxinok (MERENÁNÉ, 2005; ROMAGNOLI et al., 2007; ZINEDINE et al., 2009) és az ochratoxinok (MERENÁNÉ, 2005). Eltűrhető mennyiségük fűszerpaprika termékek esetén 5,0 µg/kg aflatoxin B₁-re, valamint 10 µg/kg az aflatoxin B₁, B₂, G₁ és G₂ összegére vonatkozóan (1881/2006 EK rendelet). A klimatikus viszonyok miatt a hazai fűszerpaprikában aflatoxin szennyezettséggel nem kell számolni, ezért a fűszerpaprika őrlményben detektált aflatoxin minden esetben a külföldi eredetű fűszerpaprika hozzákeverést jelzi, mint ahogy az a 2004-es fűszerpaprika botrány esetén is történt. Ochratoxin A-

ra vonatkozóan fűszerpaprika esetén nem állapítottak meg határértéket, bár ez a mikotoxin a hazai éghajlati körülmények között is keletkezhet.

2.4.3.3. Élesztőgombák

A baktériumokhoz hasonlóan az élesztőgombák sem tudnak behatolni az ép szövetekbe, elszaporodásuk csak a sérült, romlott bogyóban fordulhat elő. Az élesztős romlás során is a belső terméshártya elvékonyodása figyelhető meg. A fűszerpaprika örleményben élesztőgombák jelenléte élelmiszerbiztonsági szempontból általában nem veszélyezteti a termék minőségét (KORBÁSZ, 2010). Előfordulásuk hátterében súlyos technológiai hiba vagy utófertőződés állhat (MERENÁNÉ, 2005).

2.5. A szárított fűszerpaprika szín- és illatvizsgálatainak eddigi eredményei

Az elmúlt évtizedekben számos tanulmány foglalkozott a fűszerpaprika legfontosabb érzékszervi jellemzőinek (szín és illat) vizsgálatával, hiszen piaci értékét általában ezek a tulajdonságok szabják meg. Az érett fűszerpaprika vörös **pigmentjeinek** mennyisége általában jóval meghaladja a sárga színanyagokét. GARCÍA (2007) vizsgálatai alapján például spanyol piros színű paprikák esetén ez az arány körülbelül háromszoros, a domináns pigmentek pedig a kapszantin és a kapszorubin. A teljes érés állapotában narancsszínű bogyók esetén ez az arány megváltozik, a domináns színanyagok az ilyen termésekben fajtától függően a violaxantin, a zeaxantin és a β -karotin (RODRIGUEZ-URIBE et al., 2012). Világos színű bogyók (sárga, fehér) esetén a zeaxantin és a β -karotin mellett intenzíven megjelenik a lutein is, illetve zöld bogyók esetén a klorofill színanyagok (GIUFFRIDA et al., 2013). TOPUZ (2007) és kutatótársai eredményei eltérnek ettől: török fajtákat vizsgálva a vörös és a sárga pigmentek is jóval kisebb mennyiségben voltak jelen a bogyóban, mint a spanyol paprikák esetén és arányuk is csak kb. 1,2-szeres volt, a kapszantin és a zeaxantin dominanciájával. AYUSO és munkatársai (2008) magyar-spanyol fűszerpaprika hibridek tulajdonságait hasonlították össze a keresztezéshez használt spanyol fajtákéival: vizsgálataik alapján a vörös-sárga pigment arány a hibridek esetén nagyobb volt (átlagosan 1,55), mint a spanyol fajták esetén (1,12). Legnagyobb mennyiségben a kapszantint és a zeaxantint detektálták minden fajtában. A származási hely színanyag-összetételre gyakorolt hatása a termőhely éghajlati körülményei között keresendő: a piros színanyagok ugyanis adott hőmérséklet-tartományban (23-33 °C) keletkeznek, e fölött a sárga színanyagok szintézise válik intenzívvé. Az igen meleg nyarú Spanyolországban termesztett fűszerpaprika színe – öntözés nélkül – ezért lehet gyengébb, mint a magyar paprikáé (HODOSSI et al., 2012). Mivel a fűszerpaprika kereskedelmi értékét elsősorban vörös szín intenzitása határozza meg, a nemesítés során ezért nem csupán az összes karotinoid tartalom, hanem elsősorban a vörös-sárga pigment arány növelése a cél. A

fűszerpaprika színének vizsgálatával hazai tanulmányok is foglalkoztak (BIACS et al., 1989, 1992, 1993, 1994; HORVÁTH, 2007; HOVORKÁNÉ, 2007; KISPÉTER et al., 2003; MÁRKUS et al., 1999; OKOS et al., 1990). Az örlemények színstabilitását vizsgálva BIACS és munkatársai (1992) a csípős termékek nagyobb összes színezéktartalmát tapasztalták, melyet ezen fajták nagyobb antioxidáns tartalmával magyaráztak. Vizsgálataik során az örlemények tároláskor bekövetkező színvesztését aszkorbinsav illetve tokoferol adagolásával csökkenteni lehetett. Az örlemények pigmenttartalmának megőrzésére a mag adagolás is jó hatással lehet (OKOS et al., 1990). Számos kutatócsoport vizsgálta a fűszerpaprika **színjellemezőit** is (GÓMEZ-LADRÓN DE GUEVARA et al., 1996; ERGÜNEŞ et al., 2006; HORVÁTH, 2007; KIM et al., 2002a; KRAJAYKLANG et al., 2000; PINO et al., 2007; RAMAKRISHNAN et al., 1973; VEGA-GÁLVEZ et al., 2008). KRAJAYKLANG és munkatársai (2000) vizsgálatai során bizonyítást nyert, hogy a nem teljesen bepirosodott állapotban történő szüret az örlemények színjellemezőit is befolyásolja: a világossági tényező értéke nagyobb (azaz világosabb az örlemény), a színtelítettség pedig kisebb. KIM (2002a) koreai paprikák színváltozását vizsgálta fénynek kitett tárolás során, és a telítettséget tekintette a színváltozás fontos jellemzőjének. KISPÉTER és kutatótársai (2003) a hőkezelés és az ionizáló sugárzás hatásait vizsgálták az örlemények színjellemezőinek alakulására. Eredményeik azt mutatták, hogy 12 hét tárolás után kezelve az örleményeket, a hőkezelés nagyobb mértékű változást okozott a termékek színében, mint az ionizáló sugárzás (5 kGy). Tárolás előtt kezelve az örleményeket, a szemmel látható színkülönbség (ΔE_{ab}^*) a hőkezelést alkalmazva észrevehető, míg ionizáló sugárzás esetén alig vehető észre. Fűszerpaprikák esetén fontos jellemző az **összes színezéktartalom** is, melynek meghatározására általában az Amerikai Fűszerkereskedelmi Szövetség (American Spice Trade Association, ASTA) által kidolgozott eljárást alkalmazzák (AYUSO et al., 2008; GÓMEZ-LADRÓN DE GUEVARA et al., 1996; HORVÁTH, 2007; KANNER et al., 1977; KIM et al., 2002a; KRAJAYKLANG et al., 2000; OSUNA-GARCIA et al., 1997; PERVA-UZUNALIĆ et al., 2004; RAMESH et al., 2001; VEGA-GÁLVEZ et al., 2008). A színezéktartalmat ASTA egységben adják meg, 1 g/kg festéktartalom kb. 32 ASTA értéknek felel meg (HODOSSI et al., 2012). KRAJAYKLANG és munkatársai (2000) a betakarítás során detektált színjellemezőket és az összes színezéktartalmat vizsgálták, valamint ezen jellemzők változását a tárolás során etilénkezelés hatására. A kutatás során arra az eredményre jutottak, hogy a szüret során tapasztalt szín jelentősen befolyásolja az örlemény tulajdonságait is. Vizsgálataik kimutatták, hogy a telítettség (C_{ab}^*) és a színezeti szög (h_{ab}°) csak a zöld és a teljesen beérett termés színe közötti különbséget jellemzik. Bár a betakarításkor észlelt színkülönbség jobban jellemezhető a világossági tényező (L) alapján, ezek a mérések nem minden esetben tükrözték az összes színezéktartalom (ASTA érték) változását. Ezért a világosság mérése (az iparban) nem helyettesítheti az összes színezéktartalom meghatározását. A tárolás során történő etilénkezelés nem

befolyásolta az őrlemény világossági, színezeti és telítettségi jellemzőit, valamint az összes színezéktartalmat sem. Az összes színezéktartalom azon termékek esetén volt a legnagyobb, melyek még a betakarítás előtt, a növényen száradtak (betakarítás előtti száradás), míg a zölden leszüretelt termés ASTA értéke ennek csak a negyede volt. A termés érettségi állapotán túl a tárolás körülményei is jelentősen befolyásolhatják a fűszer színezéktartalmát. OSUNA-GARCIA (1997) vizsgálatai során a tárolás ideje alatt fajtától függően kisebb-nagyobb mértékű színezékvesztés következett be, melyet antioxidánsok (pl. aszkorbinsav, δ -tokoferol) adagolásával csökkenteni lehetett. Természetesen a fajtakeresztezés is hatással van az összes színezéktartalom alakulására, hiszen a nemesítés célja legtöbbször a szín javítása. AYUSO és kutatótársai (2008) eredményei alapján azonban a keresztezés nem mindig jár együtt az ASTA érték növekedésével, még abban az esetben sem, amikor a hibridek összes karotinoid tartalma meghaladja az eredeti fajtáét. Az őrlemény színezéktartalmát vizsgálva KANNER és munkatársai (1977) arra az eredményre jutottak, hogy a betakarított bogyó nedvességtartalmán túl a termék vízkaktivitása is hatással van a színre: a legjobb színtabilitást a tárolás során $a_v=0,64$ értéknél tapasztalták.

A fűszerpaprika **aromaösszetételével** kapcsolatosan is számos kutatást végeztek, bár a témában fellelhető publikációk többsége a friss termés illékony komponenseit tárgyalja, az őrlemény illatára vonatkozóan kevesebb forrás található. A vizsgálatok szerint a termésérési folyamat előrehaladtával az illatalkotók száma és intenzitása is csökken (BOGUSZ JUNIOR et al., 2012; FORERO et al., 2009; LUNING et al., 1994; MAZIDA et al., 2005). Az éréssel kapcsolatban gyakran említésre kerülő 6 szénatomos aldehidek és alkoholok intenzitása eltérőképpen alakul a folyamat során. Azon telítetlen vegyületek, amelyekben a kettős kötés a szénlánc 2. és 3. szénatomja között helyezkedik el (*cisz*-2-hexenal, *transz*-2-hexenal, *transz*-2-hexenol) növekszik, míg a telített változatoké (hexanal és 1-hexanol), valamint a 3. szénatomon levő kettős kötéssel rendelkezőké (*cisz*-3-hexenal, *transz*-3-hexenol, *cisz*-3-hexenol) csökken (FORERO et al., 2009; LUNING et al., 1994; PINO et al., 2006). Ezen lipid bomlástermékek arányának módosulását az oxidációs folyamatokban részt vevő enzimek aktivitásának megváltozása okozza. Ily módon az illatjelleg a „zöld, fű-szerű, növényi” felől az „édes, gyümölcsös, fűszeres” irányába változik. FORERO (2009) igen nagy számú észtert detektált mind az éretlen, mind az érett állapotban szüretelt mexikói vadpaprikában (*C. annuum* var. *glabriusculum*), mely illatalkotók közül a hexil-izopentanoát, a hexil-2-metilbutanoát, a hexil-izohexanoát és a hexil-hexanoát domináltak. Az alifás észterek ilyen nagy arányú megjelenését korábban a chilipaprikában (*C. chinense* cv. Habanero) észlelték (PINO et al., 2006, 2007, 2011). A „zöld” illatalkotók néhány képviselője a friss paprika feldolgozását követően az őrleményekben is kimutatható (KOCSIS et al., 2002; VAN RUTH et al., 2003; ZIMMERMANN et al., 2000). MAZIDA (2005) hat jellegzetes aromaalkotó – a 2-izobutil-3-metoxipirazin, a hexanal, a *transz*-2-hexenal, a linalool, a 2,3-butándion és a 3-karén –

intenzitásának alakulását vizsgálta a chilipaprika érése során. Közülük az édes-virágos jellegű 2,3-butándion, 3-karén, *transz*-2-hexenal és linalool mennyisége növekedett, míg a „zöld” illatjelleggel rendelkező hexanalé és 2-izobutil-3-metoxipiraziné csökkent. A sejtszerkezet roncsolódása (pl. őrlés) lipid oxidációhoz vezet a friss paprikában, melynek következtében rövidebb szénláncú alkoholok, aldehidek és ketonok keletkeznek (FORERO et al., 2009). A fűszerpaprika őrlemények illatösszetételére vonatkozóan jóval kevesebb irodalmi forrás áll rendelkezésre. MATEO és munkatársai (1997) spanyol édes és csípős őrlemények illattulajdonságait vizsgálták. Mennyiségüket tekintve az ecetsav, az 1,3- és a 2,3-butándiol, az acetoin, a 3-metilbutanal, az etilacetát és a dimetoxifenol voltak a legjelentősebb illatalkotók. ZIMMERMANN és SCHIEBERLE (2000) tanulmányukban magyar és marokkói fűszerpaprika őrlemények aromaösszetételét hasonlították össze. A magyar termék illatát „földes, virágos, fűszeres” jegyekkel írták le, és 35 illatkomponenst azonosítottak benne. A legintenzívebben megjelenő illatalkotók a β -jonon (egy karotinoid bomlástermék) és a 4-hidroxi-2,5-dimetil-3(2*H*)-furanon (eper furanon/ananasz keton) voltak. A marokkói őrlemény illatában a bírálók „dohos” és „enyhén halszerű” illatjegyeket is érzékeltek, és összességében gyengébbnek ítélték az érzékszervi tulajdonságait, mint a magyar termékét. A propionsav kivételével a magyar termékben detektált valamennyi illatalkotót azonosították a marokkói őrleményben is, 9 komponens pedig kizárólag itt jelent meg. Az őrlemények eltérő illatát a szerzők ezen 9 illatalkotó megjelenésének, valamint a közös aromakomponensek eltérő mennyiségének tulajdonították. CREMER és EICHNER (2000) a Strecker aldehideket tanulmányozták különböző származási helyű őrlemények illékony frakciójában. Valamennyi mintában ugyanazokat az aldehideket (acetaldehid, 2-metilpropanal, 2-metilbutanal, 3-metilbutanal) azonosították, körülbelül hasonló arányban. KOCSIS és kutatótársai (2002) kalocsai őrlemények illékony vegyületeit vizsgálva a csípős fajtákat illatgazdagabbnak találták, mint a csípősségmenteseket. Valamennyi fajtában közel 200 illatalkotót detektáltak, melyek közül az illataktív terpénvegyületek igen nagy számban voltak jelen. Azonosítottak továbbá számos lipid és karotinoid bomlásterméket, valamint észtereket, benzol- és naftalinvázis vegyületeket, és nitrogéntartalmú heterociklusos komponenseket is. A fajtajelleges illatalkotók keresése nem vezetett eredményre, a tapasztalt eltérések nagy valószínűséggel az észlelt aromakomponensek eltérő arányára vezethetők vissza.

2.6. A fűszerpaprika őrlemény minőségbiztosítása

A fűszerpaprika őrlemény minőségét több tényező is befolyásolja, mint például a nyers fűszerpaprika érettségi állapota, tisztasága, épsége, a féltermék tulajdonságai valamint az őrleménygyártás technológiája és a termék tárolása (HORVÁTH, 1996b).

2.6.1. Minőségi csoportosítás

A fűszerpaprika őrlemény osztályozható színezéktartalma, csípőssége, valamint különböző fizikai és kémiai jellemzők alapján. Amikor az őrölt termék megjelent a piacon az 1850-es években, nem volt hivatalos szabályozás a minőséget tekintve, csupán 2-3 ismert kategória létezett. A gőzmalom megjelenésétől – az 1800-as évek végétől –, négy újabb minőségi csoportot fogadtak el. Az egységesség hiánya miatt sürgetővé vált a minőségi besorolás törvényi szabályozása. Az első törvény a minőség osztályozási rendszerének szabályozására az 1895. évi XLVI. törvény volt, mely megtiltotta a mezőgazdasági termények, termékek és árucikkek hamisítását. Az 1907. évi 26.859/VI.3. törvény tovább finomította a szabályozást. Ez utóbbi az őrölt terméket 4 kategóriába sorolta: I, II, III és kereskedelmi. Ettől csak az I. világháború során lehetett eltérni a gazdasági helyzetre való tekintettel (SOMOGYI et al., 2003). Az MSZ EN ISO 7540:2010 szabvány minőségi jellemzők alapján 4 minőségi kategóriát különböztet meg. Jelenleg a fűszerpaprika őrleményekre vonatkozó irányelveket a Magyar Élelmiszerkönyv tartalmazza (2-211 és 2-108 számú irányelvek), melyek valamennyi őrlemény előállító és forgalmazó számára kötelező érvényűek. A fűszerpaprika őrlemények érzékszervi tulajdonságaik valamint fizikai-kémiai jellemzőik alapján az említett irányelvek nyomán az alábbi minőségi csoportokba sorolhatók:

- *Különleges*: homogén őrlésű, nem mozaikos megjelenésű; élénk, tüzes piros színű; intenzív, aromás, fűszeres illatú; jellegzetesen aromás, intenzív, harmonikus ízű
- *I. osztályú*: homogén őrlésű, enyhén mozaikos megjelenésű; élénkpiros színű; intenzív, fűszeres illatú; jellegzetesen aromás, intenzív, kissé édeskés, enyhén karamelles ízű
- *II. osztályú*: homogén őrlésű, enyhén mozaikos megjelenésű; világospiros színű; jellegzetes, tiszta illatú; aromás, kissé édeskés, enyhén karamelles vagy fanyar ízű

A termék nem tartalmazhat szabad szemmel is látható idegen anyagokat, valamint összeállt, nem szétnyomható csomós szemcséket. Idegen ízeztől és szagoktól mentesnek kell lennie, nem lehet dohos, avas, füstös illata. A különleges fűszerpaprika őrleményekre vonatkozóan az irányelvben további követelmények kerültek rögzítésre a nyersanyag átvétellel és feldolgozással kapcsolatban. A földrajzi árujelző-oltalom alatt álló elnevezéssel forgalmazott termékekre (így a szegedi és a kalocsai fűszerpaprika őrleményekre is) a Tanács 510/2006/EK rendelete szerint külön jogszabályok vonatkoznak. A szabályozás ez utóbbi esetben kiterjed az érzékszervi valamint a fizikai-kémiai követelmények leírásán túl az eredetigazolásra, az előállítás módjára és a termék jelölésére is. A fűszerpaprika-őrlemények egyes minőségi csoportjaira vonatkozó jellemzőit a 2. táblázat szemlélteti.

2. táblázat Fűszerpaprika őrlemények minőségi csoportok szerinti jellemzői (Magyar Élelmiszerkönyv, 2-211 és 2-108 számú irányelvei)

Fizikai, kémiai jellemzők	Minőségi követelmény		
	Osztályok		
	Különleges	I.	II.
Természetes színezőanyag-tartalom, ASTA színegységben, legalább	120	100	80
Nedvességtartalom, (m/m %), legfeljebb	11	11	11
Összes hamu, szárazanyagra vonatkoztatva, (m/m %), legfeljebb	6,0	8	8,5
Savban oldhatatlan hamu, szárazanyagra vonatkoztatva, (m/m %), legfeljebb	0,4	0,7	0,9
Az étterrel kivont nem illékony anyagtartalom, szárazanyagra vonatkoztatva, (m/m %), legfeljebb	16,0	16	18,0
Őrlési finomság, ϕ 0,500 (mm) szitaméreten áteső rész százalékában	100	100	100

A fűszerpaprika őrlemények csípősségük alapján az alábbi kategóriákba sorolhatók (Magyar Élelmiszerkönyv, 2-211 és 2-108 számú irányelvei):

- ha az őrlemény kapszaicintartalma nem haladja meg a 30 mg/kg-ot, *csípősségmentes (édes)*,
- ha az őrlemény kapszaicintartalma 30-200 mg/kg között van, *enyhén csípős*,
- ha az őrlemény kapszaicintartalma 200-500 mg/kg között van, akkor *csípős*,
- ha az őrlemény kapszaicintartalma 500 mg/kg fölötti érték, akkor *nagyon csípős*.

A Magyar Élelmiszerkönyv 2-211 és 2-108 számú irányelveiben rögzített minőségi paramétereket az alábbi vizsgálati módszerekkel kell meghatározni:

Fizikai, kémiai jellemzők	Vizsgálati módszer
Természetes színezőanyag-tartalom, ASTA színegységben	MSZ EN ISO 7541
Nedvességtartalom	MSZ EN ISO 7540
Összes hamu, szárazanyagra vonatkoztatva	MSZ EN ISO 928
Savban oldhatatlan hamu, szárazanyagra vonatkoztatva	MSZ EN ISO 930
Az étterrel kivont nem illékony anyagtartalom, szárazanyagra vonatkoztatva	ISO 1108: 1992
Őrlési finomság, 0,500 (mm) szitaméreten áteső rész	MSZ ISO 3588
Kapszaicinoid tartalom	MSZ 9681-4:2002

2.6.2. Hamisítás

A fűszerpaprika őrlemény hamisítására vonatkozóan sajnos számos próbálkozás történt nemcsak a közelmúltban, de a korábbi évtizedekben is. Ezek a kísérletek minden esetben a termék gyengébb minőségének (leginkább a színének) illetve elégtelen mennyiségének javítása érdekében történtek. A XX. század első évtizedeiben az állami ellenőrzés hiánya és a gazdasági verseny meglehetősen zavaros helyzetet alakított ki, sok import (elsősorban spanyol) paprika érkezett az országba, és számos hamisításra is fény derült. Ebből az időszakból ismertté vált hamisítási módok a korpával illetve liszttel történő keverés, a bárium-szulfátos kátrányfestékkel való színezés, valamint a tökmag- vagy napraforgóolajjal történő keverés a szín élénkítése céljából (SOMOGYI, 2010). Később a termelőszövetkezetekben próbálkoztak a nagyüzemi paprikatermesztéssel, de a gépi megmunkálás miatt nehézséget okozott a jó minőség megőrzése, a fűszerpaprika termelés jelentős kézimunka igénye miatt. Ez az 1970-es években termesztési mélyponthoz, majd felfutáshoz vezetett, de minőségi csődöt is jelentett. A későbbiekben az állami vállalatok mellett fokozatosan megindult a kisüzemi őrlemény-előállítás is, a „házi” fűszerpaprika gyártás. A termelési csúcsot követően az 1980-as 90-es években lassan rendeződött a termelés, csökkent az állami, erősödött a kisüzemi feldolgozás, egyre több kisüzemi fűszerpaprika előállító jelent meg a piacon termékével. Sajnos ezzel párhuzamosan a hamisítás is nagyobb méreteket öltött, ami igen rossz hatással volt a magyar fűszerpaprika nemzetközi megítélésére (HORVÁTH, 1996a). A hazai körben ismertté vált esetek közül kettő kapott jelentős nemzetközi figyelmet is, rontva ezzel a magyar paprika jó megítélését. Az 1990-es évek közepén az egészségre káros hatású, ólomtartalmú minium festéket illetve téglaport keverték az őrleményhez, a szín javítása céljából. Egyes fűszerpaprika tételekben 4-5000 mg/kg ólomtartalmat is mértek, mely számos családi és kisközösségi halmozódású ólommérgezést okozott (SZEITZNÉ, 2007). Az őrlemény minőségével kapcsolatos problémák közül a legutóbbi a 2004-es fűszerpaprika botrány volt, amikor egyes Dél-Amerikából származó fűszerpaprika szállítmányokból aflatoxinok jóval a határértéket meghaladó mennyiségű jelenlétét mutatták ki a hazai hatóságok. Az első információk szerint a szín javítása céljából történt az import őrlemény hozzákeverése a hazaihoz, de a hivatalos tájékoztatás szerint a magyar termelők az alacsony terméshozam miatt vásároltak Dél-Amerikából paprikát. A nem megfelelő feldolgozás és tárolás miatt a paprika nedvességtartalma magasabb volt a szokásosnál, és az elszaporodó penészgombák toxinjai határértéket jóval meghaladó mennyiségben voltak jelen. Egyes forgalmazók ezeket a szennyezett tételeket hazai terméként forgalmazták, megtévesztve így módon a fogyasztókat. A botrány közvetlen vesztesége mintegy 2 millió euro volt, a magyar paprika árszintje a nemzetközi piacokon kb. 10 %-kal csökkent (KASZA, 2009).

3. CÉLKITŰZÉS

Kísérleti munkám célja a fűszerpaprika (*Capsicum annuum* L.) és a felhasználásával készült őrlemények illékony vegyületeinek tanulmányozása GC-MS módszer segítségével. A fűszerpaprika őrlemény aromája a termék fontos érzékszervi – és ezáltal értékmérő – tulajdonsága. Ezért vizsgálatával fontos információkhoz jutunk a felhasznált alapanyag eredetére, szedéskori érettségi fokára és általában, feldolgozása előtti minőségi állapotára vonatkozóan.

A célok között szerepel néhány, a szegedi termőközvetből származó fűszerpaprika fajta (három csípősségmentes és két csípős) illatösszetételének tanulmányozása, az illatuk közötti hasonlóságok, illetve különbségek vizsgálata marker komponensek fellelésével, ha léteznek.

Munkámat kiterjesztem a féltermék tárolása során bekövetkező aromaváltozások nyomon követésére is, hiszen a tárolási körülmények jelentősen befolyásolják a paprika és az őrlemény érzékszervi tulajdonságait.

A hazai származású fajtákon túl, külföldi termőhelyű őrlemények illatösszetételének vizsgálatával is foglalkozni kívánok. Összevetem néhány hazai fajta eredményeit más termelő országokban termesztett paprikák őrleményeinek aromájával, hogy megtudjam, azonosíthatók-e olyan egyedi komponensek, melyek jelenléte egyértelműen jelzi a termék hazaitól eltérő származási helyét. Ez az eredmény nagy haszonnal járna a fűszerpaprika őrlemények eredetigazolásának területén. A jövőben kellően nagy számú, eltérő termőhelyről származó őrlemény vizsgálata esetén akár a származási hely beazonosítása (esetleg szűkítése – Európa, Dél-Amerika, Ázsia stb.) is lehetővé válna.

Dolgozatomban módot keríték hazai és külföldi eredetű, keverék őrlemények illatának tanulmányozására is. Ezek a vizsgálatok nagy jelentőségűek, mert az utóbbi években egyre több olyan őrlemény található a boltok polcain, melyekben külföldről származó paprikát kevernek a hazaihoz - mely tény feltüntetése a csomagoláson egyébként kötelező -, elsősorban a szín javítása céljából. Amennyiben sikerül csak a hazai fajtákra jellemző – illetve csak a külföldi őrleményekben megjelenő – marker komponenseket azonosítanom a keverékekben, lehetővé válik a biztosan nem hazai eredetű alapanyag magyarhoz történő hozzákeverésének aromavizsgálat alapján történő bizonyítása.

Az őrlemények illékony frakciójának vizsgálatán túl, a termék másik fontos értékmérő tulajdonságának, a színének vizsgálata is szerepel céljaim között. A tárolás színre gyakorolt hatásának nyomon követésén túl, az eltérő származási helyű őrlemények színjellemzőinek és színezéktartalmának vizsgálatával számszerű adatokkal igazolni kívánom a különböző származási helyű nyersanyagok keverésének színjavító hatását.

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

4.1. Vizsgálati minták

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

- Fajtaazonos *magyar fűszerpaprika féltermékek*hez a Fűszerpaprika Kutató-Fejlesztő Nonprofit Közhasznú Kft. szegedi Kutatási Osztályának nagyvonalú segítségével juttattam 2007-ben. A vizsgált fajták főbb jellegzetességeit az alábbiakban röviden ismertetem.

Csípősség nélküli fajták:

- *Szegedi 20*



A szegedi tájörzet legelterjedtebb fajtája. Folytonos növekedésű, csüngő termésállású, középmagas bokrú, zárt lombozatú. Bogyója 10-12 cm hosszú, egyenes, bőre sima, fényes, vastag, éretten sötétpiros színű. Ládás tárolással is jól utóérlelhető, mert a kedvezőtlen tárolási körülményeket jól viseli. Festéktartalma utóérlelve 250-350 ASTA; 9-10 g/kg. Korai érésű fajta, szedéskori szárazanyag tartalma jó. Vírusbetegségekkel szemben érzékeny. Palántázva és helyre vetve egyaránt sikerrel termesztendő, termőképessége 15-20 t/ha.

- *Szegedi 80*



Folytonos növekedésű, csüngő termésállású, laza lombozatú fajta. Bogyója 12-14 cm hosszú, hegyes, éretten sötétpiros. 1-2 hetes ladás utóérlelésre alkalmas, festéktartalma utóérlelve 260-380 ASTA; 9-11 g/kg. Őrleménye tetszetős, mélypiros színű. Korai érésű fajta, emiatt termésbiztonsága igen jó. Betegségekkel szembeni toleranciája megfelelő. Palántázva és helyre vetve is sikeresen termesztendő, termőképessége 25-30 t/ha.

- *Remény*



Folytonos növekedésű, csüngő termésállású, szétterülő lombozatú fajta. Bogyója 10-15 cm hosszú, közel egyenes lefutású, hengeres, jó színezéktartalmú. Korai érésű, bőtermő fajta. Festéktartalma 8-9 g/kg. Elsősorban palántázott termesztésre ajánlott.

Csípős fajták:

- *Szegedi 178*



Folytonos növekedésű, csüngő termésállású, szétálló lombozatú fajta. Bogyója 10-12 cm hosszú, az erek mentén kissé lapított, enyhén behorpadó, vége kissé tompa. Színe éretten élénkpiros, átlagos festéktartalma 7 g/kg; 195-250 ASTA. Kapszaicin tartalma 600-800 mg/kg (9500-12800 Scoville egység). Betegségekkel szemben ellenálló fajta. Helyre vetve és palántázva is sikeresen termeszthető, termőképessége 18-20 t/ha. Ipari kapszaicin, csípős őrlemény és paprika krém gyártására egyaránt alkalmas fajta.

- *Szegedi F-03*



Folytonos növekedésű, csüngő termésállású fajta. Bogyója 10-12 cm hosszú, hengeres alakú. Festéktartalma a fajták között a legmagasabb, 9-12 g/kg. Rövid tenyészidejű, jó alkalmazkodóképességű fajta, de fogékony a vírusbetegségekre. Palántázott termesztésre ajánlott, de helyre vetve is sikeresen termeszthető, termőképessége 14-16 t/ha. A Szegedi 80 csípős változata.

- Jelentős fűszerpaprika termelő országokból (Spanyolország, Törökország, Peru) származó paprika termékeket, valamint hazai és külföldi paprikák keverésével készült őrleményeket is vizsgáltam. A *külföldi* és a *keverék* (magyar-perui, magyar-spanyol, magyar-szerb és spanyol-szerb) *fűszerpaprika termékek* beszerzése kereskedelmi forgalomból történt 2010-ben.

4.2. Az aromajellemzők meghatározása

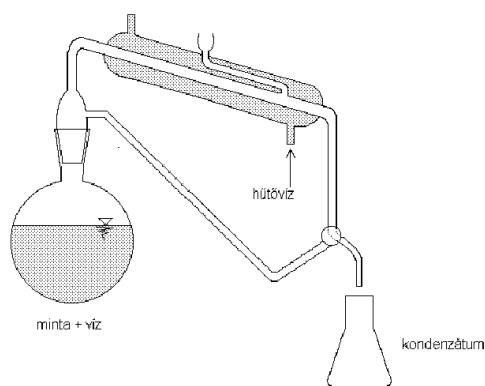
4.2.1. A mintaelőkészítési módszerek összehasonlítása

Az illatanyagok vizsgálata során a megfelelő mintaelőkészítési módszer kiválasztása döntő jelentőségű, hiszen a műszeres vizsgálatokat, az egyes aromakomponensek elválasztását és azonosítását a mintaelőkészítés során nyert kivonatból végezzük.

Előzetes aromavizsgálataimat kereskedelmi forgalomból beszerzett Szegedi Különleges csípősségmentes és csípős fűszerpaprikán végeztem. Három különböző mintaelőkészítési módszert – a hagyományos vízgőzdesztillációt, a szimultán desztilláció-extrakciót (SDE) és a szilárd fázisú mikroextrakciót (SPME) – alkalmaztam a paprika minták illatkomponenseinek kinyerésére, hogy kiválasszam azt az eljárást, amelyik a legmegfelelőbb a fűszerpaprika aromaalkotóinak elkülönítésére. Az egyszerű oldószeres extrakció lehetőségét elvettem, mivel ez a módszer minden, a mintában levő zsírszerű anyagot kioldana, és azok a vegyületek, amelyek nem elég illékonyak, a koncentráció és a műszeres mérés során problémát okoznának. A fűszerpaprika féltermékek mintaelőkészítése során a vizsgálat megkezdése előtt szükséges volt a féltermék őrlése háztartási turmixgépben (Moulinex), majd az őrlemény homogenizálása. Ezt a műveletet közvetlenül a mintavételi lépés (desztilláció illetve gőztér analízis) előtt végeztem el, hogy lehetőség szerint elkerüljem az előzetes tárolás során fellépő esetleges aromaveszteséget.

4.2.1.1. Hagyományos vízgőzdesztilláció

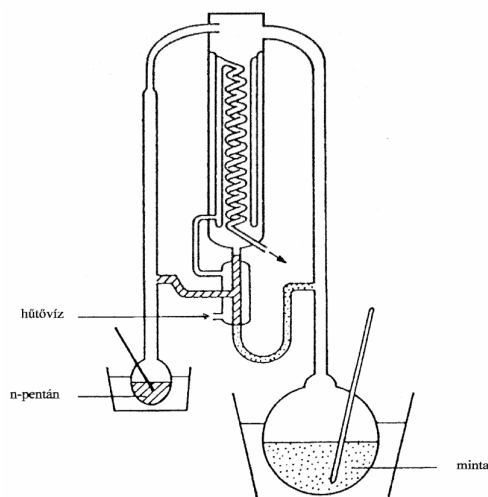
Az illatanyagok kivonására elsőként használt módszer a Tanszéken már évek óta alkalmazott vízgőzdesztilláció volt. Ez az eljárás számos különböző típusú minta – fűszernövények, gyümölcsök, méz, borok, csokoládé, kakaópor stb. – vizsgálatára alkalmasnak bizonyult. A módszer az alacsony forráspontú és a kevésbé illékony aromaalkotók kinyerésére egyaránt alkalmas, bár elég időigényes folyamat, így rutin sorozatmérésekre nem a legmegfelelőbb eljárás. A mintaelőkészítés során egy 2000 cm³-es gömblombikba kimértem 33 g őrölt fűszerpaprikát, 500 cm³ desztillált vizet, 100 g sót a víz oldóképességének lekötése céljából (kisózás), valamint 150 µl 0,8 mg/cm³ koncentrációjú undekanol-1 belső standard oldatot. A desztilláló berendezést feltöltöttem desztillált vízzel és a vízfelületre rétegeztem 4 cm³ hexánt. Három párhuzamos bemérést és desztillálást végeztem a fent említett összetételű eleggyel ugyanabba a hexánba gyűjtve a minta illatkomponenseit, így közel 100 g minta illatanyaga került bele a 4 cm³ oldószerbe. A desztillálást a forrástól számított 1 órán át folytattam. E művelet végeztével a hexánt 1 cm³ végtérfogatra töményítettem, és 1 µl kivonatot injektáltam a GC-MS berendezésbe. A mintaelőkészítéshez használt vízgőzdesztilláló készülék vázlata a 19. ábrán látható.



19. ábra Vízgőzdesztilláló készülék

4.2.1.2. Szimultán desztilláció-extrakció (SDE)

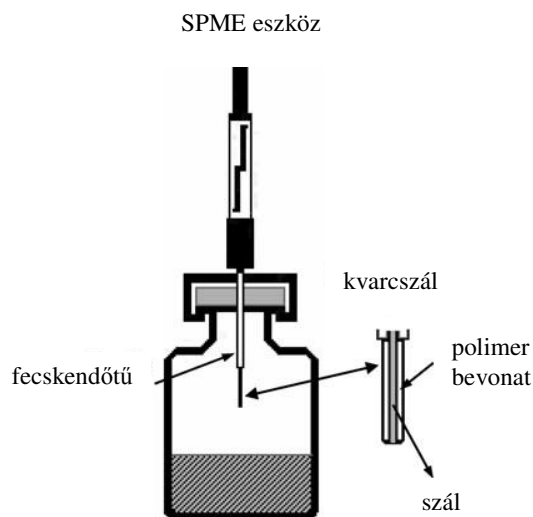
Az aromakutatásban széleskörűen alkalmazott szimultán desztilláció-extrakció (SDE) volt a következő mintaelőkészítési módszer, amit a fűszerpaprika illatalkotóinak kinyerésére alkalmaztam. A vizsgálathoz szintén 33 g örölt fűszerpaprikát mértem be, majd 500 cm³ desztillált vizet, 100 g sót és 150 µl (0,8 mg/cm³ koncentrációjú) undekanol-1 belső standardet. Ebben az esetben oldószerként pentánt használtam, mivel forráspontja (36,1 °C) sokkal alacsonyabb, mint a hexáné (69 °C), így későbbi elpárologtatása egyszerűbben megoldható. A szimultán desztilláció-extrakció során is három egymást követő bemérésből származó minta illatkomponenseit gyűjtöttem össze az oldószerben. A desztilláció mindhárom esetben a forrást követő 1 óráig tartott, ezután a pentános kivonatot fagyasztva tároltam egy éjszakán át, a jelen levő víztartalom eltávolítása miatt, majd másnap 1 cm³-re töményítettem és 1 µl térfogatú koncentrátumot vizsgáltam. A szimultán desztilláció-extrakció berendezését a 20. ábrán közlöm.



20. ábra A Likens-Nickerson féle szimultán desztillációs-extrakciós készülék vázlata

4.2.1.3. Szilárd fázisú mikroextrakció (SPME)

Az illékony vegyületek mintavétele során hagyományosan alkalmazott desztillációs módszerek az 1990-es években kiegészültek a gőz fázis újonnan kidolgozott analitikai módszereivel. Ilyen mintavételi eljárás az általam is alkalmazott szilárd fázisú mikroextrakció egyik változata is (Headspace-Solid Phase Microextraction, HS-SPME). A módszer lényege, hogy a vizsgálandó (szilárd vagy folyékony) anyagot szeptummal lezárt üvegedénybe helyezük, és az SPME eszközt a minta feletti gőztérbe helyezzük. A vizsgálandó minta illékony vegyületei szorbeálódnak a polimerrel fedett vékony, 10 mm hosszúságú kvarcszál felületén (21. ábra), majd az így megkötött illékony komponenseket hővel deszorbeáljuk.



21. ábra Az SPME mintavételi eljárás vázlata

Kihhasználva a módszer előnyeit, a Tanszéken rendelkezésemre álló négy különböző polaritású SPME szál (Supelco, Bellefonte, PA, USA) alkalmaztam, melyek a következők voltak: 75 μm Carboxen/PDMS (bipoláros), 85 μm Polyacrylate (poláros), 65 μm PDMS/DVB (bipoláros) és 100 μm PDMS (apoláros). Kísérleteim során szerettem volna megvizsgálni az SPME szál választás hatását ugyanazon mintából nyert illó komponensek összetételére. A mintavétel körülményei minden szál esetében azonosak voltak: a mintavevő lombikot feltöltöttem a fűszerpaprika őrléménnyel (54,6 g), elegendő légtérrel hagyva a minta felszíne fölött a SPME szálnak. Ezt követően 60 °C-os vízfürdőbe tettem a lombikot, az illatanyagok hatékonyabb felszabadítása érdekében. A szálak kondicionálását követően került sor a mintavételre: 20 percig tartottam a minta légtérében a szálakat, ezt követte a műszeres mérés.

4.2.2. A műszeres vizsgálat

Az illékony komponensek elemzése általában GC-MS berendezés alkalmazásával történik, munkám során én is ezt a műszerkombinációt használtam. A gázkromatográf biztosítja a mintaösszetevők megfelelő elválasztását, a tömegspektrométer pedig a komponensek minőségi azonosítását végzi el, azok tömegspektruma alapján. A gázkromatográfiás vizsgálatra a desztillációs eljárások esetén a minták illatkomponenseinek kivonása és koncentrálása után, a SPME módszernél pedig közvetlenül a mintavételt követően került sor. Méréseim során a Tanszéken kísérletileg korábban már meghatározott optimális GC-MS paramétereket alkalmaztam, melyek a következők voltak:

- GC-MS berendezés: Hewlett Packard 5890/II gázkromatográf 5971/A MSD
- Oszlop: 60 m × 0,25 mm AT-WAX (fused silica)
- Filmvastagság: 0,25 µm
- Kezdő hőmérséklet: $T_1=60$ °C
- Hőmérséklet program: $v_f = 4,0$ °C / min
- Véghőmérséklet: $T_2 = 280$ °C
- Detektor hőmérséklet (transfer line): $T_{det} = 280$ °C
- Vivőgáz: He (4.6), sebessége: 30,0 cm/s, $p_{be}=160$ kPa
- Injektor hőmérséklet: $T_{inj} = 270$ °C,
- Injektor üzemmód: split, delay: 0,1 perc
- Lefúvási arány: 110:1
- Tömegtartomány: $m/z = 25-350$ Da
- Seprési sebesség: 390 Da/s
- Injektált mintamennyiség: 1 µl (folyékony kivonatok esetén)

4.3. Színmérés

A fűszerpaprika őrlemény színének változását a színjellemzők és az összes színezéktartalom rendszeres időközönkénti mérésével követtem nyomon. A színmérés a fizika egyetlen területe, amely kifejezetten az ember színlátására építi mérési rendszerét (LÁSZLÓ, 2006). A színjellemzők mérésére a CIELAB színingermérő rendszert, az összes színezéktartalom meghatározására pedig spektrofotometriás módszert alkalmaztam.

4.3.1. A fűszerpaprika színjellemzőinek mérése

A fűszerpaprika mintákat Minolta CR-100 típusú színmérő készülékkel vizsgáltam, amely alkalmas (egyéb színjellemző mellett) L^* , a^* , b^* koordináta-rendszerben megadni az eredményeket. A készülék nem tartalmaz színszűrőket, hanem helyettük 6 db nagyérzékenységű szilícium fotodiódával (fotocellával) van ellátva. A mérőfej átmérője 8 mm. A standard fényt nagyteljesítményű xenon fényforrás biztosítja. A készülék kalibrálása etalon kerámia vagy csempelapra történik. A fűszerpaprika félterméket őrlés és 0,63 mm nyílású szitán történő átszitálás után homogenizáltam majd fehér porcelántálcába helyeztem 1 cm-es rétegvastagságban. Ezt követően (természetesen a kalibrációt követően) a színmérő készülék mérőfejét leengedtem a porcelántál aljára. A villanófény elsütése után néhány másodperccel a műszer kiírta az adott minta L^* , a^* és b^* értékeit. Minden minta esetén 5 vizsgálati párhuzamot mértem.

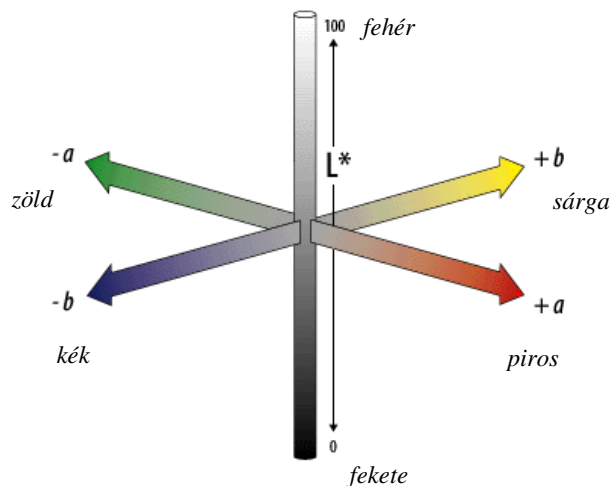
Eredményeimet a CIELAB színíngertérben adtam meg, amely az alábbi egyenletekkel értelmezett, derékszögű koordinátákkal (L^* , a^* , b^*) megadott, megközelítően egyenletes színíngertér:

$$a^* = 500 [(X/X_0)^{1/3} - (Y/Y_0)^{1/3}]$$

$$b^* = 200 [(Y/Y_0)^{1/3} - (Z/Z_0)^{1/3}]$$

$$L^* = 116 (Y/Y_0)^{1/3} - 16$$

A fenti összefüggések a következő feltételek teljesülése esetén állnak fenn: (X/X_0) , (Y/Y_0) , és $(Z/Z_0) > 0,008856$; ahol a^* : vörös-zöld színezetre jellemző érték; b^* : kék-sárga színezetre jellemző érték; L^* : világossági tényező; X , Y , Z : alap-színíngertér-összetevők; X_0 , Y_0 , Z_0 : az abszolút fehér színíngertér-összetevői (LUKÁCS, 1982). A színezet értékei két vízszintes, egymásra merőleges tengelyen: vörös ($a^* = 0 - 100$) - zöld ($a^* = 0 - -100$), valamint sárga ($b^* = 0 - 100$) - kék ($b^* = 0 - -100$) ábrázolhatóak. Az ezekre merőleges függőleges tengelyen a világosság (L^*) értéke szintén 0 (fekete) és 100 (fehér) között változik (22. ábra).



22. ábra A CIELAB színrendszer

Ezek alapján tehát a színtérben minden színhez egyértelműen hozzárendelhető egy színpont 3 koordinátával (L , a^* , b^*) megadva. A színpont színezete a színezeti szöggel (h°_{ab}) jellemezhető, mely a színvektor irányának a vörös iránytól való elforgatását jelzi a színtérben:

$$h^\circ_{ab} = \tan^{-1}(b^*/a^*)$$

A telítettség jellemzője a CIELAB króma (C^*_{ab}), mely a színpontnak az L tengelytől való távolságát adja meg:

$$C^*_{ab} = [a^{*2} + b^{*2}]^{1/2}$$

Minél távolabb esik a színpont a tengelytől, annál telítettebb.

A CIELAB rendszer legfontosabb jellemzője a színínger különbség (ΔE^*_{ab}), amelyet a mért L , a^* és b^* értékek alapján az alábbi egyenlettel számolhatunk ki:

$$\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

Ez a jellemző a vizsgálandó minta paramétereinek változását, vagy adott színmintától való eltérését jelzi a két színpont közötti térbeli távolsággal. A ΔE^*_{ab} értékétől függően az emberi szem különbözőképpen látja a minták közötti színkülönbséget (3. táblázat):

3. táblázat: A színínger különbség és a vizuális színészlelés összefüggése (LÁSZLÓ, 2006)

ΔE^*_{ab}	érezelt színkülönbség
< 0,5	nem vehető észre
0,5 - 1,5	alig vehető észre
1,5 - 3,0	észrevehető
3,0 - 6,0	jól látható
6,0 - 12,0	nagy

A tárolási vizsgálat során minden mérési alkalomra kiszámítottam a ΔE^*_{ab} értékét annak meghatározására, hogy az eltérő körülmények között tárolt minták esetén milyen szemmel látható változás történik a szín-tulajdonságban, illetve ez a változás a betárolás időpontjától számítva mikor következik be. Az örlemények színváltozásának nyomon követésére a h°_{ab} , színvektor elfordulásszög számítást is alkalmaztam.

4.3.2. Az összes színezéktartalom mérése

A fűszerpaprika minták összes színezéktartalmának meghatározását az MSZ 9681-5:2002 szabvány alapján végeztem. A módszer elve, hogy a paprika összes színezőanyag-tartalmát acetonnal kivonjuk, majd az acetonos oldat abszorbanciáját spektrofotométerrel megmérjük 460 nm-en, acetonnal szemben. A mintavételt követően 50 g fűszerpaprika félterméket háztartási

turmixgépben (Moulinex) megőröltem, majd 0,63 mm nyílású szitán átszitáltam. Homogenizálást követően az őrleményből bemértem kb. 80 mg-ot (a szabvány előírása szerint 70-100 mg közötti mennyiséget), acetonnal átmostam egy 100 ml-es mérőlombikba, majd acetonnal jelig töltöttem és homogenizáltam. Ezt követően sötét helyen állni hagytam 4 óra hosszat. Közben, körkörös mozzgatással néhányszor óvatosan felkevertem. Az utolsó rázást követően – a szemcsés rész leülepedése után – a tiszta acetonos oldatrészből feltöltöttem egy üvegküvetét, majd megmértem az oldat abszorbanciáját spektrofotométerrel 460 nm-en, acetonnal szemben. Az oldatból három párhuzamos mérést végeztem. A szabvány szerint a kapott abszorbanciaértéknek 0,3 és 0,7 közé kell esnie. Méréseimet Spektromom 195 D típusú spektrofotométeren végeztem. A paprikaminták vizsgálata előtt a műszer kalibrálására volt szükség, kobalt-klorid és kálium-bikromát 5 %-os kénsavoldatban oldott oldatának abszorbanciáját megmértem spektrofotométerrel 460 nm-en az 5 %-os kénsavoldattal szemben. Amennyiben az abszorbancia értékére nem 0,315-öt kapunk, akkor a továbbiakban egy korrekciós faktort ($f = 0,315/A$) kell alkalmaznunk a számolás során. Az összes színezéktartalom mérése során az eredmény egy ASTA értékszám lesz, egész számra kerekítve. Kiszámítása a bemért minta és a kapott abszorbancia alapján:

$$ASTA = \frac{A \times (16,4 \times f)}{g}$$

ahol:

A: a minta abszorbanciája 460 nm-en

f: kalibrációs faktor

g: bemért mintamennyiség

5. EREDMÉNYEK

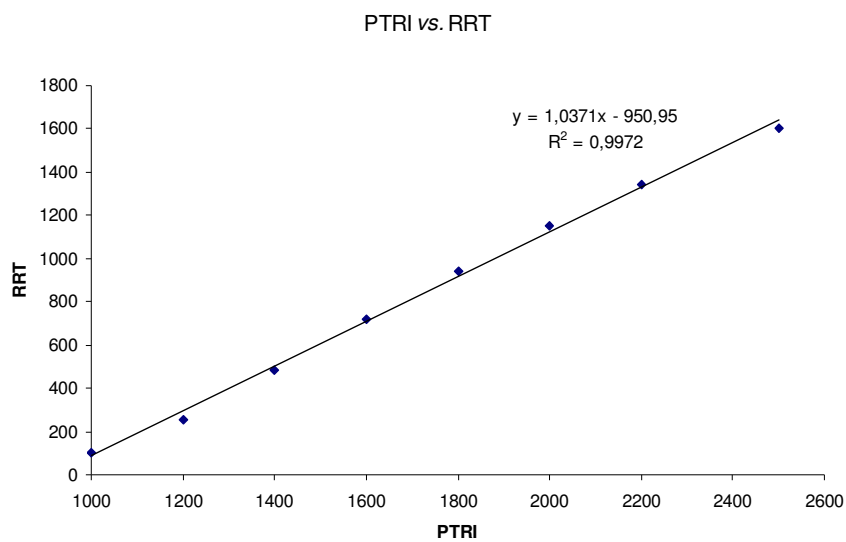
5.1. Az aromavizsgálatok eredményei

A fűszerek illékony frakcióját igen nagy számú – gyakran több mint 200 – aromakomponens alkotja. Az extrahált illatalkotók a műszeres mérést követően a kromatogramokon jelennek meg. Az illattulajdonságok összehasonlítása a kromatogramok alapján nem egyszerű feladat, hiszen az egyes aromaalkotók jelentőségét az illat kialakításában nem azok abszolút mennyisége, hanem az illatküszöbükhez viszonyított jelenlévő mennyiségük határozza meg. Ennek megfelelően tehát a kromatogramokon igen kis csúcsterülettel megjelenő vegyületeknek is döntő szerepük lehet az aroma kialakításában, amennyiben illatküszöbük nagyon alacsony érték. Továbbá egyes vegyületcsoportok – például az általában illatszegény szénhidrogének, zsírsavak – jelentősége szinte elhanyagolható az aroma létrehozásában, míg más komponensek (terpének, heterociklusos vegyületek) jelleg kialakítóak lehetnek akár már igen kis mennyiségben is. Ezért célszerűbbnek találtam a kiértékelés során a kromatogramok összehasonlítása mellett elkészíteni a vizsgált minták *aromaspektrumait* is, a BCE Élelmiszerkémiai és Táplálkozástudományi Tanszékén kidolgozott módszer (KORÁNY et al., 2005) alkalmazásával. Ennek segítségével lehetőségem volt a nagy számú detektált illatalkotó közül „kiragadni” az általam meghatározónak vélt vegyületcsoportokat, és csupán ezekre fókuszálva végezni az összehasonlításokat.

5.1.1. Az eredmények kiértékelésének módja

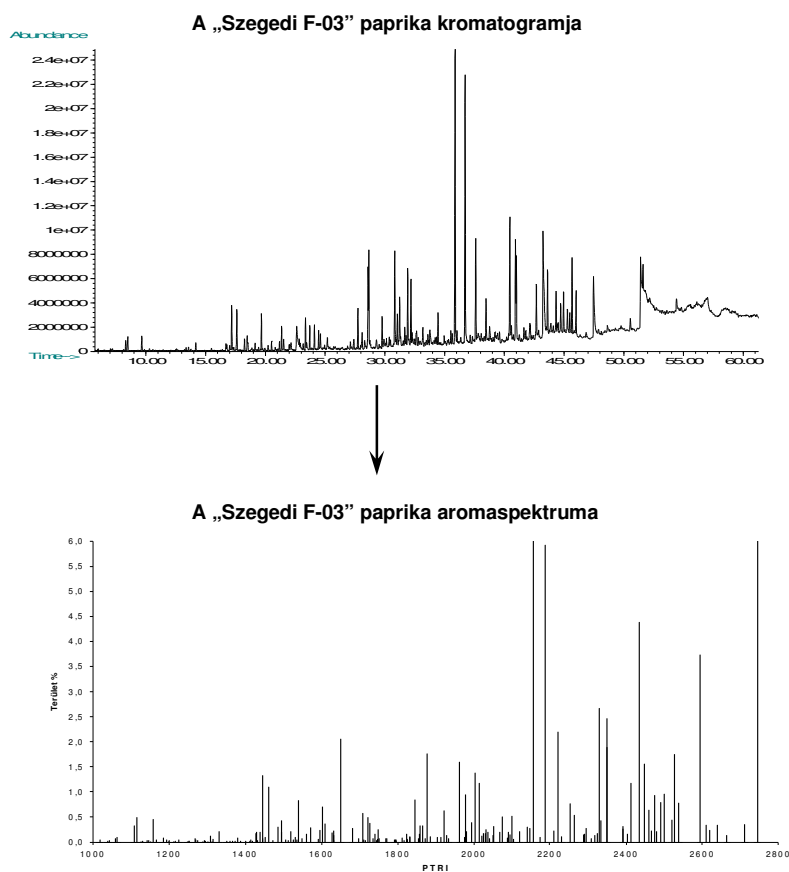
A kromatogramok átalakítását azért végeztem el, mert a mérési folyamat torzító hatása gyakran lehetetlenné teszi a kromatogramok értelmező összehasonlítását. Az aromaszpektrumok szerkesztésével kiküszöbölhetők ezek a zavaró hatások és a minták közötti különbségek egyszerűbben tanulmányozhatók. A kromatogramok vízszintes tengelyén a retenciós idő szerepel, mely értéket számos paraméter – a vivőgáz sebessége (u_{carr} [cm/s]), az oszlop tulajdonságai (L [cm], ID [mm], μ_f [μm], polaritás [McReynolds konstansok]), a hőmérséklet [K] – befolyásolhat. Változékonysága miatt ezért közvetlen minőségi azonosításra általában nem használják ezt a jellemzőt, helyette a szakirodalom különböző retenciós index rendszereket alkalmaz az ingadozások kiküszöbölésére (D'ACAMPORA ZELLNER et al., 2008; KORÁNY et al., 2005; KOVÁTS, 1958; VAN DEN DOOL et al., 1963). Az általam szerkesztett aromaszpektrumok **vízszintes tengelyén** a retenciós idő helyett az illatkomponensek programozott hőmérsékleti retenciós indexét (**p**rogrammed **t**emperature **r**etention **i**ndex, a továbbiakban PTRI) tüntettem fel, ezzel kiküszöbölve a kromatográfiai oszlop tulajdonságainak változásából eredő retenciós idő ingadozásokat. A retenciós idők változására az oszlop öregedése miatt számítanom kellett, mivel a méréseim viszonylag nagy időtartományt öleltek fel. Az oszlop polaritásának változásával ugyan kis

mértékben a PTRI értékek is csökkennek, de ez az eltérés jóval kisebb mértékű mint a retenciós idők változása. Az aromakomponensek PTRI értékeit a következő módon számítottam ki: az egyes illatalkotók retenciós időit a hoidővel csökkentve először kiszámoltam a redukált retenciós időket, majd minden vegyület így kapott idő értékét elosztottam az általam a mintákhoz adagolt undekanol-1 belső standard (internal standard, ISTD) vonatkozó adatával. Így jutottam a relatív retenciós időkhöz (**r**elative **r**etention **t**ime, RRT). Minden mérési napon injektáltam egy nyolc normál-alkánt (C_{10} , C_{12} , C_{14} , C_{16} , C_{18} , C_{20} , C_{22} , C_{25}) és az undekanol-1 belső standardet tartalmazó keveréket is a GC-MS berendezésbe a számítások elvégzéséhez. Az ingadozások kiküszöbölése ugyanis pontosabban elvégezhető egy – a mérés teljes időintervallumát átfogó – standardkeverék alkalmazásával. Állandó fűtési sebességű, izoterm kezdeti szakaszt nem tartalmazó hőmérséklet programozott futtatás esetén a normál-alkánok RRT értékei szénatomszámaik százszorosának függvényében egy egyenes mentén fekszenek (23. ábra):



23. ábra: A normál alkánok PTRI-RRT összefüggése

Ezt az egyenest minden mérési napon meghatároztam, és segítségével kiszámítottam a fűszerpaprika őrlemény minták aromakomponenseinek RRT értékeiből azok PTRI indexét. Az aromaspektrumok **függőleges tengelyén** az illatkomponensek intenzitása helyett azok össz-aromából (100 %) történő terület %-os részesedését ábrázoltam. A minták „illatosságának” összehasonlításához aroma-összpontszámaikat vettem össze. Ennek kiszámításához az illatalkotók csúcsterületét elosztottam az undekanol-1 belső standard csúcsterületével, így módon kiküszöbölve a proporcionális zavaró hatásokat. Ezt a hányadost relatív intenzitásnak neveztem, és összeadva ezeket minden mintára megkaptam az aroma-összpontszám értéket. Értelemszerűen minél nagyobb ez az érték, annál illatosabb a minta. A kromatogramok átalakítása tehát a következő módon történt (24. ábra):

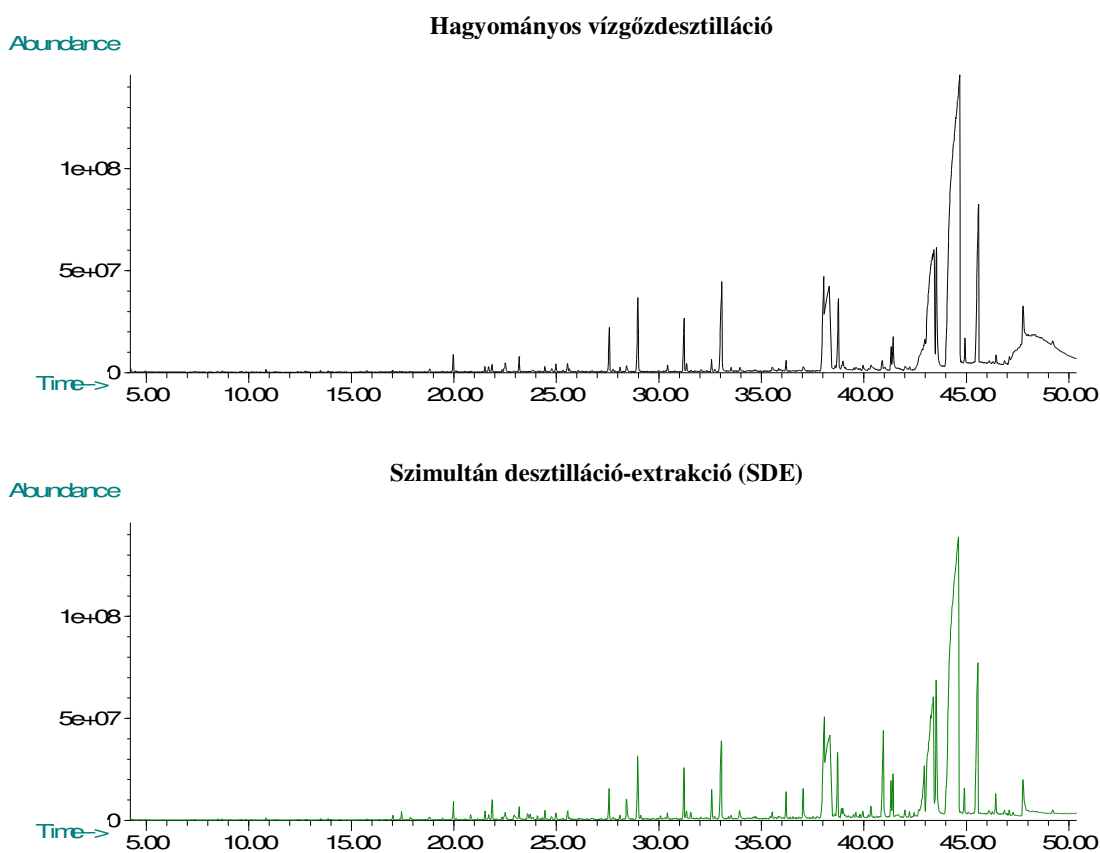


24. ábra: A kromatogramok átalakítása aromaspektrumokká

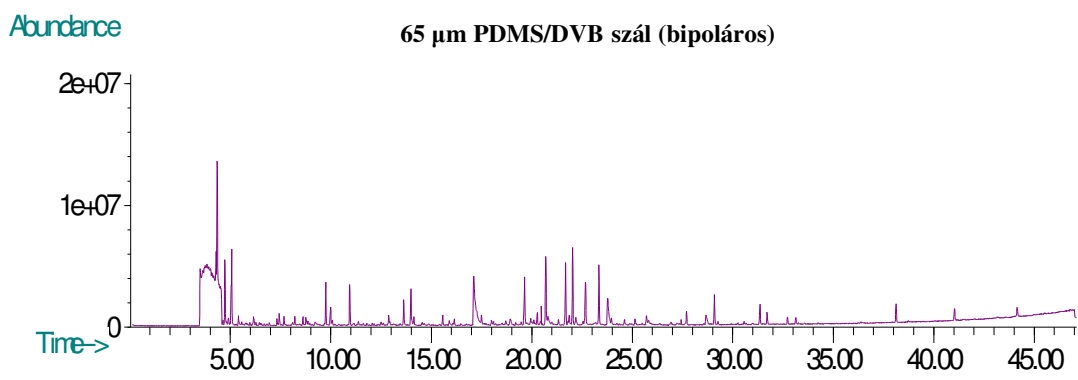
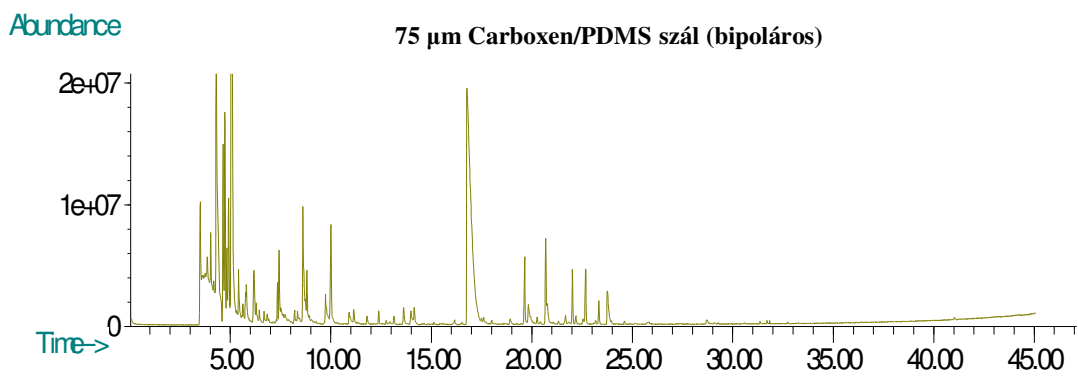
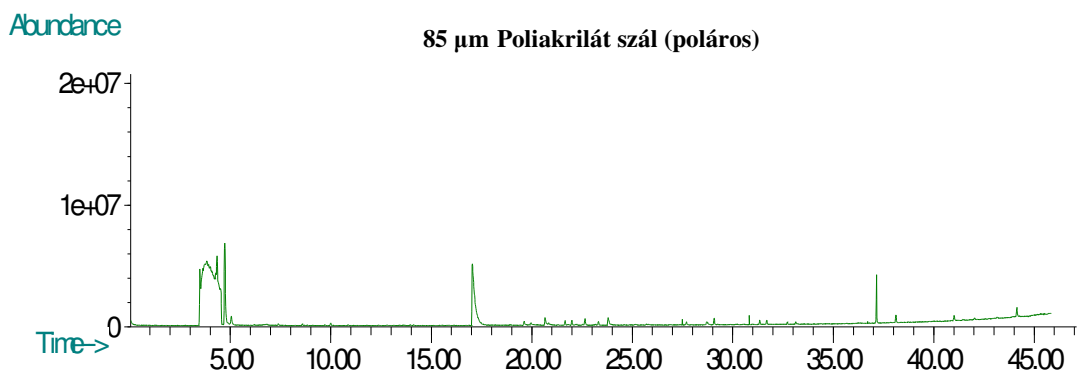
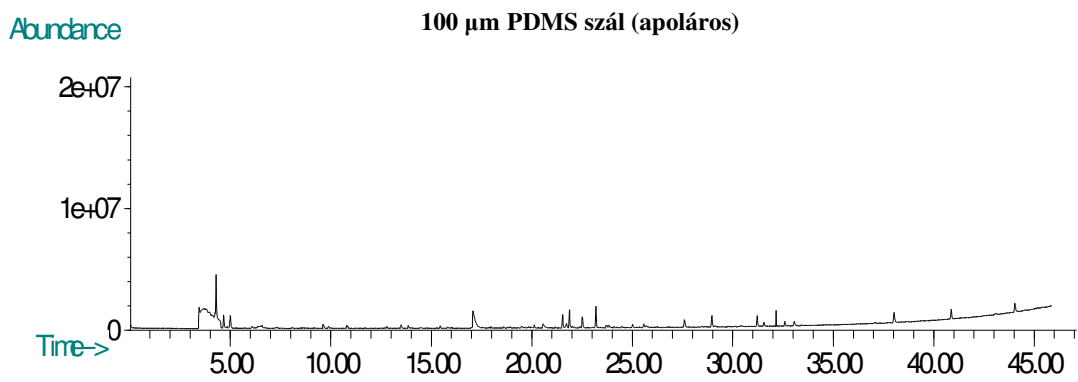
A retenciós index (PTRI) használatát az a tény is indokolja, hogy a McLafferty és csoportja által kidolgozott PBM (Probability Based Matching) felismerő algoritmus azonosítása olykor nem pontos, különösen mono- és szeszkviterpénekben gazdag minták esetén (pl. illóolajok). Egyes terpénvegyületek moltömege, kémiai szerkezete, polaritása, illékonyága ugyanis nagyon hasonló, így tömegspektrumuk is csaknem azonos (D'ACAMPORA ZELLNER et al., 2008). Ezekben az esetekben a gázkromatográfiás retenciós tulajdonságnak döntő szerepe van a komponensek megfelelő azonosításában. A legmegbízhatóbb jellemző egy-egy aromakomponens minőségi azonosítására vonatkozóan a tömegspektrum mellett a retenciós index, mert kiküszöböli az oszlop tulajdonságaiból eredő változásokat (pl. oszlop öregedés), és a retenciós idők ingadozását is. A hőmérséklet programozott retenciós indexek (korábbi megnevezésük alapján Lineáris Retenciós Indexek, LRIs) ugyanis a meghatározni kívánt komponensek és az alkalmazott álló fázis kölcsönhatását „méri”. Ily módon a vegyületek azonosítása, együttesen a PTRI és a tömegspektrum adatok alkalmazásával igen megbízható, mivel két egymástól független módszerrel mért eredmény meghatározásán alapul.

5.1.2. A mintaelőkészítési módszerek hatása az aromaösszetételre

Vizsgálataim megkezdése előtt három különböző mintaelőkészítési módszert – hagyományos vízgőzdesztilláció, szimultán desztilláció-extrakció (SDE) és szilárd fázisú mikroextrakció (Solid Phase Micro Extraction, SPME) – próbáltam ki annak érdekében, hogy a lehető legtöbb információhoz jussak a fűszerpaprika őrlemények illatára vonatkozóan. A mintaelőkészítési módszereket kereskedelmi forgalomból beszerzett Szegedi különleges csípősségmentes fűszerpaprika őrleményen végeztem, továbbá a különböző polaritású SPME szálak ab/adszorpciós képességét a spanyol édes és csípős őrleményeken is megvizsgáltam. Terjedelmi okokból ebben a fejezetben csak a szegedi csípősségmentes őrlemény kromatogramjait mutatom be a 25. és a 26. ábrán, a CD Melléklet 1. táblázatában pedig részletesen felsorolom ezen minta azonosított illatkomponenseit. A spanyol csípős és csípősségmentes őrlemények kromatogramjai a 3. és a 4. Mellékletekben, azonosított illatkomponenseik részletes felsorolása pedig a CD Melléklet 2. és 3. táblázataiban láthatók.



25. ábra A Szegedi különleges csípősségmentes fűszerpaprika őrlemény kromatogramjai (desztillációs mintaelőkészítési módszerek)



26. ábra A Szegedi különleges csípősségmentes fűszerpaprika őrlemény kromatogramjai (szilárd fázisú mikroextrakció)

A kromatogramok függőleges tengelyeinek skálabeosztása a desztillációs és az SPME módszerek esetén azért eltérő, mert minden felvételen szerettem volna bemutatni a kromatogram végén eluálódó igen intenzív csúcsokat is teljes nagyságukban (oly módon, hogy a kis csúcsok is láthatóak maradjanak), így a program által automatikusan felvett skálánál maradtam. Az ábrák alapján egyértelműen látható a különböző módszerek kivonási hatékonysága közötti eltérés. A desztillációs módszerekkel sikerült a legtöbb aromaalkotót extrahálnom a mintákból, de a 65 µm filmvastagságú PDMS-DVB szál is több, mint 100 illatkomponenst szorbeált a felületén mindegyik örlemény esetén. A rendelkezésemre álló korlátozott minta mennyiség miatt a spanyol paprikák esetén csak az egyik desztillációs mintaelőkészítési módszerre (SDE) volt lehetőségem. Ez utóbbi mintákat tekintve ebben a fejezetben csak a detektált vegyületcsoportok területszázalékos arányait közlöm, az illatalkotók részletesebb bemutatására egy későbbi fejezetben kerül sor, a többi külföldi örlemény jellemzőivel együtt. A paprika mintákban azonosított vegyületcsoportok területszázalékos arányát a 4., 5. és 6. táblázatokban mutatom be.

4. táblázat: A Szegedi különleges fűszerpaprika örleményben azonosított vegyületcsoportok területszázalékos részesedése az össz-aromából

Vegyületcsoportok	Terület %*					
	100 µm PDMS	85 µm PA	75 µm CAR-PDMS	65 µm PDMS-DVB	vízgőz- desztilláció	SDE
Terpének és származékaik	17,69	2,54	0,97	11,43	5,28	3,87
S- és N tartalmú vegyületek	-	-	0,05	0,66	-	0,01
S-tartalmú vegyületek	0,74	-	1,84	-	0,02	0,07
N-tartalmú gyűrűs vegyületek	2,47	1,00	3,54	9,92	0,10	0,27
Nyílt láncú N-tartalmú vegyületek	-	-	4,05	-	-	-
O-tartalmú gyűrűs vegyületek	4,28	2,43	6,37	5,23	0,36	2,40
Nyílt láncú O-tartalmú vegyületek	-	0,81	-	-	-	0,01
Benzolgyűrűs vegyületek	1,88	-	0,35	3,38	0,64	0,94
Naftalinvázas vegyületek	-	-	-	0,13	0,05	0,13
Ciklikus alkoholok, aldehidek, ketonok	0,75	-	0,18	1,06	0,01	0,02
Nyílt láncú alkoholok, aldehidek, ketonok	10,08	7,89	39,75	22,95	0,36	0,36
Észterek	29,70	20,40	5,11	15,48	85,60	76,44
Nyílt láncú savak	12,75	38,69	24,15	11,11	5,65	12,66
Szénhidrogének	1,26	-	-	4,29	0,37	0,29
Összesen:	81,60	73,76	86,36	85,69	98,44	97,47
Azonosított komponensek:	46	23	67	110	109	123

* Az egyes vegyületcsoportok részesedése az össz-aromából

5. táblázat: A spanyol csípős fűszerpaprika örleményben azonosított vegyületcsoportok területszázalékos részesedése az össz-aromából

Vegyületcsoportok	Terület % [*]				
	100 µm PDMS	85 µm PA	75 µm CAR-PDMS	65 µm PDMS-DVB	SDE
Terpének és származékaik	27,72	7,91	1,42	14,44	12,00
S-tartalmú vegyületek	0,66	-	1,46	0,47	0,04
N-tartalmú gyűrűs vegyületek	7,89	7,24	3,93	7,76	0,96
O-tartalmú gyűrűs vegyületek	10,46	6,71	4,93	6,10	8,73
Benzolgyűrűs vegyületek	3,30	13,78	0,86	14,42	5,82
Naftalinvázis vegyületek	-	-	-	0,71	0,36
Ciklikus alkoholok, aldehidek, ketonok	7,31	3,24	2,39	0,93	0,73
Nyílt láncú alkoholok, aldehidek, ketonok	10,91	5,74	40,20	16,01	2,51
Észterek	-	0,20	2,50	0,13	9,62
Nyílt láncú savak	15,19	49,76	41,44	15,04	51,18
Szénhidrogének	3,82	-	-	4,33	1,33
Összesen:	87,26	94,58	99,13	80,43	93,27
Azonosított komponensek:	44	48	72	106	165

* Az egyes vegyületcsoportok részesedése az össz-aromából

6. táblázat: A spanyol csípősségmentes fűszerpaprika örleményben azonosított vegyületcsoportok területszázalékos részesedése az össz-aromából

Vegyületcsoportok	Terület % [*]				
	100 µm PDMS	85 µm PA	75 µm CAR-PDMS	65 µm PDMS-DVB	SDE
Terpének és származékaik	22,31	2,83	4,13	19,90	8,69
S- és N-tartalmú vegyületek	-	-	-	-	0,06
S-tartalmú vegyületek	1,23	-	1,15	0,79	0,04
N-tartalmú gyűrűs vegyületek	7,45	7,12	8,01	12,37	0,68
O-tartalmú gyűrűs vegyületek	4,29	5,27	6,41	8,54	2,22
Benzolgyűrűs vegyületek	2,46	1,72	0,46	11,31	2,33
Naftalinvázis vegyületek	-	-	-	0,25	0,06
Ciklikus alkoholok, aldehidek, ketonok	2,34	0,78	0,90	4,70	0,40
Nyílt láncú alkoholok, aldehidek, ketonok	21,72	11,92	32,81	20,19	0,46
Észterek	0,59	0,22	0,82	0,20	22,38
Nyílt láncú savak	32,74	70,14	45,21	14,46	60,17
Szénhidrogének	1,04	-	0,10	1,06	0,50
Összesen:	96,17	100	100	93,77	98,01
Azonosított komponensek:	50	40	73	112	152

* Az egyes vegyületcsoportok részesedése az össz-aromából

A különböző extrakciós módszerekkel kapott illatképek minden paprika minta esetén eltérőek voltak, vagyis a kinyert vegyületcsoportok aránya nagyban függ az alkalmazott extrakciós módszertől. A desztillációs eljárással extrahált aromakomponensek száma mindkét esetben meghaladta az SPME módszerrel nyert vegyületek számát. Ezt a tapasztalatot más szakirodalmi források (BARRA et al., 2007; BOSCH-FUSTÉ et al., 2007; CAI et al., 2001; KANG et al., 2013; LIN et al., 2013; MAJCHER et al., 2009; NING et al., 2011; NUNES et al., 2008; PINO et al., 2013; PROSEN et al., 2010; VICHI et al., 2007) is alátámasztják. E különbség oka az alkalmazott

mintaelőkészítési módszerek jellegében rejlik. Míg a desztillációs eljárások esetén a kivonatok valamennyi vízgőzzel illó illatkomponenst tartalmaznak, az SPME szálak polaritásuknak és a komponensek illékonyságának - ez arányos a gőztérben mutatkozó parciális nyomással - megfelelően „válogatnak” a légtérbe került aromaanyagok közül. A szilárd fázisú mikroextrakciós módszert vizsgálva számos vegyületcsoportot illetően hasonló eredményre jutottam a három különböző minta esetén. A legkevesebb illatalkotót mindegyik őrleményből a poláros jellegű poliakrilát szál és az apoláros PDMS szálak abszorbeálták. A poláros karakterű **poliakrilát** szál a nyílt láncú savakra volt a legérzékenyebb. Mindhárom paprika esetében ez volt a legnagyobb arányban jelen levő vegyületcsoport, melyen belül az ecetsav dominanciája volt megfigyelhető. Az oktánsav (kapril~) volt a legnagyobb molekulatömegű detektált szerves sav, az ennél nehezebb komponensek illékonyága már egyre gyengébb. A szénlánc növekedésével továbbá, az apoláros jelleg is fokozódik, így a poláros szál nem nagyon mutat affinitást e vegyületek iránt. A magyar őrleményben az észterek részesedése is jelentős volt az össz-aromából (20,40 %), legnagyobb aránnyal (16,19 %) a kellemes, gyümölcsös illatú metil-acetát képviseltette magát. Ezen vegyületcsoport terület-részesedése a spanyol minták esetén elenyésző (0,20 és 0,22 %) volt, ami lényeges eltérés a hazai és az import őrlemény között. A csemege paprikák esetében a nyílt láncú alkoholok, aldehidek, ketonok aránya kissé nagyobb volt, mint a csípős mintánál, általában a gyümölcsös jellegű 3-metil-butanal és a 2,3-butándiol dominált a vegyületcsoporton belül. Az igen illataktív terpénvegyületeket ez a szál csak gyengén köti meg, leginkább a különböző karotinoid bomlástermékek – safranal, geranil aceton, β -jonon, β -ciklocitrál – jelentek meg a kromatogramokon, illetve az egyik spanyol őrlemény esetén három turmeron vegyület (ar-turmeron, α -turmeron, β -turmeron). Ez utóbbi vegyületek megjelenése paprika mintákban igen szokatlan számítás, részletesebb jellemzésükre az 5.1.5.1. fejezetben térek ki. A szintén igen alacsony illatküszöbvel rendelkező kénvegyületekre ez a szál egyáltalán nem érzékeny, egyik minta légtéréből sem kötött meg ilyen típusú anyagokat. Ugyanez a helyzet a viszonylag illattalan szénhidrogének csoportjával is: a poláros szál nem szorbeálta ezeket a komponenseket. A heterociklusos N- és O-tartalmú vegyületeket tekintve a poláros szál viszonylag csekély számú vegyületet kötött meg. Ez utóbbiak közül egy karotinoid bomlástermék: a dihidroaktinidiolid, valamint a γ -butirolakton és az N-heterociklusos 2-acetilpirrol voltak a legintenzívebben megjelenő illatalkotók. A spanyol őrlemények esetén a 2-furánmetanol is detektálható volt, viszont a fűszerpaprikák illékony frakciójában gyakran kimutatott pirazin vegyületeket (MAZIDA et al., 2005; MORENO et al., 2012; VAN RUTH et al., 2003; ZIMMERMANN et al., 2000) ez a szál egyáltalán nem érzékelte. Az apoláros **PDMS** szál (a csípős őrlemény kivételével) valamivel több illatkomponenst kötött meg, mint a poláros szál. Ez a fázis erősen hidrofób jellegű, eredetileg vizes minták szennyező anyagainak kivonására tervezték. A terpének területrészesedése ez esetben volt a

legnagyobb mindhárom őrleménynél. Főként a nagy moltömegű karotinoid bomlástermékeket (geranil aceton, β -jonon, dihidro- β -jonon, safranal, β -ciklocitrál) sikerült detektálnom ezzel a szorbenssel. A spanyol őrlemények a magyar mintánál gazdagabbak voltak szeszkviterpénekben, melyek nagy részét az apoláros fázis jól mérhetően megkötötte (*transz*-kariofillén, turmeron vázas vegyületek, aromadendrén, β -elemén). A spanyol édes paprikában ezen túl számos monoterpén vegyületet (limonén, δ -3-karén, α -pinén, fellandrén, γ -terpinén stb.) is kimutattam. A nagy affinitás valószínű oka, hogy a PDMS nagy kapacitású, **abszorbens** típusú szál, ezért a komponensek nem versengenek olyan erősen a kötőhelyekért, mint az **adszorbens** típusú fázisoknál, ahol az aktív centrumok száma korlátos. A vastag folyadékfilm (100 μm) tovább fokozza a PDMS szál kapacitását. Az apoláros szál fogékonyága a terpének iránt más típusú minták (pl. gyümölcs, gomba, virág, bor) esetén is megfigyelhető (AUGUSTO et al., 2000; JELEŇ, 2003; KIM et al., 2002b; BARROS et al., 2012). A nyílt láncú savak, valamint az alkoholok, aldehidek és ketonok szintén nagy számban (és össz-aránnyal) jelentek meg a kromatogramokon. A savak közül – a poláros szál esetén tapasztaltakhoz hasonlóan – az ecetsav volt a legintenzívebb, de a spanyol mintákban megjelent a kellemetlen illatú hexánsav (kapron~) is. Az aldehidek és alkoholok vegyületcsoportjából területrészesedésük alapján megemlíthető a 2- és 3-metil-butanal, az 1,3-butándiol, a 2,3-butándiol valamint a (*E*)-6-metil-3,5-heptadien-2-on is. A poláros szál által detektált jelentős észter-részesedés különbséget a paprikák között a PDMS szál is érzékelt: a magyar paprika illatképében ez a vegyületcsoport – főleg a metil-acetát és a kevésbé illékony, nagy moltömegű metil-palmitát és metil-linoleát – volt jelen a legnagyobb arányban (29,70 %). Részesedésük a spanyol csípősségmentes őrleményben elenyésző volt (0,59 %), míg a spanyol csípős paprikában meg sem jelentek.

A két bipoláros szál jóval több illatkomponenst kötött meg, mint a poláros és az apoláros fázisok. A **Carboxen-PDMS** szál alkalmazásával készült kromatogramon igen intenzív csúcsterülettel jelennek meg az alacsony forráspontú illó vegyületek (5-10 perc között). Ez a bipoláros szál nagyon érzékeny savakra (MARSILI, 2002), valamint alkoholokra, aldehidekre, ketonokra. A Carboxen makro-, mezo- és mikropórusokat tartalmazó szén molekulaszita, melyet PDMS-sel kombinálva alkalmaznak. A nagyobb molekulák ebben az esetben nem férnek hozzá a mikropórusokhoz (ahol a legerősebb a kölcsönhatás), így ez a szorbens leginkább a kisebb molekulák (kis C-atomszámú kén- és oxigéntartalmú vegyületek, savak, szénhidrogének) megkötésére alkalmas (PILLONEL et al., 2002; STASHENKO et al., 2007). A reá vonatkozó irodalmi adatokat saját mérési eredményeim is alátámasztották. Ez esetben is az ecetsav volt a legintenzívebb jelen levő szerves sav, a legnagyobb moltömegű pedig a hexánsav. A terpének közül csak néhány kis moltömegű monoterpénre (különösen a spanyol édes paprika esetén) és karotinoid bomlástermékekre volt affinitása a szálnak, a szeszkviterpénekre nem volt fogékony. Különösen sok

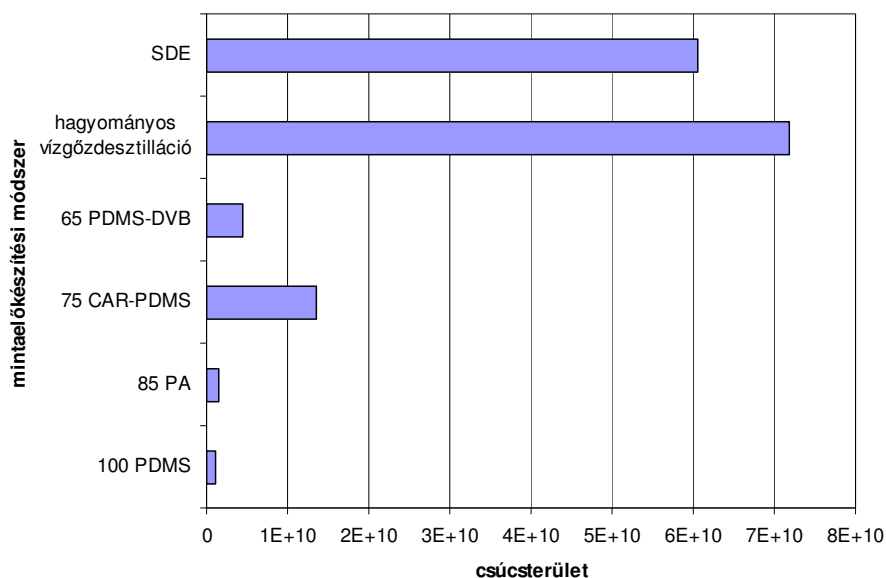
aciklusos aldehidet, ketont és alkoholt kötött meg ez a fázis, a legintenzívebbek közülük a már az előző szálaknál is említett 2- és 3-metil-butanal, az 1,3-butándiol, a 2,3-butándiol valamint a spanyol örlemények esetén a hexanal voltak. A vegyületsoport nagyobb moltömegű képviselői ebben az esetben sem szorbeálódtak, viszont a kromatogramon megjelent néhány olyan kis moltömegű aldehid és keton (acetaldehid, propanal, acetone, 2-butanon), melyek igen illékonyak, és a desztillációs eljárásoknál valószínűleg az oldószer fronttal együtt eluálódnak az oszlopról. Az igen illatos kénvegyületekre – a többi szálhoz viszonyítva – aránylag érzékeny volt a Carboxen-PDMS szál. A vegyületsoporton belül a nagyon intenzív, kellemetlen, erős zöldség-jellegű dimetil-szulfid jelenléte dominált mindhárom örlemény minta légterében. A benzolgyűrűs vegyületekre kevésbé volt érzékeny ez a bipoláros fázis, és a pirazinok is csak igen kis számban (metil-, dimetil- és tetrametil pirazin) jelentek meg a csípősségmentes fajtákban. Az alacsony illataktivitású szénhidrogéneket csak a spanyol csípősségmentes örleményben azonosítottam, elhanyagolható részesedéssel (0,10 %).

Az általam használt bipoláros szorbensek közül az azonosított illatkomponensek számát tekintve a **PDMS-DVB** bizonyult hatékonyabbnak, mely észrevételt más források (BOGUSZ JUNIOR et al., 2011; CAI et al., 2001; MARSILI, 2002; BARROS et al., 2012; PONTES et al., 2009) is megerősítik. Ez a szál is tartalmaz egy hidrofób folyadékfilmet (PDMS), viszont a divinilbenzol szilárd polimer nagyobb pórusméretekkel rendelkezik, mint a Carboxen, ezért nagyobb, valamint polárosabb molekulák adszorpciójára is alkalmas (CAI et al., 2001; PILLONEL et al., 2002). A kötőhelyek véges száma miatt ezen fázis esetén is versengés alakul ki az illatanyagok között. Az azonosított illatkomponensek száma mindhárom örlemény esetén 100 fölötti volt. Az aciklusos aldehidek, ketonok, alkoholok területrészesedése volt a legnagyobb, a legintenzívebbek a korábban már említett 1,3-butándiol és 2,3-butándiol, valamint két karotinoid bomlástermék, a *transz*-6-metil-3,5-heptadien-2-on és a 6-metil-5-hepten-2-on voltak. Ez a bipoláros fázis is érzékelt a már korábban is említett nagy észter-arányt a magyar paprika esetén (a spanyol mintákban elhanyagolható volt jelenlétük). Az igen illataktív terpének számát tekintve ez a szorbens volt a legérzékenyebb. Számos vegyületet (α -pinén, δ -3-karén, dl-limonén, linalool, α -kubebén, γ -szelinén, α -ilangén, arisztolén, α -terpinolén, *cisz*-szabinén-hidrát, 2-karen-10-al, α -kopaén, β -gvajén) csak ez a szál érzékelt. A többi fázis esetén is említett nagy monoterpén- és szeszkviterpén-dominancia a spanyol édes örlemény illatképében itt különösen látványos volt: az összes terpén-csúcsterület legnagyobb részét a 16 monoterpén vegyület tette ki, de a 12 szeszkviterpén között is számos különleges illatalkotót azonosítottam (β -gvajén, α -zingiberén, β -szeszkvifellandré, α -kurkumén). A PDMS-DVB nagy affinitást mutatott a benzolgyűrűs vegyületek iránt, melyek a spanyol örleményekben különösen intenzíven jelentkeztek. Ezek az illatalkotók nagy valószínűséggel a sikimisav úton keletkeznek, prekursoruk a lignin. A

nitrogéntartalmú heterociklusos vegyületekre – a többivel ellentétben – igen szenzitívnek bizonyult ez a bipoláros szál, számos pirazin komponenst sikerült detektálnom az örleményekben. A friss zöldpaprika illatának kialakításáért „felelősnek” tartott, zöld/földes jellegű metoxipirazinok ugyan nem jelentek meg a kromatogramokon, viszont néhány metilpirazint azonosítottam ezzel a szorbenssel. Az alkilpirazinok hőkezelt élelmiszerek jellegzetes illataktói (BELITZ et al., 2009; FENNEMA, 1996; NURSTEN, 2005), feltehetően a fűszerpaprikát a feldolgozás (pl. őrlés) során érő hőhatás következtében keletkeznek.

Összegezve a gőztér elemzésre alkalmazott szálakat, az illataktív vegyületcsoportok esetében (terpének, N-tartalmú heterociklusos vegyületek) a PDMS és a PDMS-DVB szálak mutatták a legnagyobb affinitást, míg a másik két fázis a lényegesen nagyobb illatküszöbvel rendelkező, magasabb forráspontú szerves savakra volt érzékenyebb.

A legtöbb aromakomponenst a desztillációs módszerek kivonataiban detektáltam, és az extrahált komponensek intenzitása ezeknél az eljárásoknál jóval meghaladta az SPME módszerrel kivont illataktók csúcsterületeinek összegét, ahogy az a 27. ábrán is látható.



27. ábra A kivont illatkomponensek csúcsterületeinek összege különböző mintaelőkészítési eljárásokat alkalmazva (Szegedi különleges csípősségmentes örlemény)

Az SPME eljárással szemben, a **desztillációs módszerek** alkalmazásával valamennyi aroma-aktív, vízgőz-illó vegyület kivonható a mintákból, azaz az alacsony és a nagy moltömegű, valamint a kevésbé illékony illataktók egyaránt. A különböző vízgőz desztillációs előkészítési megoldások eredetileg a hidrofób vegyületek kivonására alkalmasak vizes oldatokból, de az általam alkalmazott NaCl-os kisózással a viszonylag poláros aromakomponensek is kiúzhatók a mintákból, a Na⁺ és Cl⁻ ionok erős hidrárburok elvonó hatása miatt.

A kipróbált két desztillációs eljárás közül a szimultán desztillációs-extrakciós módszer kivonata tartalmazott több illékony komponenset. Ebben az esetben ugyanis a desztilláció és az extrakció egyidejűleg megy végbe, ily módon az érintkezési idő és felület is megnövekszik a klasszikus vízgőzdesztillációhoz képest. Minthogy a minta analit (meghatározandó) molekulákban gazdag gőze az extraháló oldószer gőzével már légnemű halmazállapotban homogén fázissá válva összekeveredik, egymást átjáró érintkezésük az „együtt-kondenzáció” során oly intenzívvé válik, hogy a kivonás hatékonysága minden más módszerét - a szuperkritikus fluid extrakciót kivéve - felülmúlja.

Ezekkel az eljárásokkal extrahálva az illatkomponenseket, a magyar örleményben az észterek, a spanyol mintákban pedig a zsírsavak dominanciája figyelhető meg. A desztillációs módszerek lehetővé teszik az alacsony tenziójú, nagyobb moltömegű vegyületek (pl. zsírsavak C_{14-16} -ig illetve azok metil- és etil-észterei C_{16-18} -ig) kivonását is, bár gyenge illékonyaságuk miatt ezeknek az alkotóknak vélhetően csak mérsékelt hatása van az aroma kialakításában. Hosszú szénláncú zsírsavak ($C_{12}<$) például kizárólag a desztillációval előkészített minták kromatogramjain jelentek meg. Ezek a paprika lipidtartalmából származó, viszonylag „szagtalan” vegyületek csak vízgőzdesztillációs módszerekkel űzhetők ki a vizsgálandó mintából. Illatuk gyenge, viaszos, fagyús, olajos jellegű (BURDOCK, 2010). A természetben a zsírsavak többsége észterek formájában fordul elő, illetve átalakul szénhidrogénekké, alkoholokká, aldehidekké és más szekunder metabolitokká (ROMEO et al., 2007). A desztillációval készült kivonatokban igen szembetűnő volt az észterek nagy száma, különösen a nagyobb moltömegű vegyületeké. Ezen illatalkotók dominanciája más *C. annuum* fajták esetén is megfigyelhető (FORERO et al., 2009). Az észterek – különösen az egyenes láncúak – általában zsírsavakból keletkeznek, az elágazó láncúak pedig aminosavakból (PINO et al., 2011). Rövidebb szénláncú képviselőik illatjellege többnyire gyümölcsös, míg hosszú szénláncú változataik általában kevésbé illékonyak és zsíros, viaszos aromájúak (BURDOCK, 2010). A vegyületcsoport dominanciájáról különböző *Capsicum* fajokban más szerzők (FORERO et al., 2009; PINO et al., 2006, 2007, 2011) is említést tesznek.

Területrészesedésüket tekintve mindhárom mintában az igen illataktív terpénvegyületek állnak a harmadik helyen. A terpének igen elterjedtek a természetben, a virágok, gyümölcsök és zöldségek illékony komponensei között számos terpénvegyületet találunk (BLAŽEVIĆ et al., 2009; BÖSZÖRMÉNYI, 2010; CHEN et al., 2006; DELLE-VEDOVE et al., 2011; FEUDO et al., 2011; HARB et al., 2008; LI et al., 2006; LONCHAMP et al., 2009; SÁNCHEZ-PALOMO et al., 2005). Ezeknek az illatalkotóknak döntő szerepük van az adott növényfajra jellemző aroma létrehozásában (BÖSZÖRMÉNYI, 2010; GARCÍA et al., 2001; JIROVETZ et al., 2002; KOWALSKI et al., 2009; NGASSOUM et al., 2004; PONTES et al., 2009), a fajtajelleg kialakításában (CABRITA et al., 2007; GARCÍA-CARPINTERO et al., 2011; NASI et al., 2008; TAMBORRA et al., 2010;

WELDEGERGIS et al., 2011), valamint a származási hely azonosításban (CASTRO-VÁZQUEZ et al., 2010; CECCHI et al., 2013; JIANG et al., 2013; LORETO et al., 2009). A fűszerpaprika esetén is valószínűsíthető, hogy a terpénvegyületek „felelősek” a faj- illetve a fajtajelleg kialakításáért, így ezen vegyületcsoport vizsgálata nyújthatja a legtöbb információt a fajta, esetleg a származási hely szerinti azonosítás során. A mintaelőkészítés folyamán ezért a lehető legtöbb terpén illatalkotó kinyerése a cél. Mindhárom minta kromatogramján a karotinoid bomlástermékek (geranil aceton, β -jonon és farnezil aceton) jelentkeztek a legnagyobb csúcsterületekkel. Eredetüket figyelembe véve ezek az illatalkotók vélhetően minden fűszerpaprika illékony frakciójában megjelennek, vagyis a fajtajelleg kialakításában nagy valószínűséggel nem vesznek részt. A szegedi különleges örlemény kivonatában számukat és területrészesedésüket tekintve is a monoterpének domináltak, a karotinoid bomlástermékeken (β -ciklocitrál, safranal) túl a linalool és az l - α -terpineol voltak jelentősek. Ezek a virágillatú aromaalkotók általános növényi illatkomponensek, számos növényfaj illékony vegyületei között megtalálhatók. A spanyol minták kivonatai is igen gazdagok voltak terpén illatalkotókban, különösen az édes örlemény. A szeszkviterpének között számos olyan vegyületet is azonosítottam, melyek a hazai fajtákban nem voltak jelen (arisztolén, α -zingiberén, β -bizabolén és a különböző turmeron vázas vegyületek). Részletesebb bemutatásukra egy későbbi fejezetben térek ki. Az alkoholok, aldehidek (köztük a Strecker aldehidek) és ketonok a kivonatokban csak nyomokban voltak jelen, számuk és területrészesedésük elhanyagolható volt például a két bipoláros SPME szállal detektált mennyiségekhez képest. E vegyületcsoportok számos tagja lipid oxidációs termék, melyek az érés, illetve a feldolgozás (pl. őrlés) során keletkeznek, a lipoxigenáz enzim tevékenysége nyomán (FORERO et al., 2009; HUSAIN, 2010; LUNING et al., 1994; PINO et al., 2006). Megjelenésük a fűszerpaprikák illékony frakciójában tehát fajtajelleget nagy valószínűséggel nem hordoz, mindössze az érettségi állapotra (különösen a C_6 vegyületek), illetve a feldolgozásra (pl. sejtszerkezet roncsolódása) vonatkozóan jelentenek információt.

A desztillációs módszerek alkalmazásával kapcsolatosan gyakran felmerülő kérdés a műtermékek (artefaktok) lehetséges keletkezésének problémája (JELEŃ, 2003; KANG et al., 2013; KATAOKA et al., 2000; MAJCHER et al., 2009; NING et al., 2011; NUNES et al., 2008; ROBERTS et al., 2001). A desztilláció során alkalmazott magasabb hőmérséklet ugyanis olyan komponensek kialakulásához vezethet, melyek eredetileg nincsenek jelen a mintában. Különösen azok az élelmiszerek tekinthetők érzékenyek ilyen szempontból, melyek szénhidrát- és aminosavtartalma magas, ezek a vegyületcsoportok ugyanis a Maillard reakció során kölcsönhatásba léphetnek egymással, különböző illataktív vegyületek keletkezését eredményezve. Hasonló módon, aroma prekursor szerepe lehet az élelmiszerek telítetlen zsírsav tartalmának is. VICHÍ (2007) olívaolaj illékony komponenseinek vizsgálata során az SDE kivonatokban nagyobb arányban megjelenő aldehidek detektálását például a minta oxidációjával magyarázza. Az általam

vizsgált örleményekben ezek az aldehidek a *transz*-2-oktenal, a *transz*-2-nonenal, a *transz,cisz*-2,4-dekadienal és a *transz,transz*-2,4-dekadienal voltak (kizárólag a desztillációval készült kivonatokban jelentek meg). A hosszú szénláncú (C₁₅ <) szénhidrogének jelenléte a kivonatokban szintén lipid oxidációra utalhat. Vagyis vizsgálataim során is valószínűsíthető, hogy a forralás, desztillálás során keletkeztek olyan vegyületek – elsősorban a különböző oxidációs, valamint gyűrű záródási reakciók során –, amelyek a kiindulási mintában esetleg nem voltak jelen, bár az extraktumok érzékszervi tulajdonságai nem utaltak túlzott mértékű hőbomlásra, a kivonatok minden esetben az örleményre emlékeztető, jellegzetes fűszerpaprika illatúak voltak. A hőkezelési folyamatok során gyakran keletkező, oxigéntartalmú és egyes nitrogéntartalmú gyűrűs vegyületek többsége (pl. a különböző furán- és pirrolvegyületek, alkilpirazinok) megjelentek a kíméletesebb mintaelőkészítési módot jelentő SPME eljárás alkalmazása során is – gyakran sokkal nagyobb arányban, mint a kivonatokban. Sőt, egyes furánvegyületeket (2-metil-furán, 3-metil-furán, 2-furánkarbonitril, 3-furánkarboxaldehid, γ -valerolakton, γ -butirolakton, 2-furánmetanol, γ -oktalakton) kizárólag az SPME szálak adszorbeáltak. A fenti tény megkérdőjelezi azt a gyakran felmerülő állítást, mely szerint a felsorolt vegyületeket a minta forralása során mi magunk hozzuk létre. A szintén hőhatásra keletkező Strecker aldehidek is az SPME módszerrel vizsgálva minden esetben nagyobb arányban voltak jelen, mint az extraktumokban. CREMER és EICHNER (2000) vizsgálataik során a különböző hőbomlási folyamatok termékeiként a Strecker aldehideket (Maillard reakciótermékek), a metanolt és a dimetil-szulfidot (hidrolízis termékek), az acetont (cukrok és karotinoidok bomlásterméke), a hexanalt (telítetlen zsírsavak/linolsav oxidációs terméke) valamint a 6-metil-5-heptén-2-ont és a β -jonont (karotinoid bomlástermékek) jelölték meg az örleményekben. Ezek az illatalkotók a metanol és az aceton kivételével mind alacsony illatküszöbvel rendelkeznek, vagyis igen illataktív aromakomponenseknek tekinthetők. Az általam vizsgált paprikák illékony frakciója is tartalmazta az aminosav prekurzorokból keletkező Strecker aldehidek néhány képviselőjét: az acetaldehidet, valamint a 2- és a 3-metilbutanalt. A dimetil-szulfidot mindhárom örleményben megtaláltam, viszont csak egyetlen SPME szál, a Carboxen-PDMS szorbeálta. Az aceton is mindegyik paprika illó frakciójában jelen volt, a bipoláros szálak érzékelték. A hexanalt valamennyi módszer képes detektálni, legérzékenyebben a Carboxen-PDMS szál. CREMER (2000) ezt az illatalkotót marker vegyületnek tekinti a hőkezelés tényének kimutatására, mivel kísérleteikben mennyisége jelentősen megnövekedett a hőterhelés hatására. Az azonosított terpénvegyületek száma a desztillációval készült extraktumokban nagyobb, mint a légtér elemzéssel detektált komponenseké, főleg a nagyobb moltömegű illatalkotókat tekintve. Az eltérő arányt valószínűleg csak részben indokolja a hőterhelés, hiszen hiányukat az SPME eljárással készült kromatogramokon magyarázhatja az a tény is, hogy e nagyobb moltömegű vegyületek illékonyasága kisebb, ezért nehezen jutnak a mintából a légtérbe, így nem tudnak megkötődni a

szálakon (JELEŇ, 2003) – arányuk egyébként a desztillációs kivonatokban is minimális. Ez a jelenség állhat a hosszú szénláncú savak ($C_6 <$), észterek ($C_{15} <$) és szénhidrogének ($C_{15} <$) nagy arányú jelenléte mögött is az extraktumokban, bár ezek a vegyületek alacsony illékonyaságuk miatt nem tekinthetők jelentős illatalkotóknak. A hőhatás következtében kialakuló aromakomponensek eredetének tisztázása egyébként a fűszerpaprika őrlemény esetén nem egyszerű feladat, hiszen az alapanyagot a termék előállításánál is többször éri kisebb-nagyobb hőterhelés: a nyersanyagul szolgáló termés érése folyamán, az utóérlelés során, valamint a szárítás és az őrlés folyamata alatt is. Ily módon a műterméknek tekintett illatalkotók detektálása nem kizárólag a mintaelőkészítés eredménye lehet, hanem azok az őrlemények „természetes” összetevői is lehetnek. A fűszerpaprika őrleményt egyébként is szinte minden esetben „hőkezelve” fogyasztjuk – általában zsír alapú ételek ízesítőjeként, vagy főzésen/füstölésen átesett hústermékekben – mert aromája így kifejezettebben, erőteljesebben jelenik meg, mint „frissen” fogyasztva. A desztillációval készült extraktumok illatképében tehát – számukat és területarányukat tekintve is – az észterek dominálnak, hiszen ezek az eljárások a nagyobb moltömegű, kevésbé illékony aromaalkotók kivonására is alkalmasak. A zsírsavak és hosszabb szénláncú szénhidrogének is nagy számban voltak jelen az extraktumokban. Mivel az említett vegyületcsoportok néhány tagja csak a desztillációs kivonatokban volt jelen, feltételezhető, hogy esetleg a forralás során keletkeztek. Kis tenziójuk miatt azonban nem tekinthetők fajtajelleges illatalkotóknak. A nagyon illataktív terpénvegyületek száma és abszolút mennyisége a kivonatokban sokkal nagyobb mint a gőztérben, bár részesedésük az össz-aromából többnyire elmarad a SPME szálhoz viszonyítva. Ezt a jelenséget az észterek és zsírsavak kivonatokban mutatott óriási arányú jelenléte magyarázza. A pirazinok előfordulása nem jellemző a kivonatokban, és a többi heterociklusos vegyület is csak igen kis részesedéssel jelent meg.

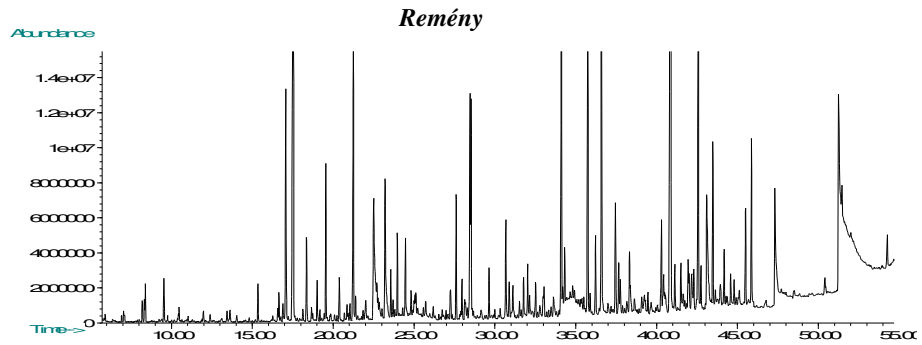
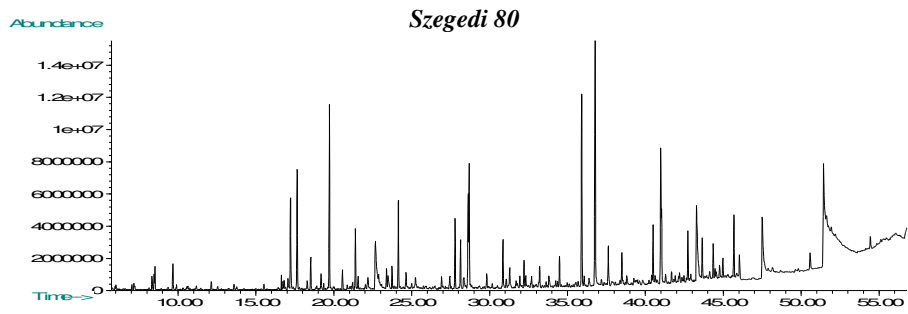
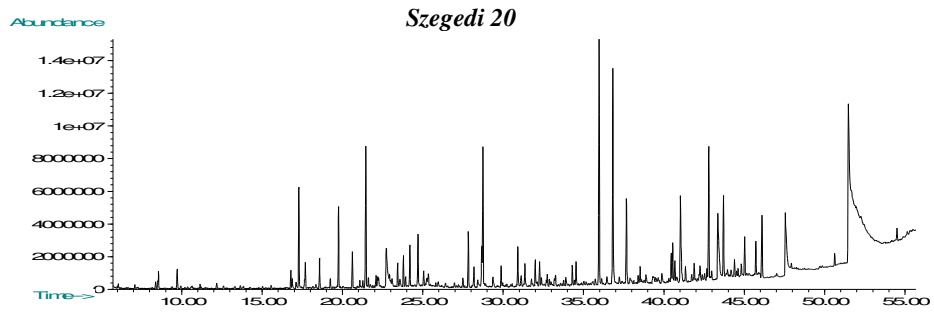
A mintaelőkészítési módszer kiválasztása az aromavizsgálatok során tehát nagy körültekintést igényel. Figyelembe kell venni a vizsgálandó minta típusát, valamint a vizsgálat célját is. Az őrleményben megjelenő, a fűszerpaprika növényben különböző másodlagos anyagcsere (nagyreszt genetikailag szabályozott anabolikus) folyamatokban keletkező (ld. 9. és 10. ábra), igen illataktív terpénvegyületek a legfontosabb információhordozók a felhasznált alapanyag jellegére (faj, fajta, esetleg termőhely) vonatkozóan. 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 bizonyult a leghatékonyabbnak ilyen szempontból. A 4-6. táblázatok alapján ugyan az apoláros PDMS szál tűnik a legalkalmasabbnak erre a feladatra, de a terpénvegyületek nagy terület-részesedésének oka ebben az esetben a karotinoid bomlástermékeknek köszönhető. Ezek a vegyületek viszont (kialakulásukat tekintve) minden őrleménynek illatalkotói, így fajtajelleget nagy valószínűséggel nem hordoznak. A heterociklusos

vegyületek többsége a feldolgozás során keletkezik, ezért megjelenésük a kromatogramokon valószínűleg csupán a hőterhelés tényét jelzi. A szorbeált heterociklusos aromakomponensek számát tekintve, detektálásukra a bipoláros SPME szálak 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 és terület-részesedésük is ezen mintavétellel nyert kromatogramokon volt a legnagyobb. 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 végtermékeiről.

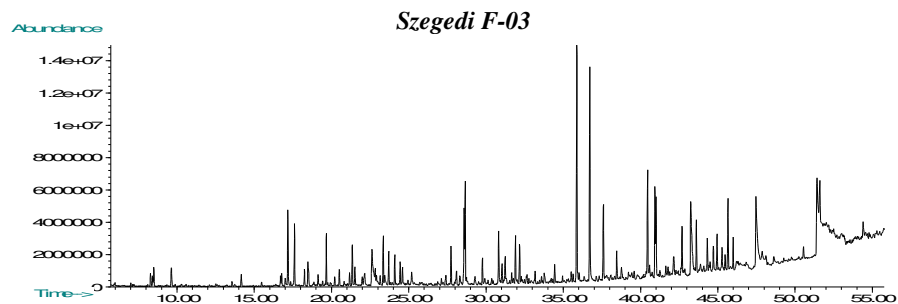
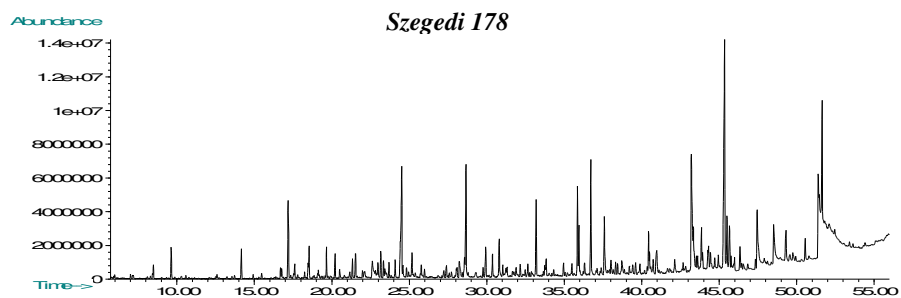
5.1.3. A különböző hazai fajták aromajellemzői

Eredményeim közzését a szegedi Fűszerpaprika Kutató-Fejlesztő Nonprofit Közhasznú Kft-től beszerzett fűszerpaprika féltermékek illattulajdonságainak bemutatásával kezdem. A mintaelőkészítés szimultán desztillációs-extrakciós módszerrel történt. Az egyes fajták kromatogramjait a 28. és a 29. ábrákon mutatom be. Terjedelmi okokból minden minta esetén csak egy belövés kromatogramját közlöm.

A fűszerpaprika féltermékek mindegyikében több, mint 170 aromaalkotót sikerült detektálnom a szimultán desztillációs extrakciós (SDE) módszerrel, melyek közül 115 komponens mind az öt fajtában megtalálható volt, bár eltérő arányban. A paprikafajtákban azonosított fontosabb vegyületcsoportok területrészesedését az össz-aromából a 7. táblázatban, a részletes komponenslistát pedig a CD Melléklet 4. táblázatában közlöm.



28. ábra: A szegedi csípősségmentes fűszerpaprika féltermékek kromatogramjai



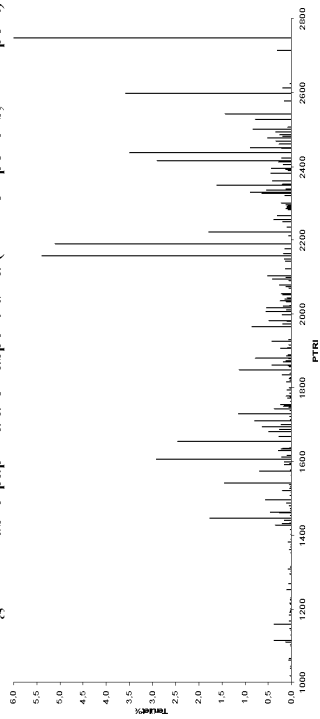
29. ábra: A szegedi csípős fűszerpaprika féltermékek kromatogramjai

7. táblázat A szegedi fűszerpaprika féltermékekben azonosított vegyületcsoportok

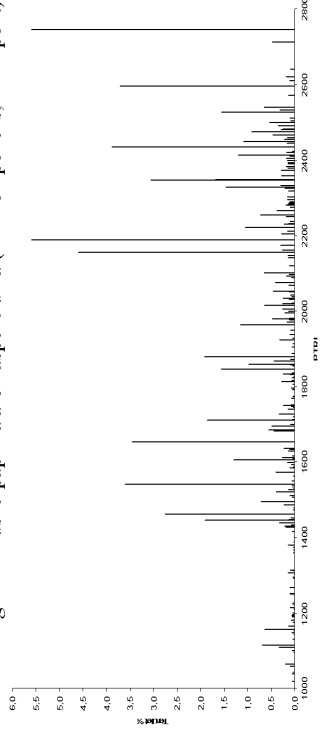
Vegyületcsoport	Terület %				
	F-03	Sz-178	Sz-20	Sz-80	Remény
Terpének és származékaik	14,85	9,93	17,33	20,00	19,16
S-tartalmú vegyületek	1,58	0,68	1,23	1,12	1,33
N-tartalmú gyűrűs vegyületek	5,11	8,49	2,73	5,69	9,24
Egyéb N-tartalmú vegyületek	-	-	0,07	-	0,08
O-tartalmú gyűrűs vegyületek	2,81	1,89	3,39	3,75	3,05
Egyéb O-tartalmú vegyületek	0,16	-	0,18	0,18	0,38
Benzolgyűrűs vegyületek	11,83	5,49	10,15	14,08	9,51
Naftalinvázis vegyületek	1,29	0,31	3,02	1,33	4,06
Benzofuránok és rokon vegyületeik	3,08	1,40	0,98	1,64	0,82
Ciklikus alkoholok, aldehidek, ketonok	0,70	0,07	0,29	0,63	1,25
Nyílt láncú alkoholok, aldehidek, ketonok	2,25	11,91	1,79	2,84	1,97
Észterek	8,53	5,05	5,06	5,95	3,92
Nyílt láncú savak	25,64	35,65	36,47	29,32	19,12
Szénhidrogének	3,36	13,08	1,37	1,07	0,96
Ismeretlen szerkezetű vegyületek	11,92	3,32	9,35	7,56	7,37
Azonosított komponensek	180	190	174	180	194

A kromatogramok és az azonosított aromaalkotók száma alapján mind az öt paprikafajta illatosnak tűnik. Bár a különböző fajtákban hasonló számú aromavegyületet sikerült detektálnom, az alkotók intenzitása néhány esetben jelentősen eltért egymástól. A minták érzékszervi tulajdonságainak az egyes aromaalkotókból történő levezetésével nem jutnánk eredményre, hiszen a fűszerpaprika (és természetesen minden más élelmiszer) jellegzetes illatát több illatkomponens együttes jelenléte alakítja ki. Ezek a vegyületek szinergikus hatást fejthetnek ki egymásra, illat-karakterük erősítheti vagy gyengítheti egymást, de az is előfordulhat, hogy megváltoztatják a másik aromaalkotó illatminőségét. A fenti megállapítások alapján tehát a vizsgált fajták illata között tapasztalható enyhe különbséget a közös illatalkotók eltérő aránya, valamint az egyedi komponensek megjelenése okozza. Ezt a különbséget szemléltetik a 30. ábrán közölt aromaspektrumok is. Az aromakomponensek illatra kifejtett hatását a 7. táblázatban alkalmazott csoportosítás szerint mutatom be.

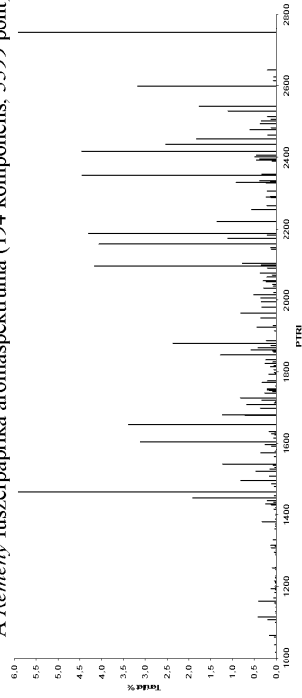
A Szegeci 20 fűszerpaprika aromaszektruma (174 komponens, 3556 pont)



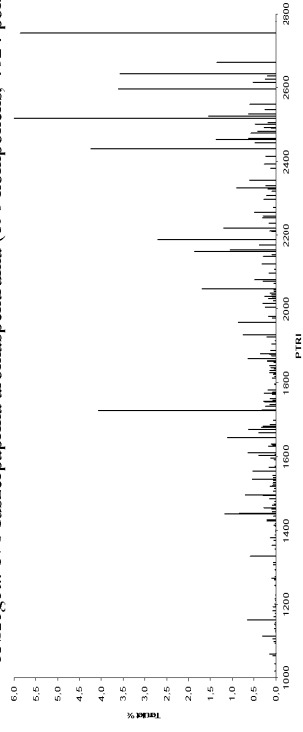
A Szegeci 80 fűszerpaprika aromaszektruma (180 komponens, 3616 pont)



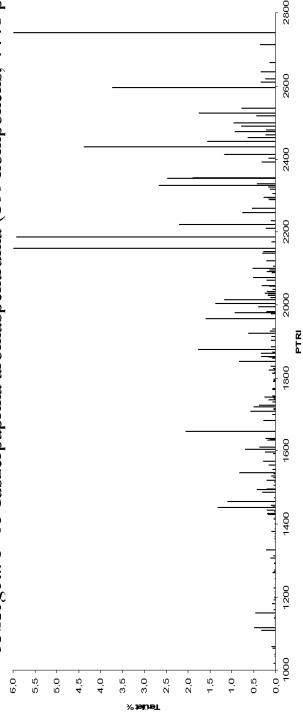
A Remény fűszerpaprika aromaszektruma (194 komponens, 5599 pont)



A Szegeci 178 fűszerpaprika aromaszektruma (190 komponens, 4024 pont)

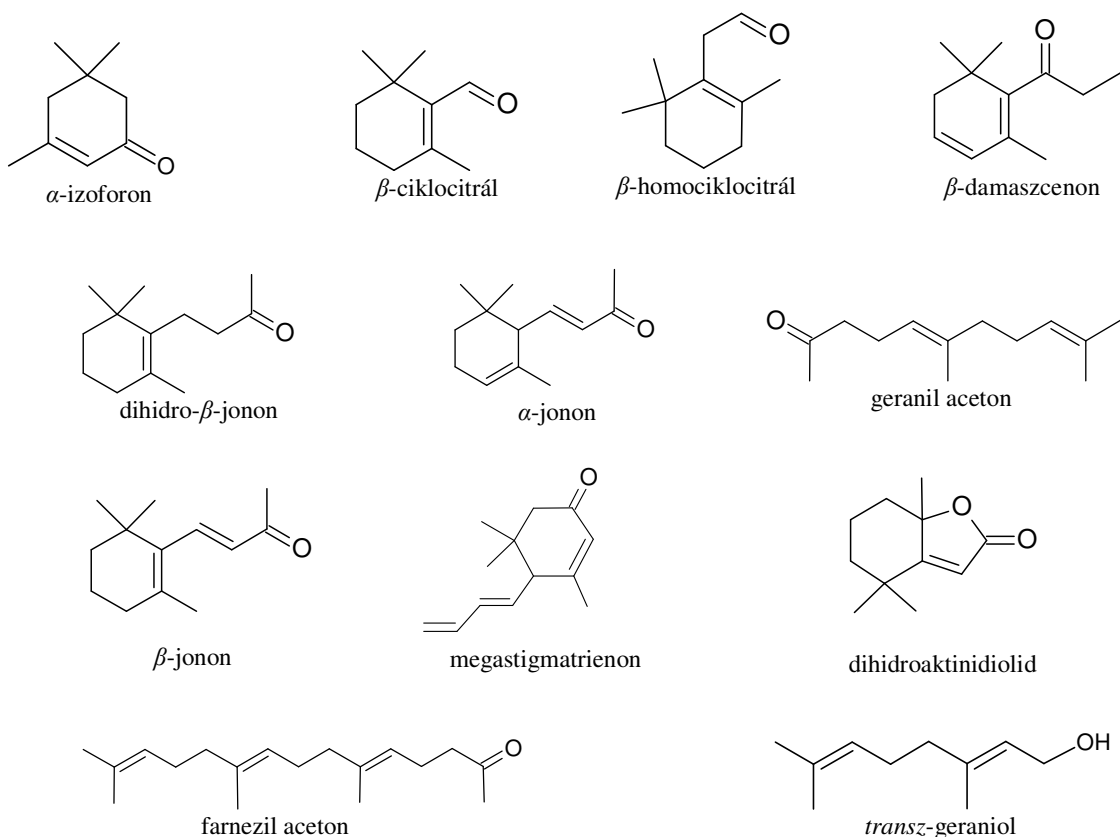


A Szegeci F-03 fűszerpaprika aromaszektruma (180 komponens, 4448 pont)



30. ábra. A szegeci fűszerpaprika féltermékek aromaszektrumai

A közös aromakomponensek közel harmada a **terpének és származékaik** közé tartozik. Ezen kémiai osztály tagjai általában nagy jelentőséggel bíró illatalkotók, melyek alacsony illatküszöbük miatt már igen kis mennyiségben is érzékelhetők. Az izoprénvázas vegyületek számos gyümölcs és virág illékony frakciójának alkotórészei. Az egyes fajták örleményeiben eltérő számban és aránnyal jelennek meg a mono- és szeszkviterpének, valamint az egyéb terpén jellegű aromaalkotók: a monoterpének szinte mindegyike valamennyi vizsgált fajtában jelen volt – a legnagyobb intenzitású csúcsok mindegyik esetben a virágos illatjelleget linalool, α -terpineol és a *transz*-geraniol voltak –, míg a szeszkviterpének megjelenése és aránya a különböző fajtákban változatosabbnak bizonyult. A paprikák többségében a szeszkviterpének domináltak: a β -elemén, az α -muurolén, a *transz*-nerolidol, de egyes féltermékekben az elemol jelent meg a legnagyobb csúcsterülettel. A csípős fajtákban az α - és β -himachalént is detektáltam. Sok azonosított terpénvegyület a karotinoidok bomlása során keletkezik a bogyóban, és mivel ezen komponensek illékonyasága nagy, a szárított termésfal illékony frakciójában is megjelennek. Ilyen karotinoid bomlástermékek például a norizoprenoidok (karotinoid prekursorokból enzimes vagy nem enzimes úton keletkező, illékony C_9 , C_{10} , C_{11} , C_{13} vegyületek), amelyek általában a növényi szövetekben keletkeznek, enzimtevékenység nélkül. A nem-enzimes bomlási reakciók nem specifikusak, és a reakciótermékek véletlenszerű keverékét eredményezik a prekursor karotinoid vegyülettől és a reakciófeltételektől függően. Ez magyarázhatja az illó bomlástermékek eltérő arányát a különböző paprikafajták illékony frakciójában. Hasonló módon, a zsírsavak és karotinoidok együttes oxidációja során is keletkezhetnek bomlástermékek, gyakran enzimek (pl. peroxigenázok) közreműködésével. A norizoprenoidok legfontosabb képviselői az igen alacsony illatküszöbvel rendelkező β -jonon (0,007 ppm) és β -damaszcenon (0,002 ppb), mely vegyületeket először a rózsa illékony frakciójában detektálták. Az utóbbi aromaalkotót az egyik legerősebb illataktív szerves molekulának tartja a szakirodalom (FLEISCHMANN et al., 2008). További fontos C_{13} aromaalkotók a zöld-virágos jellegű geranil aceton, a fás-virágos α -jonon és a fás illat-jellegű dihidro- β -jonon is. Ezen C_{13} norizoprenoidokon túl, C_9 , C_{10} és C_{11} vegyületek is keletkeznek a karotinoid prekursorokból: közülük a fűszerpaprikákban detektáltam a sáfrány jelleg-kialakító aromavegyületének tekintett safranalt, mely enzimes és nem enzimes folyamatok során is keletkezhet; a kámforos illat-jellegű β -ciklocitrált, a fás-gyümölcsös β -homociklocitrált és a hosszabb szénláncú, édes-virágos illatú farnezil acetont. Alacsony illatküszöbük miatt ezek a karotinoid bomlástermékek a fűszerpaprika fontos aromaalkotóinak tekinthetők, szerkezeti képletüket a 31. ábrán közlöm.

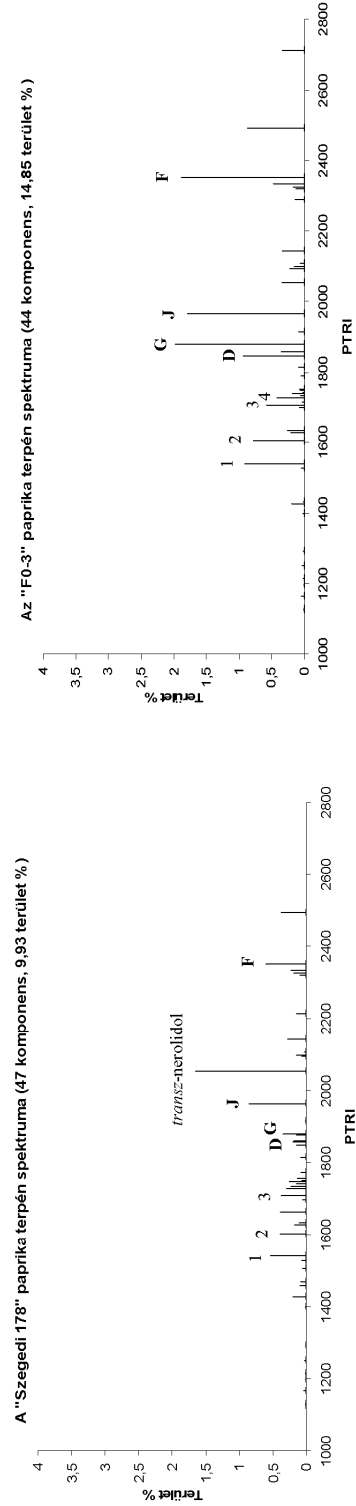
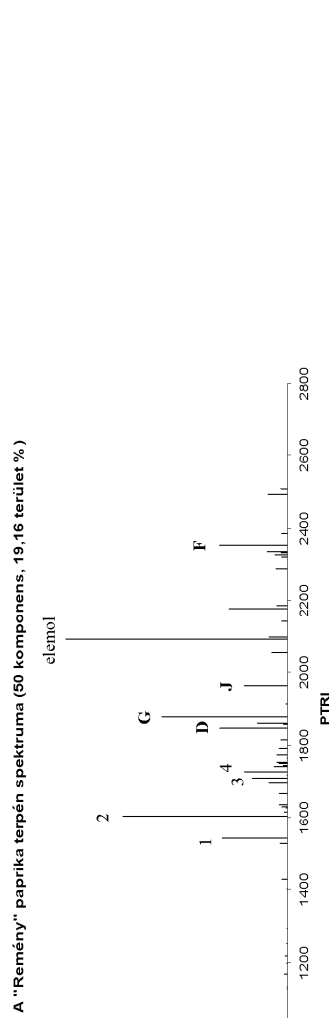
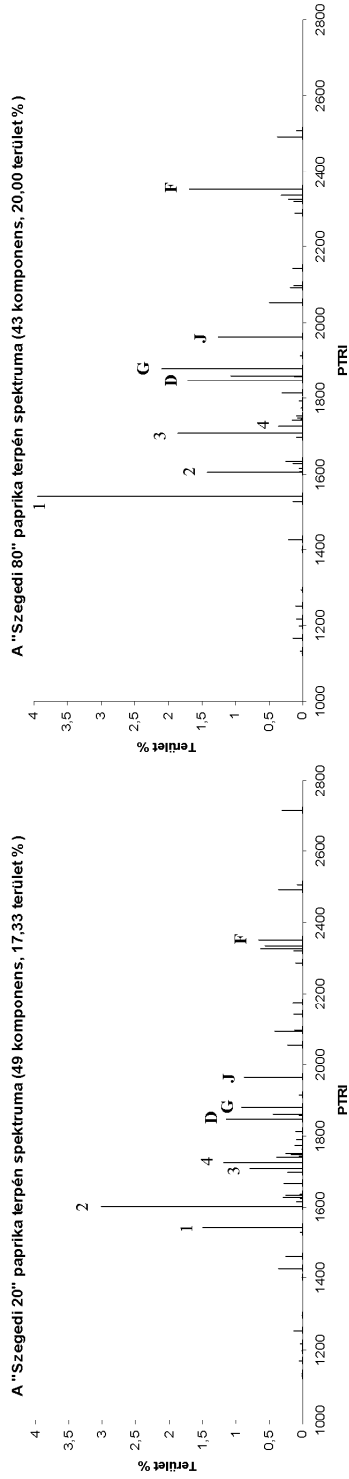


31. ábra A fűszerpaprikák illatképében megjelenő karotinoid bomlástermékek

Egyes paprikafajták esetén sikerült azonosítanom egyedi terpénkomponenseket is (ezek a későbbiekben vizsgált külföldi paprikákban sem voltak jelen). Ezen egyedi terpén vegyületek a Szegedi 178 fajtában az α -himachalén, a 9,10-dehidro-izolongifolén és az italicén voltak. A longifolén triciklusos szeszkviterpén, mely vegyületet először a himalájai hosszútűs fenyő (*Pinus longifolia*) gyantájának magas forrpointú frakciójából izolálták. A longifolén (és származékai) prekuzora a növényekben az acetil-koenzim-A-ból kiinduló acetát-mevalonát úton keletkező farnezil pirofoszfát. A himachalén vegyületek egyes cédrus fajok jellegzetes illatalkotói, vizsgált paprikafajtáim közül csak a csípősekben jelentek meg (α - és β -himachalén). HO és munkatársai (2006) szerint a vegyületek prekuzora a longifolén, melynek egyik származéka, a 9,10-dehidro-izolongifolén szintén megtalálható a Szegedi 178 illékony frakciójában. Az italicén szintén triciklusos szeszkviterpén (ciklobután vázat tartalmaz, melynek előfordulása a természetben viszonylag ritka), a mediterrán térségben őshonos, erős illatú olasz szalmagyopár (*Helichrysum italicum*) gyulladásgátló, gombaölő hatású illóolajában azonosították először, nevét is a növény latin elnevezése után kapta. A Remény fajta egyedi terpénkomponenseiként a γ -gurjunént, a β -gurjunént valamint a sásfélék családjába tartozó, és a vegyület „névadójának” is számító palka

(*Cyperus rotundus*) gumó illóolajának jellegzetes aromaalkotóját, az α -ciperont detektáltam. A növény gyöktörzsét Ázsiában elterjedten alkalmazzák különböző gyulladáscsökkentő megbetegedések kezelésére. A Szegedi F-03 fajtában kevés egyedi terpénkomponenst azonosítottam: az 1,3,8-parmentatrién és az 5-(1'-1'-dimetiletil)biciklo[3.1.0]hexan-2-on voltak jelen. A Szegedi 20 és a Szegedi 80 fajtákban nem detektáltam olyan terpénvegyületet, mely a többi fajta illékony frakciójának nem volt alkotója. Az egyedi terpén illatkomponensek szerkezeti képletét az 5. Mellékletben mutatom be.

Az egyes fajták terpénösszetételét összességében vizsgálva megállapítható, hogy területrészesedésük az össz-aromából a csípősségmentes paprikák esetén nagyobb (Szegedi 80: 20,00 %; Remény: 19,16 %; Szegedi 20: 17,33 %), mint a csípősekben (Szegedi F-03: 14,85 %; Szegedi 178: 9,93 %), ahogy az a 32. ábrán is látható. Ezeken az aromaszpektrumokon kizárólag a paprikák terpén illatalkotóit ábrázoltam. A legnagyobb csúcsterülettel megjelenő terpénvegyületek közül néhány karotinoid bomlástermék – a β -damascenon, a geranil aceton, a β -jonon és a farnezil aceton – mindegyik fajta esetén megjelent (ezeket az ábrán nagybetűvel jelöltem). A legintenzívebb, nem karotinoid-eredetű illatalkotókat az ábrán számmal jeleztem. Ezek az aromakomponensek – a virágos jellegű linalool, a növényi illatú β -elemén, az orgona illatú α -terpineol és a fás jellegű α -muurolén – a csípősségmentes fajták esetén voltak jelen nagyobb mennyiségben. A terpén illatképeket tehát az előbb említett 4 vegyület, valamint a 4 karotinoid bomlástermék uralja. Intenzitásuk miatt említést érdemelnek még a Remény paprikában különösen nagy intenzitással megjelenő elemol és a legnagyobb csúcsterülettel a Szegedi 178 fajtában azonosított, virágos-gyümölcsös jellegű *transz*-nerolidol. A Remény paprikában egyébként a többi fajtához viszonyítva nagyobb számban és jóval nagyobb arányban (10,02 %) vannak jelen a szeszkviterpének, az előbb említett elemol csúcsterülete például a szeszkviterpének összterületének közel harmadát adja.



32. ábra: A szegedi fűszerpaprika féltermékek terpén aromaszpektrumai

1: linalool; 2: β -elemén; 3: α -terpineol; 4: α -terpeneol; D: β -damaszenon; G: geraniil aceton; J: β -jonon; F: farnesil aceton

A terpénvegyületeken kívül a **heterociklusos** – elsősorban kén-, nitrogén- és oxigéntartalmú – **aromakomponensek** is különösen fontos illatalkotók, nagy illataktívitásuknak köszönhetően (BELITZ et al., 2009; BROWN, 2002; CERNY, 2010; ROWE, 2005). Valamennyi vizsgált paprikafajta sok nitrogéntartalmú gyűrűs vegyületet tartalmazott, leginkább alkilpirazinokat, melyek egymástól csak a gyűrűhöz kapcsolódó funkciós csoportokban és ezek egymáshoz viszonyított helyzetében különböznek. A pirazinok egyedi illatjelleggel és alacsony illatküszöbvel jellemezhető aromakomponensek, egyedül az alkilpirazinok csoportjában mintegy 70 vegyület ismert (BELITZ et al., 2009). Sok pirazin vegyület előfordul a növényekben, például a 2-metoxi-3-(2-metilbutil)-pirazin a friss zöldpaprika (CHITWOOD et al., 1983; PINO et al., 2006; RAJU et al., 2010; ROWE, 2005; VAN RUTH et al., 1994), a 3-metilpropil-2-metoxipirazin pedig a zöldborsó jellegzetes illatalkotója (BALASUBRAMANIAN, 2007). Más pirazin vegyületek a Maillard reakció és a Strecker degradáció során keletkeznek (BELITZ et al., 2009; BERGER, 2007; CERNY, 2010; JALBOUT et al., 2007; NURSTEN, 2005; ROWE, 2005). Az egyes komponensek jellege és illatküszöbe nagyban függ a gyűrűhöz kapcsolódó funkciós csoportoktól. Az alkilpirazinok például általában dió-, kakaó- és kávé-szerű, pörkölt jellegű aromakomponensek, olykor enyhén földes jegyekkel (BELITZ et al., 2009; BERGER, 2007; ROWE, 2005). Legnagyobb arányban mind az öt fajta a karamellás-fás illatjellegű tetrametil-pirazint tartalmazta. A kutatók által (BUTTERY et al. 1969; CHITWOOD et al., 1983; HUFFMAN et al., 1978; PINO et al., 2006; ROWE, 2005; VAN RUTH et al., 1994; WU et al., 1986) jellegzetes friss zöldpaprika aromáért felelősnek tartott, leucinból keletkező metoxipirazinokat (pl. 2-metoxi-3-izobutilpirazin, 2-izobutil-3-metoxipirazin) nem sikerült azonosítanom az örleményekben, előfordulhat, hogy ezek a vegyületek – amennyiben jelen vannak az éretlen növényben – a paprika érése, illetve feldolgozása (utóérlelés, szárítás, őrlés) során elbomlanak vagy átalakulnak más komponensekké. Egyes metoxipirazin vegyületeket (2-izobutil-3-metoxipirazin) mexikói és kubai származású *C. chinense* érett termésében is detektáltak (PINO et al., 2006, 2007, 2011). Minden fajtában viszonylag jelentősebb arányban azonosítottam a karamell illatjellegű 2-acetilpirrolt, mely vegyület valószínűleg a bogyó szárítása vagy őrlése során, hő hatására keletkezik aminosavak és redukáló cukrok reakciójával. Néhány fajtában sikerült egyedi N-tartalmú aromaalkotókat elkülönítenem, de ezek a vegyületek nem a pirazinok csoportjába tartoznak. Bár a fűszerpaprika féltermékekben csak kevés számú és alacsony összterület-részesedéssel (0,68-1,58 %) rendelkező kénvegyület illatkomponenst azonosítottam, jelentőségüket nem lehet lebecsülni, hiszen ezek a vegyületek igen nagy illataktívitásúak, mely tulajdonságukat rendkívül alacsony illatküszöbüknek köszönhetik. Ennek következtében a kénvegyületeknek fontos szerepe van az illat és az aroma kialakításában, jelenlétük általában már igen kis mennyiségben is érzékelhető (BELITZ et al., 2009; JONES, 2010). A hőhatásra keletkező kénvegyületek többsége a heterociklusos aromaalkotók csoportjába tartozik (BERGER, 2007). A 2-etil-5-propil-tiofén volt

jelen a legnagyobb arányban mind az öt fajtában. Az alkiltiofének a Maillard reakció és a Strecker degradáció utolsó fázisában keletkeznek egy igen bonyolult folyamat során, és általában húsrá, illetve penészre emlékeztető illatuk van (ELMORE et al., 2006). Az oxigéntartalmú gyűrűs vegyületek keletkezése (furanvegyületek és származékaik) leginkább a szénhidrátok enolizációs és vízvesztéses reakcióival magyarázható, melyek a termésfal érése és a szárítás során mennek végbe. Megfigyelhető, hogy néhány komponens esetén az aldóz aldehid csoportja az 1-es szénatomon marad (furfural, 5-hidroximetil furfural, 5-metilfurfural), míg más vegyületeknél az aldehid csoport metilcsoporttá redukálódik. A detektált komponensek többsége igen illataktív, kellemes, kissé „péksütemény-jellegű” illattal (BELITZ et al., 2009). Fűszerpaprika mintáimban számos **benzolgyűrűs vegyületet** sikerült azonosítanom. Ez a vegyületsorozat viszonylag nagy illataktivitású komponensekből áll, néhány közülük jelleg meghatározó illatalkotónak számít a növényvilágban (pl. benzaldehid a csonthéjas gyümölcsökben, timol a kakukkfűben). Legnagyobb arányban a 4-vinil-2-metoxi-fenol és a benzolacetaldehid járul hozzá az illatkép kialakításához, mindkét komponens részesedése 1 % fölötti a fajtákban. Az előbbi vegyület enyhén fűszeres tónust ad a mintának, míg az utóbbi jácintra emlékeztető illatával számos virág és gyümölcs illóolajában megtalálható. Mindkét vegyület illatküszöbe igen alacsony (3 illetve 4 ppb), így illatuk már kis mennyiségben is érzékelhető (BURDOCK, 2010). Fűszerpaprika fajtáim mindegyike tartalmazott két benzofuranon vegyületet, a 3,6-dimetil-2,3,3a,4,5,7 α -hexahidrobenezofuránt és a dihidroaktinidiolidot. Az előbbi vegyület, mely irodalmi adatok szerint (HUOPALAHTI et al., 1988) a kapor legfontosabb aromaalkotója viszonylag kis arányban fordult elő a vizsgált mintákban, míg a dihidroaktinidiolid (más néven (R)-5,6,7,7 α -tetrahydro-4,4,7 α -trimetil-2(4H)-benzofuranon) jelentősebb aránnyal járult hozzá az összaroma kialakításához. Ez utóbbi illatalkotó igen elterjedt a növényvilágban, a karotinoidek bomlásterméke, és nagy mennyiségben megtalálható például a pálmavirágúak (*Arecales*), spárgavirágúak (*Asparagales*), mirtuszvirágúak (*Myrtales*) rendjében, valamint a kosborfélék (*Orchidaceae*) és a ligetszépefélék (*Onagraceae*) családjában. A rovarok ezt a vegyületet feromonnak tekintik, mely főleg a lepkék rendjének (*Lepidoptera*) tagjaira, például a királylepkékre (*Danaidae*), és a bűzpillefélékre (*Danainae*) fejti ki hatását (THE PHEROBASE, 2010). Vizsgált paprikafajtáim számos **alkoholt, aldehidet és ketonvegyületet** tartalmaztak, mely komponensek többsége gyakran megtalálható növényi minták illékony frakciójában. Rövid szénláncú képviselőik, mint például a 3-metil-1-butanol, nonanal, (*E,E*)-2,4-heptadienal illata általában éles, édes-savas jellegű, és jelentőségük illatanyagokként a szénlánc növekedésével csökken. Míg a rövidebb szénláncú alkoholok és aldehidek felelősek sok növény „zöld” jellegű illatának kialakításáért, addig a hosszabb szénláncú vegyületek, pl. (*E*)-2-nonenal, (*E,Z*)-2,6-nonadienal, 2,4-dekadialil illatjellege már inkább zsír-szerű, fagyús (ROWE, 2005). Ezen aromavegyületek prekursorai lipidek, azok enzimes oxidációja során keletkeznek, többnyire

lipoxigenáz enzimek (LOX) közreműködésével (CERNY, 2010; HELDT et al., 2011) és a későbbiekben további bomlási-átalakulási folyamatokban – pl. Strecker degradáció – vesznek részt (BERGER, 2007). Fontos érzékszervi jelentőséggel bírnak a 6 szénatomszámú alkoholok és aldehidek. Ezek az illatalkotók (hexanal, *transz*-2-hexenal, hexanol, *cisz*-3-hexén-1-ol) szintén lipid prekursorokból keletkeznek – a linolsav és linolénsav oxidatív bomlásával –, illatjellegük többnyire növényi, „zöld”, illetve frissen vágott füre emlékeztető (BERGER, 2007; BURDOCK, 2010; ROMEO et al., 2007; ROWE, 2005), a fűszerpaprika érése során mennyiségük a termék illófrakciójában csökken (LUNING et al., 1994; PINO et al., 2006). Leginkább a növényi szövetek sérülésekor, a sejtszerkezet roncsolódásakor szabadulnak fel, és fontos szerepet töltenek be a növény kártevők elleni védelmében (HELDT et al., 2011). Mivel az alkoholok magasabb illatküszöbvel rendelkeznek (BURDOCK, 2010), jelentőségük az illat kialakításában kisebb, mint az aldehideké (BOGUSZ JUNIOR et al., 2012). A LOX-úton keletkezett illó vegyületek termelődését számos tényező befolyásolja, többek között a sejtek pH-ja valamint a sejtfal zsírsavösszetétele. A fűszerpaprika őrlemény kellemes aromájának kialakításához jelentősen hozzájárul a likopin oxidatív bomlásterméke, a 6-metil-5-heptén-2-on is zöld, citrus-szerű illatával és körtére emlékeztető kesernyés-édes ízével és közepes illatküszöbével (BURDOCK, 2010). Mivel valamennyi fajta ugyanazon a feldolgozási folyamaton esett át a mintaelőkészítés során, ezen lipid-oxidációs termékek nem tekinthetők karakterisztikus illatalkotóknak. Valamennyi paprikafajta tartalmazott hosszú szénláncú aldehideket és ketonokat is, melyek illékonyasága viszonylag alacsony, ebből eredően illatuk is gyengébb. Az össz-illatot (vagyis az egyes aromakomponensek csúcsterületeinek összegét) 100 %-nak tekintve, legnagyobb részesedéssel a **nyílt láncú savak** – különösen a hexadekánsav, dodekánsav és tetradekánsav – rendelkeznek. Ennek ellenére ezek a zsírsavak nem tekinthetők jelentős illatalkotóknak gyenge illékonyaságuk és viszonylag magas érzékszervi küszöbértékeik miatt (BAUER et al., 2001). Ráadásul az alifás savak szénatomszámának növekedésével az illaterősség is erőteljesen csökken: a laurinsav (C₁₂) és a mirisztinsav (C₁₄) illata gyenge, zsíros-viaszos, míg a palmitinsav (C₁₆) már gyakorlatilag szagtalan (BURDOCK, 2010; ROWE, 2005). Alacsony illataktivitásuk ellenére a nyílt láncú savak fontos szerepet töltenek be az élelmiszerek illatának kialakításában. Kiindulási vegyületei lehetnek ugyanis az észterképződés folyamatának, mely vegyületcsoport tagjai fontos illat- és aromaanyagoknak tekinthetők, különösen rövid szénláncú képviselőik. A fűszerpaprika fajtákban detektált **észterek** és **szénhidrogének** feltehetően nem járulnak hozzá jelentős mértékben az illat kialakításához, mivel többségük hosszú szénláncú, alacsony illékonyaságú vegyület. Az észterek mennyisége a fűszerpaprika érése során általában növekszik (PINO et al., 2006). Nagy moltömegű képviselőik illékonyasága eléggé alacsony, aromájuk ízben és illatban is a zsírok tulajdonságaira emlékeztető (BELITZ et al., 2009). Az egyenes láncú észterek nagyobb arányban jelen levő képviselői, mint

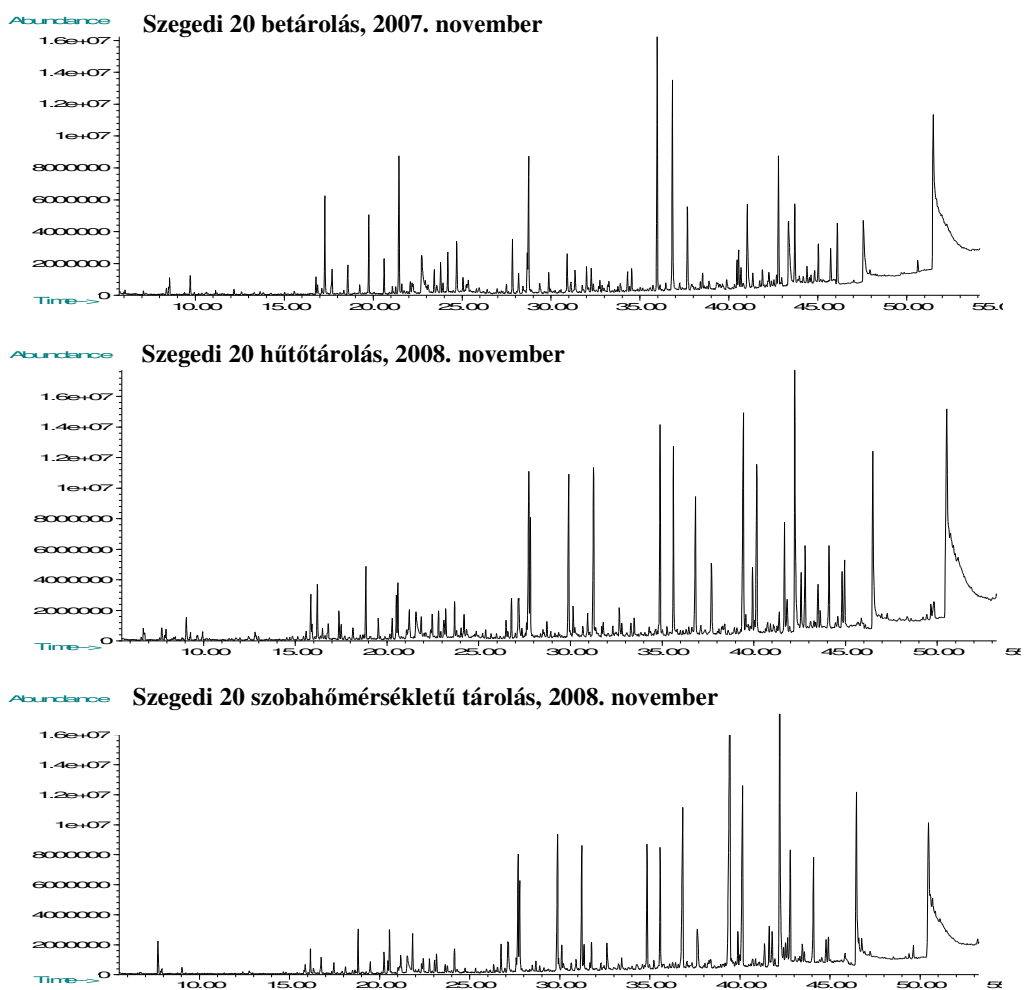
például a metil- és etil-hexadekanoát, a metil-9,12-oktadekadienoát, valamint a metil- és etil-9,12,15-oktadekatrienoát a hosszú szénláncú zsírsavakhoz hasonlóan valószínűleg a linolsavból, a növények legfontosabb zsírsav alkotójából származnak, azok oxidációjával keletkeznek. Az elágazó láncú savak észterei az aminosav metabolizmus termékei (PINO et al., 2011). Az azonosított alifás hosszú szénláncú szénhidrogének forrása valószínűleg a bogyóhéj viaszrétege. Ezek a vegyületek nem rendelkeznek jellegzetes érzékszervi tulajdonságokkal, így az előbb említett hosszú szénláncú észterekhez hasonlóan valószínűleg nem járulnak hozzá jelentős mértékben a fűszerpaprika őrlemény aromájának kialakításához. Bár a különböző fajtákban egyedi aromakomponensekként megjelenik ez a két vegyületcsoport is, a fajták esetleges eltérő illatáért nagy valószínűséggel nem ezek a viszonylag csekély illataktivitású komponensek felelősek. A 7. táblázat utolsó „vegyületcsoportja” az „**Ismeretlen szerkezetű vegyületek**” azokat az aromakomponenseket tartalmazza, melyeket a spektrumkönyvtárak nem tudtak azonosítani, de intenzitásuk túl nagy volt ahhoz, hogy figyelmen kívül hagyjam őket. Elnevezésük arra a növényi forrásra utal, amelyben először sikerült detektálnunk őket nagyobb mennyiségben (Muscatmust: muskotályos szőlőből készült must, Szegedi-20 (A-E): fűszerpaprika, Redchry: cseresznye). Természetesen ezek a kifejezések nem használhatók az illattulajdonságok leírására, de hasznos információval szolgálhatnak a szóban forgó vegyületek jellegzetes előfordulási helyeire vonatkozóan, és a tömegspektrometriás adatbázisok fejlődésével a későbbiekben remélhetőleg azonosíthatóak lesznek.

Eredményeim alapján tehát az általam vizsgált valamennyi fűszerpaprika fajta sajátos illatképpel rendelkezik. A jellegzetes aromaképet (30. ábra) néhány egyedi illatkomponens, és a közös aromaalkotók eltérő aránya okozza. 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 (BERGER, 2007; CERNY, 2010; HELDT et al., 2011; NURSTEN, 2005), így nem tekinthetők fajtaazonosításra alkalmas vegyületeknek. A terpén aromaspektrumok és ezen illataktív komponensek területrészesedése alapján a csípősségmentes fajták (Remény, Szegedi 20 és Szegedi 80) illatosabbnak tűnnek, mint a csípősek (Szegedi F-03 és Szegedi 178).

5.1.4. A fűszerpaprika aromájának változása a tárolás során

Munkám során vizsgáltam az eltérő tárolási hőmérséklet hatását a fűszerpaprika aromaösszetételére. A kísérlethez a Szegedi 20 fajtából készült félterméket használtam: az egyik felét fényt át nem eresztő csomagolásban a hűtőszekrényben, a másik részét ugyanilyen csomagolásban szobahőmérsékleten tároltam 12 hónapig. A mintavételt és a vizsgálatokat 8 hetente végeztem. A fűszerpaprika féltermékek mintaelőkészítése szimultán desztillációs-extrakciós

módszerrel történt. Az előzetes vizsgálatok alapján ez az eljárás ugyanis megfelelően érzékenynek bizonyult ahhoz, hogy segítségével követni lehessen a tárolt növényrészben végbemenő metabolikus változások hatását a termék illatösszetételére. A vonatkozó táblázat a CD Melléklet 5. táblázatában található. A különböző tárolási hőmérsékletek során a vizsgált fűszerpaprika féltermék azonosított illatkomponenseinek száma gyakorlatilag nem változott a betárolás és a kitárolás idején (hűtőtárolás: 167 illetve 171 komponens, szobahőmérsékletű tárolás: 167 illetve 161 komponens). Az aroma összpontszám a kiindulási 3414 pontról a hűtőtárolás végére 5898, illetve a szobahőmérsékletű tárolás végére 6061 pontra változott. Terjedelmi okokból a 33. ábrán csak a betárolási illetve a kitárolási állapotok kromatogramjait közlöm.

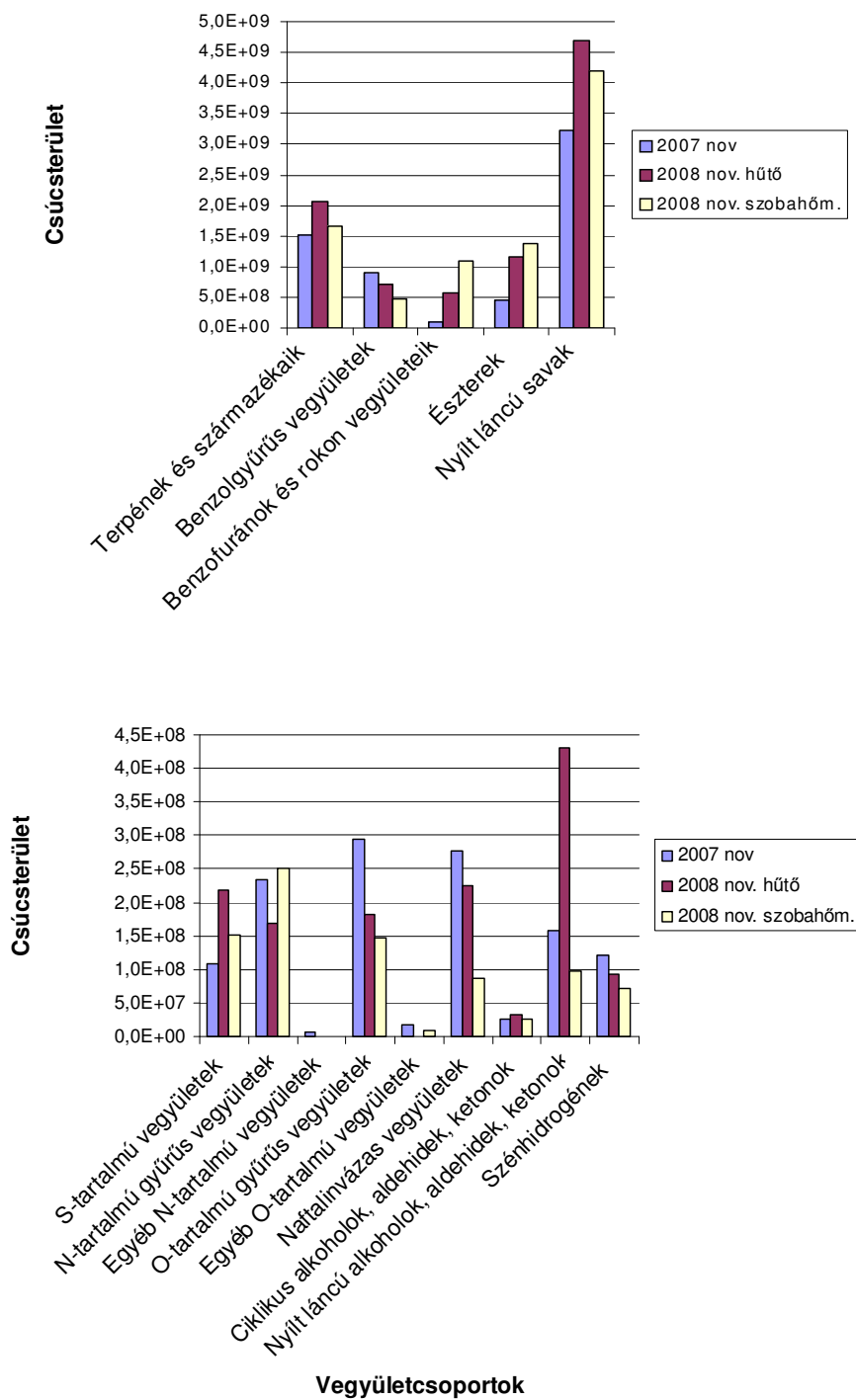


33. ábra A Szegedi 20 féltermék illatösszetételének alakulása a tárolás során

Az ábra alapján egyértelműen látható, hogy a paprika aromaképei különbözőek, az eltérő tárolási körülmények függvényében. Az alacsonyabb forráspontú (azaz illékonyabb) komponensek (15-25 perc között) csúcsterületei a tárolás végére jelentősen csökkentek. Ez a csökkenés szobahőmérsékleten nagyobb mértékű volt, nyilván a magasabb hőmérséklet (bomlási) reakciókat

gyorsító és az illékony alkotók párolgását fokozó hatása miatt. Az érintett vegyületek többsége (*cisz*- és *transz*-linalool oxid, linalool, α -terpineol, β -elemén, α -muurolén, elemol) a terpének vegyületcsoportjába tartozik, de különböző heterociklusos vegyületek (2-etil-5-propiltiofén, tetrametil-pirazin, 1H-indol, 2-furánkarboxaldehyd, 5-metil-2-furánkarboxaldehyd) illetve benzolgyűrűs komponensek (benzaldehyd, benzolacetaldehyd fenetil-alkohol, 4-vinilgvajakol) is vannak közöttük. A kromatogram középső szakaszán (25-35 perc) a legszembetűnőbb változás két csúcs igen intenzív növekedése volt: az egyik egy karotinoid degradációs termék: a β -jonon, a másik pedig egy ismeretlen illatalkotó, melyet Szegedi-20(B)-nek neveztem el, első előfordulási (azonosítási) helye után. Ez utóbbi aromakomponensről ennek megfelelően semmilyen információ nem áll rendelkezésemre, de figyelembe véve intenzív növekedését, valószínűsíthető, hogy szintén valamilyen karotinoid bomlástermékéről van szó. A többi vegyületet vizsgálva megállapítottam, hogy körülbelül ugyanakkora volt a változás mindkét tárolási mód esetén, bár az intenzívebb illatalkotók nagy része – köztük néhány karotinoid degradációs termék is – alacsonyabb tárolási hőmérsékleten nagyobb csúcsterülettel jelentkezett. A hűtőtárolás hőmérsékletén, a kémiai reakciók sebességének mérséklődésével ugyanis a bomlási folyamatok lassulnak (és az illékonyosság is csökken). Így a „visszamaradó” köztes termékek mennyisége is nagyobb, szobahőmérsékleten ezek az illatalkotók nagy valószínűséggel tovább „*metabolizálódtak*” alacsonyabb molekulatömegű vegyületekké. A magasabb forrponjú illatalkotók esetén (35 perc után) szintén csúcsterület-növekedést tapasztaltam, amint az a 33. ábra kromatogramjain is látható. A legnagyobb mértékben egy karotinoidokból keletkező illékony vegyület, a dihidroaktinidiolid intenzitása növekedett, különösen a magasabb hőmérsékleten tárolt minta esetén. A kevésbé illataktív zsírsavak (laurinsav, mirisztinsav, palmitinsav) és észterek (palmitinsav metil-észter, linolénsav metil- és etil-észter) termelődése is fokozódott a tárolás során.

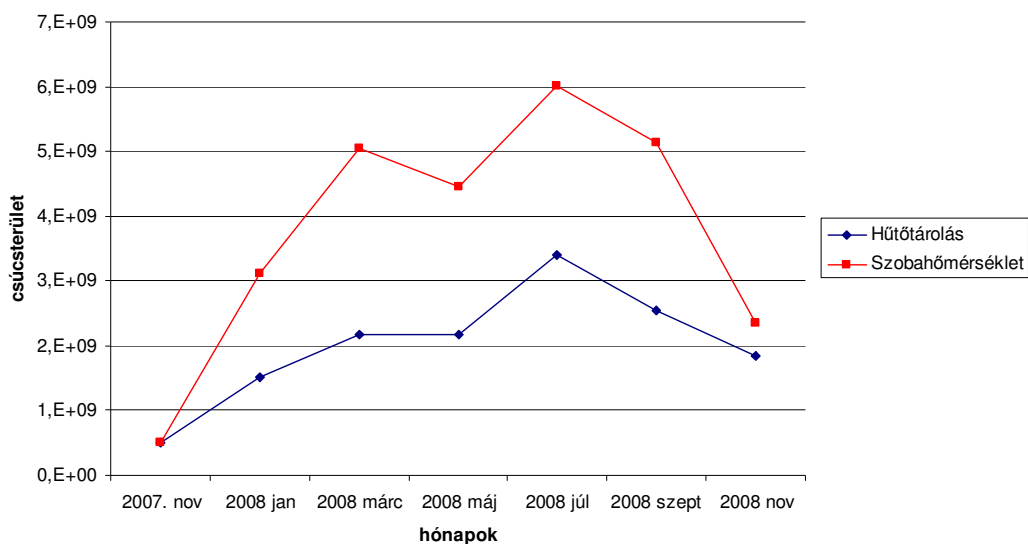
Az egyes vegyületcsoportok részesezésének változását a különböző tárolási hőmérsékletek során a 34. ábra szemlélteti.



34. ábra A különböző vegyületcsoportok relatív intenzitásának alakulása a tárolás során

Az egyes vegyületcsoportok eltérő intenzitása miatt a függőleges tengelyek skálabeosztása eltér egymástól, hogy a kisebb mennyiségben megjelenő illatalkotók alakulását is követni lehessen. Ezért a felső ábrán a viszonylag nagy csúccsal megjelenő aromaanyag-csoportokat tüntettem fel, míg az alsón a kevésbé intenzív vegyületeket. A legnagyobb csúcsterületekkel – már a betároláskor is – a

zsírsavak vegyületcsoportja jelent meg a kromatogramokon. Össz-intenzitásuk a tárolás végére mindkét esetben körülbelül másfélszeresére nőtt. A hűtőszekrényben tárolt minta esetén erőteljesebb volt a növekedés kitároláskor, aminek valószínűleg az lehet a magyarázata, hogy ezen vegyületek oxidációja magasabb hőmérsékleten felgyorsult, további illataktív degradációs termékek keletkezését eredményezve. A hűtő hőmérsékletén a fenti bomlási reakciók lassabban mennek végbe, így a prekursorok (a zsírsavak) mennyisége is nagyobb marad. Legnagyobb csúcsterülettel a palmitinsav, a mirisztinsav és a laurinsav jelentek meg mindegyik kromatogramon. A vegyületcsoport illékonyága alacsony, illatuk nem karakterisztikus, inkább zsíros, viaszos jellegű. Ennek ellenére fontos szerepük van az aroma kialakításában, mivel számos más aromaalkotó (köztük illataktív rövid szénláncú aldehidek, alkoholok, észterek) prekursorai lehetnek. Az illataktivitás szempontjából legjelentősebb **terpénvegyületek** és származékaik összterülete kismértékben növekedett a tárolási idő végére, értéke a hűtőben tárolt minta esetén volt nagyobb. A csúcsintenzitások növekedése elsősorban a különböző karotinoid degradációs termékek felhalmozódásának köszönhető a féltermékekben. Amint az a 35. ábrán is látható, a szobahőmérsékletű tárolás során intenzívebb volt ezen bomlástermékek jelenléte, köszönhetően a magasabb hőmérséklet reakció gyorsító hatásának.



35. ábra A karotinoid bomlástermékek összterületének alakulása a tárolás során

A paprika színanyagainak bomlása során ugyanis számos igen illékony vegyület keletkezik: a legnagyobb csúcsterülettel minden esetben a dihidroaktinidiolid, a farnezil aceton, a β -jonon, a geranil aceton és a β -damaszcenon jelentek meg a kromatogramokon. A legnagyobb mennyiségben jelen levő termék, az erőteljes, pézsmajelleges dihidroaktinidiolid a benzofuránok közé sorolható, területrészesedése hűtőtárolás során a kiindulási érték kb. 4-szeresére, míg a szobahőmérsékletű tárolás során közel 10-szeresére növekszik. Mindkét esetben 8 hónap tárolás után volt a

legintenzívebb a színanyagokból keletkező termékek mennyisége a féltermékekben, ezután rohamos csökkenésnek indult. A többi terpénvegyület mennyisége a karotinoid bomlástermékekétől eltérő módon alakult: a monoterpének összterülete kismértékben, míg a szeszkviterpéneké jelentősen csökkent a tárolási idő végére, különösen szobahőmérsékleten. Ezt a változást – az igen illataktív aromakomponensek intenzitásának csökkenését – az őrlmények illatának gyengülése is igazolta. A **benzolgyűrűs vegyületek** összterülete és terület-aránya mindkét tárolási mód során csökkent, a magasabb hőmérséklet hatására intenzívebben, az átalakulási reakciók felgyorsulásának köszönhetően. Az **észterek** területaránya viszont mindkét esetben növekedett a tárolás végére: a hűtőtárolás során kb. 2,6-szorosára, míg szobahőmérsékleten 3-szorosára. A vegyületcsoport változása összefüggésben lehet a zsírsavak mennyiségének alakulásával: szobahőmérsékleten ugyanis felgyorsul a lipioxidáció, a prekursorok (zsírsavak) intenzitása ezért szobahőmérsékleten alacsonyabb, a reakciótermékek (észterek) részesedése viszont nő. A **heteroatomot tartalmazó vegyületek** mennyisége eltérő módon alakult a tárolás végére: a kénvegyületek aránya mindkét esetben nőtt (hűtőtárolás: 2-szeresére; szobahőmérséklet: 1,4-szeresére), az oxigéntartalmú gyűrűs vegyületek összesített csúcsterülete kb. a felére csökkent, míg a nitrogéntartalmú heterociklusos illataktívok a hűtőszekrény hőmérsékletén csökkent, szobahőmérsékleten minimális mértékben nőtt. Ezek az illatkomponensek többnyire a Maillard reakció során alakulnak ki, a paprika szárítása, feldolgozása során. A vegyületcsoportok fontosabb képviselői a tiofének, a különböző furánvegyületek, a pirazinok, pirrol vegyületek és a pirazolok. A **naftalinvázis vegyületek** relatív mennyisége is jelentősen csökkent a tárolás során, különösen szobahőmérsékleten. A **Nyílt láncú és gyűrűs alkoholok, aldehidek, ketonok** vegyületcsoportjának aránya érdekes módon eltérően alakult a két tárolási mód során. A hűtőtárolás végére összesített csúcsterületük a kiindulási érték közel háromszorosára nőtt, míg a szobahőmérsékletű tárolás végére majdnem a felére csökkent. A jelenség hátterében valószínűleg ebben az esetben is a bomlási folyamatok állnak. A magasabb hőmérséklet hatására ugyanis ezek felgyorsulnak, és az említett vegyületcsoport tagjai a különböző biokémiai átalakulások prekursorai lehetnek (pl. az alkoholok az észterképződés kiindulási vegyületei). A nagyobb reakciósebesség miatt csökkenhet intenzíven ezen vegyületek részesedése az össz-aromából. A legkevésbé illataktív vegyületcsoport, a **szénhidrogének** össz-csúcsterülete mindkét esetben csökkent a tárolás végére, bár ezen illataktívok hozzájárulása az aroma kialakításához nem jelentős.

5.1.5. Külföldi fűszerpaprika őrlmények vizsgálata

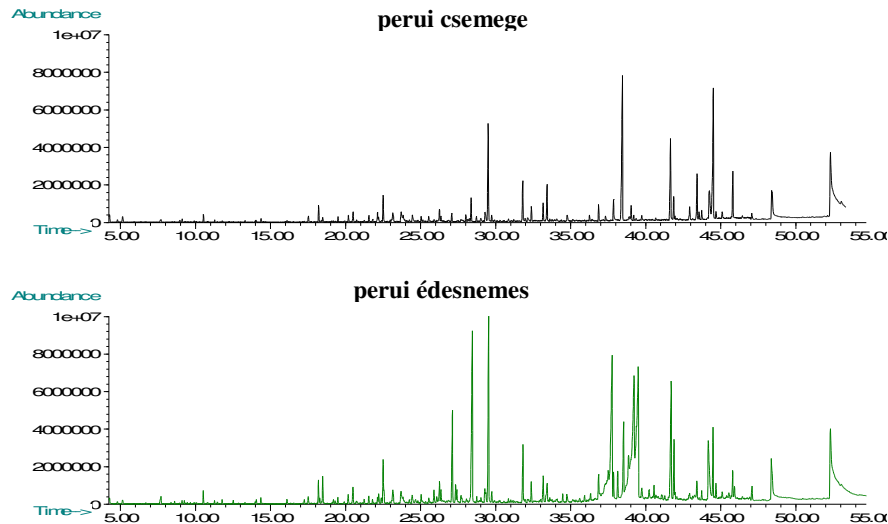
A hazai fűszerpaprika féltermékek és őrlmények illatának vizsgálata során felmerült a kérdés, hogy vajon a külföldről származó paprikák aromája jelentősen eltér-e a hazai őrlményekétől, illetve hogy azonosíthatók-e bennük olyan jellegzetes illataktívok, melyek

egyértelműen megkülönböztetik ezeket a magyar termékektől. A különböző származási helyű szárított paprikák illékony frakciójának összehasonlítására vonatkozóan a szakirodalomban kevés utalás található: VAN RUTH és munkatársai (1994) chilei, magyar és török paprikákat vizsgálva nem találtak eltérést az aromaösszetételben, mindhárom paprikában ugyanazokat az illó komponenseket detektálták, eltérő intenzitással. ZIMMERMANN és SCHIEBERLE (2000) munkájuk során magyar és marokkói őrlemények aromájának összehasonlításához műszeres és érzékszervi vizsgálatokat is alkalmaztak. A GC-MS vizsgálatok során a magyar őrleményben 35 illataktív aromakomponenst azonosítottak, közülük a β -jonon és egy furanon vegyület (4-hidroxi-2,5-dimetil-3(2H)-furanon/eper furanon/ananasz keton) dominált, míg a marokkói paprika kromatogramján 43 illataktív alkotó jelent meg, köztük 9 olyan vegyület, mely a magyar termék illó frakciójának nem volt alkotója. A két őrlemény illata közötti eltérést a szerzők szerint ezek a vegyületek (ketonok, egy pirazin, egy lakton és egy fenol vegyület), valamint a közös illatalkotók eltérő aránya okozza. Az érzékszervi bírálók is jelentős különbséget találtak a két őrlemény aromája között. A magyar termék élvezeti értékét összességében jobbnak ítélték, mint a marokkói őrleményét: a marokkói minta illatát állottabbként írták le, enyhén halszerű jegyekkel, míg a magyar őrlemény aromáját fűszeresebbnek és édesebbnek érzékelték. Saját aromavizsgálataimhoz három jelentős fűszerpaprika termelő országból: Peruból, Spanyolországból és Törökországból származó fűszerpaprika őrleményeket illetve ez utóbbiból származó darabos termékeket használtam.

5.1.5.1. Perui fűszerpaprika őrlemények

Kereskedelmi forgalomból sikerült beszerezni olyan fűszerpaprika őrleményeket, melyek származási helye a terméken feltüntetett jelölés alapján – részben vagy egészben – Peru. A forgalmazó elmondása alapján az általam vizsgált termékek alapanyaga import paprika, és a szerződésben mindig kikötik, hogy a *Capsicum annuum* L. termését kérik. A paprikát egy spanyol cégtől vásárolják, amelynek Peruban vannak ültetvényei.

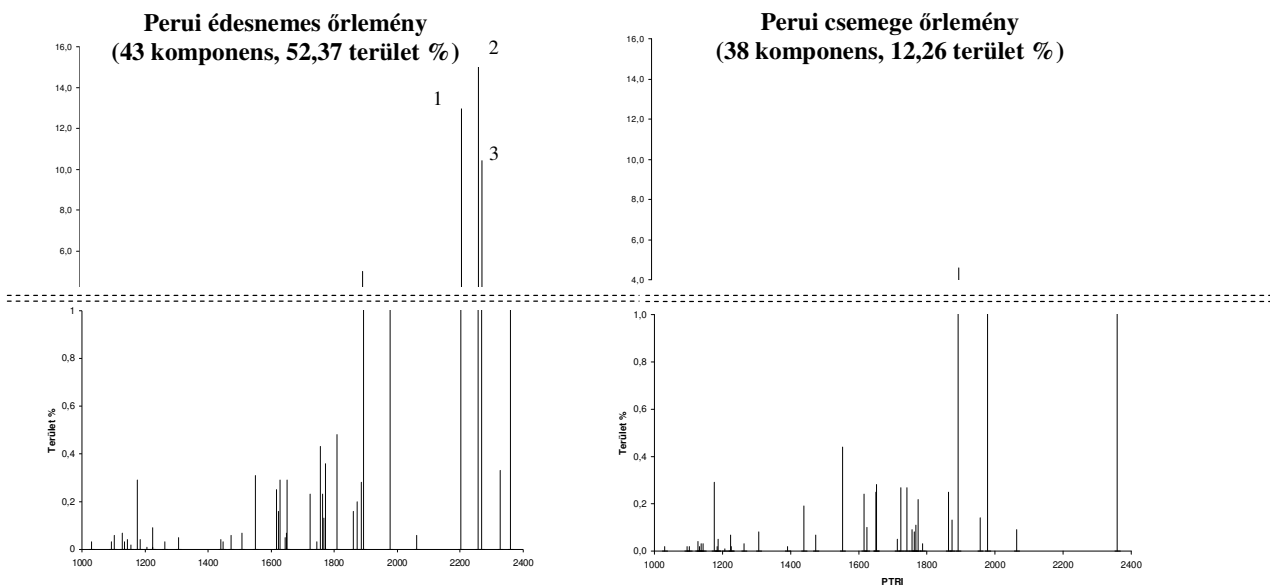
A magyar forgalmazótól származó, kereskedelemben kapható perui csemege és perui édesnemes őrleményekről készült kromatogramok a 36. ábrán láthatók, az azonosított komponenseket pedig a CD Melléklet 6. táblázatában közlöm.



36. ábra A perui fűszerpaprikák kromatogramjai

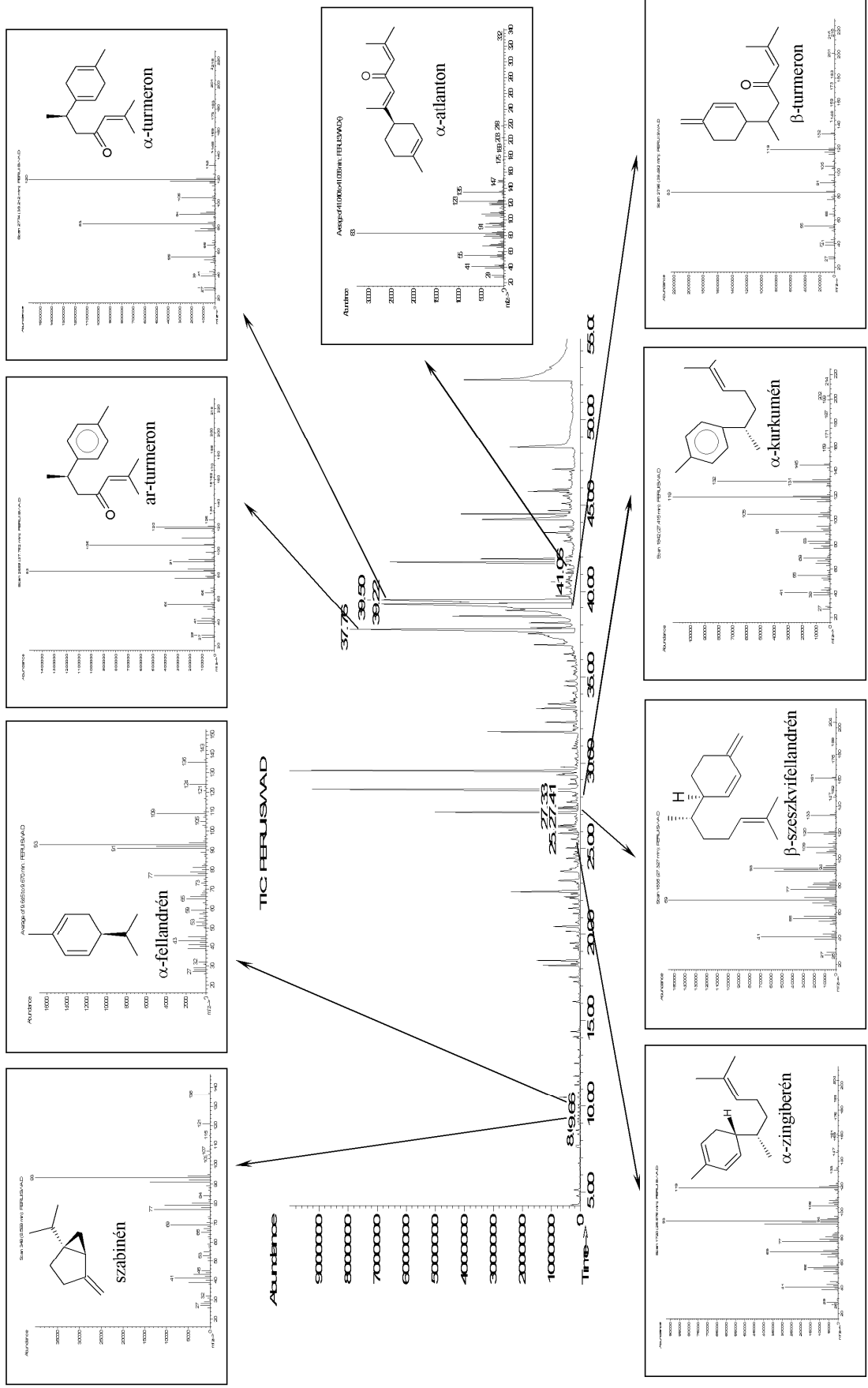
A kromatogramok és a detektált aromakomponensek száma alapján mindkét paprikaőrlemény igen illatosnak tűnik. Annak ellenére, hogy az illatalkotók száma szinte megegyezett (csemege: 146; édesnemes: 147), az édesnemes őrlemény aroma-összpontszáma majdnem kétszerese volt a csemege őrleményének (13857 vs. 7221). Ez a különbség a kromatogramokon is jól megfigyelhető, leginkább a 25-40 perc közötti tartományban, ahol az édes paprika felvétele jóval csúcsgazdagabb. A fő eltérést azonban mégsem az illatkomponensek intenzitás különbsége, hanem egyedi terpénkomponensek megjelenése okozta az édes őrleményben. Az eddig vizsgált paprika mintáktól eltérően ugyanis, ahol a terpének területrészesedése minden esetben maximum 20 terület % volt, ebben az őrleményben meghaladta az 50 %-ot. A vegyületcsoporton belül a legdominánsabb 3 turmeron vegyület: az ar-turmeron (12,96 %), az α -turmeron (15,42 %) és a β -turmeron (10,42 %) volt. A turmeron vegyületek a kurkuma (*Curcuma longa*) jellegzetes bizabolán vázas szeszkviterpén illatkomponensei, de az ar-turmeront a fehér virágú orvosi zsálya (*Salvia officinalis*) virágának illóolajában is azonosították (BÖSZÖRMÉNYI, 2010). A vegyületcsoport megjelenése a fűszerpaprika illékony frakciójában mindenképpen meglepő eredménynek számít, és vizsgálataim során egyik fajtában sem detektáltam jelenlétüket. A bizabolán vázas vegyületek egyébként a gyömbérfélék (*Zingiberaceae*) családjának legfontosabb illatalkotói. A szintén ebbe a növény családba tartozó kurkuma jellegzetes illata például a szakirodalom (CHEMPAKAM et al., 2008) szerint az ar-turmeronnak, az illóolaj fő komponensének tulajdonítható, mely a perui édesnemes paprika esetén is igen nagy intenzitással jelent meg. Számos más olyan illatalkotót is detektáltam ebben az őrleményben, melyek jellegzetes kurkuma illatkomponensnek tekinthetők (CHEMPAKAM et al., 2008; FENNEMA, 1996; JAYAPRAKASHA et al., 2005; KUTTI GOUNDER et al., 2012; ORELLANA-PAUCAR et al., 2012; SASIKUMAR, 2001; SINGH et al.,

2010): jelen volt a fűszeres illatú zingiberén (0,46 %), a fás jellegű β -szeszkvifellandrén (0,48 %), a szintén fűszeres illatjegyekkel rendelkező α -kurkumén (0,35 %), a citrusos-borsos és enyhén mentás jellegű α -fellandrén (0,04 %), a fűszeres-citrusos-zöld jellegű szabinén (0,10 %) és az α -atlanton (0,33 %) is. A kurkuma az élelmiszeriparban elterjedten használt – az EU-ban is engedélyezett – természetes színezőanyag, élénksárga színt ad a termékeknek. Fűszerkeverékekben, konzervekben, üdítőitalokban, tejtermékekben alkalmazzák színyanyagait, felhasználására vonatkozóan a főbb termékcsoporthoz határértékeket állapítottak meg (SASIKUMAR, 2001). A jellegzetes (többnyire bizabolén vázas) kurkuma-illatkomponensek különösen nagy arányú jelenléte a paprikában felveti azt a lehetőséget, hogy az őrleményhez – valószínűleg színezés céljából – esetlegesen kurkumát kevertek, bár ezt a fűszert leginkább a sárga szín fokozására használják élelmiszerekben, a fűszerpaprika őrlemény színének mélyítése ezzel a keveréssel valószínűleg nem hatékony. A másik magyarázat az őrlemény nyersanyagául szolgáló paprikafajta a hazaitól nagymértékben eltérő illatösszetétele lehet – a távoli termőhelynek, esetleg a fajtának köszönhetően –, bár a kurkuma jelleges aromaalkotók ilyen nagy arányú jelenléte a paprikában mindenképpen meglepő eredmény. A két különböző perui őrlemény illata közötti különbséget szemlélteti a 37. ábra, melyen a két termék terpén összetételét ábrázoltam. A diagramon jól látható az édes őrlemény aromagazdagsága a csemegeével összehasonlítva, valamint az illékony frakciójában domináns turmeron vegyületek. Öt körüli területrészesedéssel mindkét aromaszpektrumon a geranil aceton, egy karotinoid bomlástermék jelenik meg.



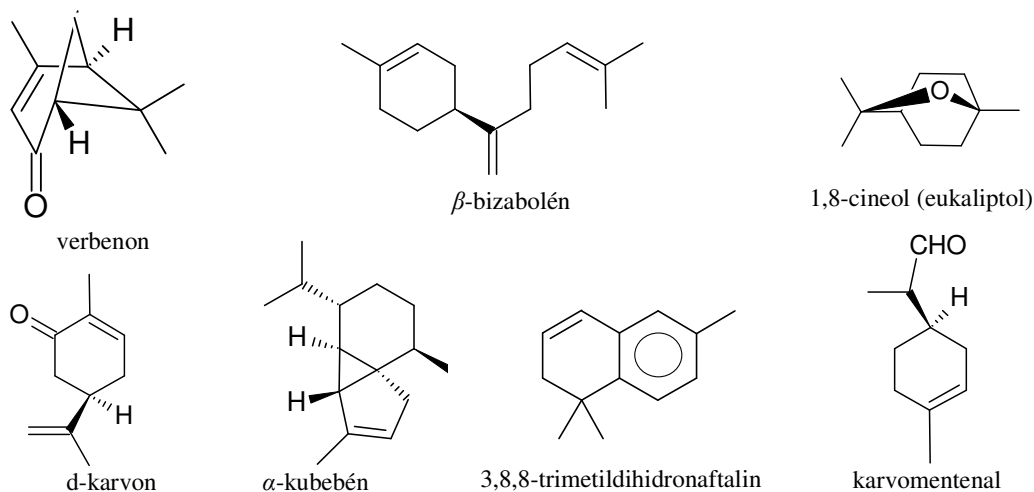
37. ábra A perui édesnemes és perui csemege őrlemények terpén aromaszpektrumai
1: ar-turmeron; 2: α -turmeron; 3: β -turmeron

A kurkuma-jelleges illatalkotók szerkezeti képletét és megjelenésüket az édes őrlemény kromatogramján a 38. ábrán mutatom be.



38. ábra: A kurkuma-jelleges aromakomponensek megjelenése a perui édes paprika kromatogramján

A perui örleményekben összesen 18 olyan terpénvegyületet azonosítottam, melyeket korábban nem detektáltam a vizsgált szegedi fajtákban, sőt a korábban az Élelmiszerkémia Tanszéken vizsgált más hazai fajtákban sem. Ezeket a vegyületeket a CD Melléklet 6. táblázatában csillaggal jelöltem. Közülük néhány illataktató szerkezeti képletét a 39. ábrán mutatom be: a verbenon mentás, fűszeres aromájú, az 1,8-cineol (eukaliptol) kámforos illatú, a d-karvon kömény jellegű, az α -kubebén aromája növényi, viaszos, a 3,8,8-trimetildihidronaftalin fás karakterű, a β -bizabolén pedig édes-balzsamos, fűszeres jellegű – ez utóbbi vegyület szerkezete nagy hasonlóságot mutat a kurkuma-jelleges aromaalkotókéval. A karvomentenal pedig erősen fűszer illatú éles növényi tónussal.



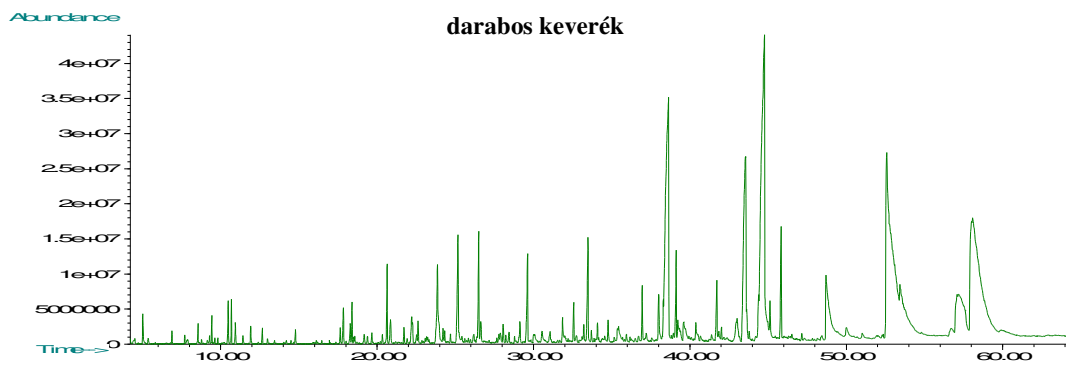
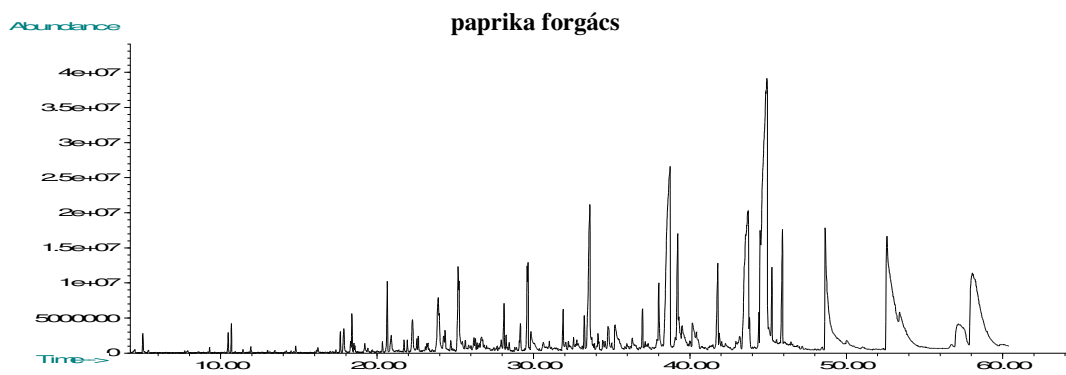
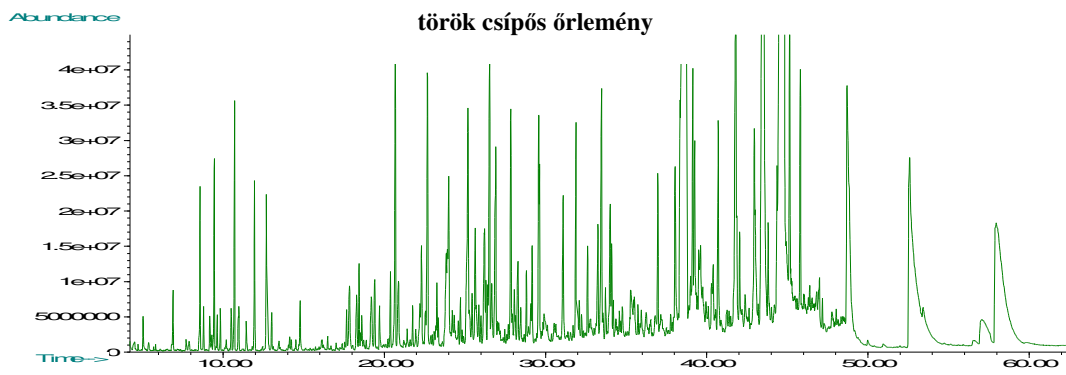
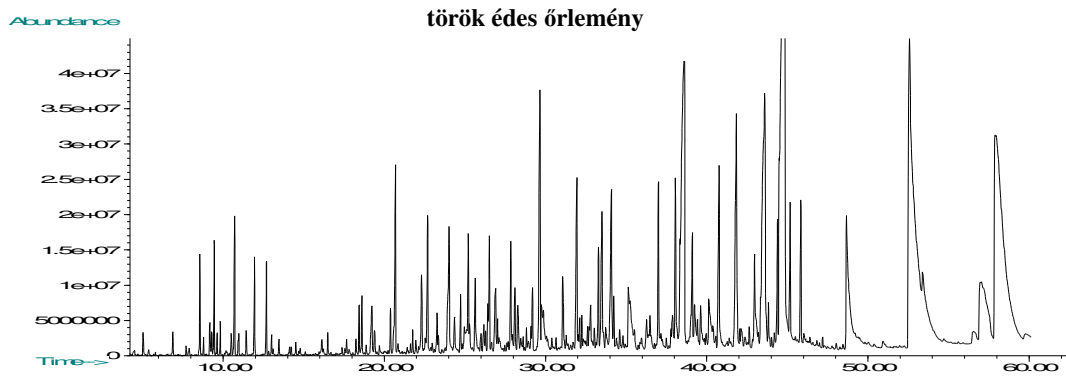
39. ábra A perui édes örlemények néhány egyedi terpén komponense

Összességében elmondható, hogy a perui örlemények egyedi terpén komponensei döntően ciklusos szeszkviterpének, bár monoterpének is vannak köztük. A hazai paprikákhoz hasonlóan a perui örleményekben is megjelentek a jellegzetes karotinoid bomlástermékek, a magyar fajták esetén tapasztaltnál (3,83-10,69 %) nagyobb arányban (csemege: 14,95 %; édes: 13,76 %). Az eltérés valószínűleg az alapanyag nagyobb összes színezéktartalmának köszönhető, mely anyagok prekursoraként szolgáltak ezen illataktív bomlástermékek kialakulásához. A heterociklusos vegyületek minden csoportja (S-, N- és O-tartalmú aromaalkotók) a magyar fajtáknál tapasztaltnál kisebb arányban képviseltette magát: csak a csemege örleményben jelent meg két kénvegyület szinte elhanyagolható intenzitással (0,09 %), a pirazinok közül a magyar fajtákhoz hasonlóan a tetrametil-pirazin területaránya volt a legnagyobb. Egyébként e vegyületcsoport részesedése az össz-aromából viszonylag alacsony (csemege: 0,23 %; édes: 0,68 %), hasonlóan az oxigéntartalmú heterociklusos illataktókhöz, amelyen belül a 2-furfural és az 5-metilfurfural intenzitása volt a legnagyobb. Ez utóbbi vegyületek között azonosítottam egy olyan vegyületet – a γ -nonalaktont –, mely a hazai fajtákban nem volt megtalálható, így a jellegzetes terpénvegyületeken túl ez a komponens is azonosíthatja a külföldi származású örleményt. A benzolgyűrűs aromakomponensekre is érvényes a heterociklusos vegyületeknél már tapasztalt különbség a hazai

paprikák „javára”: részesedésük az össz-aromából valamivel 5 % fölötti volt, míg a szegediek esetén ez az arány az egyik csípős fajta kivételével (Szegedi-178: 5,49%) 10 % körüli érték. A nyílt láncú alkoholok, aldehidek, ketonok vegyületsorozatja viszonylag nagy mennyiségben képviseltette magát az össz-aromában (3,82 és 12,12 %). Mindkét őrleményben a zsírsavak – főleg a linolsav és a linolénsav – oxidációs termékei a domináns illatalkotók: a 2,4-dekadienal vegyületek (*transz,transz-* és *transz,cisz-*2,4-dekadienal), a 2,4-heptadienalok (szintén *transz,cisz-* és *transz,transz-*változatok), valamint a C₆ aldehidek és alkoholok (hexanal, *transz-*2-hexenal, 1-hexanol). Az észterek és a zsírsavak arányát tekintve lényeges különbség volt tapasztalható a csemege és az édesnemes őrlemény esetén: az előbbi termék közel négyszeres mennyiségben tartalmazta e két vegyületsorozatot, bár ezek az illatalkotók nem tekinthetők jelleg-meghatározó aromakomponenseknek – mint ahogyan az előbb említett alkoholok, aldehidek ketonok sem –, mivel többnyire lipidek bomlástermékei.

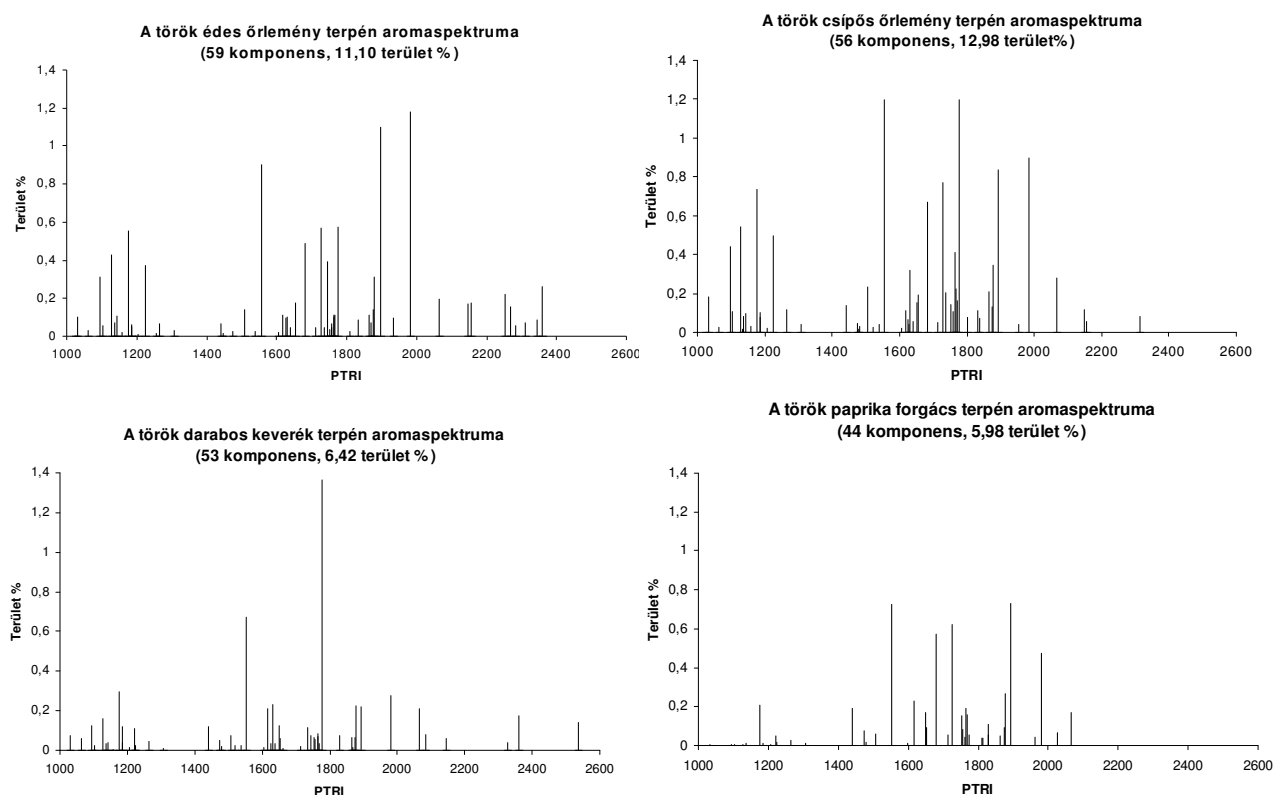
5.1.5.2. Török fűszerpaprika őrlemények

Vizsgálataimhoz sikerült beszereznem négy különböző török fűszerpaprikát is: két őrleményt (egy csípőset és egy csípősségmenteset), és két darabos állagút (durvára tört termésszal, mindkettő csípős). Az őrlemények közül a csípősségmentes termék *Capsicum annuum* L. felhasználásával készült, míg a csípős őrlemény *C. frutescens*, *C. baccatum* és *C. annuum* keveréke. Az egyik csípős darabos termék (Pul Biber) a paprika forgácson kívül sót és növényi olajat is tartalmazott (ezt a későbbiekben darabos keveréknek nevezem), a másik darabos terméket csak durvára őrölt paprika termésszal alkotta (ezt a továbbiakban paprika forgács néven jelzem). A darabos termékek nyersanyagának botanikai eredete nem ismert. A detektált aromakomponensek száma alapján (édes: 204 komponens; csípős: 166; darabos keverék: 190; paprika forgács: 157) valamennyi termék igen illatosnak mondható, ez az illatgazdagság a kromatogramokon (40. ábra) is megfigyelhető. Az azonosított illatalkotókat a CD Melléklet 7. táblázatában sorolom fel.



40. ábra A török paprikák kromatogramjai

Az ábrán jól látható, hogy az őrlemények kromatogramjai jóval csúcsgazdagabbak a darabos termékek felvételeinél, és az illatkomponensek sokkal nagyobb csúcsterületekkel jelennek meg. A legillataktívabb vegyületcsoport, a terpének területrészesedése az őrleményekben közel kétszerese volt (csípős: 12,98 %; és édes: 11,10 %) a darabos állagú termékekben tapasztalt arányoknak (darabos keverék: 6,42 %; a másik darabos termék: 5,98 %), amint az a 41. ábrán is látható.



41. ábra A török fűszerpaprikák terpén aromaspektrumai

Ez a terpénösszetétel-különbség a termékek érzékszervi tulajdonságában is megmutatkozott: az őrlemények némileg illatosabbak voltak, mint a darabos termékek. Az eltérést valószínűleg a finomra őrölt termékekben nagyobb arányban előforduló, igen illataktív monoterpének jelenléte okozta – bár a szeszkviterpének is nagyobb számban és területrészesedéssel voltak jelen ebben a típusú mintában. A török fűszerpaprika termékekben a terpénvegyületek aránya 11-13 % volt, mely a magyar őrleményekhez viszonyítva (egy fajta kivételével) némileg alacsonyabb érték. A monoterpének száma és aránya ezekben az őrleményekben közel kétszerese a magyar fajták esetén detektált mennyiségnek, míg a szeszkviterpének esetén a komponensek száma és aránya is a magyar fajtákban tapasztaltnál hasonló. A terpénvegyületek között számos olyan illatalkotó található, melyeket a hazai fajtákban nem észleltem. Ezeket a vegyületeket a CD Melléklet 7. táblázatában csillaggal jelöltem meg. Azon illatalkotók szerkezeti képletét, melyeket kizárólag a török mintákban detektáltam, a 6. Mellékletben mutatom be. Ezen egyedi, illataktív terpénvegyületek megjelenésére a termékek illó frakciójában kétféle magyarázat lehetséges: az eltérő termőhely, valamint a

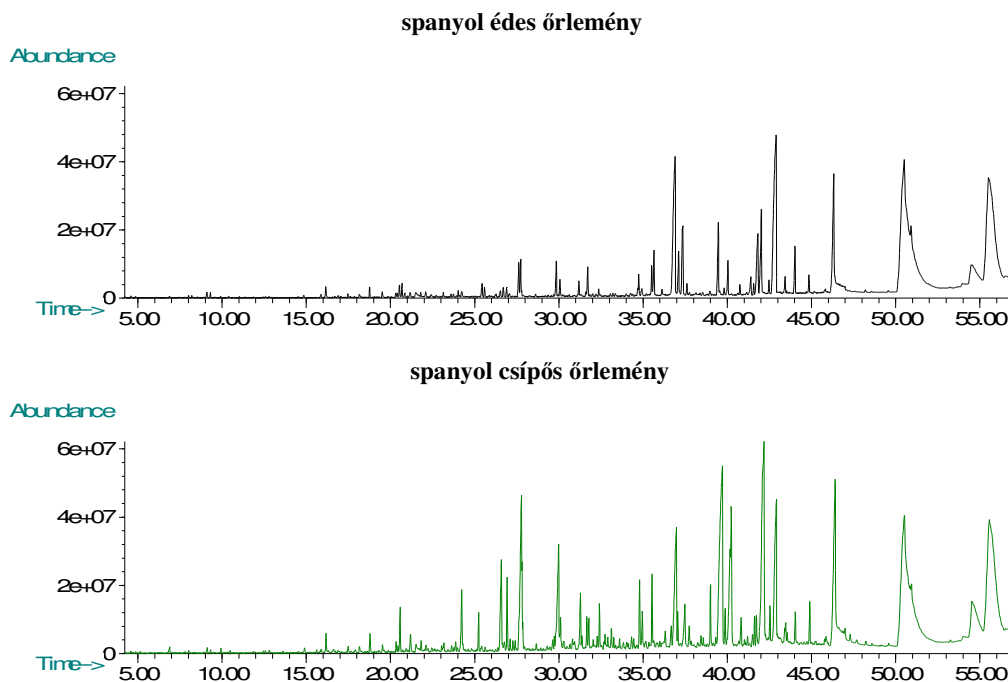
nyersanyagként felhasznált, hazaiaktól különböző paprikafajták – illetve a két ok együttes jelentkezése. Ilyen egyedi, más paprikákban nem azonosított triciklusos szeszkviterpének a török paprikákban a longifolénaldehid, a 8,9-dehidro-neoizolongifolén, a növényi-fás illatú β -bourbonén és a fás-kámforos illatú α -cedrén. Ez utóbbi illatalkotó a boróka nemzetség fajaiban széleskörűen elterjedt, a cédrusolaj egyik fő alkotójaként ismert rovarriasztó hatású vegyület. Az általam eddig vizsgált paprikákban leginkább aciklusos, illetve mono- és biciklusos terpénvegyületek fordultak elő, a triciklusos vegyületek jelenléte viszonylag ritka, így e vegyületcsoport megjelenése a termékekben mindenképpen érdekességnek számít. Ráadásul a négy detektált komponens közül három a *C. annuum* nyersanyagból készülő édes őrleményben is jelen volt, így valószínűleg valamilyen hazánkban nem termesztett fajta felhasználását jelzik. A *C. annuum*-tól eltérő fajok jelenlétét mutató illékony vegyületeket nagy valószínűséggel a csípős őrlemény és a darabos termékek illatalkotói között kell keresnünk, hiszen az édes őrlemény *C. annuum* felhasználásával készült, a csípőshöz *C. frutescens* és *C. baccatum*ot is felhasználtak, a darabos paprika termékek nyersanyagáról pedig nincs információnk, tehát elvileg ezek a termékek is tartalmazhatnak a *C. annuum*-tól eltérő fajt. Ezek a vegyületek a *cisz*-dihidrokarvon, az 1-fellandrén, a 2-karen-10-al, a *transz*-karveol, a menta furanon (5,6,7,7a-tetrahidro-3,6-dimetil-2(4H)-benzofuranon), a δ -elemén, az α -cedrén, a γ -himachalén, a δ -kadinén, a *cisz*- α -bizabolén, az α -kalakorén, az 1,3,7,7-tetrametil-9-oxo-2-oxabiciklo[4.4.0]dekán és az 1,2-dimetil-3,4-benzotriciklo[3.3.0.0(2,8)]oktén voltak. Irodalmi adatok alapján ilyen, fajra jellemző aromakomponens lehet a δ -kadinén, mely illatalkotót a *C. frutescens* és a *C. baccatum* jellegzetes szeszkviterpén vegyületeként azonosították – mind az éretlen, mind az érett termésben megtalálható, az érés előrehaladtával egyre csökkenő intenzitással –, valamint a *C. baccatum*-ban detektált δ -elemén is (BOGUSZ JUNIOR et al., 2011, 2012). A „török”-marker komponenseket keresve SPME eljárással is mintát vettem az édes és csípős őrlemények légtéréből, a korábbi vizsgálatok során a legtöbb terpén komponenst adszorbeáló PDMS-DVB szállal. Amint az a CD Melléklet 8. táblázatának adataiból is látható, az édes őrleményben egyáltalán nem detektáltam *török*-jelleges komponenseket ezzel a mintaelőkészítési módszerrel. A csípős őrleményben is mindössze hármat, a triciklént, a *transz*-dihidrokarvont és a β -bourbonént. A külföldi eredetet jelző aromaalkotók közül megjelent ugyan néhány vegyület mindkét őrleményben, de közel sem olyan nagy számban, mint az SDE mintaelőkészítést követően. Az általam alkalmazott szimultán desztillációs-extrakciós eljárás érzékenységet az is mutatja, hogy VAN RUTH és mtsai. (2003) dinamikus gőztér analízist alkalmazva szintén Törökországból származó, szeletelt paprika minták azonosított illatkomponensei között mindössze 3 terpénvegyületet talált, melyek közül 2 karotinoid bomlástermék volt. Ez utóbbi vegyületcsoport valamennyi paprika termékben megjelent, a darabos termékekben jóval kisebb arányban (darabos keverék: 1,75 %; paprika forgács: 3,71 %), mint az őrleményekben (csípős: 5,72 %; édes: 5,98 %).

Erre az eredményre a valószínű magyarázat az, hogy az örleményekben a sokkal nagyobb összfelület miatt, a karotinoid bomlás intenzívebben megy végbe, ezért az illataktív degradációs termékek is nagyobb arányban jelennek meg a termékek illékony frakciójában. Valamennyi török mintában a viszonylag alacsony illataktivitású észterek és zsírsavak vegyületcsoportja volt jelen a legnagyobb arányban, részesezésük jóval meghaladta a magyar fajtákban tapasztalt arányokat. Legnagyobb intenzitással a metil-hexadekanoát, a metil-oleát, a palmitinsav, a linolsav, a mirisztinsav és az olajsav jelent meg a kromatogramokon. Az eltérés az észterek vegyületcsoportja esetén volt látványosabb: míg a magyar fajták esetén arányuk 4,0-8,6 % között változott, a török termékeknél ez az arány 19,6-40,7 % közötti volt. Mindegyik esetben szinte kizárólag a nagy moltömegű, kevésbé illékony molekulák voltak a legintenzívebbek. Mivel illatuk általában gyenge, viaszos, ez az eltérés nem befolyásolja jelentős mértékben a termékek illatát. A zsírsavak részesezése az össz-aromából a hazai fajták esetén 19,1-36,5 %, a török termékeknél 25,7-42,8 %. Ebben az esetben is leginkább a vegyületcsoport hosszú szénláncú képviselői dominálnak, azonban intenzív jelenlétük ellenére ezek az aromaalkotók sem járulnak hozzá jelentősen az illat kialakításához. A hosszú szénlánc és a viszonylag gyenge illékonyosság miatt ugyanis ezek a vegyületek gyakorlatilag illattalanok (pl. palmitinsav), zsíros jellegű aromájuk van (dodekánsav, olajsav), vagy csak igen enyhe, viaszos-olajos illatjellegük van (mirisztinsav). A fűszerpaprikákban általában igen kis arányban jelen levő, de nagy illataktivitású kénvegyületek csak két török termékben, az édes örleményben és a csípős darabos keverékben jelentek meg, a magyar fajtáknál tapasztaltnál jóval kisebb arányban. A döntően a Maillard reakció során keletkező pirazin vegyületek aránya mindegyik török termék esetén alacsonyabb volt a magyar fajtákhoz viszonyítva. Ez az eredmény véleményem szerint a hazaitól eltérő feldolgozási körülményekkel indokolható: a melegebb, szárazabb klímán ugyanis a szárítás kizárólag a napon történik az őrlés előtt, ezért a bogyó nincs kitéve olyan magas hőhatásnak, mint a mesterségesen szárított termék. Így a hőbomlási termékek mennyisége is kisebb. A benzolgyűrűs vegyületek aránya is sokkal alacsonyabb a hazai fajták esetén tapasztalt területrészesedéséknél. A vegyületcsoport legintenzívebb képviselői a 2-metoxi-5-vinilfenol és a benzolacetaldehid voltak, a külföldi eredet jelzésére pedig az esztragon, a *transz*-anetol és az acetovanillon lehetnek alkalmasak. A nyílt láncú alkoholok, aldehidek, ketonok csoportján belül a darabos keverékben nagy számban fordultak elő 8 szénatomos vegyületek: 3-oktanon, oktanal, 3-oktanol, (*E*)-3-oktén-2-on, (*E*)-2-oktenal. Ezek a vegyületek valószínűleg a feldolgozási folyamat során keletkeznek, telítetlen zsírsavak enzimes bomlása során. A szóban forgó termék azonban hozzáadott növényi olajat is tartalmaz, aminek tárolás során bekövetkező bomlásából is származhatnak a felsorolt aromakomponensek. Sok közülük jellegzetes gomba-illatalkotó is (ROWE, 2005), ezért gyakran a penész-szennyezettség indikátor vegyületeiként írják le ezeket az anyagokat (FIEDLER et al., 2001; LAVINE et al., 2012; SCHNÜRER et al., 1999). Az

érzékszervi jelentőséggel bíró nyílt láncú alkoholok, aldehidek közül a C₆ vegyületek érdemelnek még említést: hexanal, (*E*)-2-hexenal, 1-hexanol, (*Z*)-3-hexen-1-ol. A hat szénatomos nyílt láncú illatkomponensek is a zsírsavak degradációs termékei, illatuk zöld növényi jellegű, frissen vágott fűre emlékeztető (BURDOCK, 2010). Prekurzoraik szintén származhatnak a fűszerpaprika termésemből és a hozzáadott növényi olajból is (bár arányuk minden termékben kb. azonos).

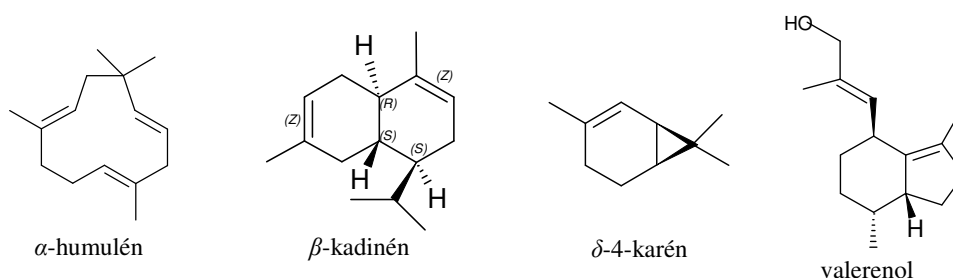
5.1.5.3. Spanyol fűszerpaprika őrlemények

Munkám során két Spanyolországból származó fűszerpaprika őrleményt, egy édeset és egy csípőset is megvizsgáltam. Spanyolország ugyanis egyike e fűszernövény legfontosabb európai termelő országainak, így őrleményeinek vizsgálata hasznosan egészítheti ki a kontinensen termelt fűszerpaprikák aromaösszetételéről eddig rendelkezésre álló információkat. A vizsgált őrlemények származási helye Spanyolország Alicante tartománya. Egyedül a csípős őrlemény alapanyaga volt ismert: *Capsicum annuum* L., de irodalmi források szerint (GARCÍA et al., 2007; MATEO et al., 1997) a Spanyolországban termelt édes paprikák is ezen fajhoz tartoznak. Az édes őrleményben 153, míg a csípősben 162 illatkomponenst detektáltam. MATEO és munkatársai (1997) szintén szimultán desztillációs-extraktív módszert alkalmazva spanyol őrlemények aromakomponenseinek kivonására 61 komponenst azonosítottak a termék illó frakciójában. A spanyol őrleményeimről készült kromatogramok a 42. ábrán láthatóak, az azonosított illatkomponenseket pedig a CD Melléklet 9. táblázatában sorolom fel.



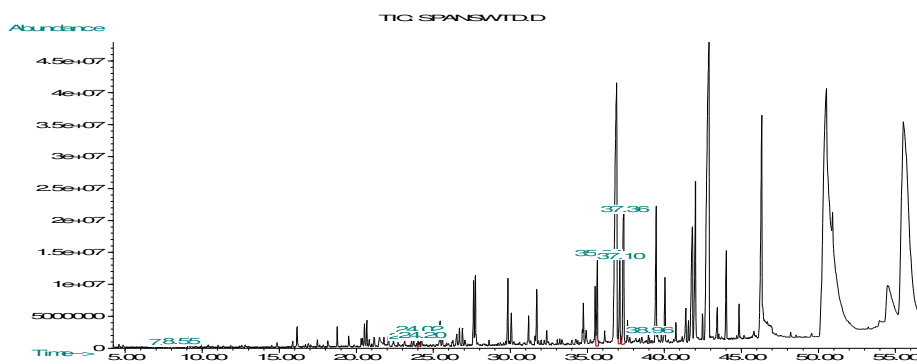
42. ábra: A spanyol fűszerpaprika őrlemények kromatogramjai

A kromatogramok alapján a csípős örlemény tűnik illatosabbnak, a nagyobb számú és csúcsterületű illatalkotók miatt. Különösen a kromatogram középső része gazdagabb aromakomponensekben. A legnagyobb illataktívitású vegyületcsoport, a terpének és származékaik részesedése az össz-aromából a fűszerpaprikáknál megszokott 10 terület % körüli érték, a csípősben ez az arány az édeshez viszonyítva közel másfélszeres volt (8,7 % vs. 12 %). A magyar fajtákban nem detektált, de a spanyolokban azonosított aroma anyagokat a CD Melléklet 9. táblázatában csillaggal jelöltem, melyeknek nem mindegyike lehet a spanyol eredet jelző vegyülete. Közülük néhány ugyanis megjelent egyes perui és török örleményekben is, így ezek csupán a külföldi eredet markerei. Sikerült azonban azonosítanom olyan vegyületeket is, melyek kizárólag a spanyol örleményekben voltak jelen.



43. ábra A spanyol örlemények egyedi terpénvegyületei

Ezek az illatalkotók a fás jellegű α -humulén és β -kadinén, a δ -4-karén és a macskagyökér jellegzetes illatalkotói közé tartozó, valerenán vázas valerenol (43. ábra) voltak. Ez utóbbi illatalkotó csak a csípős, míg a másik három kizárólag az édes paprikában voltak jelen. A perui mintáknál már korábban említett, a szakirodalom által jellegzetes kurkuma illatalkotónak tartott vegyületek mindegyikét kimutattam a spanyol édes örleményben. Ezek az illatalkotók az elúció sorrendjében a szabinén, a fellandrén, az α -zingiberén, β -bizabolén, β -szeszkvifellandrén, az ar-turmeron, az α -turmeron, a β -turmeron és az α -atlanton voltak (44. ábra). A vegyületek szerkezeti képletét korábban, a 38. ábrán mutattam be.



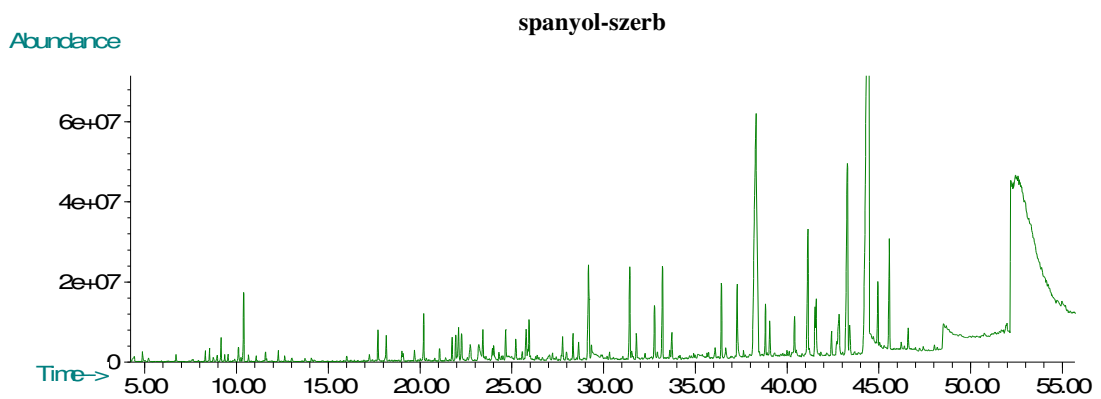
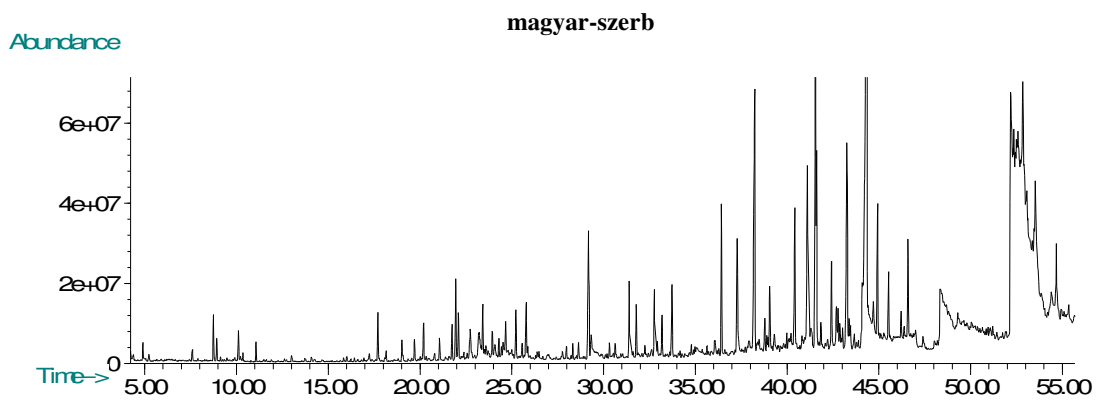
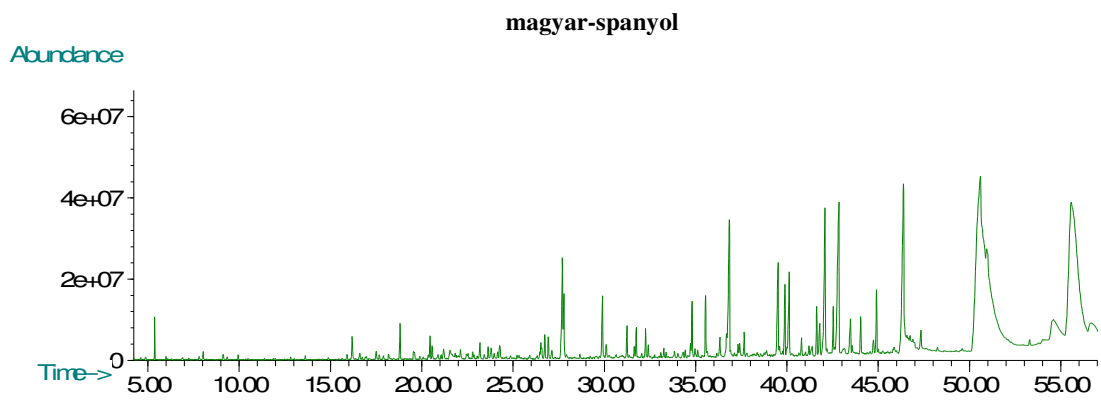
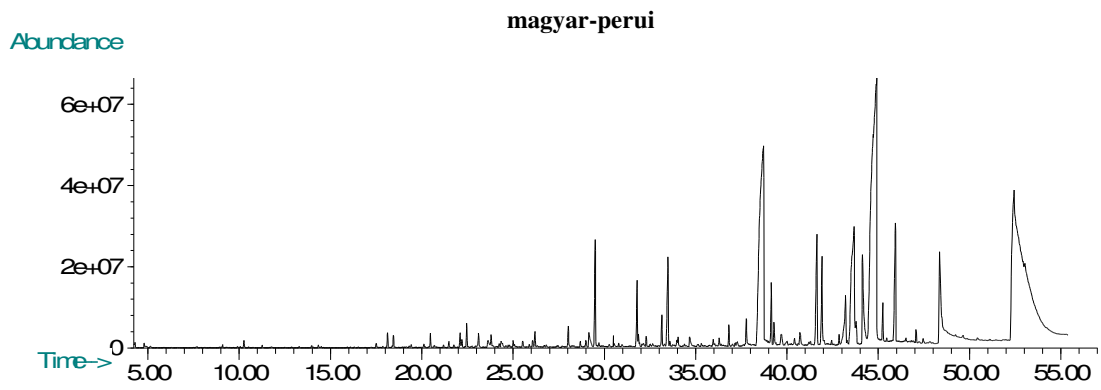
44. ábra A kurkuma-jelleges illatalkotók megjelenése a spanyol édes örlemény kromatogramján

A már említett, perui örleményben azonosított kurkuma-jelleges aromaalkotók megjelenésére magyarázat lehet, hogy valószínűleg létezik olyan – a hazainál melegebb éghajlatú országokban termesztett – *C. annuum* fajta, amely ilyen jellegzetes illatképpel rendelkezik. Az eredményt valószínűsíti továbbá az a lehetőség is, hogy valamelyik örleményt esetleg keveréssel állították elő. Ez a tapasztalat mindenképpen érdekes eredménynek számít, a kérdés tisztázása azonban további vizsgálatokat igényel. Természetesen a spanyol paprikákban is jelen voltak a karotinoid bomlástermékek. Arányuk az édes örleményben (4,3 %) hasonló volt, mint a magyar fajtákban, a csípősben viszont arányuk (18,21 %) jóval meghaladta a hazai paprikák esetén tapasztalt értékeket (3,83-10,69 %), mely eredmény a csípős örlemény nagyobb színezéktartalmát valószínűsíti, hiszen ezek az anyagok prekursorként szolgálnak keletkezésükhöz. A heteroatomot (kén, nitrogén, oxigén) tartalmazó vegyületek jóval kisebb arányban (1,24 % illetve 1,76 %) jelentek meg a spanyol mintákban, mint a magyar fajtákból készült örleményekben (7,6-14,1 %). A pirazinok vegyületcsoportjából például mindössze két vegyületet detektáltam az édes, és egyet a csípős örleményben. Területrészesedésük (0,07 % illetve 0,03 %) ennek megfelelően messze elmaradt a hazai fajtáknál tapasztalt arányoktól (0,5-7,3 %). Ennek az eredménynek valószínűleg ugyanaz a magyarázata, mint a többi külföldi termék esetén tapasztalt hasonló arányoknak: a melegebb, szárazabb klíma miatt nincs szükség szárítóberendezések használatára, a bogyók szárítása általában a napon – esetleg füstöléssel – történik (MATEO et al., 1997). Ez némileg alacsonyabb hőterhelést jelent a paprika számára, így kevesebb hőbomlási termék keletkezik (pl. a Maillard reakció során). A benzolgyűrűs vegyületeket vizsgálva is érdekes eredményre jutottam: a csípős örlemény több komponenst tartalmazott mint az édes, és azok területrészesedése is több, mint 2-szeres volt (2,3 vs. 5,8 %). Leginkább a nagyobb moltömegű, alacsonyabb illékonyágú benzol származékok domináltak a csípős paprikában: a pörkölt, égett, hús-szerű illatjelleggel bíró metoxieugenol és a finom, szegfűszeges-virágos illatú metilzoeugenol például kizárólag ebben a paprikában voltak jelen. Valószínűleg e vegyületcsoport intenzív jelenlétének volt tulajdonítható az örlemény füstös illata is: a metoxieugenol illatjellege ugyanis a szakirodalom szerint kifejezetten pörkölt, égett jellegű; a 2,3,6-trimetil-fenol illata éles, füstös, kátrány-szerű; a 2,6-dimetoxi-fenol száraz, fás jellegű illattal rendelkezik; a 4-metilgvajakol pedig édes, kissé vanília-szerű, fűszeres illatú aromaalkotó. Ezen jellegzetes érzékszervi tulajdonságokkal bíró aromakomponensek megjelenése a termékben nagy valószínűséggel a feldolgozási módra – pl. füstöléssel történő szárításra – utal, ami Spanyolország paprikatermelő régióiban elterjedt eljárás. A paprikát általában nyír- vagy tölgyfa felett füstölik és a szárítás közben naponta átforgatják, míg az illat, íz és a szín megfelelő nem lesz. Általában 9-10 nap alatt alakul ki a termék jellegzetes, füstölt illata. Az örlemény füstölt illatának kialakításáért felelős fontosabb aromakomponensek (AYUSO et al., 2008; BÁNHEGYI, 2008; PÉREZ-GÁLVEZ et al., 2005) megjelenését a kromatogramon és szerkezeti képletüket a 7.

Mellékletben mutatom be. Az alacsony illataktívitású hosszú szénláncú észterek és zsírsavak a spanyol paprikaőrleményekben is dominánsak voltak: összesített területarányuk az édes paprika esetén meghaladta a 80, míg a csípős esetén a 60 %-ot. Ennek ellenére nagy moltömegük és gyenge illékonyosságuk miatt szerepük az illat kialakításában valószínűleg nem jelentős, viszont prekurzorként szolgálhatnak más illatalkotók kialakulásához.

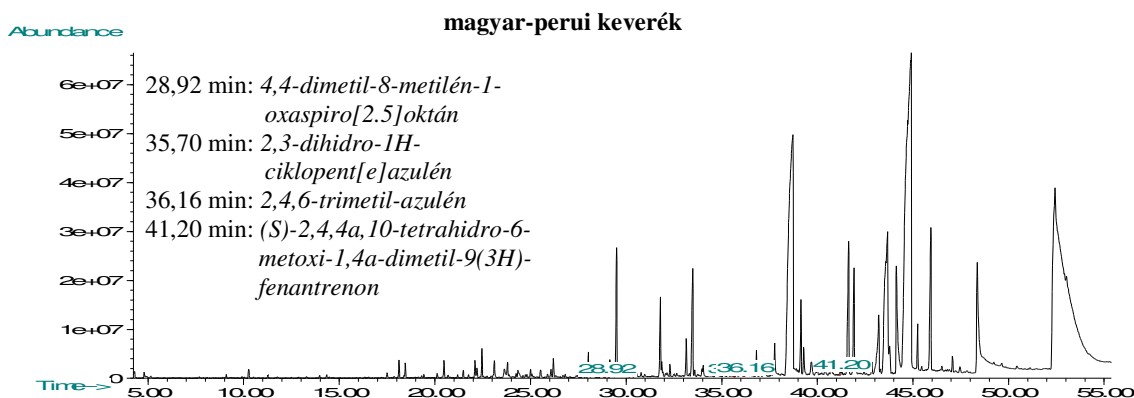
5.1.6. Fűszerpaprika őrlemény keverékek

Kutatásomnak ebben a szakaszában arra kerestem választ, hogy vajon kimutatható-e a keverés ténye a fűszerpaprika őrleményben, azaz aromavizsgálattal megállapítható-e egy adott termékről, hogy import nyersanyagot tartalmaz. Aromavizsgálataimhoz négy különböző fűszerpaprika keveréket sikerült beszerezni: perui-magyart (csemege), magyar-spanyolt (csípős), magyar-szerbet (csípősségmentes) és szerb-spanyolt (csípősségmentes). A keverékekről készült kromatogramok (45. ábra) és a detektált illatkomponensek száma (180 illetve 194) alapján a magyar-szerb és a spanyol-szerb paprikák keverékei tűnnek a legillatosabbnak, ezeket követi a magyar-perui és a magyar-spanyol (157 és 152 aromakomponens) őrlemény. Az őrlemények illatalkotóinak részletes felsorolását a CD Melléklet 10. táblázatában közlöm. Az import termék keverésére utaló, jellegzetes „marker” komponenseket ebben az esetben is elsősorban a terpének között kerestem. Az eredmények értékelése során a keverékekben azonosított illatalkotókat összevettem a külföldi – perui illetve spanyol – őrleményekben azonosított aromakomponensekkel, valamint természetesen a hazai fajták illó vegyületeivel, hogy a részben magyar eredetre is bizonyítékot találjak. A CD Melléklet 10. táblázatában csillaggal jelöltem meg azokat a vegyületeket, melyeket egyik magyar fajtában sem sikerült azonosítanom, így ezek az illatalkotók az őrlemények illékony frakciójában nagy valószínűséggel a fűszerpaprika hazaitól eltérő származási helyét jelzik.



45. ábra A fűszerpaprika őrlemény keverékek kromatogramjai

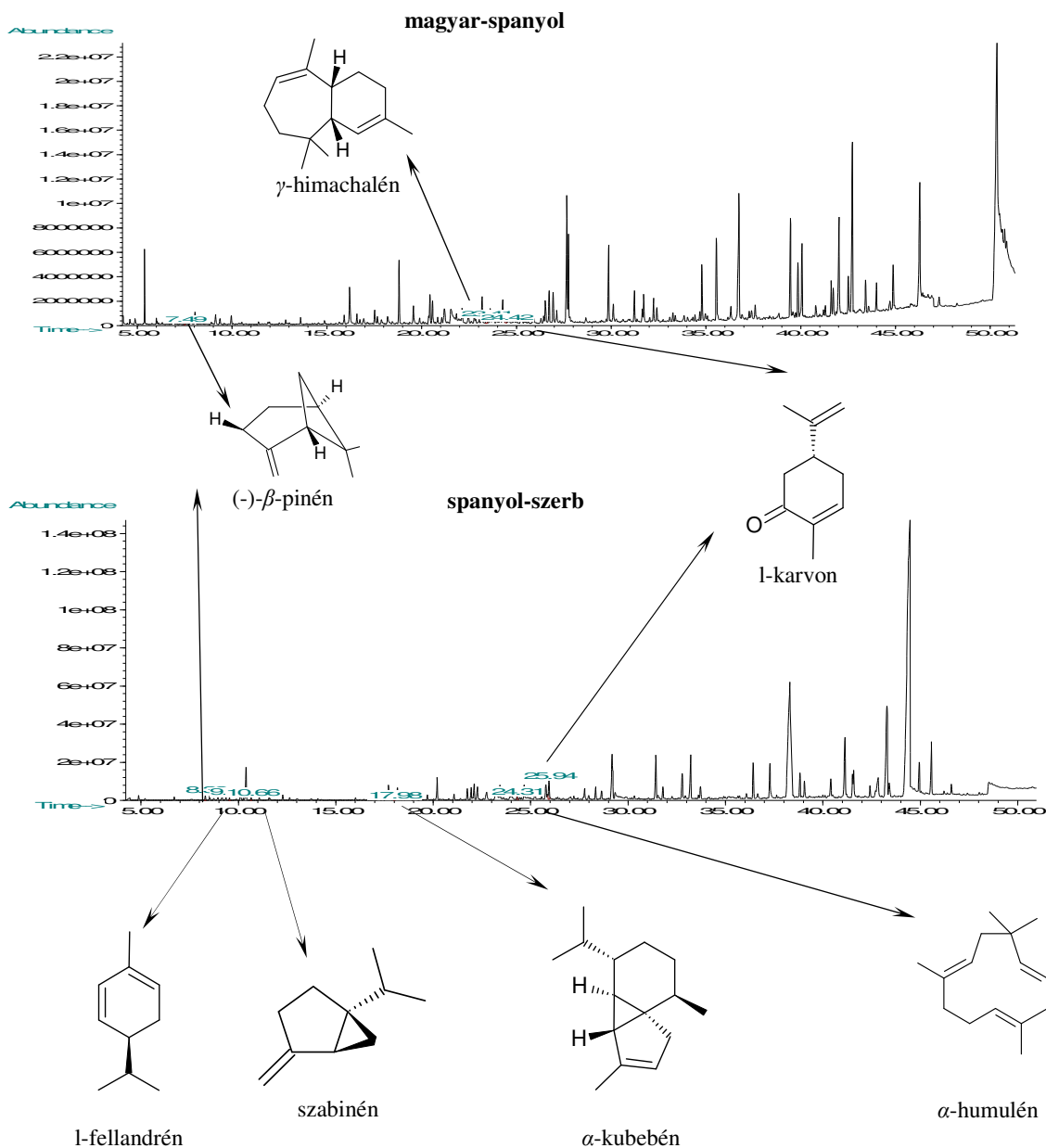
A **magyar-perui** örleményben 4 ilyen terpénvegyületet detektáltam, melyek a hazai fajtákban nem voltak jelen. Ezek tehát csupán a (részben) külföldi eredet, és nem a perui származás jelzői lehetnek, hiszen a dél-amerikai örleményekben nem tapasztaltam jelenlétüket. Érdekes módon nem voltak köztük a vizsgált édesnemes paprikában igen nagy mennyiségben azonosított turmeron vegyületek sem. Az egyedi terpén komponensek megjelenését a keverék örlemény kromatogramján a 46. ábrán mutatom be.



46. ábra A külföldi eredetet jelző illatkomponensek megjelenése a perui-magyar keverék örlemény kromatogramján

A keverék örlemény illatalkotóinak vizsgálata során szembetűnő eltérésként jelentkezett a terpénvegyületek igen kis részesedése (5,49 %) az össz-aromából. Eddigi vizsgálataim alapján hazai fajtáknál ez az arány minden esetben 10-20 % között volt. A karotinoid bomlástermékek aránya viszont kb. a hazai átlagnak megfelelően alakult (6,55 %). Jellegzetes különbség volt még a nitrogéntartalmú gyűrűs vegyületek feltűnően kis aránya (0,36 %), mely vegyületcsoport a hazai fajták aromaösszetételében jóval nagyobb arányt képvisel (2,7-9,2 %). A magyar fajtákban igen nagy számban jelenlevő pirazinok közül is csak három volt detektálható a keverékben. A fenti eltérés a tisztán perui örleményekben is megfigyelhető: a vegyületcsoport részesedése mindkét esetben 1 % körüli volt, és csupán néhány pirazin vegyület jelent meg a kromatogramokon. Ennek magyarázata valószínűleg a korábban már említett feldolgozási mód (napon történő szárítás) lehet, ami enyhébb hőterhelést jelent a paprika bogyó számára a mesterséges szárításnál, így a Maillard reakciótermékek feltehetően kisebb mennyiségben keletkeznek. Hasonló illatszegénység figyelhető meg a benzolgyűrűs komponensek tekintetében is a magyar-perui keverék aromaösszetételében: mindössze 1,49 % a hazai fajták 5,5-14,1 %-os arányával szemben. A kevésbé illatakív aromakomponensek közül az észterek dominanciája ennél a keveréknél a legnagyobb (közel 50 %), a vegyületcsoporton belül az enyhe, viaszos illatjellegetű metil-hexadekanoát (13,1 %), a metil-linoleát (21,1 %) és a metil-oleát (6,3 %) a legintenzívebbek.

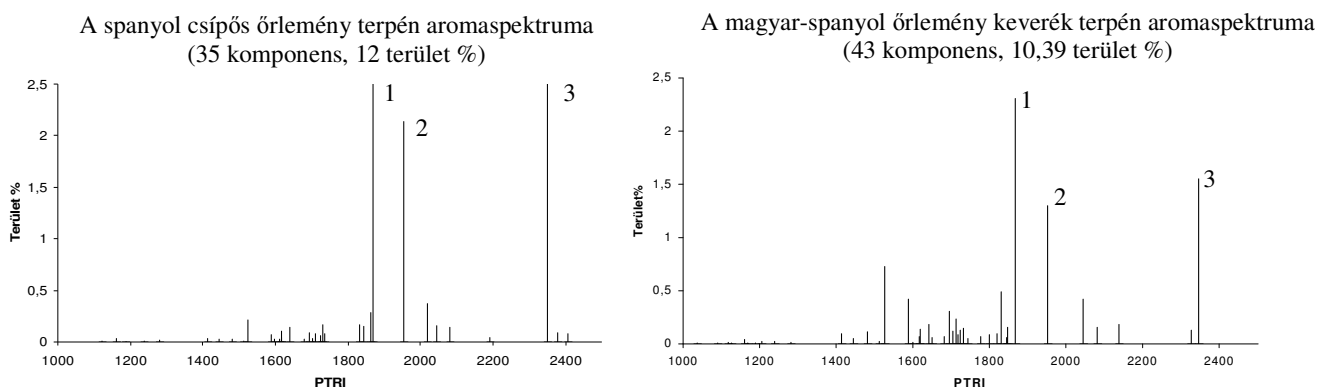
A **spanyol** eredet igazolására alkalmas illatkomponenseket a magyar-spanyol és a spanyol-szerb keverékek, valamint a tisztán spanyol örlemények aromaalkotóinak összevetésével végeztem. A magyar-spanyol örleményben 3 olyan terpén illatalkotót azonosítottam, melyek jelenlétét eddig a hazai fajtákban nem tapasztaltam. Ezek a komponensek a β -pinén, az l-karvon és a γ -himachalén voltak. A két monoterpént a spanyol-szerb keverékben is sikerült azonosítanom (47. ábra), ebben a termékben a külföldi eredet további jelei a szabinén, az l-fellandrén, az α -kubebén és az α -humulén voltak.



47. ábra A külföldi eredet igazolására alkalmas aromaalkotók megjelenése a spanyol örleményt is tartalmazó keverék örleményekben

Az említett illatkomponensek a spanyol paprikát is tartalmazó keverékekben csupán a külföldi eredetet jelezhetik (kifejezetten a spanyolt nem), mert a török és perui mintákban is megjelentek. Az

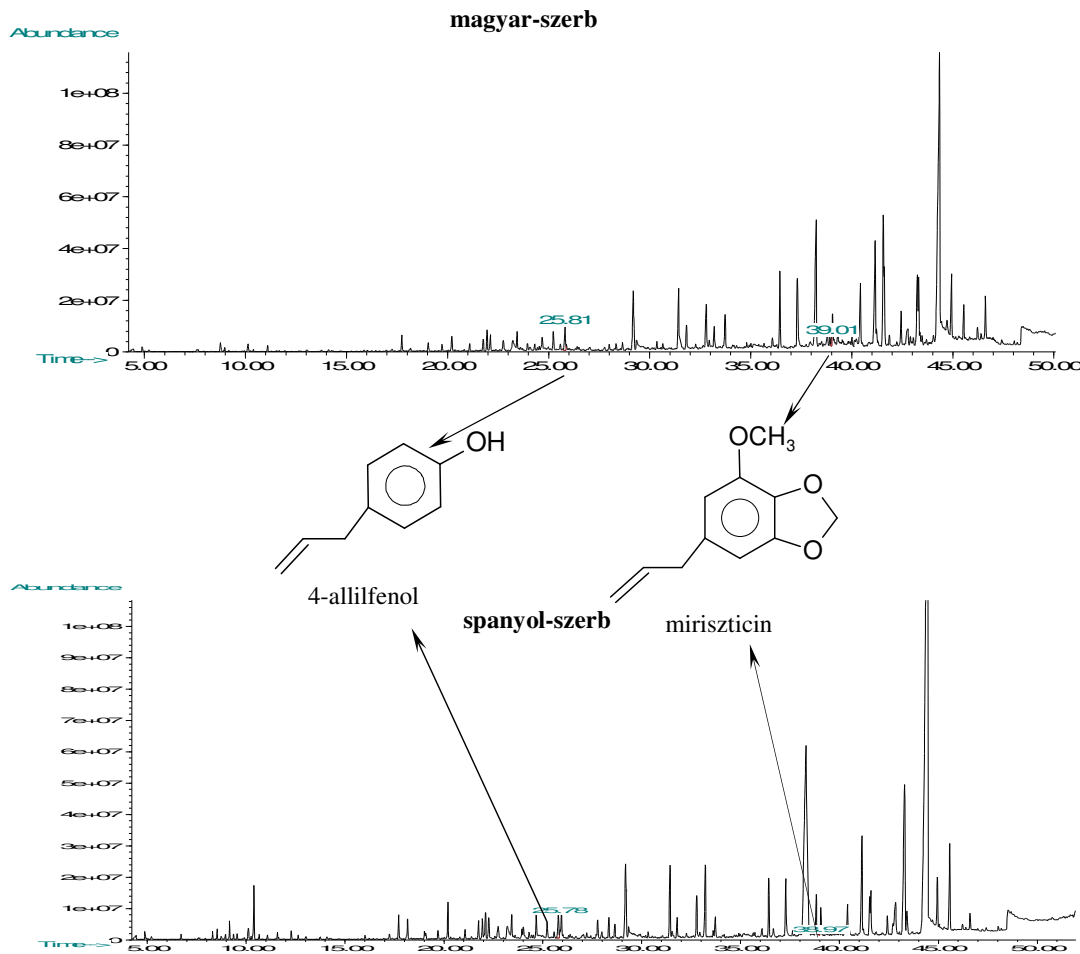
α -humulén eredet-marker voltának tisztázásához további vizsgálatok szükségesek. Ez az illatalkotó ugyanis jelen volt a spanyol édes, valamint a spanyol-szerb keverékekben, így várhatóan jelzője a „hiszán” származásnak. A pirazinok száma és aránya a magyar-perui örleménykeverékhez hasonlóan szintén jóval alacsonyabb volt, mint a hazai fajták esetén. A karotinoid bomlástermékek viszont ebben a keverékben jelentek meg a maximális intenzitással. A legnagyobb mennyiségben jelen levő színanyag-származékok a geranil aceton, a β -jonon és a farnezil aceton voltak. E három illatkomponens dominanciája a spanyol csípős és a magyar-spanyol csípős keverék terpén aromaspektrumain (48. ábra) is megfigyelhető.



48. ábra A spanyol csípős és a magyar-spanyol keverék örlemények terpén spektrumai
1: geranil aceton; 2: β -jonon; 3: farnezil aceton

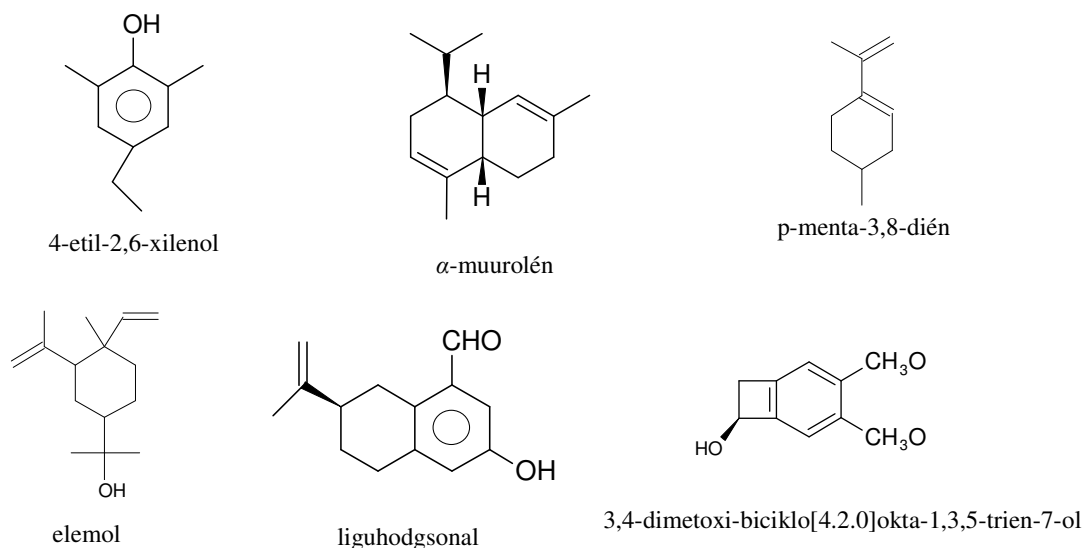
Két olyan keverék örleményt is vizsgáltam, melyek alapanyagául részben **szerb** (vajdasági) eredetű fűszerpaprika szolgált. Termőterületük földrajzilag igen közel esik a hazai fűszerpaprika termőkörzeteinkhez, hiszen az I. világháborút lezáró békeszerződést megelőzően ez a régió is a szegedi tájkörzethez tartozott, továbbá a talaj- és klimatikus adottságok, és a feldolgozási hagyományok is hasonlóak. Így nem okozott volna meglepetést, ha nem sikerül az „import” eredetre utaló illatkomponenseket találnom az örleményekben, mert elképzelhető volt, hogy a termőhelyi adottságokon túl a termesztett fajták tekintetében is sok a hasonlóság/egyezés a hazai paprikákkal. Mivel tisztán szerb eredetű örlemény nem szerepelt a vizsgált mintáim között, a spanyol-szerb és a magyar-szerb keverékek közös, és a magyar fajtákban nem észlelt illatalkotóira – mint a szerb származás jelzőire – koncentráltam. A terpének vegyületcsoportjában nem sikerült ilyen közös, csak ezekben a keverékekben jelen levő aromaalkotókat kimutatnom (a mindkét keverékben azonosított *arisztolént* perui és spanyol minták is tartalmazták). Egy másik illataktív vegyületcsoport, a benzolgyűrűs komponensek vizsgálata során viszont sikerült találnom két olyan közös alkotót, amelyek egyértelműen a szerb eredet markerei lehetnek: a gyógyszer-szerű, fenolos illatjelleggel rendelkező 4-allilfenolt és a szerecsendió karakterisztikus aromaalkotóját, a miriszticint (49. ábra). A magyar-szerb örleményben detektáltam az *apiolt* is, ami vélhetően szintén

a szerb eredetre utal, bár ezt a vegyületet a spanyol-szerb örleményben nem tudtam azonosítani. Hasonlóképpen, a spanyol-szerb keverékben a 6-propenil-gvajakol szintén jelezheti a szerb származást.



49. ábra: A szerb paprikát tartalmazó örlemények jellegzetes, származási helyre utaló aromakomponensei

A többi keverék örleményéhez hasonlóan a szerb paprikát tartalmazó mintákra is érvényes volt a terpénvegyületek és a pirazinok hazainál kisebb részeseése az össz-aromából. A külföldi eredet igazolásán túl szerettem volna „bizonyítékot” találni a keverékek **magyar eredetére** vonatkozóan is a termékek illékony frakciójának vizsgálata során. Az általam vizsgált szegedi örleményekben hat olyan aromakomponenst azonosítottam, melyek mindegyik fajta illatának alkotói voltak, de a külföldi örleményekben nem detektáltam jelenlétüket. Ezek a vegyületek az elúció sorrendjében a 4-etil-2,6-xilenol, az α -muurolén, a p-menta-3,8-dién, az elemol, a liguodgsonal és a 3,4-dimetoxi-biciklo[4.2.0]okta-1,3,5-trien-7-ol voltak (50. ábra).



50. ábra Kizárólag a hazai fűszerpaprikákban detektált terpén illatalkotók

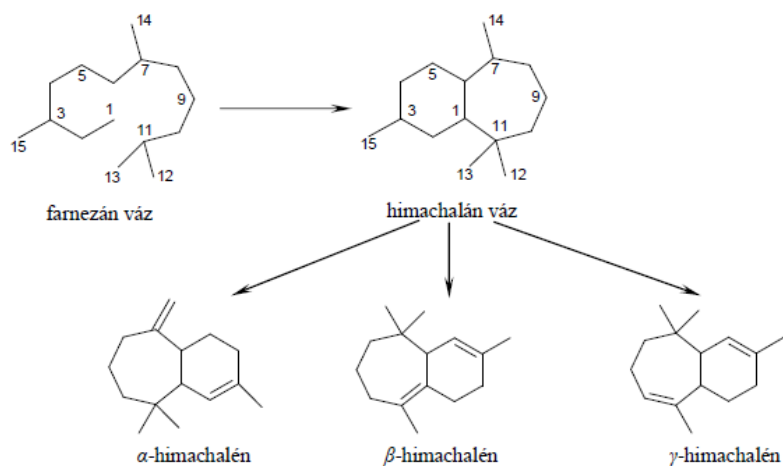
A keverék örlemények vizsgálata során tehát elsősorban ezen vegyületek jelenlétét szerettem volna vizsgálni, hogy igazolni lehessen a magyar fűszerpaprika felhasználását a keverés során. Törekvésem csak részben járt sikerrel, ugyanis csak a 4-etil-2,6-xilenolt sikerült azonosítanom a magyar-szerb, valamint a ligu hodgsonalt a magyar-spanyol és a spanyol-szerb örleményekben. Az utóbbi eredményre magyarázatul szolgálhat egy már korábban említett tény: egymáshoz földrajzilag közel fekvő termőterületek, illetve csaknem azonos fajták azonos módon történő feldolgozása – a magyar és a szerb paprikákat illetően.

Tapasztalataimat összefoglalva megállapítható, hogy a detektált, a külföldi örleménnyel történt keverésre utaló komponensek nem utalnak egyértelműen a származási helyre, mert ilyen következtetések csak sokkal nagyobb számú minta vizsgálata után vonhatók le egyértelműen, amire nem volt lehetőségem. Az általánosságban megfigyelhető volt a külföldi paprikák és import terméket is tartalmazó keverékek esetén, hogy a fűszerpaprika jellegzetes aromaalkotóinak tartott pirazin vegyületek a külföldi mintákban jóval kisebb arányban és számban fordultak elő, mint a hazai fajtákban. Erre valószínűleg az eltérő feldolgozási körülmények szolgálhatnak magyarázatul. A hazánkénál melegebb éghajlaton fekvő országokban ugyanis (és a vizsgált import termékek mindegyike ilyen helyekről származott) általában nincs szükség a paprika mesterséges szárítására, ez a részfolyamat a napon, szabad levegőn történik. Ily módon a termék alacsonyabb hőterhelést kap, így a Maillard-reakció során keletkező pirazinok is kisebb mennyiségben keletkeznek. A legnagyobb illataktívitású vegyületcsoport, a terpénvegyületek területaránya a magyar-spanyol és a magyar-szerb örleményekben volt a legnagyobb, 10,39 % illetve 8,90 %, viszont a szegeedi fajták szinte mindegyikében ennél is nagyobb értékeket mértem (9,9-20,0 %). A karotinoid bomlástermékek a spanyol-szerb örleményben különösen alacsony intenzitásúak (1,72 % területarány) voltak. Jelentős eltérést találtam továbbá a hazai fajtákhoz viszonyítva, a

legintenzívebben megjelenő vegyületcsoportok között: míg a szegedi fajtákban a zsírsavak domináltak (19,1-36,5 %), valamint a terpénvegyületek (9,9-20,0 %) és a benzolgyűrűs komponensek (5,5-14,1 %) jelentek meg nagyobb csúcsterülettel, a keverék örlemények esetén a zsírsavak (16,7-60,9 %), észterek (11,8-49,0 %) és terpénvegyületek (4,9-10,4 %) sorrendje volt jellemző. Eredményeim tehát szigorú értelemben azt jelzik, hogy az örlemény a hazaitól eltérő termőterületről származó nyersanyag hozzákeverésével készült. A méréseim során nyert információk megbízhatóságának elégtelensége további vizsgálatokat tesz szükségessé, ha az idegen eredetű fűszerpaprika felhasználás igazolásán túl, a nyersanyag származási helyére is következtetni akarunk az aromavizsgálatok alapján.

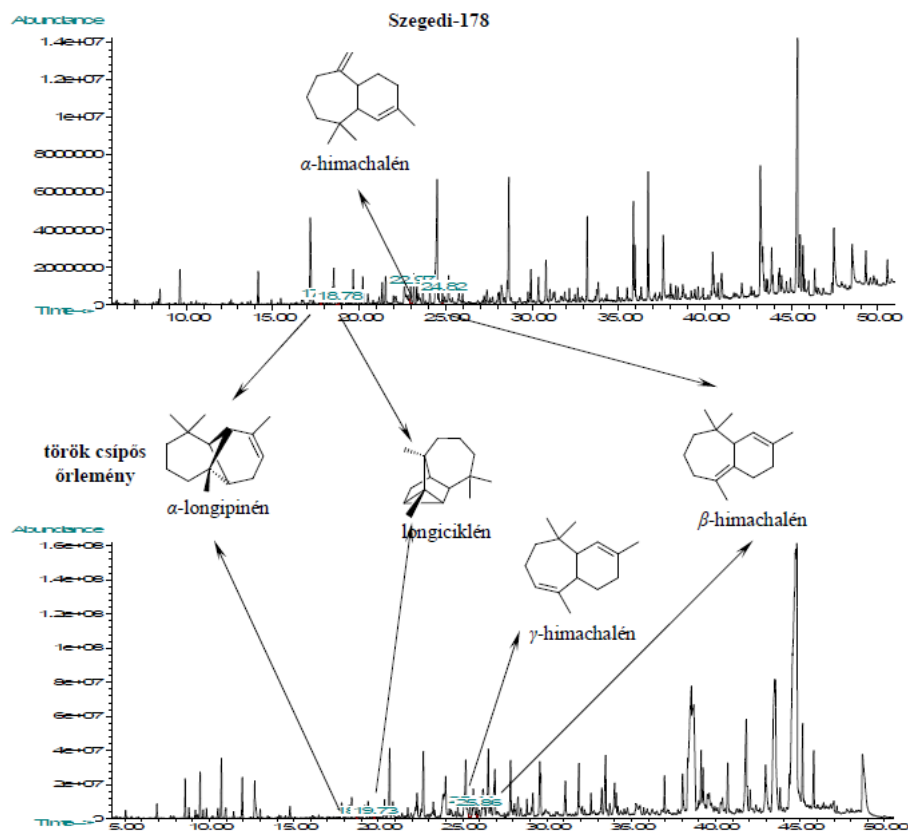
5.1.7. A csípős és a csípősségmentes örlemények illattulajdonságainak összevetése

Bár a fűszerpaprika csípősségét okozó kapszaicinoidok gyenge illékonyságuk 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 az illatalkotók himachalán vázas vegyületek voltak: nevezetesen az α -, β - és γ -himachalén. A himachalének a farnezán alapváz gyűrűvé záródásával keletkező biciklusos szeszkviterpének (51. ábra), mely illatalkotók számos cédrusfajban megtalálhatók: azonosították őket a himalájai cédrus (*Cedrus deodara*), az atlaszcédrus (*Cedrus atlantica*) és a libanoni cédrus (*Cedrus libani*) illóolajában is (CHAVAN et al., 2012). A természetben máshol is megtalálhatók, például a földibolha (*Aphthona flava*) és a közönséges káposztabolha (*Phyllotreta cruciferae*) hím egyedei által termelt feromon alkotói között is kimutattak himachalán vázas szeszkviterpéneket (BARTELT et al., 2001; CHAVAN et al., 2012).



51. ábra A csípős fűszerpaprika örleményben azonosított himachalén vegyületek és kialakulásuk

A himachalán váz 2. és 7. szénatomja között kialakuló kötés triciklusos longipinánok kialakulásához vezet, így az előbbi vegyületcsoport mellett ezen komponensek és származékaik – például a longiciklén és longifolén – megjelenésére is számítani lehet a csípős paprikákban (52. ábra).



52. ábra Csípős fajtára utaló aromakomponensek megjelenése két csípős örlemény kromatogramján

A vegyületek alapvázai közti hasonlóság miatt ellentétes irányú reakcióút is valószínűsíthető, tehát a longipinán váz töredezésével is létrejöhet a himachalán váz (SHASTRI et al., 1992). Más források (HO et al., 2006) a longifolént tartják a himachalén vegyületek prekursorának. A csípős paprika felhasználásával készült termékekben megjelenő, „csípős-marker” szeszkviterpén vegyületeket a 8. táblázatban sorolom fel.

8. táblázat A csípősségre utaló aromakomponensek megjelenése a fűszerpaprika termékekben

Fűszerpaprika termék	Aromaalkotó
Szegedi 178	α -himachalén, β -himachalén, α -longipinén, longiciklén
Szegedi F-03	β -himachalén
Török csípős őrlemény	β -himachalén, γ -himachalén, α -longipinén, longiciklén
Török darabos keverék	β -himachalén, γ -himachalén, α -longipinén, longiciklén
Török darabos termék	β -himachalén, α -longipinén
Spanyol csípős őrlemény	γ -himachalén
Magyar-spanyol csípős őrlemény	β -himachalén, γ -himachalén

A himachalén vegyületek közül az α -himachalén kizárólag a hazai, míg a γ -változat csak a külföldi paprikából készült termékekben fordul elő. Ez utóbbi alkotó jelenléte tehát a keverék őrleményekben a külföldi csípős paprika felhasználását jelezheti, mint ahogy meg is jelent a magyar-spanyol keverék őrlemény illékony frakciójában. Az említett komponenseket egyik csípősségmentes fajtában sem detektáltam, így egyértelműen a csípősséget jelző anyagoknak tekinthetők. Egyes himachalén összetevők megjelenését csípős fűszerpaprika fajtákban más szerzők (BOGUSZ JUNIOR et al., 2012; FORERO et al., 2009; PINO et al., 2006) is említik az azonosított aromakomponensek között, de részletesebb bemutatásukra egyetlen közleményben sem kerül sor.

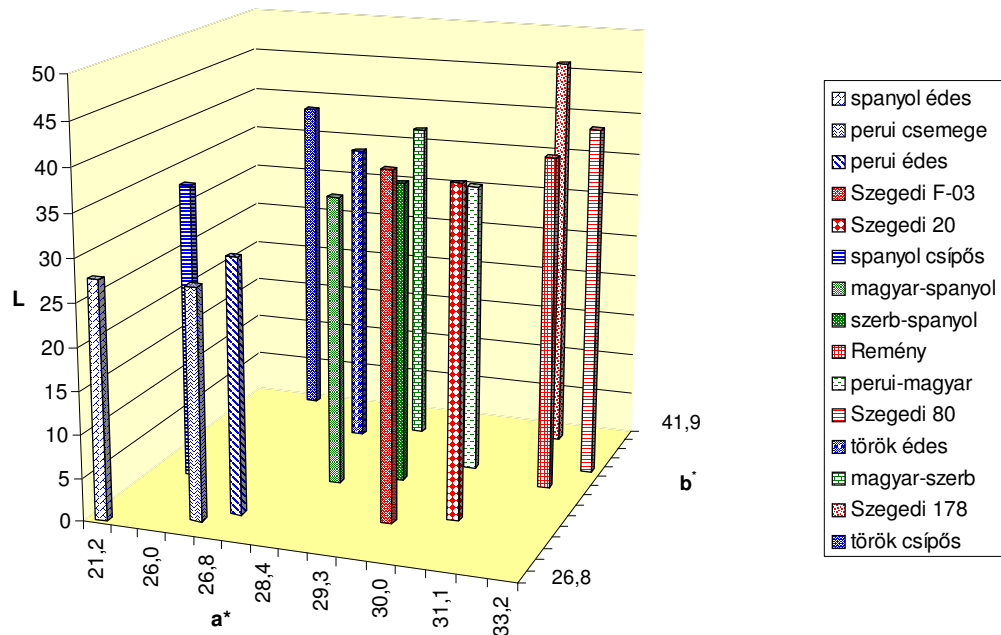
5.2. A színvizsgálatok eredményei

Kísérleti munkám során vizsgáltam a fűszerpaprika féltermékek és őrlemények színét is. A következő fejezetekben a színjellemzők és az összes színezéktartalom vizsgálata során kapott eredményeket mutatom be.

5.2.1. Az őrlemények színjellemzői

Annak ellenére, hogy a szín a fűszerpaprika őrlemény nagyon fontos értékmérő tulajdonsága, a termék színjellemzőire vonatkozó előírást sem a Magyar Élelmiszerkönyv

vonatkozó (2-211 és 2-108 számú) irányelvei, sem a jelenleg érvényben lévő MSZ EN ISO 7540:2010 szabvány nem tartalmaz. Ezért vizsgálataim során tristimulusos színmérést is alkalmaztam az őrlemények minőségének jellemzésére. Valamennyi minta esetén meghatároztam az L, a* és b* színjellemzőket, és a könnyebb áttekinthetőség kedvéért koordináta rendszerben tüntettem fel értékeiket (53. ábra).



53. ábra A fűszerpaprika őrlemények színjellemzői

Az ábrán egyértelműen látható, hogy a hazai (pirossal jelölt) és külföldi (késsel jelölt) őrlemények színjellemzőik alapján határozottan elkülönülnek egymástól. Ez a különbség elsősorban a vörös-zöld színjellemző alapján történik: a hazai fajták a* értéke általánosságban nagyobb, mint a külföldi termékeké. A kék-sárga színjellemző esetén nem állapítható meg ilyen egyértelmű különbség a hazai és a külföldi paprikák között, bár ez utóbbi csoporton belül a török édes és csípős őrlemények b* értéke nagyobb volt, mint a többi külföldi őrlemény hasonló jellemzője. A világossági tényező alapján szintén mutatkozik eltérés: a szegedi fajták L értéke minden esetben nagyobb (illetve egy esetben megegyező az értéke), mint a legvilágosabb (azaz legnagyobb L értékkel rendelkező) külföldi – török csípős – őrleményé. Ez a jellemző azt mutatja, hogy a hazai fajták színe világosabb árnyalatú volt a külföldi őrleményekéinél, legvilágosabbnak a Szegedi 178 csípős őrlemény bizonyult. A zölddel jelölt keverék őrlemények színjellemzőik alapján az előbb részletezett két csoport között helyezkednek el a diagramon: mindhárom színjellemző értékei a hazai és a külföldi őrlemények vonatkozó értékei között találhatóak. A világossági tényező (L) értékei a hazaiaké alatt helyezkednek el, vagyis sötétebb árnyalatúak azoknál. Valószínűleg ez lehet az egyik – ha nem a

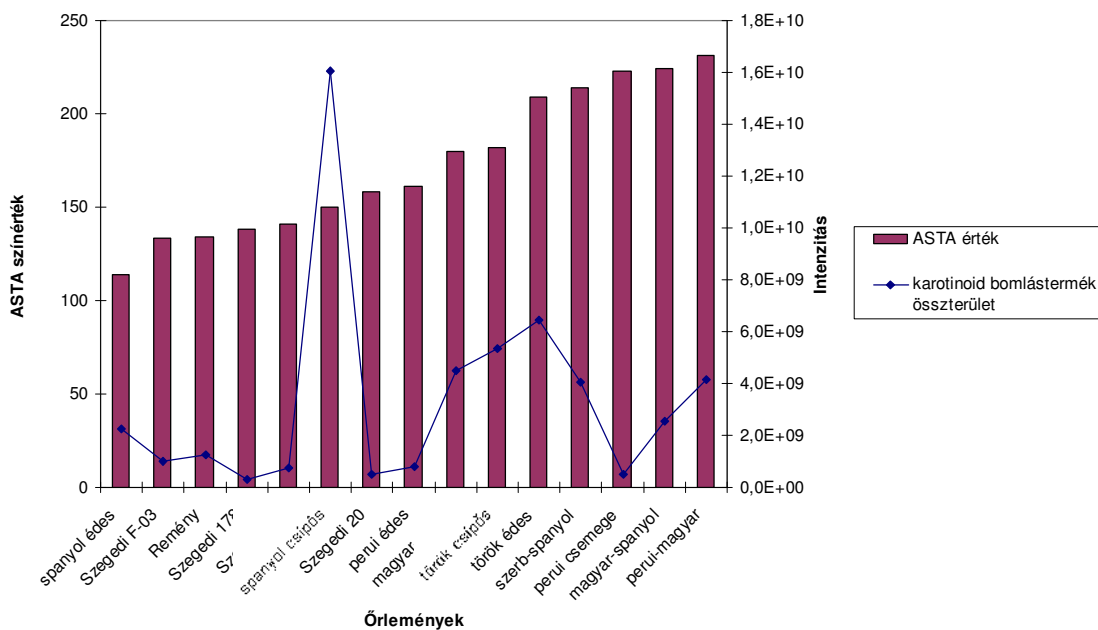
legfőbb – oka a hazai paprikák külföldiekkel történő keverésének: a szín mélyítése. A színinger különbséget (ΔE_{ab}^*) vizsgálva a legvilágosabbnak bizonyult külföldi örlemény (török csípős) és a hazai fajták között megállapítható, hogy a szemmel látható színkülönbség minden esetben nagy, mivel a ΔE_{ab}^* értéke valamennyi mintapárnál 8 fölötti érték.

Az összes színezéktartalom vizsgálata során is hasonló eredményre jutottam. Amint az a 9. táblázat alapján is látható, az örleménykeverékek ASTA színértékei minden termék esetén nagyobbak bizonyultak a hazai fajták esetén mért értékeknél (bár ez utóbbi fajták színértékei is meghaladták az MSZ EN ISO 7540:2010 szabványban és a Magyar Élelmiszerkönyv 2-108 irányelvében a legjobb minőségi osztályba tartozó örleményekre minimálisan előírt 120 ASTA színértéket).

9. táblázat A fűszerpaprika örlemények összes színezéktartalma

Örlemény	ASTA érték	SD
Szegedi 20	158	0,89
Szegedi 80	141	0,45
Remény	134	0,55
Szegedi 178	138	0,50
Szegedi F-03	133	0,00
perui csemege	223	0,00
perui édes	161	0,50
spanyol csípős	150	1,53
spanyol édes	114	1,15
török édes	209	0,58
török csípős	182	1,15
perui-magyar	231	0,50
magyar-spanyol	224	1,15
magyar-szerb	180	1,73
szerb-spanyol	214	2,65

A külföldi minták közül a perui és a török termékek voltak azok, melyek összes színezéktartalma meghaladta a legnagyobb mennyiséget tartalmazó hazai fajtáét is. A spanyol örlemények ASTA értékei nem voltak kimagaslóak, sőt az édes paprika összes színezéktartalma nem érte el az előbb említett szabványban a legjobb minőségi osztályba sorolható termékekre előírt minimális értéket. A színjavító célzattal történő örlemény keverés eredményessége tehát az összes színezéktartalom mérésével is igazolható. Összes színezéktartalom alapján növekvő sorrendbe állítva a vizsgált termékeket (54. ábra) nem mutatkozott összefüggés az ASTA színérték és a karotinoid bomlástermékek össz-intenzitása között.

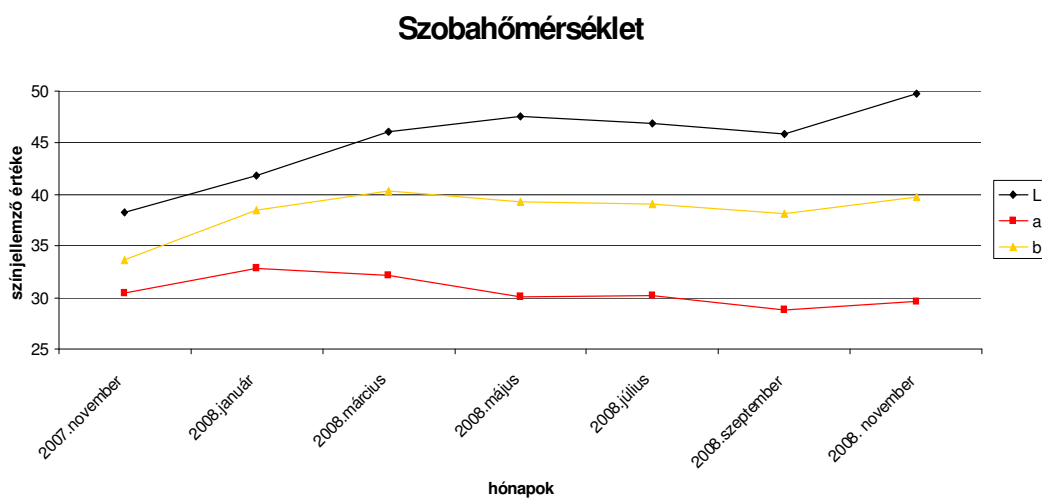
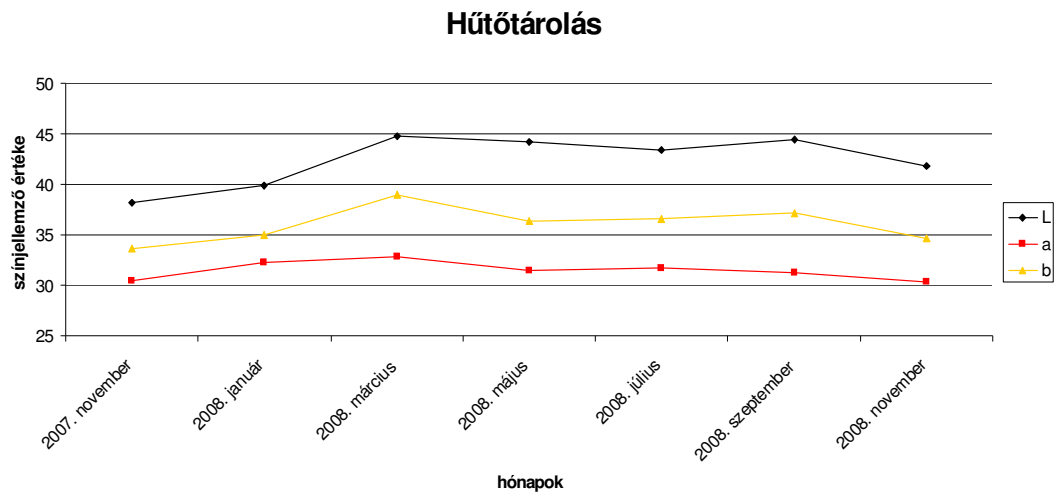


54. ábra Az örlemények összes színezéktartalma és a karotinoid bomlástermékek intenzitása

Az ábra alapján látható, hogy a legnagyobb összes színezéktartalommal a perui-magyar keverék rendelkezett, a legkisebbel pedig a spanyol édes örlemény. A karotinoid bomlástermékek összintenzitását vizsgálva a spanyol csípős örleményben a többi paprikához viszonyítva kimagaslóan nagy mennyiségben fordultak elő ezek az aromakomponensek, bár a termék összes színezéktartalma az összes mintát tekintve közepes értéket mutatott.

5.2.2. Színváltozás a tárolás során

A Szegedi 20 fűszerpaprika féltermék esetén nyomon követtem a különböző hőmérsékleten történő tárolás hatását a színjellemzők és az összes színezéktartalom alakulására. A színjellemzők változását a tárolás során az 55. ábra szemlélteti.



55. ábra A féltermék színjellemzőinek változása a tárolás során

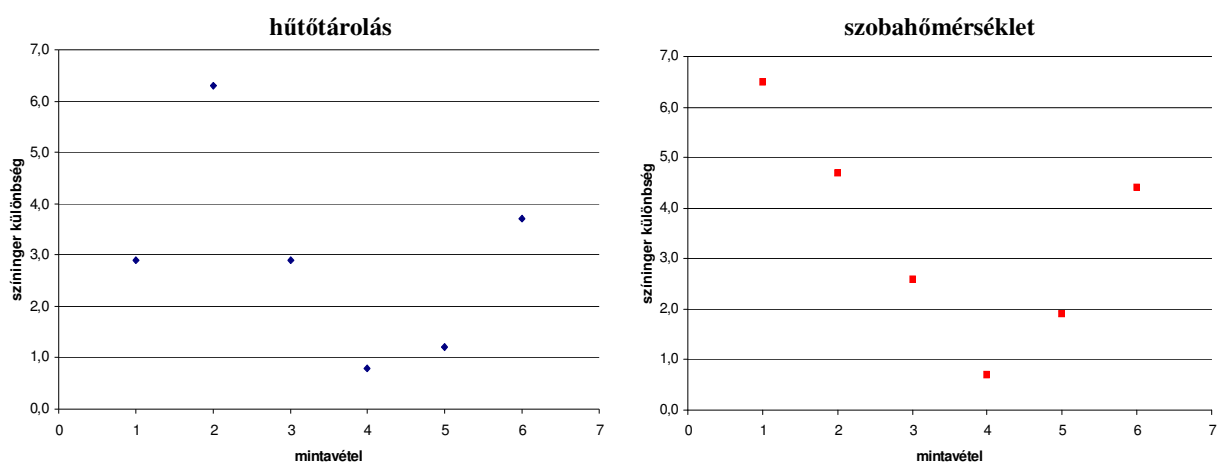
Az ábra alapján látható, hogy mindhárom érték a szobahőmérsékleten tárolt féltermék esetén mutatta a legnagyobb változást: a világossági tényező (L) értéke jóval nagyobb lett, mint a hűtőtárolás során, ami azt jelenti, hogy a magasabb tárolási hőmérséklet hatására világosabb árnyalatú lett az örlemény színe. A vörös-zöld színezetre jellemző érték (a^*) a hűtőtárolás során szinte alig változott, míg szobahőmérsékleten kismértékű csökkenést mutatott, azaz a féltermék piros színezete kissé gyengült. A kék-sárga színezetre jellemző érték (b^*) változása ennél nagyobb volt, magasabb hőmérsékleten intenzívebb növekedést mutatott, tehát a minta sárga színezete erősebb lett szobahőmérsékleten. Mindkét jellemző értékében kismértékű növekedés mutatkozott a tárolás kezdetén, melyet aztán csökkenés követett. Mindkét tárolási hőmérséklet esetén a világossági tényező változása volt a legnagyobb 12 hónap elteltével, így ez a színjellemző tekinthető a leginkább hőérzékenynek, hasonlóan TOPUZ (2008) vizsgálati eredményeihez.

A színínger különbség adatsorait vizsgálva (10. táblázat) látható, hogy a szobahőmérsékletű tárolás mindegyik vizsgálati időpontban nagyobb változást jelzett az örlemény színében a betárolási állapothoz képest, mint a hűtőtárolás.

10. táblázat A színínger különbség alakulása a tárolás során a kiindulási állapothoz képest

Tárolási idő (hónap)	Színínger különbség (ΔE_{ab}^*)	
	hűtőtárolás	szobahőmérséklet
2	2,9	6,5
4	8,9	10,5
6	6,7	11,0
8	6,1	10,2
10	7,2	9,0
12	3,8	13,1

Bár a tárolási kísérlet végén az érzékelt színekülönbség az alacsonyabb hőmérséklet hatására is jól látható volt, szobahőmérsékleten kifejezetten nagyak (valamennyi mérési időpont közül a legnagyobbak) bizonyult a kiindulási állapothoz képest. Ha a színínger különbség alakulását nem a betárolási, hanem minden esetben az előző mérési eredményhez viszonyítjuk (a kiindulási állapot a 0. mintavétel), akkor láthatjuk, hogy a tárolás első felében eltérő módon változott az értéke (56. ábra).



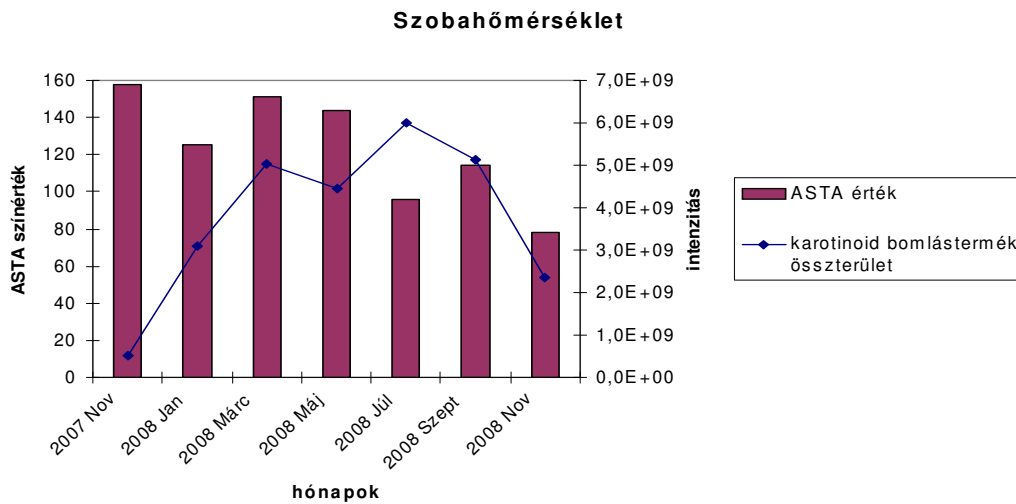
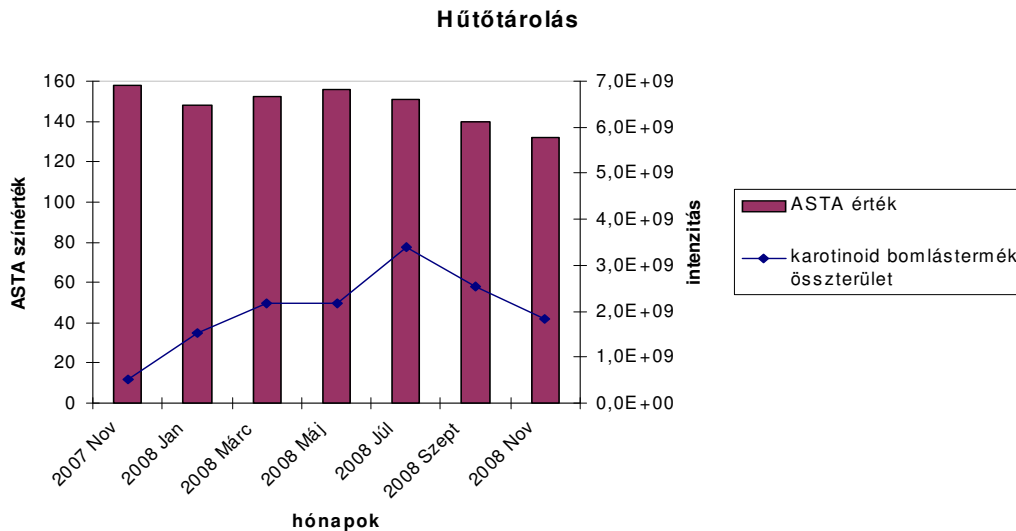
56. ábra A színínger különbség alakulása a tárolás során az előző mintavételi időponthoz képest

Az alacsony hőmérsékleten tárolt örlemény esetén a ΔE_{ab}^* értéke a tárolás 4. hónapjában (2. mintavételi időpont) kiugróan magas értéket mutatott, vagyis az előző vizsgálati időponthoz képest nagy volt az érzékelt színekülönbség, ekkor volt a legjelentősebb a színváltozás. A többi mérési

időpontban ennél jóval kisebb értékeket kaptam, azaz a szemmel észlelhető színkülönbség kisebbnek bizonyult. A szobahőmérsékleten tárolt mintánál viszont az első mérési időpontban volt a legnagyobb a színínger különbség, tehát az első két hónap alatt történt a legnagyobb változás az örlemény színét illetően. A legkisebb értéket mindkét tárolási mód esetén a tárolás 8. hónapjában érte el a ΔE^*_{ab} értéke, ezt követően a színkülönbség ismét nagyobb mértékű lett.

Összegezve tehát a színjellemzőkre vonatkozó mérési eredményeimet megállapítható, hogy 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. A szemmel érzékelhető színkülönbség (ΔE^*_{ab}) mindkét hőmérséklet esetén a tárolás kezdetén és végén volt jelentősebb, értéke a betárolási állapothoz viszonyítva közel 3,5-szeres volt a szobahőmérsékletű tárolás végén, mint alacsonyabb hőmérsékleten, vagyis a kiindulási állapothoz képest az előbbi esetben volt jelentősebb a színváltozás.

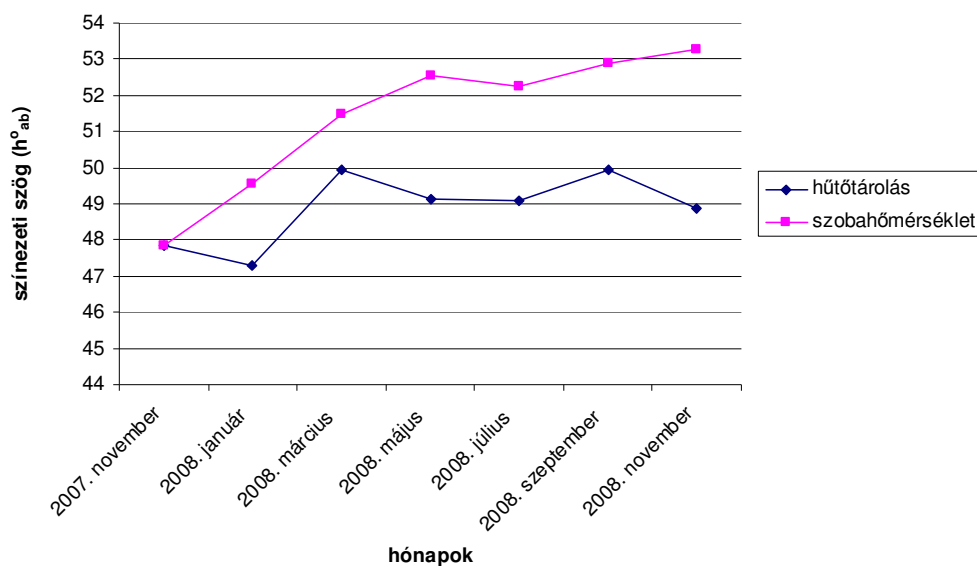
Munkám során vizsgáltam az összes színezéktartalom változását is az eltérő tárolási hőmérsékletek hatására (57. ábra). Az ábrán összevetítettem az ASTA érték változását az 54. ábrán már bemutatott karotinoid bomlástermék intenzitással, hogy megtudjam, van-e összefüggés a két jellemző között. Amint az a diagramon is látható, az összes színezéktartalom csökkenése a szobahőmérsékleten tárolt paprika esetén volt nagyobb: 12 hónap elteltével a színezéktartalom 80 ASTA értékkel csökkent (50,6 %), míg a hűtőszekrényben tárolt minta esetén 26 ASTA értékkel (16,5 %). Ez a különbség egyértelműen az eltérő tárolási hőmérsékletnek tulajdonítható. OSUNA-GARCIA (1997) tárolási kísérletei során a vizsgált paprikafajták összes színezéktartalma 48 illetve 37 %-kal csökkent 1 hónap szobahőmérsékleten történő tárolás során, ez a csökkenés 4 hónap után 87 illetve 75 %-os volt. Az összes színezéktartalom csökkenésének mértéke a szobahőmérsékleten tárolt paprika esetén a tárolás végére meghaladta az 510/2006/EK rendeletben maximálisan megengedett 5 ASTA színérték/hónap mennyiséget. A vonatkozó rendelet szerint egyébként az örleményre legfeljebb 12 hónap minőségmegőrzési idő adható.



57. ábra Az összes színezéktartalom és a karotinoid bomlástermékek intenzitásának alakulása a tárolás során

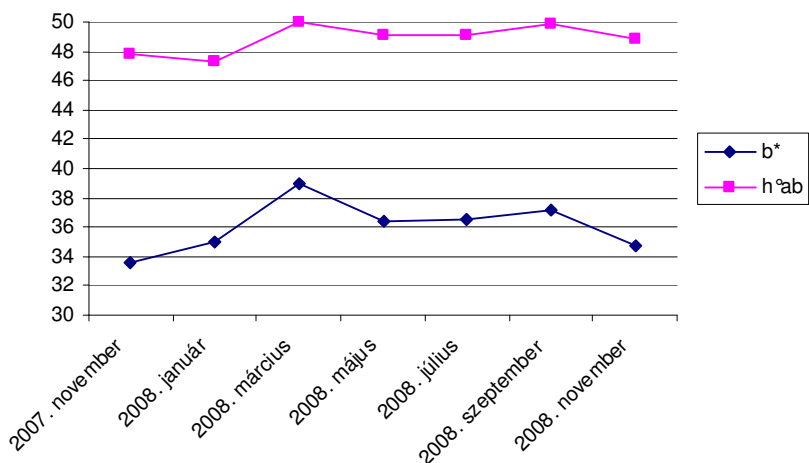
A karotinoid bomlástermékek össz-intenzitása a tárolás végére a szobahőmérsékleten tárolt paprika esetén némileg nagyobbak mutatkozott, mint a hűtőszekrényben tárolt mintánál. Az intenzitás változása a különböző hőmérsékleten hasonlóságot mutatott: alacsonyabb hőmérsékleten a tárolás kezdetén (4 hónapig) nőtt, 2 hónapig stagnált, majd a 8. hónapban mutatta a maximumot; szobahőmérsékleten az első 4 hónapban növekedett, majd némi csökkenést követően szintén a 8. hónapban volt a legnagyobb az értéke. Ez az eredmény a fűszerpaprika féltermékekben végbemenő bomlási folyamatok hasonló dinamikáját mutatja, melyre jelentős hatással van a tárolás hőmérséklete. Összefüggést azonban a mérési eredmények alapján nem tudtam megállapítani az összes színezéktartalom és a színanyagok bomlástermékeinek intenzitása között.

A különböző tárolási hőmérsékletek színezetre gyakorolt hatása a h°_{ab} színezeti szög változásával is jellemezhető (58. ábra):



58. ábra A fűszerpaprika minták színárnyalatának változása a tárolás során

Amint az a fenti ábrán is látható, a színezeti szög növekedése nagyobb mértékű a szobahőmérsékleten tárolt őrléménynél, mint a hűtőben tárolt minta esetén. Ez a különbség az őrlémény magasabb hőmérsékleten történő intenzívebb színváltozását azaz világosodását jelenti, hiszen a színezeti szög növekedése – definíciójából következően – a színvektor irányának a vörös iránytól történő nagyobb mértékű elforgatását jelzi. Ezt a fokozatosan halványuló színt illusztrálja a színezeti szög és a kék-sárga színezetre jellemző érték változásának igen hasonló lefutása is, mely különösen a hűtőtárolás esetén szembevetendő (59. ábra).



59. ábra A kék-sárga színezet és a színezeti szög alakulása az őrlémény hűtőtárolása során

Több más, hazai szerzőhöz hasonlóan (BIACS et al., 1992; KAPITÁNY, 2006; TŰSKE, 1986) a színvizsgálatok során arra az eredményre jutottam, hogy a fűszerpaprika őrlémény színének nagyobb mértékű megőrzését az alacsonyabb hőmérsékleten történő tárolás segíti elő.

5.3. Új tudományos eredmények

Doktori dolgozatomban hazai fűszerpaprika fajták, valamint külföldi, illetve hazai-külföldi örleménykeverékek aromaösszetételét, színjellemzőit illetve összes színezéktartalmát vizsgáltam. Munkám célja az eltérő termőhelyek hatásának elemzése volt a fűszerpaprika minták aromaösszetételére illetve színjellemzőire vonatkozóan. Új tudományos eredményeim 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 liguhodgsonal) 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 elkülönülnek egymástól. A keverék örlemények ezen jellemzők szerint az említett két csoport között

helyezkednek 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 mutat.

6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Doktori dolgozatomban különböző származási helyű fűszerpaprikák szín- és aromatulajdonságait elemeztem. Mivel hazánk e fűszernövény elismert termelőjének számít, megfelelő minősítő módszerekkel kell rendelkezünk, hogy a hungarikumok között számon tartott fűszerpaprika versenyképességét javítsuk és megőrizhessük méltán szerzett hírnevét. Mivel a fűszerpaprika minőségét és fűszerértékét leginkább az illata, vagyis aromagazdagsága határozza meg, 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 a Magyarországon termesztett paprikafajták illatulajdonságairól. A dolgozatban ismertetett mintaelőkészítési és kiértékelési módszerrel lehetővé vált olyan aromakomponensek azonosítása az őrlemények 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 lehetővé válhat a származási hely pontosabb azonosítása, valamint a különböző *Capsicum* fajok aromaösszetétele közötti eltérések feltárása is. A termőhelyi hatás tekintetében a hazai paprikákra koncentrálva, 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 aromaösszetételének 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 rávilágítanak 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 őrlemények 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.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

Különleges hatóanyagaiknak köszönhetően a fűszerek fontos szerepet játszanak táplálkozásunkban: tetszetős külsőt, kellemes ízt, illatot kölcsönöznek élelmiszereinknek, valamint jó hatással vannak egészségi állapotunkra is. Hazánk legfontosabb és legnagyobb mennyiségben termesztett fűszernövénye a fűszerpaprika, melynek őrleményét 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 fűszerpaprika aromája és színe fontos minőségi jellemzők, és a belőle készült termékeknek is lényeges értékmerői. Ezek a jellegzetességek szerepet játszanak a növény érettségi állapotának megállapításában, de hasznos segítséget jelenthetnek a fajták megkülönböztetésében és a nemesítés során is.

Doktori dolgozatomban a fűszerpaprika legfontosabb érzékszervi tulajdonságai közül kettőt vizsgáltam. A rendelkezésre álló tárgyi feltételeknek megfelelően (GC-MS rendszer, spektrofotométer, valamint tristimulusos színmérő) hazai paprikafajták, valamint külföldi termőhelyű és keverék őrlemények szín- és aromatulajdonságait tanulmányoztam. A munka során a következő feladatokat oldottam meg:

- vízgőzdesztillációs és SPME módszerek összehasonlításával kiválasztottam az analitikai feladat végrehajtására legalkalmasabb mintaelőkészítési módszert,
- részletes azonosítási vizsgálatokkal a hazai őrlemények illatképét meghatároztam és a származás helyére utaló „marker” komponenseket kerestem, melyek jelenléte vagy hiánya a termékben információt nyújt a nyersanyagként szolgáló paprika eredetéről,
- egy szegedi fajta, a szegedi termőközetben legerjedtebb illatos, csípmentes SZ-20 paprika esetében megvizsgáltam a tárolási körülmények érzékszervi jellemzőkre gyakorolt hatását, szobahőmérsékletű és + 5 °C-on történt 12 hónapos tárolás során,
- részletező, komponensről komponensre végrehajtott egyedi azonosítási módszerrel a perui, spanyol és török termékekben felismerésükre alkalmasnak ígérkező vegyületeket kerestem,
- a kidolgozott mintaelőkészítési és eredmény értelmezési elvek alkalmazásával hazai és külföldi eredetű keverék őrlemények illatulajdonságainak elemzését végeztem,
- reflexiós, tristimulusos elven mérő berendezéssel a hazai és külföldi eredetű, valamint keverék termékek színtulajdonságait, továbbá spektrofotometriás módszerrel az összes színezéktartalmukat meghatároztam és a tárolási kísérletben résztvevő SZ-20 őrlemény színváltozását nyomon követtem.

A fenti pontok szerint részletezett és elvégzett munka a következő érdekes eredményekre vezetett.

A mintaelőkészítés módszertani vizsgálatai megmutatták, hogy a mérés során nyert illatkép alapvetően és meghatározóan függ az előkészítés módjától. Nem létezik egyetlen „üdvözítő” eljárás. Az ugyanarról a mintáról készült illat-felvétel a preparálás mikéntjétől függően vagy a fajtajelleges primer (terpén/szeszkviterpén) alkotókat ragadja meg (bipoláros SPME szálak), vagy az érlelés és feldolgozás során keletkező másodlagos komponenseket (apoláros PDMS), vagy az észtereket és rövid és hosszú szénláncú zsírsavakat (poláros PA). Csak a legátfogóbb képet nyújtó, eredményeikben egymáshoz is hasonlító SD és LN-SDE (vízgőzdesztillációs) módszerek alkalmasak az illat-minőség átfogó, azaz érzékszervi tulajdonságokhoz is reprezentatív módon köthető aromakép rögzítésére. A desztillációval készült kivonatok nem tartalmazzak olyan alkotókat, amelyeket valamelyik SPME szállal ne lehetne mérni, pedig a gőztér 60 °C hőmérsékletén a műtermék képződés kizárható. A csak a desztillációval előkészített mintákban mérhető alkotók (pl. zsírsavak, valamint metil- és etilészterek) alacsony tenziójuk, azaz magas forráspontjuk miatt nem mérhetők a gőztérben mikro-extrakciós szálakkal. A vízgőzdesztillációs mintaelőkészítés artefakt indukáló hatása egy mítosz !

A hazai fajták mindegyike igen illatosnak bizonyult és sajátos illatképpel rendelkezett: a jellegzetes aromaképet néhány egyedi illatkomponens megjelenése, és a közös aromaalkotók eltérő aránya okozta.

A paprika illatösszetételére a tárolás is hatást gyakorol: magasabb hőmérsékleten a színanyagokból keletkező illataktív bomlástermékek és a különböző lipid oxidációs termékek jóval nagyobb intenzitással jelennek meg a termék illékony frakciójában, mint a hűtő hőmérsékletén tárolt paprika esetén.

Valamennyi külföldi (perui, spanyol és török) termékben azonosítottam olyan illékony vegyületeket, melyek megkülönböztetik ezeket a hazai örleményektől. Az eredmények alapján azonban ezek az aromakomponensek csupán a külföldi eredet – és nem a konkrét származási hely – jelzői lehetnek. Megbízhatóbb azonosítást csak jóval nagyobb számú és többféle termőhelyről származó minta illatösszetételének többször megismételt elemzése után lehet végezni. Ezek a vizsgálatok ahhoz is szükségesek lennének, hogy meg tudjuk határozni a különbségek okát, vagyis a termőhely, illetve a faj és fajta aromaösszetételre gyakorolt hatását. Egyes külföldi örleményekben a feldolgozási körülményekre utaló illatalkotókat is azonosítottam. A spanyol csípős paprikában a füstöléssel történő szárítást jelző különböző aromás vegyületeket, míg a perui édes termékben kurkuma-jelleges aromakomponenseket igen nagy számban. Ez utóbbi eredmény a kurkumával történő (színjavításra nem túl hatékony) keverés helyett nagy valószínűséggel a hazaiaktól aromaösszetételben nagymértékben eltérő idegen fajták felhasználását, esetleg a távoli termőhely hatását jelzi.

A keverék őrlemények (magyar-perui, magyar-spanyol, magyar-szerb, spanyol-szerb) esetén is minden minta illékony frakciójában detektáltam a termék külföldi eredetét jelző aromaalkotókat. Ezek a vegyületek többnyire a terpének csoportjából kerültek ki, de a szerb eredet jelzői például benzolgyűrűs vegyületek voltak. Néhány, magyar származásra utaló illatkomponenst is azonosítottam a keverékekben (4-etil-2,6-xilenol és liguhodgsonal), bár az eredmények megbízhatósága érdekében sokkal több hazai fajta vizsgálata szükséges. A különbségeket tekintve általánosságban elmondható, hogy a hazai fajtákban az illataktív terpénvegyületek nagyobb aránya figyelhető meg, továbbá a külföldi őrleményt (is) tartalmazó termékekben jóval kisebb arányban és számban fordulnak elő a különböző pirazin vegyületek. Utóbbi tényre valószínűleg a napon történő szárítás szolgáltat magyarázatot, mert alacsonyabb hőterhelést jelent a paprika számára mint a mesterséges szárítás. Ezért ez a heterociklusos vegyületcsoport is kisebb arányban jelenik meg az őrlemények illó vegyületei között.

Vizsgálataim során a csípős és csípősségmentes őrlemények aromaösszetétele között olyan eltérést tapasztaltam, ami alapján származási helyüktől függetlenül, egyértelműen azonosíthatók a csípős termékek. Ez nem várt eredménynek számított, tekintve hogy a paprikák csípősségét okozó kapszaicinoidok gyenge illékonyosságuk miatt nem jelennek meg a kivonatokban. A csípősséget jelző illatalkotók a különböző himachalén vegyületek (α -, β - és γ -himachalén) voltak. Közülük az α -himachalén csak az egyik hazai csípős fajtában, míg a γ -himachalén kizárólag a külföldi csípős őrleményekben volt detektálható. Ezekon kívül egyes őrleményekben megjelent a longipinén és a longiciklén is. A csípősség jelzői a fűszerpaprikában tehát bi- és triciklusos szeszkviterpének egy adott csoportja.

A színjellemzőket tekintve nincs jelentős különbség a hazai fajták között. Az összes színezéktartalom (ASTA érték) minden esetben a szabványban előírt érték fölötti. Színkoordinátáik alapján a hazai és a külföldi őrlemények egyértelműen elkülönültek egymástól. A keverék őrlemények a vörös és sárga koordináták tekintetében a hazai és a külföldi őrlemények között helyezkedtek el, árnyalatuk viszont minden esetben sötétebb volt, mint a szegedi fajtáké. Az összes színezéktartalom vizsgálata során is hasonló eredményre jutottam: a keverékek ASTA értéke minden esetben meghaladta a hazai fajták vonatkozó értékeit. A hazai fűszerpaprika őrlemények import termékekkel történő, színjavító célú keverésének eredménye tehát műszeres mérésekkel is igazolható: a keverékek színe mélyebb, sötétebb, mint a hazai őrleményeké, és összes színezéktartalmuk is magasabb. A tárolási hőmérséklet függvényében a szegedi őrlemény színe eltérően alakult: a magasabb hőmérsékleten tárolt féltermék színe az egy éves tárolás végére világosabb lett, mint a hűtőszekrényben tárolt paprikáé. Mindkét tárolási hőmérséklet esetén a világossági tényező (L) változása volt a legnagyobb 12 hónap elteltével, így ez a színjellemző tekinthető a leginkább hőérzékenynek. Az összes színezéktartalom változása is a

szobahőmérsékletű tárolás során volt jelentősebb: több, mint 50 %-kal csökkent, míg ez a változás a hűtőszekrény hőmérsékletén 16 % körüli érték volt. Több más, hazai szerzőhöz hasonlóan a színvizsgálatok során arra az eredményre jutottam, hogy a fűszerpaprika örlemény színének nagyobb mértékű megőrzését az alacsonyabb hőmérsékleten történő tárolás segíti elő.

A fűszerpaprika illóanyag-összetételének ismerete fontos eszköz a kezünkben a fajta- illetve a származási hely azonosítás (eredetigazolás) terén. 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. Színvizsgálataimmal számszerű adatokkal igazoltam a különböző származási helyű nyersanyagok keverésének színjavító hatását. Az eredmények hasznosak lehetnek a nemesítési munkában, a kiváló szín- és aromatulajdonságokkal rendelkező fűszerpaprika fajták kialakítása során.

Az Összefoglalás fejezet záró gondolataként néhány mondatot kell szentelnem a statisztikai módszerek, pontosabban azok látszólagos hiányának magyarázatára. A mintánként 3 független bemérés mérésenkénti 3 gázkromatográfiás futtatásának (n=9) átlagait (M) és standard deviációját (SD) a vonatkozó táblázatok tartalmazzák. Az összetételi adatok alapján a mintákat csoportokba osztályozó, azaz az eredmény halmazban összetartozó részhalmazokat formáló ANOVA, PCA, DA, statisztikai elemző módszerek azonban a kutatómunka célkitűzése értelmében alkalmatlanságuk miatt nem kerülhettek alkalmazásra. A kitűzött feladat ugyanis az volt, hogy a lehető legrészletesebb komponens azonosítási eljárással találjak olyan alkotókat, amelyek egy és csak egy fajtához/termőhelyhez/származási-országhoz rendelhetők, tehát **marker** vegyületek. A felsorolt statisztikai módszerek, de általános értelemben semmilyen statisztikai módszer nem alkalmas ilyen teljesen **individuális** tulajdonságot hordozó jellemzők fellelésére. Ahogyan az embereket is csak tökéletesen **egyedi** arc-, hang-, *írisz*- retina-, kéz- és ujjlenyomat-, valamint DNS-mintázatuk alapján, nem pedig az ezekből statisztikai elemzéssel számolt csoport képzéssel lehet azonosítani. Az „*egyedi markerek fellelése*” módszer kétséget kizáró eredményeket hozott a Tanszék pálinka- és méz-eredet igazolási kutatásaiban, ezért várható sikeres alkalmazása a fűszerpaprika azonosítás területén is.

8. SUMMARY

Owing to their particular active ingredients, spices play an important role in our nourishment: they give attractive appearance, pleasant taste and fragrance to the foodstuffs, in addition they have a good influence to our state of health. In Hungary, red pepper is the most important spice plant and is cultivated in the greatest volumes. In its ground form, paprika is used in most of the traditional Hungarian meals and it is among the ingredients of numerous canned and meat products. Hungary is considered worldwide as a recognized grower of this spice, and red pepper became a *Hungaric* (i.e. gastronomic speciality), it is a well-known and popular commodity in abroad as well. The aroma and colour of paprika are important quality parameters and significant measures of value of food products prepared from it. These characteristics have a role in determining the state of ripeness and can be a useful help in distinguishing between varieties and in the course of plant improvement.

In this doctoral dissertation two of the most important organoleptic properties of red pepper were examined. Subject to the conditions available (GC-MS system, spectrophotometer, tristimulus colorimeter), colour and aroma properties of Hungarian, foreign and blended red pepper products were investigated. The following tasks were solved during this work:

- comparing steam distillation and SPME methods the most appropriate sampling technique suitable for this analytical task was selected,
- the aroma figure of the domestic red pepper powders were determined and „marker” compounds referring to the provenance were searched for to gain information about the origin of raw material,
- a non-pungent species (SZ-20) from Szeged growing region were examined to study the effect of storage conditions to the organoleptic properties during 12 months of storing at room temperature and + 5 °C,
- a detailed, special identification method were applied to seek after the fragrance constituents suitable for recognizing foreign origin of raw material in Peruvian, Spanish and Turkish red pepper products,
- the aroma properties of blended powders were analyzed by the help of the sampling and interpretation techniques worked out,
- the colour characteristics and pigment contents of Hungarian, foreign and blended paprika products were measured with tristimulus colorimeter and spectrophotometric methods, as well as the alteration of colour during storage was followed.

The above-detailed work has been lead to the following interesting results:

The methodologic investigations of sampling indicated that the mode of sample preparation fundamentally determines the fragrance composition obtained. No single „salutary” procedure exists. The aroma picture of the same sample gets hold of the characteristic primer (terpene/sesquiterpene) constituents (bipolar SPME fibres) or secondary components arising during ripening and processing (nonpolar PDMS) or esters and fatty acids (polar PA) according to the preparation. Steam distillation methods providing the most comprehensive and similar views are suitable for laying down aroma pictures being connected with organoleptic properties. The extracts from distillations contain odour constituents measurable with SPME fibres as well, and artefact production does not occur at the 60 °C temperature of the headspace. Aroma compounds present in extracts alone (*e.g.* fatty acids and their methyl- and ethyl-esters) are not detectable in the headspace with SPME fibres owing to their high boiling points. The artefact-inducing effect of the distillation methods can be regarded as a myth.

Every Hungarian variety proved to be highly fragrant and possessed particular scent figures: their characteristic aroma structures were induced by the appearance of some individual odourants and the different ratio of their common fragrance constituents.

Storage takes an effect to the odour composition as well: in samples stored at room temperature the intensities of volatiles from pigment degradation and lipid oxidation processes were much greater than those kept in the refrigerator.

Distinctive volatiles indicating the foreign origin of raw materials were identified in every product from abroad (Peru, Spain and Turkey). These substances however can be the markers of foreign origin merely – instead of the exact provenance – in lack of samples from more habitats. These investigations are necessary to determine the reasons of this difference: namely the effects of provenance, species and variety to the aroma composition of red pepper powders. In some foreign products aroma compounds referring to the processing circumstances could be identified. These volatiles were substances with benzene ring in Spanish hot paprika and scent compounds with turmeric character in Peruvian sweet red pepper in great number. This latter result can mark the use of foreign raw materials or the effect of remote habitat instead of blending with turmeric (those being ineffective for colour improving). Aroma compounds indicating the foreign origin of red pepper can be detected in the volatile fractions of every blended product (Hungarian-Peruvian, Hungarian-Spanish, Hungarian-Serbian, Spanish-Serbian). These substances were generally terpene components, although the markers of Serbian origin were volatiles with benzene ring. Some fragrance compounds indicating Hungarian provenance were identified in blended products (4-ethyl-2,6-xylenol, liguohodgsonal), though results from more indigenous varieties are still necessary. Generally speaking, odour-active terpenes were present in domestic varieties in greater ratio and powders with foreign paprika contained N-heterocyclic pyrazines in lower number and share. The

explanation of this latter result can be the different processing conditions: sun-drying means namely lower heat load for the paprika than artificial dehydration. In this manner these heterocyclic compound group appears in the volatile fraction with minor ratio.

Characteristic differences indicating the use of hot raw materials were experienced in every pungent red pepper products. These results were unexpected since capsaicinoids were not present in the extracts from distillations owing to their low volatilities. These constituents were compounds with himachalene skeleton like α -, β - and γ -himachalene. α -himachalene was present in one of the Hungarian hot varieties, while γ -himachalene could be detected in foreign hot products alone. In some powders longipinene and longicyclene have been appeared as well. Consequently, the markers of pungency in red pepper powders were a group of bi- and tricyclic sesquiterpenes.

Regarding colour characteristics, no expressive differences were observed among Hungarian varieties, and their pigment contents (ASTA units) have been filled the requirements. According to their colour characteristics, domestic and foreign products were separated from each other. As regards red and yellow colour coordinates, blended products were among Hungarian and foreign red peppers, and their lightness were lower than paprika samples from Szeged. These results were in accordance with those of extractable colours': the ASTA values of blended products have been exceeded the data concerning Hungarian varieties. The result of blending domestic paprika with foreign red peppers for colour improving can be verified with instrumental measurements as well: the colours of mixed products were darker and their total pigment contents were greater than those of Hungarian varieties'. The colour of the domestic variety has been changed differently in diverse temperatures: the shade of those stored in room temperature was lighter to the end of the experiment. The alteration of lightness (L) was the highest after 12 months in both temperatures so this color coordinate can be considered the most sensible to heat. The change of extractable colour proved to be more expressive in higher temperature: its decrease was more than 50 %, while the decline was about 16 % in the refrigerator. Subsequently, storage at lower temperature can promote the preservation of colour in red pepper powders.

The knowledge of volatile composition of red pepper can be an important tool in identification of variety and provenance. Blending import and Hungarian red peppers is rather widespread to improve the colour of the products. The identification of characteristic fragrance constituents in paprika powders referring to its habitat can indicate its origin different from Hungary and volatiles describing domestic raw material can determine indigenous paprika in blended products. With colour examinations the color-improving effect of blending red peppers with different origin can be verified with numerical data. These results can be of great help in plant improvement to produce red pepper varieties with excellent colour and fragrance properties.

In conclusion, a few thoughts are mentioned about the lack of statistical analysis. The means of 9 gas chromatographic measurements (M) and standard deviations (SD) are indicated in the relating tables. Statistical analytical methods like ANOVA, PCA, DA could not be applied owing to their incapability for the object of the research work. The aim of this work was *i.e.* to identify marker volatiles characteristic of exclusively one species/provenance/growing country. The detailed analytical methods – similarly to other statistical procedures – are not suitable for finding these characteristics carrying individual attributes. Since the application of this method „*finding individual markers*” has been resulted in verification of origin in case of fruit brandies and honeys, its successful application is expected in the field of red pepper identification as well.

IRODALOMJEGYZÉK

1. 1881/2006/EK rendelet az élelmiszerekben előforduló egyes szennyező anyagok felső határértékeinek meghatározásáról
2. 46/2007. (X. 29.) EüM rendelet az élelmiszerekben előforduló mikrobiológiai szennyeződések megengedhető mértékéről
3. 510/2006/EK rendelet „Szegedi fűszerpaprika-őrlemény” vagy „Szegedi paprika”, HU-PDO-0005-0395-21.10.2004
4. 67/2011. (VII. 13.) VM rendelet az élelmiszerek ionizáló sugárzással való kezelésének szabályairól
5. ANGEROSA, F., MOSTALLINO, R., BASTI, C., VITO, R. (2000): Virgin olive oil odour notes: their relationships with volatile compounds from the lipoxygenase pathway and secoiridoid compounds, *Food Chemistry*, 68, 283-287. p. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146\(99\)00189-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146(99)00189-2)
6. AUBERT, C., MILHET, C. (2007): Distribution of the volatile compounds in the different parts of a white-fleshed peach (*Prunus persica* L. Batsch), *Food Chemistry*, 102, 375-384. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.05.030>
7. AUBERT, C., BONY, P., CHALOT, G., HERO, V. (2010): Changes in physicochemical characteristics and volatile compounds of apricot (*Prunus armeniaca* L. cv. Bergeron) during storage and post-harvest maturation, *Food Chemistry*, 119, 1386-1398. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.09.018>
8. AUGUSTO, F., VALENTE, A.L.P., DOS SANTOS TADA, E., RIVELLINO, S.L. (2000): Screening of Brazilian fruit aromas using solid-phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry, *Journal of Chromatography A*, 873, 117-127. p. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0021-9673\(99\)01282-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0021-9673(99)01282-0)
9. AYUSO, M.C., BERNALTE, M.J., LOZANO, M., GARCÍA, M.I., MONTERO DE ESPINOSA, V., PÉREZ, M.M., HERNÁNDEZ, M.T., SOMOGYI, N. (2008): Quality characteristics of different red pepper cultivars (*Capsicum annuum* L.) for hot paprika production, *European Food Research and Technology*, 227, 557-563. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00217-007-0756-z>
10. AZA-GONZÁLEZ, C., NÚÑEZ-PALENIUS, H. G., OCHOA-ALEJO, N. (2011): Molecular biology of capsaicinoid biosynthesis in chili pepper (*Capsicum* spp.), *Plant Cell Reports*, 30, 695-706. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00299-010-0968-8>
11. BAI, J., BALDWIN, E. A., IMAHORI, Y., KOSTENYUK, I., BURNS, J., BRECHT, J. K. (2011): Chilling and heating may regulate C6 volatile aroma production by different mechanisms in tomato (*Solanum lycopersicum*) fruit, *Postharvest Biology and Technology*, 60, 111-120. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2010.12.002>
12. BALASUBRAMANIAN, M. (2007): Pyrazines and quinoxalines, *Tetrahedron Organic Chemistry Series*, 26, 435-473. p. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S1460-1567\(07\)80059-6](http://dx.doi.org/10.1016/S1460-1567(07)80059-6)

13. BALDERMANN, S., NAIM, M., FLEISCHMANN, P. (2005): Enzymatic carotenoid degradation and aroma formation in nectarines (*Prunus persica*), *Food Research International*, 38, 833–836. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2005.02.009>
14. BANERJEE, M., SARKAR, P. K. (2003): Microbiological quality of some retail spices in India, *Food Research International*, 36, 469-474. p. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0963-9969\(02\)00194-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0963-9969(02)00194-1)
15. BÁNHEGYI, L. (2008): Paprikafajták a világon, előadás, Kecskemét-Hetényegyháza, 2008. szeptember 4.
16. BARRA, A., BALDOVINI, N., LOISEAU, A-M., ALBINO, L., LESECQ, C., LIZZANI CUVELIER, L. (2007): Chemical analysis of French beans (*Phaseolus vulgaris* L.) by headspace solid phase microextraction (HS-SPME) and simultaneous distillation/extraction (SDE), *Food Chemistry*, 101, 1279-1284. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.12.027>
17. BARROS, E. P., MOREIRA, N., PEREIRA, E. G., FERREIRA LEITE, S. G., REZENDE, C. M., GUEDES DE PINHO, P. (2012): Development and validation of automatic HS-SPME with a gas chromatography-ion trap/mass spectrometry method for analysis of volatiles in wines, *Talanta*, 101, 177-186. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.talanta.2012.08.028>
18. BARTELT, R. J., COSSÉ, A. A., ZILKOWSKI, B. W., WEISLEDER, D., MOMANY, F. A. (2001): Male-specific sesquiterpenes from *Phyllotreta* and *Aphthona* flea beetles, *Journal of Chemical Ecology*, 27, 2397-2423. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1023/A:1013667229345>
19. BAUER, K., GARBE, D., SURBURG, H. (2001): *Common Fragrance and Flavor Materials*, Weinheim: Wiley-VCH, 282 p.
20. BELITZ, H.-D., GROSCH, W., SCHIEBERLE, P. (2009): *Food Chemistry*, 4th Edition Heidelberg: Springer-Verlag, 1070 p.
21. BERGER, R. D. (2007): *Flavours and Fragrances. Chemistry, Bioprocessing and Sustainability*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 648 p.
22. BIACS, P. A., DAOOD, H. G., PAVISA, A., HAJDU, F. (1989): Studies on the carotenoid pigments of paprika (*Capsicum annum* L.var Sz-20), *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 37, 350-353. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/jf00086a017>
23. BIACS, P. A., CZINKOTAI, B., HOSCHKE, Á. (1992): Factors affecting stability of colored substances in paprika powders, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40, 363-367. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/jf00015a001>
24. BIACS, P. A., DAOOD, H. G., HUSZKA, T. T., BIACS, P. K. (1993): Carotenoids and carotenoid esters from new cross-cultivars of paprika, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 41, 1864-1867. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/jf00035a011>
25. BIACS, P.A., DAOOD, H.G., and HUSZKA, T. T. (1994): Biochemical and varietal perspective on the color loss in spice red pepper (paprika). *Hungarian Agricultural Research*, 3, 32-37. p.

26. BLAŽEVIĆ, I., MASTELIĆ, J. (2009): Glucosinolate degradation products and other bound and free volatiles in the leaves and roots of radish (*Raphanus sativus* L.), *Food Chemistry*, 113, 96-102. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.07.029>
27. BOGUSZ JUNIOR, S., MARCHI TAVARES DE MELO, A., ALCARAZ ZINI, C. (2011): Optimization of the extraction conditions of the volatile compounds from chili peppers by headspace solid phase micro-extraction, *Journal of Chromatography A*, 1218, 3345-3350. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chroma.2010.12.060>
28. BOGUSZ JUNIOR, S., MARCHI TAVARES, A., TEIXEIRA FILHO J., ALCARAZ ZINI, C., TEIXEIRA GODOY, H. (2012): Analysis of the volatile compounds of Brazilian chilli peppers (*Capsicum spp.*) at two stages of maturity by solid phase micro-extraction and gas chromatography-mass spectrometry, *Food Research International*, 48, 98-107. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2012.02.005>
29. BOSCH-FUSTÉ, J., RIU-AUMATELL, M., GUADAYOL, J. M., CAIXACH, J., LÓPEZ-TAMAMES, E., BUXADERAS, S. (2007): Volatile profiles of sparkling wines obtained by three extraction methods and gas chromatography–mass spectrometry (GC–MS) analysis, *Food Chemistry*, 105, 428-435. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.12.053>
30. BÖSZÖRMÉNYI, A. (2010): *Salvia*, *Lavandula* és *Morus* taxonok fitokémiai jellemzése terpén vegyületeik alapján, Doktori értekezés, Semmelweis Egyetem Gyógyszertudományok Doktori Iskola, 123 p.
31. BREITMAIER, E. (2006): Terpenes. Flavors, Fragrances, Pharmaca, Pheromones. Weinheim: Wiley-VCH Verlag, 214 p.
32. BRITTON, G. (2008): Functions of Carotenoid Metabolites and Breakdown Products. 309-324. p. In: BRITTON, G., LIAAEN-JENSEN, S., PFANDER, H. (Szerk.): *Carotenoids, Vol. 4. Natural Functions*. Basel: Birkhäuser Verlag, 370 p.
33. BROWN, D. J. (2002): The pyrazines. New York: John Wiley & Sons, 557 p.
34. BUCKENHÜSKES, H. J. (2003): Current requirements on paprika powder for food industry, 223-230. p. In: De, A. K. (Szerk.): *Capsicum. The genus Capsicum*, London: Taylor & Francis, 275 p.
35. BURDOCK, G. A. (2010): Fenaroli's Handbook of Flavor Ingredients. Boca Raton: CRC Press, Taylor and Francis Group, 2135 p.
36. BUTTERY, R. G., SEIFERT, R. M., GUADAGNI, D. G., LING, L. C. (1969): Characterization of some volatile constituents of bell peppers, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 6, 1322-1327. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/jf60166a061>
37. CABRITA, M. J., COSTA FREITAS, A. M., LAUREANO, O., BORSA, D., DI STEFANO, R. (2007). Aroma compounds in varietal wines from Alentejo, Portugal. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20, 375-390. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2006.12.006>
38. CAI, J., LIU, B., SU, Q. (2001): Comparison of simultaneous distillation extraction and solid-phase microextraction for the determination of volatile flavor components, *Journal of Chromatography A*, 930, 1-7. p. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0021-9673\(01\)01187-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0021-9673(01)01187-6)

39. CASTRO-VÁZQUEZ, L., DÍAZ-MAROTO, M. C., de TORRES, C., PÉREZ-COELLO, M. S. (2010): Effect of geographical origin on the chemical and sensory characteristics of chestnut honeys, *Food Research International*, 43, 2335-2340. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2010.07.007>
40. CECCHI, T., ALFEI, B. (2013): Volatile profiles of Italian monovarietal extra virgin olive oils via HS-SPME-GC-MS: Newly identified compounds, flavors molecular markers, and terpenic profile, *Food Chemistry*, 141, 2025-2035. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.05.090>
41. CERNY, C. (2010): Thermal Generation of Aroma-Active Volatiles in Food. 231-252. p. In: HERRMANN, A. (Szerk.): *The Chemistry and Biology of Volatiles*. Chichester: John Wiley & Sons, 402 p.
42. CHAVAN, S. P., KHATOD, H. S. (2012): Enantioselective synthesis of the essential oil and pheromonal component ar-himachalene by a chiral pool and chirality induction approach, *Tetrahedron: Asymmetry*, 23, 1410-1415. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tetasy.2012.09.008>
43. CHEMPAKAM, B., PARTHASARATHY, V. A. (2008): Turmeric, 97-123. p. In: PARTHASARATHY, V. A., CHEMPAKAM, B., ZACHARIAH, T.J. (Szerk.): *Chemistry of spices*, Oxfordshire: CAB International, 445 p.
44. CHEN, M., CHEN, X., WANG, X., CI, Z., LIU, X., HE, T., ZHANG, L. (2006): Comparison of headspace solid-phase microextraction with simultaneous steam distillation extraction for the analysis of the volatile constituents in chinese apricot, *Agricultural Sciences in China*, 5, 879-884. p. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S1671-2927\(06\)60139-9](http://dx.doi.org/10.1016/S1671-2927(06)60139-9)
45. CHITWOOD, R. L., PANGBORN, R. M., JENNINGS, W. (1983): GC/MS and sensory analysis of volatiles from three cultivars of Capsicum, *Food Chemistry*, 11, 201-206. p. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0308-8146\(83\)90103-6](http://dx.doi.org/10.1016/0308-8146(83)90103-6)
46. CICHEWICZ, R. H., THORPE, P. A. (1996): The antimicrobial properties of chile peppers (*Capsicum* species) and their uses in Mayan medicine, *Journal of Ethnopharmacology*, 52, 61-70. p. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0378-8741\(96\)01384-0](http://dx.doi.org/10.1016/0378-8741(96)01384-0)
47. CONDURSO, C., VERZERA, A., DIMA, G., TRIPODI, G., CRINÒ, P., PARATORE, A., ROMANO, D. (2012): Effects of different rootstocks on aroma volatile compounds and carotenoid content of melon fruits, *Scientia Horticulturae*, 148, 9-16. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2012.09.015>
48. CONFORTI, F., STATTI, G. A., MENICHINI, F. (2007): Chemical and biological variability of hot pepper fruits (*Capsicum annuum* var. *acuminatum* L.) in relation to maturity stage, *Food Chemistry*, 102, 1096-1104. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.06.047>
49. CONTRERAS, C., BEAUDRY, R. (2013): Lipxygenase-associated apple volatiles and their relationship with aroma perception during ripening, *Postharvest Biology and Technology*, 82, 28-38. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.02.006>

50. CREMER, D. R., EICHNER, K. (2000): Formation of volatile compounds during heating of spice paprika (*Capsicum annuum*) powder, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 2454-2460. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/jf991375a>
51. D'ACAMPORA ZELLNER, B., BICCHI, C., DUGO, P., RUBIOLO, P., DUGO, G., MONDELLO L. (2008): Linear retention indices in gas chromatographic analysis: a review, *Flavour and Fragrance Journal*, 23, 297-314. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/ffj.1887>
52. DELI, J. (2000): Paprikakarotinoidok bioszintézise, *Biokémia*, 24, 84-87. p.
53. DELLE-VEDOVE, R., JUILLET, N., BESSIÈRE, J.-M., GRISON, C., BARTHES, N., PAILLER, T., DORMONT, L., SCHATZ, B. (2011): Colour-scent associations in a tropical orchid: Three colours but two odours, *Phytochemistry*, 72, 735-742. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.phytochem.2011.02.005>
54. ECHEVERRÍA, G., FUENTES, T., GRAELL, J., LARA, I., LÓPEZ, M. L. (2004): Aroma volatile compounds of 'Fuji' apples in relation to harvest date and cold storage technology. A comparison of two seasons, *Postharvest Biology and Technology*, 32, 29-44. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2003.09.017>
55. ELMORE, J. S., MOTTRAM, D. S. (2006): The role of lipid in the flavour of cooked beef, 375-378. p. In: BREDIE, W. L. P., PETERSEN, M. A. (Szerk.): *Flavour Science. Recent advances and trends*, Amsterdam: Elsevier, 637 p.
56. ERGÜNEŞ, G., TARHAN, S. (2006): Color retention of red peppers by chemical pretreatments during greenhouse and open sun drying, *Journal of Food Engineering*, 76, 446-452. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.05.046>
57. FEHÉR, A. (2002): Néhány Kalocsán termesztett csípmentes fűszerpaprika fajta aromakomponenseinek feltérképezése, Diplomadolgozat, Szent István Egyetem, Budapest, 52 p.
58. FENNEMA, O. R. (ed.) (1996): *Food Chemistry*, 3rd Edition, New York: Marcel Dekker, 1069 p.
59. FEUDO, G. L., MACCHIONE, B., NACCARATO, A., SINDONA, G., TAGARELLI, A. (2011): The volatile fraction profiling of fresh tomatoes and triple concentrate tomato pastes as parameter for the determination of geographical origin, *Food Research International*, 44, 781-788. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2011.01.017>
60. FIEDLER, K., SCHÜTZ, E., GEH, S. (2001): Detection of microbial volatile organic compounds (MVOCs) produced by moulds on various materials, *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 204, 111-121. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1078/1438-4639-00094>
61. FLEISCHMANN, P., ZORN, H. (2008): Enzymic Pathways for Formation of Carotenoid Cleavage Products. 341-366. p. In: BRITTON, G., LIAAEN-JENSEN, S., PFANDER, H. (Szerk.): *Carotenoids, Vol. 4. Natural Functions*. Basel: Birkhäuser Verlag, 370 p.
62. FORERO, M. D., QUIJANO, C. E., PINO, J. A. (2009): Volatile compounds of chile pepper (*Capsicum annuum* L. var. *glabriusculum*) at two ripening stages, *Flavour and Fragrance Journal*, 24, 25-30. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/ffj.1913>

63. GARCÍA, M. A., SANZ, J. (2001): Analysis of *Origanum vulgare* volatiles by direct thermal desorption coupled to gas chromatography-mass spectrometry, *Journal of Chromatography A*, 918, 189-194. p. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0021-9673\(01\)00750-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0021-9673(01)00750-6)
64. GARCÍA, M. I., LOZANO, M., MONTERO DE ESPINOSA, V., AYUSO, M. C., BERNALTE, M. J., VIDAL-ARAGÓN, M. C., PÉREZ, M. M. (2007): Agronomic characteristics and carotenoid content of five Bola-type paprika red pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars, *Scientia Horticulturae*, 113, 202-207. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2007.02.003>
65. GARCÍA-CARPINTERO, E. G., SÁNCHEZ-PALOMO, E., GÓMEZ GALLEGO, M. A., GONZÁLEZ-VIÑAS, M. A. (2011). Volatile and sensory characterization of red wines from cv. Moravia Agria minority grape variety cultivated in La Mancha region over five consecutive vintages. *Food Research International*, 44, 1549-1560. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2011.04.022>
66. GIUFFRIDA, D., DUGO, P., TORRE, G., BIGNARDI, C., CAVAZZA, A., CORRADINI, C., DUGO, G. (2013): Characterization of 12 *Capsicum* varieties by evaluation of their carotenoid profile and pungency determination, *Food Chemistry*, 140, 794-802. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.09.060>
67. GOKBULUT, I., KARABULUT, I. (2012): SPME-GC-MS detection of volatile compounds in apricot varieties, *Food Chemistry*, 132, 1098-1102. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.11.080>
68. GÓMEZ-LADRÓN DE GUEVARA, R., PARDO-GONZÁLEZ, J. E. (1996): Evolution of color during the ripening of selected varieties of paprika pepper (*Capsicum annuum* L.), *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44, 2049-2052. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/jf950465m>
69. HARB, J., BISHARAT, R., STREIF, J. (2008): Changes in volatile constituents of blackcurrants (*Ribes nigrum* L. cv. 'Titania') following controlled atmosphere storage, *Postharvest Biology and Technology*, 47, 271-279. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.08.007>
70. HASHEM, M., ALAMRI, S. (2010): Contamination of common spices in Saudi Arabia markets with potential mycotoxin-producing fungi, *Saudi Journal of Biological Sciences*, 17, 167-175. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sjbs.2010.02.011>
71. HELDT, H-W., PIECHULLA, B., HELDT, F. (2011): *Plant Biochemistry*, 4th Edition, London: Academic Press, 622 p.
72. HO, C-T. (1996): Thermal generation of Maillard aromas. 27-53. p. In: IKAN, R., (Szerk.): *The Maillard reaction. Consequences for the chemical and life sciences*. Chichester: John Wiley & Sons, 214 p.
73. HO, T-L., CHEIN, R-J. (2006): Total Synthesis of (+)- β -Himachalene, *Helvetica Chimica Acta*, 89, 231-239. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/hlca.200690025>
74. HODOSSI, S., DUDÁS, L., KAPITÁNY, J., SOMOGYI, Gy. (2012): Nagy értékű hungarikum: a fűszerpaprika, *Agrofórum*, 2, 96-102. p.

75. HORVÁTH, Gy. (1996a): A fűszerpaprika-őrlemény gyártásának helyzete. 11-17. p. In: SZENES E. (Szerk.): *Fűszerpaprika-őrlemény gyártása kisüzemben. Ételízesítők. Hidegen sajtolt olajok*. Budapest: Integra-Projekt, 220 p.
76. HORVÁTH, Gy. (1996b): A fűszerpaprika-őrlemény gyártásának kémiai és mikrobiológiai alapjai. 46-61. p. In: SZENES E. (Szerk.): *Fűszerpaprika-őrlemény gyártása kisüzemben. Ételízesítők. Hidegen sajtolt olajok*. Budapest: Integra-Projekt, 220 p.
77. HORVÁTH, Zs. (2007): Procedure for setting the colour characteristics of paprika grist mixtures, *Acta Alimentaria*, 36, 75-88. p.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/AAlim.36.2007.1.9>
78. HOVORKÁNÉ HORVÁTH, Zs. (2007): Fűszerpaprika őrlemények érzékelt és mért színjellemzői, Doktori (PhD) értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem, Élelmiszertudományi Doktori Iskola, 147 p.
79. HUFFMAN, V. L., SCHADLE, E. R., VILLALON, B., BURNS, E. E. (1978): Volatile components and pungency in fresh and processed jalapeno peppers, *Journal of Food Science*, 43, 1809-1811. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.1978.tb07419.x>
80. HUOPALAHTI, R., LAHTINEN, R., HILTUNEN, R., LAAKSO, I. (1988): Studies on the essential oils of dill herb, *Anethum graveolens* L., *Flavour and Fragrance Journal*, 3, 121-125. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/ffj.2730030307>
81. HUSAIN, Q. (2010): Chemistry and Biochemistry of Some Vegetable Flavors, 575-623. p. In: HUI, Y. H. (Szerk.): *Handbook of Fruit and Vegetable Flavors*. New Jersey: John Wiley & Sons, 1095 p.
82. JAGELLA, T., GROSCH, W. (1999): Flavour and off-flavour compounds of black and white pepper (*Piper nigrum* L.). Desirable and undesirable odorants of white pepper, *European Food Research and Technology*, 209, 27-31. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s002170050451>
83. JALBOUT, A. F., ABUL HAIDER SHIPAR, Md. (2007): Formation of pyrazines in hydroxyacetaldehyde and glycine nonenzymatic browning Maillard reaction: A computational study, *Food Chemistry*, 103, 1208-1216. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.10.025>
84. JARRET, R. L., LEVY, I. J., POTTER, T. L., CERMAK, S. C. (2013): Seed oil and fatty acid composition in *Capsicum* spp., *Journal of Food Composition and Analysis*, 30, 102-108. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2013.02.005>
85. JAYAPRAKASHA, G. K, JAGAN MOHAN RAO, L., SAKARIAH, K. K. (2005): Chemistry and biological activities of *C. longa*, *Trends in Food Science and Technology*, 16, 533-548. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2005.08.006>
86. JELEŇ, H. H. (2003): Use of solid phase microextraction (SPME) for profiling fungal volatile metabolites, *Letters in Applied Microbiology*, 36, 263-267. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1472-765X.2003.01305.x>

87. JIANG, Y., SONG, J. (2010): Fruits and Fruit Flavor: Classification and Biological Characterization, 3-91. p. In: HUI, Y. H. (Szerk.): *Handbook of Fruit and Vegetable Flavors*, New Jersey: John Wiley & Sons, 1095 p.
88. JIANG, B., XI, Z., LUO, M., ZHANG, Z. (2013): Comparison on aroma compounds in Cabernet Sauvignon and Merlot wines from four wine grape-growing regions in China. *Food Research International*, 51, 482-489. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2013.01.001>
89. JIROVETZ, L., BUCHBAUER, G., NGASSOUM, M. B., GEISSLER, M. (2002): Aroma compound analysis of *Piper nigrum* and *Piper guineense* essential oils from Cameroon using solid-phase microextraction–gas chromatography, solid-phase microextraction–gas chromatography–mass spectrometry and olfactometry, *Journal of Chromatography A*, 976, 265-275. p. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0021-9673\(02\)00376-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0021-9673(02)00376-X)
90. JONES, M. G. (2010): The Biosynthesis of Volatile Sulfur Flavour Compounds. 203-230. p. In: HERRMANN, A. (Szerk.): *The Chemistry and Biology of Volatiles*. Chichester: John Wiley & Sons, 402 p.
91. KANG, K-M., BAEK, H-H. (2014): Aroma quality assessment of Korean fermented red pepper paste (gochujang) by aroma extract dilution analysis and headspace solid-phase microextraction-gas chromatography-olfactometry, *Food Chemistry*, 145, 488-495. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.087>
92. KANNER, J., HAREL, S., PALEVITCH, D., BEN-GERA, I. (1977): Colour retention in sweet red paprika (*Capsicum annuum* L.) powder as affected by moisture contents and ripening stage, *Journal of Food Technology*, 12, 59-64. p.
93. KAPPELLER, K. (1989): Fűszerpaprika (*Capsicum annuum* L.). 265-284. p. In: BALÁZS S. (Szerk.): *Zöldségtermesztők kézikönyve*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 705 p.
94. KAPITÁNY, J. (2006): A fűszerpaprika termesztéstechnológiája és feldolgozása. 64-90. p. In: ZATYKÓ, L.-MÁRKUS, F. (Szerk.): *Étkezési és fűszerpaprika termesztése*. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 242 p.
95. KASZA, Gy. (2009): Kockázatkommunikáció az élelmiszerbiztonság területén, Doktori (PhD) értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem, Tájépítészeti és Tájökológiai Doktori Iskola, 158 p.
96. KATAOKA, H., LORD, H. L., PAWLISZYN, J. (2000): Applications of solid-phase microextraction in food analysis, Review, *Journal of Chromatography A*, 880, 35-62. p. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0021-9673\(00\)00309-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0021-9673(00)00309-5)
97. KIM, S., PARK, J.-B., HWANG, I.-K. (2002a): Quality Attributes of Various Varieties of Korean Red Pepper Powders (*Capsicum annuum* L.) and Color Stability During Sunlight Exposure, *Journal of Food Science*, 67, 8, 2957-2961. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb08845.x>
98. KIM, N-S., LEE, D-S. (2002b): Comparison of different extraction methods for the analysis of fragrances from *Lavandula* species by gas chromatography-mass spectrometry, *Journal of Chromatography A*, 982, 31-47. p. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0021-9673\(02\)01445-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0021-9673(02)01445-0)

99. KIM, I-K., ABD EL-ATY, A. M., SHIN, H-C., LEE, H. B., KIM, I-S., SHIM, J-H. (2007): Analysis of volatile compounds in fresh healthy and diseased peppers (*Capsicum annuum* L.) using solvent free solid injection coupled with gas chromatography-flame ionization detector and confirmation with mass spectrometry, *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 45, 487-494. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpba.2007.07.025>
100. KISPÉTER, J., BAJÚSZ-KABÓK, K., FEKETE, M., SZABÓ, G., FODOR, E., PÁLI, T. (2003): Changes induced in spice paprika powder by treatment with ionizing radiation and saturated steam, *Radiation Physics and Chemistry*, 68, 893-900. p. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0969-806X\(03\)00163-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0969-806X(03)00163-4)
101. KOCSIS, N., AMTMANN, M., MEDNYÁNSZKY, Zs., KORÁNY, K. (2002): GC-MS Investigation of the Aroma Compounds of Hungarian Red Paprika (*Capsicum annuum*) Cultivars, *Journal of Food Composition and Analysis*, 15, 195-203. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1006/jfca.2001.1045>
102. KOPSELL, D. A., KOPSELL, D. E. (2006): Accumulation and bioavailability of dietary carotenoids in vegetable crops, *Trends in Plant Science*, 10, 499-507. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tplants.2006.08.006>
103. KORÁNY, K., AMTMANN, M. (2005): A practical, theory-supported approach of linear temperature programmed gas chromatographic retention indices used in the recognition experiments of Hungarian food specialities, called “*Hungarics*”, *Journal of Food Composition and Analysis*, 18, 345-357. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2004.02.014>
104. KORBÁSZ, M. (2010): A fűszerpaprika élelmiszerbiztonsága mikrobiológiai szempontból, Doktori (PhD) értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem, Élelmiszertudományi Doktori Iskola, 126 p.
105. KOURKOUTAS, D., ELMORE, J. S., MOTTRAM, D. S. (2006): Comparison of the volatile compositions and flavour properties of cantaloupe, Galia and honeydew muskmelons, *Food Chemistry*, 97, 95-102. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.03.026>
106. KOVÁTS, E. (1958): Gas-chromatographische Charakterisierung organischer Verbindungen. Teil 1: Retentionsindices aliphatischer Halogenide, Alkohole, Aldehyde und Ketone. *Helvetica Chimica Acta*, 41, 1915-1932. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/hlca.19580410703>
107. KOWALSKI, R., WAWRZYKOWSKI, J. (2009): Essential oils analysis in dried materials and granulates obtained from *Thymus vulgaris* L., *Salvia officinalis* L., *Mentha piperita* L. and *Chamomilla recutita* L., *Flavour and Fragrance Journal*, 24, 31-35. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/ffj.1914>
108. KRAJAYKLANG, M., KLIEBER A., DRY, P.R. (2000): Colour at harvest and post-harvest behaviour influence paprika and chilli spice quality. *Postharvest Biology and Technology*, 20, 269-278. p. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5214\(00\)00141-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5214(00)00141-1)
109. KUTTI GOUNDER, D., LINGAMALLU, J. (2012): Comparison of chemical composition and antioxidant potential of volatile oil from fresh, dried and cured turmeric (*Curcuma*

- longa*) rhizomes, *Industrial Crops and Products*, 38, 124-131. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.01.014>
110. LÁSZLÓ P., ZANA J. (2006): Élelmiszerfizika I. (Hidrodinamika, reológia, fénytán), Budapest: Mezőgazda Kiadó, 165 p.
 111. LAVINE, B. K., MIRJANKAR, N., LÉBOUF, R., ROSSNER, A. (2012): Prediction of mold contamination from microbial volatile organic compound profiles using head space gas chromatography/mass spectrometry, *Microchemical Journal*, 103, 119-124. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.microc.2012.01.017>
 112. LEWINSOHN, E., SITRIT, Y., BAR, E., AZULAY, Y., IBDAH, M., MEIR, A., YOSEF, E., ZAMIR, D., TADMOR, Y. (2005): Not just colors - carotenoid degradation as a link between pigmentation and aroma in tomato and watermelon fruit, *Trends in Food Science and Technology*, 16, 407-415. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2005.04.004>
 113. LI, Z.-G., LEE, M.-R., SHEN, D.-L. (2006): Analysis of volatile compounds emitted from fresh *Syringa oblata* flowers in different florescence by headspace solid-phase microextraction–gas chromatography–mass spectrometry, *Analytica Chimica Acta*, 576, 43-49. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aca.2006.01.074>
 114. LIN, L., ZHUANG, M., LEI, F., YANG, B., ZHAO, M. (2013): GC/MS analysis of volatiles obtained by headspace solid-phase microextraction and simultaneous-distillation extraction from *Rabdosia serra* (MAXIM.) HARA leaf and stem, *Food Chemistry*, 136, 555-562. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.08.048>
 115. LONCHAMP, J., BARRY-RYAN, C., DEVEREUX, M. (2009): Identification of volatile quality markers of ready-to-use lettuce and cabbage, *Food Research International*, 42, 1077-1086. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2009.05.002>
 116. LORETO, F., BAGNOLI, F., FINESCHI, S. (2009): One species, many terpenes: matching chemical and biological diversity, *Trends in Plant Science*, 8, 416-420. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tplants.2009.06.003>
 117. LUKÁCS, Gy. (1982): Színmérés, Budapest: Műszaki Könyvkiadó, 341 p.
 118. LUNING, P. A., DE RIJK, T., WICHERS, H.J., ROOZEN, J. P. (1994): Gas chromatography, Mass spectrometry, and sniffing port analyses of volatile compounds of fresh bell peppers (*Capsicum annuum*) at different ripening stages, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42, 977-983. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/jf00040a027>
 119. LUNING, P.A., EBBENHORST-SELLER, T., DE RIJK, T. (1995): Effect of hot-air drying on flavour compounds of bell peppers (*Capsicum annuum*), *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 68, 355-365. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.2740680315>
 120. Magyar Élelmiszerkönyv (Codex Alimentarius Hungaricus), 2-211 számú irányelve a fűszerpaprika-őrleményről
 121. Magyar Élelmiszerkönyv (Codex Alimentarius Hungaricus), 2-108 számú irányelve a megkülönböztető minőségi jelöléssel ellátott fűszerpaprika-őrleményről

122. MAJCHER, M., JELEŃ, H. H. (2009): Comparison of suitability of SPME, SAFE and SDE methods for isolation of flavor compounds from extruded potato snacks, *Journal of Food Composition and Analysis*, 22, 606-612. p.
DOI: [http://dx.doi.org/ 10.1016/j.jfca.2008.11.006](http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2008.11.006)
123. MÁRKUS, F. (1989): A fűszerpaprika őrlemény tárolása alatt a minőségre ható tényezők vizsgálata, Diplomadolgozat, Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem, Budapest
124. MÁRKUS, F. (1996): A fűszerpaprika-őrlemény gyártásának technológiája. 76-90. pp. In: SZENES E. (Szerk.): *Fűszerpaprika-őrlemény gyártása kisüzemben. Étélizesítők. Hidegen sajtolt olajok*. Budapest: Integra-Projekt, 220 p.
125. MÁRKUS, F., DAOOD, H. G., KAPITÁNY, J., BIACS, P. A. (1999): Change in the carotenoid and antioxidant content of spice red pepper (paprika) as a function of ripening and some technological factors, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 100-107. p.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/jf980485z>
126. MÁRKUS F., KAPITÁNY, J. (2001): A fűszerpaprika termesztése és feldolgozása, Budapest: Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, 112 p.
127. MARSILI, R. (2002): Flavor, fragrance and odor analysis, New York: Marcel Dekker, 425 p.
128. MÁRTONFFY, B. (2002): Paprika: Hajtatott, szabadföldi és fűszerpaprika. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 121 p.
129. MATEO, J., AGUIRREZÁBAL, M., DOMÍNGUEZ, C., ZUMALACÁRREGUI, J. M. (1997): Volatile Compounds in Spanish Paprika, *Journal of Food Composition and Analysis*, 10, 225-232. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1006/jfca.1997.0535>
130. MAZIDA, M. M., SALLEH, M. M., OSMAN, H. (2005): Analysis of volatile aroma compounds of fresh chilli (*Capsicum annum*) during stages of maturity using solid phase microextraction (SPME), *Journal of Food Composition and Analysis*, 18, 427-437. p.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2004.02.001>
131. MERENÁNÉ BARNA, Sz. (2005): A fűszerpaprika mikrobiológiai minősítése, Diplomadolgozat, Budapesti Corvinus Egyetem, 69 p.
132. MONTEVECCHI, G., SIMONE, G. V., MASINO, F., BIGNAMI, C., ANTONELLI, A. (2012): Physical and chemical characterization of *Pescabivona*, a Sicilian white flesh peach cultivar [*Prunus persica* (L.) Batsch], *Food Research International*, 45, 123-131. p.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2011.10.019>
133. MORENO, E., FITA, A., GONZÁLEZ-MAS, M. C., RODRÍGUEZ-BURRUEZO, A. (2012): HS-SPME study of the volatile fraction of *Capsicum* accessions and hybrids in different parts of the fruit, *Scientia Horticulturae*, 135, 87-97. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2011.12.001>
134. MSZ 9681-5:2002 A fűszerpaprika-őrlemény vizsgálata. 5. rész: Az összes színezéktartalom meghatározása

135. MSZ EN ISO 7540:2010 Fűszerpaprika-őrlemény (*Capsicum annuum* L.). Előírások (ISO 7540:2006)
136. NAGY, J. (1996): A fűszerpaprika-őrlemény előállításának mikrobiológiai alapjai. 61-76. p. In: SZENES E. (Szerk.): *Fűszerpaprika-őrlemény gyártása kisüzemben. Étélvezesítő. Hidegen sajtolt olajok*. Budapest: Integra-Projekt, 220 p.
137. NASI, A., FERRANTI, P., AMATO, S., CHIANESE, L. (2008). Identification of free and bound volatile compounds as typicalness and authenticity markers of non-aromatic grapes and wines through a combined use of mass spectrometric techniques, *Food Chemistry*, 110, 762-768. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.03.001>
138. NGASSOUM, M. B., OUSMAILA, H., NGAMO, L. T., MAPONMETSEM, P. M., JIROVETZ, L., BUCHBAUER, G. (2004): Aroma compounds of essential oils of two varieties of the spice plant *Ocimum canum* Sims from northern Cameroon, *Journal of Food Composition and Analysis*, 17, 197-204. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2003.08.002>
139. NING, L., FU-PING, Z., HAI-TAO, C., SI-YUAN, L., CHEN, G., ZHEN-YANG, S., BAO-GUO, S. (2011): Identification of volatile components in Chinese Sinkiang fermented camel milk using SAFE, SDE, and HS-SPME-GC/MS, *Food Chemistry*, 129, 1242-1252. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.03.115>
140. NUNES, C., COIMBRA, M. A., SARAIVA, J., ROCHA, S. M. (2008): Study of the volatile components of a candied plum and estimation of their contribution to the aroma, *Food Chemistry*, 111, 897-905. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.05.003>
141. NURSTEN, H. (2005): The Maillard Reaction. Chemistry, Biochemistry and Implications. Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 62-90. p.
142. OKOS, M., CSORBA, T., SZABAD, J. (1990): The effect of paprika seed on the stability of the red colour of ground paprika, *Acta Alimentaria*, 19, 79-86. p.
143. ORELLANA-PAUCAR, A. M., SERRUYS, A-S. K., AFRIKANOVA, T., MAES, J., DE BORGGRAEVE, W., ALEN, J., LEÓN-TAMARIZ, F., WILCHES-ARIZÁBALA, I. M., CRAWFORD, A. D., DE WITTE, P. A. M., ESGUERRA, C. V. (2012): Anticonvulsant activity of bisabolene sesquiterpenoids of *Curcuma longa* in zebrafish and mouse seizure models, *Epilepsy and Behavior*, 24, 14-22. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.yebeh.2012.02.020>
144. OSUNA-GARCIA, J. A., WALL, M. M., WADDELL, C. A. (1997): Natural Antioxidants for Preventing Color Loss in Stored Paprika, *Journal of Food Science*, 62, 1017-1021. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.1997.tb15027.x>
145. PÉREZ-GÁLVEZ, A., HORNERO-MÉNDEZ, D., MÍNGUEZ-MOSQUERA, M.I. (2005): Dependence of carotenoid content and temperature-time regimes during the traditional slow drying of red pepper for paprika production at La Vera county, *European Food Research and Technology*, 221, 645-652. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00217-005-0074-2>
146. PERVA-UZUNALIĆ, A., ŠKERGET, M., WEINREICH, B., KNEZ, Ž. (2004): Extraction of chilli pepper (var. Byedige) with supercritical CO₂: Effect of pressure and temperature on

- capsaicinoid and colour extraction efficiency, *Food Chemistry*, 87, 51-58. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.10.016>
147. PILLONEL L., BOSSET J. O., TABACCHI R. (2002): Rapid Preconcentration and Enrichment Techniques for the Analysis of Food Volatile. A Review, *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 35, 1-14. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1006/fstl.2001.0804>
 148. PINO, J., SAURI-DUCH, E., MARBOT, R. (2006): Changes in volatile compounds of Habanero chile pepper (*Capsicum chinense* Jack. cv. Habanero) at two ripening stages, *Food Chemistry*, 94, 394-398. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.11.040>
 149. PINO, J., GONZÁLEZ, M., CEBALLOS, L., CENTURIÓN-YAH, A. R., TRUJILLO-AGUIRRE, J., LATOURNERIE-MORENO, L., SAURI-DUCH, E. (2007): Characterization of total capsaicinoids, colour and volatile compounds of Habanero chilli pepper (*Capsicum chinense* Jack.) cultivars grown in Yucatan, *Food Chemistry*, 104, 1682-1686. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.12.067>
 150. PINO, J., FUENTES, V., BARRIOS, O. (2011): Volatile constituents of Cachucha peppers (*Capsicum chinense* Jacq.) grown in Cuba, *Food Chemistry*, 125, 860-864. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.08.073>
 151. PINO, J.A., FEBLES, Y. (2013): Odour-active compounds in banana fruit cv. Giant Cavendish, *Food Chemistry*, 141, 795-801. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.03.064>
 152. PONTES, M., MARQUES, J.C., CÂMARA, J.S. (2009): Headspace solid-phase microextraction-gas chromatography-quadrupole mass spectrometric methodology for the establishment of the volatile composition of *Passiflora* fruit species, *Microchemical Journal*, 93, 1-11. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.microc.2009.03.010>
 153. PROSEN, H., KOKALJ, M., JANEŠ, D., KREFT, S. (2010): Comparison of isolation methods for the determination of buckwheat volatile compounds, *Food Chemistry*, 121, 298-306. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.12.014>
 154. PRUTHI, J.S. (2003): Chemistry and quality control of *Capsicum* and *Capsicum* products, 25-70. p. In: *Capsicum. The genus Capsicum*, De, A. K. (ed.), Taylor & Francis Ltd., London, pp.
 155. RAJU, P. S., CHAUHAN, O. P., BAWA, A. S. (2010): Chili Flavor, 775-801. p. In: HUI, Y. H. (Szerk.): *Handbook of Fruit and Vegetable Flavors*. New Jersey: John Wiley & Sons, 1095 p.
 156. RAMAKRISHNAN, T. V., FRANCIS, F. J. (1973): Color and carotenoid changes in heated paprika, *Journal of Food Science*, 38, 25-28. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.1973.tb02767.x>
 157. RAMESH, M. N., WOLF, W., TEVINI, D., JUNG, G. (2001): Influence of processing parameters on the drying of spice paprika, *Journal of Food Engineering*, 49, 63-72. p. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00185-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00185-0)
 158. RAVISHANKAR, G. A., SURESH, B., GIRIDHAR, P., RAMACHANDRA RAO, S., SUDHAKAR JOHNSON, T. (2003): Biotechnological studies on *Capsicum* for metabolite

- production and plant improvement. 96-128. p. In: De, A. K. (Szerk.): *Capsicum. The genus Capsicum*, London: Taylor & Francis, 275 p.
159. REINECCIUS, G. (2006): *Flavor Chemistry and Technology*, Boca Raton: Taylor & Francis Group, 465 p.
 160. RODRIGUEZ-URIBE, L., GUZMAN, I., RAJAPAKSE, W., RICHINS, R. D., O'CONNELL, M. A. (2012): Carotenoid accumulation in orange-pigmented *Capsicum annuum* fruit, regulated at multiple levels, *Journal of Experimental Botany*, 63, 517-526. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/jxb/err302>
 161. ROBERTS, D., BREVARD, H. (2001): Isolation and Concentration of Aroma Compounds, G1.2, In: Wrolstad, R.E. (Szerk.): *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, Chichester: John Wiley & Sons
 162. ROMAGNOLI, B., MENNA, V., GRUPPIONI, N., BERGAMINI, C. (2007): Aflatoxins in spices, aromatic herbs, herb-teas and medicinal plants marketed in Italy, *Food Control*, 18, 697-701. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2006.02.020>
 163. ROMEO, V., ZIINO, M., GIUFFRIDA, D., CONDURSO, C., VERZERA, A. (2007): Flavour profile of capers (*Capparis spinosa* L.) from the Eolian Archipelago by HS-SPME/GC-MS, *Food Chemistry*, 101, 1272-1278. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.12.029>
 164. ROWE, D. (2005): *Chemistry and Technology of Flavors and Fragrances*, Oxford: Blackwell Publishing, 336 p.
 165. SÁNCHEZ-PALOMO, E., DÍAZ-MAROTO, M. C., PÉREZ-COELLO, M. S. (2005): Rapid determination of volatile compounds in grapes by HS-SPME coupled with GC-MS, *Talanta*, 66, 1152-1157. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.talanta.2005.01.015>
 166. SASIKUMAR, B. (2001): Turmeric, 297-310. p. In: PETER, K. V. (Szerk.): *Handbook of herbs and spices*, Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 319 p.
 167. SCHIEBERLE, P., ENGEL, W. (2002): Characterization of novel, sulfur-containing Maillard flavor compounds, *International Congress Series*, 1245, 229-233. p. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0531-5131\(02\)00926-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0531-5131(02)00926-3)
 168. SCHNÜRER, J., OLSSON, J., BÖRJESSON, T. (1999): Fungal Volatiles as Indicators of Food and Feeds Spoilage. Review, *Fungal Genetics and Biology*, 27, 209-217. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1006/fgbi.1999.1139>
 169. SERVILI, M., SELVAGGINI, R., TATICCHI, A., BEGLIOMINI, A. L., MONTEDORO, G. F. (2000): Relationships between the volatile compounds evaluated by solid phase microextraction and the thermal treatment of tomato juice: optimization of the blanching parameters, *Food Chemistry*, 71, 407-415. p. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00187-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00187-4)
 170. SHASTRI, M. H., DEV, S. (1992): Studies in sesquiterpenes – LX, Reversion of longipinane to himachalane system: revision of structure of isocentdarol, *Tetrahedron*, 23, 4905-4918. p. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0040-4020\(01\)81583-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0040-4020(01)81583-0)

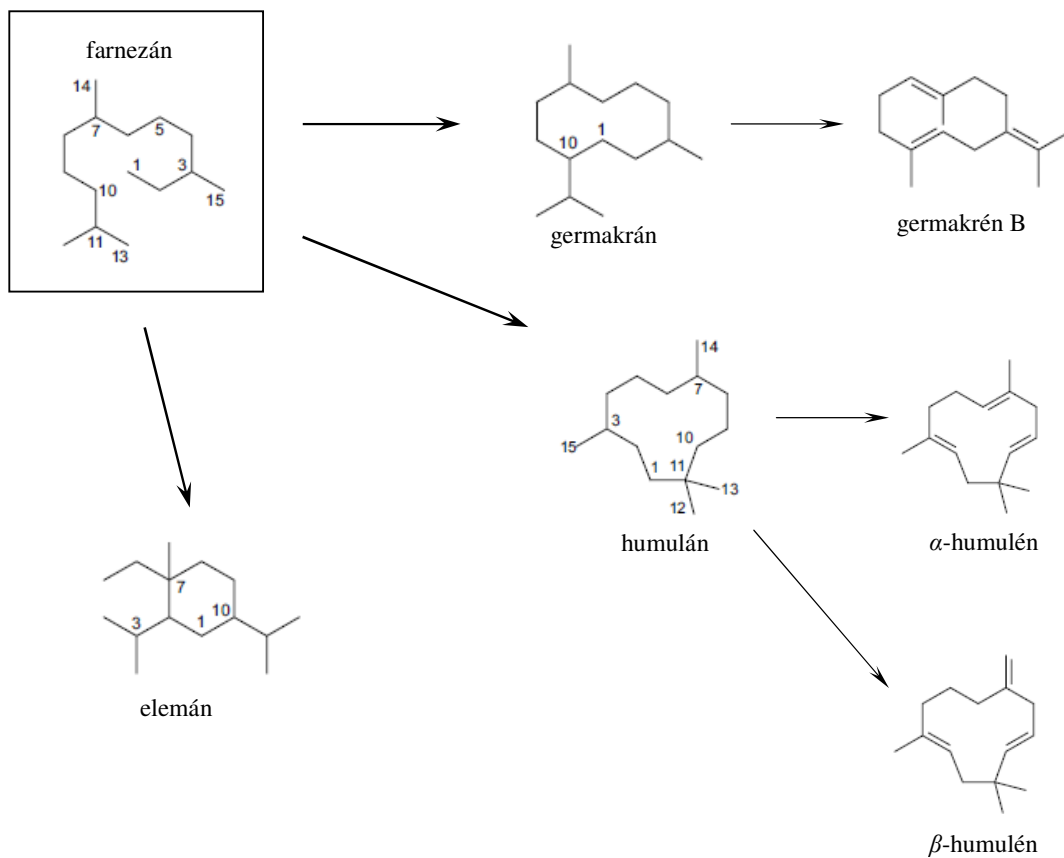
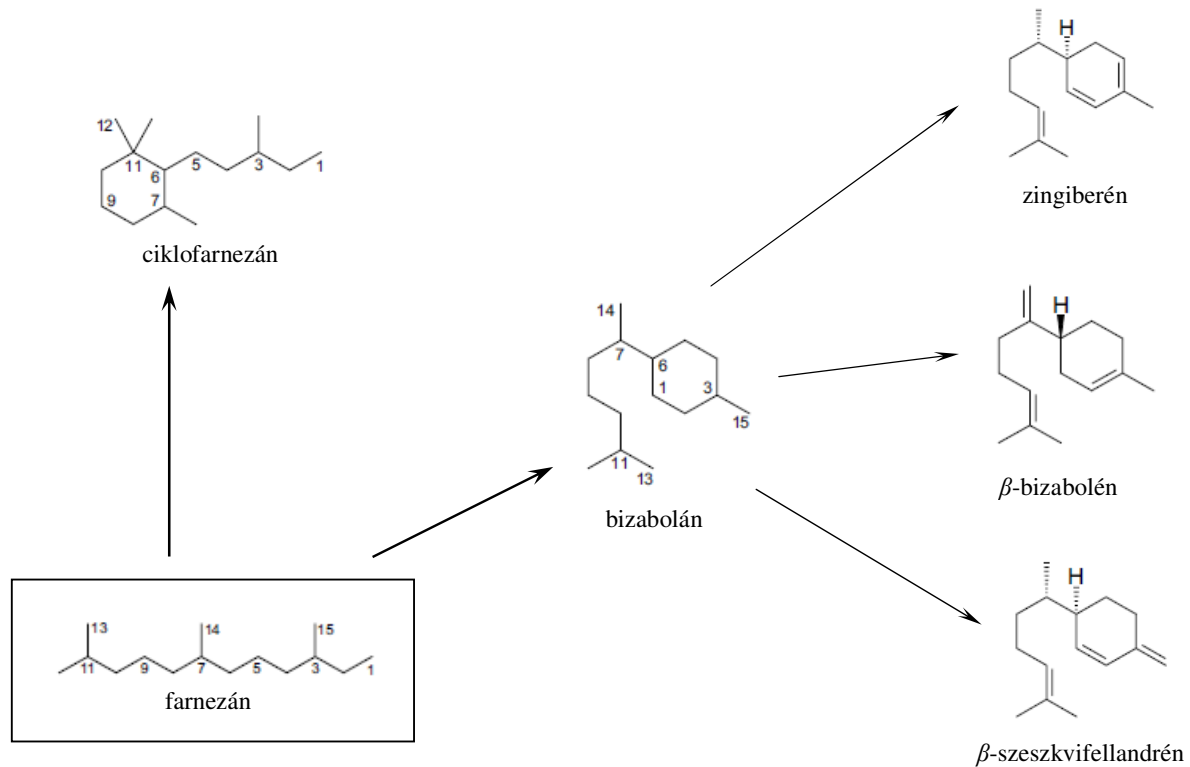
171. SINGH, G., KAPOOR, I. P. S., SINGH, P., de HELUANI, C. S., DE LAMPASONA, M. P., CATALAN, C. A. N. (2010): Comparative study of chemical composition and antioxidant activity of fresh and dry rhizomes of turmeric (*Curcuma longa* Linn.), *Food and Chemical Toxicology*, 48, 1026-1031. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2010.01.015>
172. SOMOGYI, N. (2002): Fűszerpaprika francia Baszkföldön. *Kertészet és Szőlészet*, 51 (4) 17-19. p.
173. SOMOGYI, N., MOÓR, A., PÉK, M. (2003): The preservation and production of *Capsicum* in Hungary. 144-163. p. In: De, A. K. (Szerk.): *Capsicum. The genus Capsicum*, London: Taylor & Francis, 275 p.
174. SOMOGYI, N. (2006): A magyar paprikatermesztés helye a világban. 198-214. p. In: ZATYKÓ, L.-MÁRKUS, F. (Szerk.): *Étkezési és fűszerpaprika termesztése*. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 242 p.
175. SOMOGYI, N. (2010): Hibrid fűszerpaprika nemesítés és hajtatásos termesztéstechnológia, Doktori (PhD) értekezés, Pannon Egyetem, Növénytermesztési és Kertészeti Tudományok Doktori Iskola, 166 p.
176. STASHENKO, E. E., MARTÍNEZ, J. R. (2007): Sampling volatile compounds from natural products with headspace/solid-phase micro-extraction, Review, *Journal of Biochemical and Biophysical Methods*, 70, 235-242. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbbm.2006.08.011>
177. SZAMOSI, Cs. (2009): Tradicionális sárga- és görögdinnyék különleges értékei, Doktori (PhD) értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Doktori Iskola, 266 p.
178. SZEITZNÉ SZABÓ, M. (2007): A táplálékláncba került mikotoxinok populációs szintű egészségkockázatának elemzése, különös tekintettel a hazai forgalmazású paprika aflatoxin és ochratoxin tartalmára, Doktori (PhD) értekezés, Kaposvári Egyetem
179. SZÚCS, K. (1975): A fűszerpaprika termesztése és feldolgozása. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 281 p.
180. TAMBORRA, P., ESTI, M. (2010): Authenticity markers in *Aglianico*, *Uva di Troia*, *Negroamaro* and *Primitivo* grapes, *Analytica Chimica Acta*, 660, 221-226. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aca.2009.11.014>
181. THE PHEROBASE. Database of pheromones and semiochemicals (2010) <http://www.pherobase.com>
182. TOLNAY, P. (2013): Élelmiszerek és élelmiszer nyersanyagok beltartalmi összetétele, saját szerkesztésű adatbázis
183. TOPUZ, A. (2008): A novel approach for color degradation kinetics of paprika as a function of water activity, *LWT - Food Science and Technology*, 41, 1672-1677. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2007.10.004>
184. TOPUZ, A., OZDEMIR, F. (2007): Assessment of carotenoids, capsaicinoids and ascorbic acid composition of some selected pepper cultivars (*Capsicum annuum* L.) grown in Turkey, *Journal of Food Composition and Analysis*, 20, 596-602. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2007.03.007>

185. TÓTH, E. (2000): *Capsicum annuum* L. Paprika, 226-227. p. In: BERNÁTH, J. (Szerk.): *Gyógy- és aromanövények*, Budapest: Mezőgazda Kiadó, 667 p.
186. TÜSKE, Cs. (1986): Fűszerpaprika őrlemény minőségének változása a tárolás függvényében, Diplomadolgozat, Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem, Budapest
187. ULRICH, D., HOBERG, E., RAPP, A., KECKE, S. (1997): Analysis of strawberry flavour – discrimination of aroma types by quantification of volatile compounds, *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung*, 205, 218-223. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s002170050154>
188. VALLONE, S., SIVERTSEN, H., ANTHON, G. E., BARRETT, G. M., MITCHAM, E. J., EBELER, S. E., ZAKHAROV, F. (2013): An integrated approach for flavour quality evaluation in muskmelon (*Cucumis melo* L. *reticulatus* group) during ripening, *Food Chemistry*, 139, 171-183. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.12.042>
189. VAN BOEKEL, M.A.J.S. (2006): Formation of flavour compounds in the Maillard reaction, *Biotechnology Advances*, 24, 230-233. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biotechadv.2005.11.004>
190. VAN DEN DOOL, H., KRATZ, P.D. (1963): A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography, *Journal of Chromatography*, 11, 463-471. p. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0021-9673\(01\)80947-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0021-9673(01)80947-X)
191. VAN RUTH, S. M., ROOZEN, J. P. (1994): Gas chromatography/sniffing port analysis and sensory evaluation of commercially dried bell peppers (*Capsicum annuum*) after rehydration, *Food Chemistry*, 51, 165-170. p. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0308-8146\(94\)90251-8](http://dx.doi.org/10.1016/0308-8146(94)90251-8)
192. VAN RUTH, S., BOSCAINI, E., MAYR, D., PUGH, J., POSTHUMUS, M. (2003): Evaluation of three gas chromatography and two direct mass spectrometry techniques for aroma analysis of dried red bell peppers, *International Journal of Mass Spectrometry*, 223-224, 55-65. p. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S1387-3806\(02\)00780-7](http://dx.doi.org/10.1016/S1387-3806(02)00780-7)
193. VARANKA, M. (2011): Védetté vált a szegedi paprika, *Mezőhír*, 1, 107-109. p.
194. VARGA, A. (2006): A TRPV1 kapszaicin receptor farmakológiai vizsgálata, Doktori (PhD) értekezés, Pécsi Tudományegyetem, Elméleti Orvostudományok Doktori Iskola, 91 p.
195. VÁRSZEGI, Zs. (1987): A fűszerpaprika őrlemény paramétereinek hatása az őrlemény tárolhatóságára, Diplomadolgozat, Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem, Budapest
196. VEGA-GÁLVEZ, A., LEMUS-MONDACA, R., BILBAO-SÁINZ, C., FITO, P., ANDRÉS, A. (2008): Effect of air drying temperature on the quality of rehydrated dried red bell pepper (var. Lamuyo), *Journal of Food Engineering*, 85, 42-50. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.06.032>
197. VÉKONY, J. (1988): A fűszerpaprika aromaanyagainak vizsgálata gázkromatográfiával, Diplomadolgozat, Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem, Budapest
198. VENS KUTONIS, P. R. (1997): Effect of drying on the volatile constituents of thyme (*Thymus vulgaris* L.) and sage (*Salvia officinalis* L.), *Food Chemistry*, 59, 219-227. p. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146\(96\)00242-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146(96)00242-7)

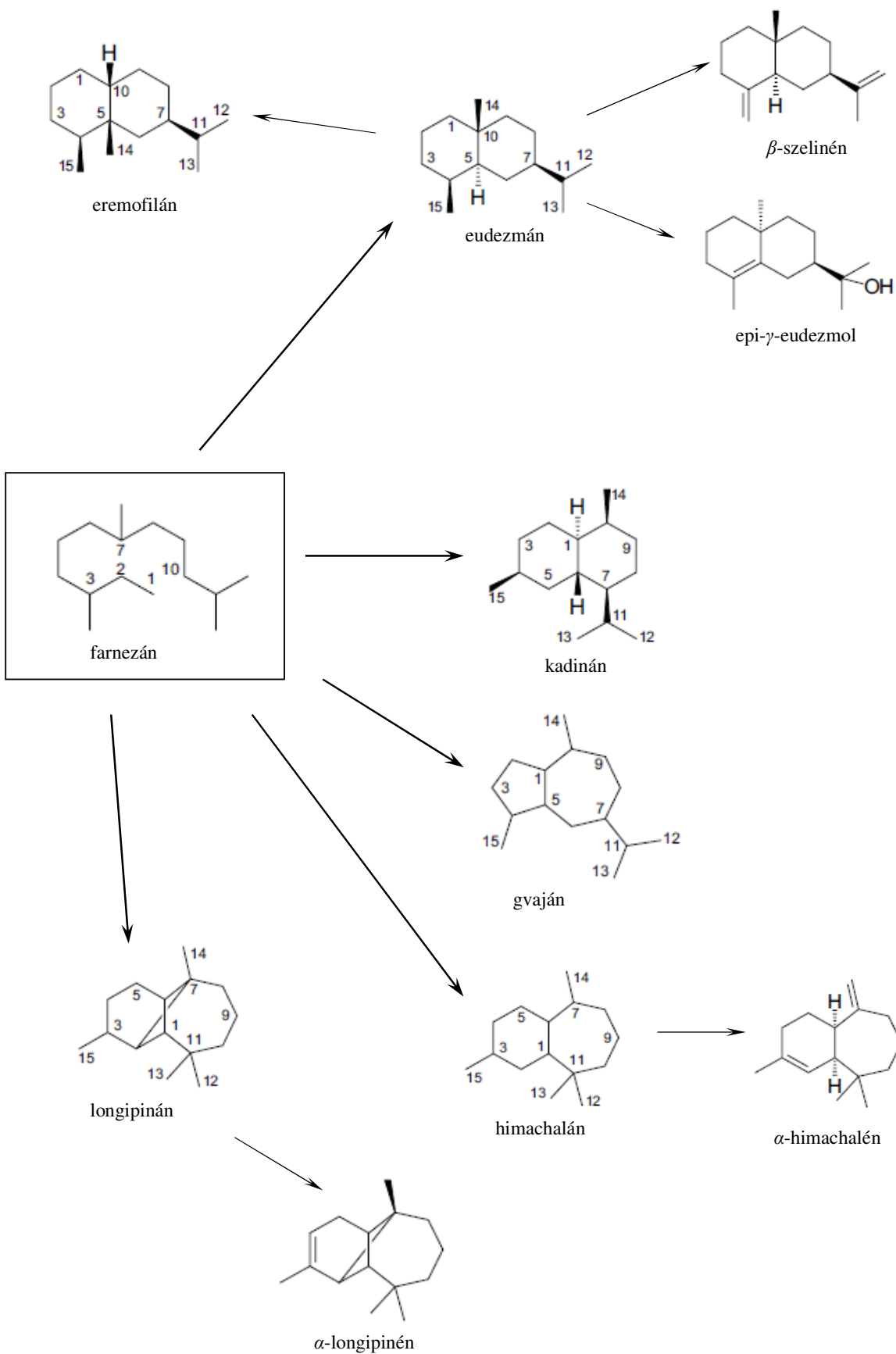
199. VICHI, S., GUADAYOL, J. M., CAIXACH, J., LÓPEZ-TAMAMES, E., BUXADERAS, S. (2007): Comparative study of different extraction techniques for the analysis of virgin olive oil aroma, *Food Chemistry*, 105, 1171-1178. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.02.018>
200. WANG, Y., YANG, C., LI, S., YANG, L., WANG, Y., ZHAO, J., JIANG, Q. (2009): Volatile characteristics of 50 peaches and nectarines evaluated by HP-SPME with GC-MS, *Food Chemistry*, 116, 356-364. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.02.004>
201. WELDEGERGIS, B. T., CROUCH, A. M., GÓRECKI, T., DE VILLIERS, A. (2011). Solid phase extraction in combination with comprehensive two-dimensional gas chromatography coupled to time-of-flight mass spectrometry for the detailed investigation of volatiles in South African red wines, *Analytica Chimica Acta*, 701, 98-111. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aca.2011.06.006>
202. WU, C-M., LIOU, S-E. (1986): Effect of tissue disruption on volatile constituents of bell peppers, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 34, 770-772. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/jf00070a044>
203. YANG, Z., BALDERMANN, S., WATANABE, N. (2013): Recent studies of the volatile compounds in tea, Review, *Food Research International*, 53, 585-599. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2013.02.011>
204. YU, Q., BI-JUN, X., YAN, Z., HAI-YAN, Z., SI-YI, P. (2007): Study on Aroma Components in Fruit From Three Different Satsuma Mandarin Varieties, *Agricultural Sciences in China*, 12, 1487-1493. p. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S1671-2927\(08\)60012-7](http://dx.doi.org/10.1016/S1671-2927(08)60012-7)
205. ZATYKÓ, L. (1993): Paprika. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 174 p.
206. ZIMMERMANN, M., SCHIEBERLE, P. (2000): Important odorants of sweet bell pepper powder (*Capsicum annuum* cv. *annuum*): differences between samples of Hungarian and Moroccan origin, *European Food Research and Technology*, 211, 175-180. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s002170050019>
207. ZINEDINE, A., MAÑES, J. (2009): Occurrence and legislation of mycotoxins in food and feed from Morocco, *Food Control*, 20, 334-344. p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2008.07.002>

MELLÉKLETEK

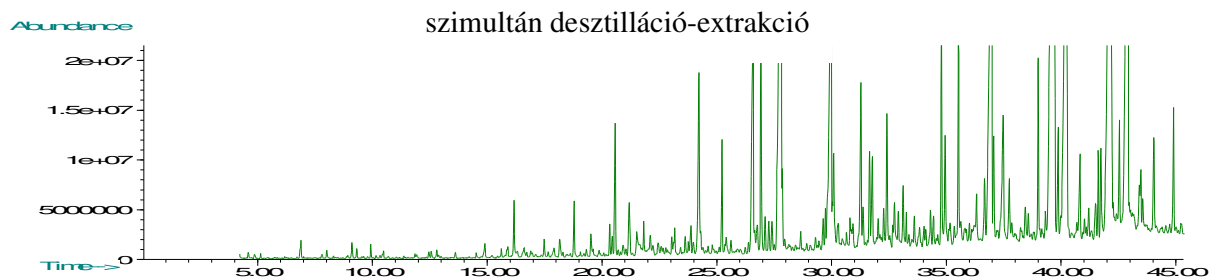
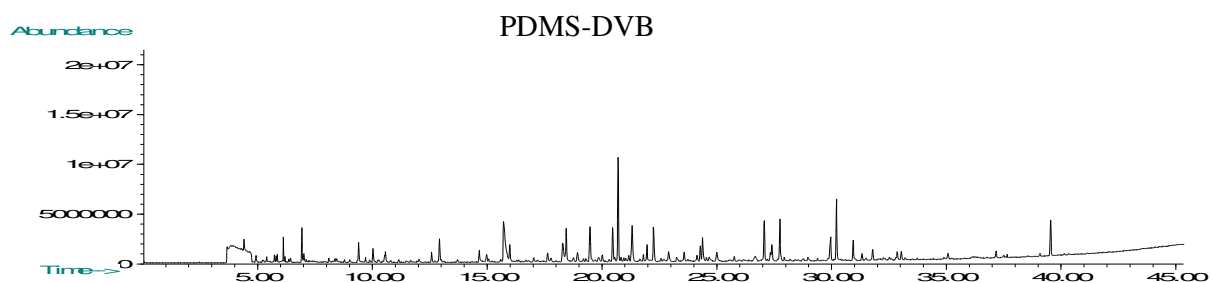
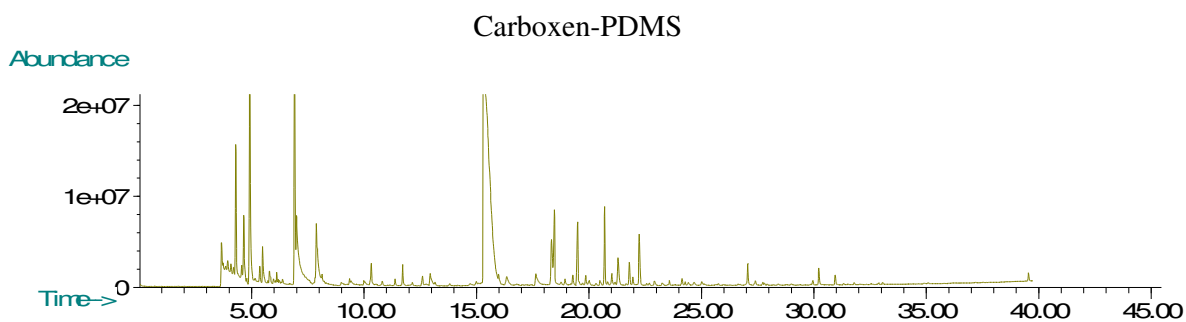
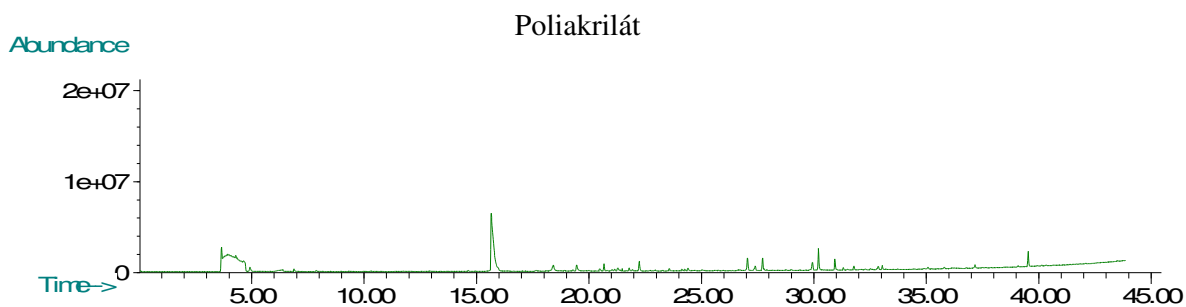
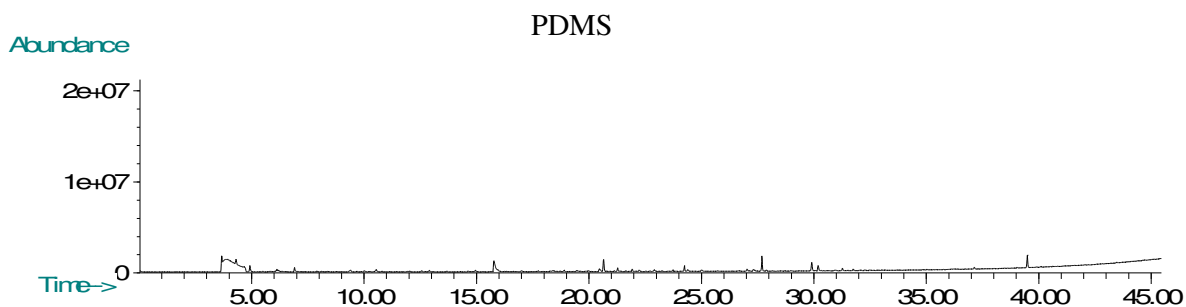
M1 A farnezán alapváz és néhány monociklusos szeszkviterpén származéka



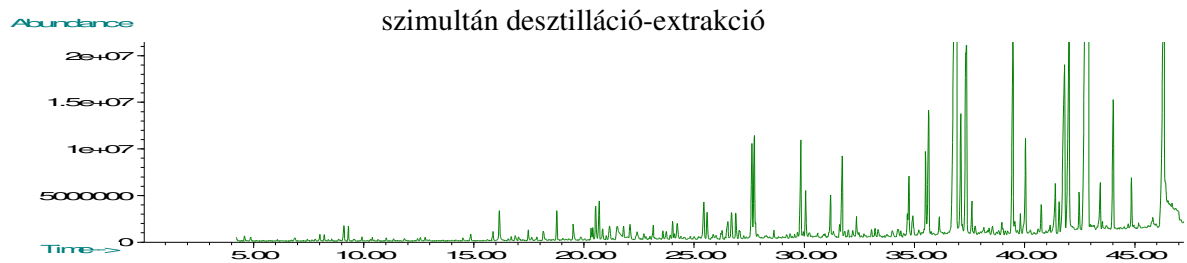
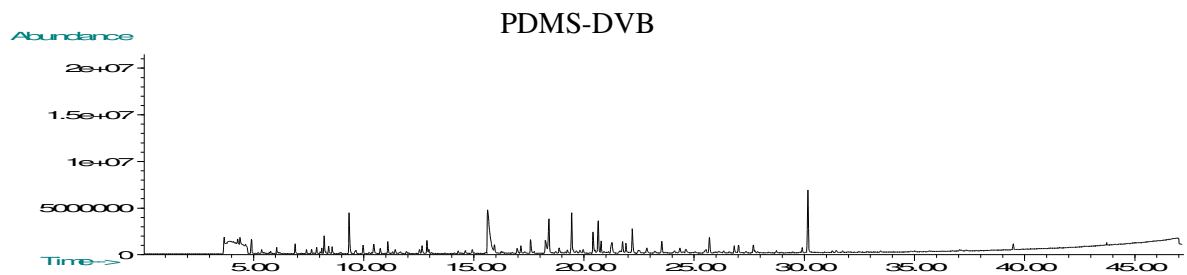
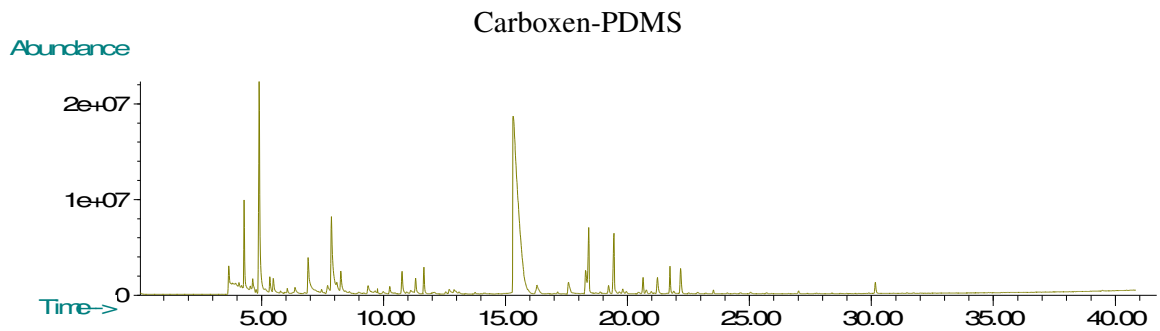
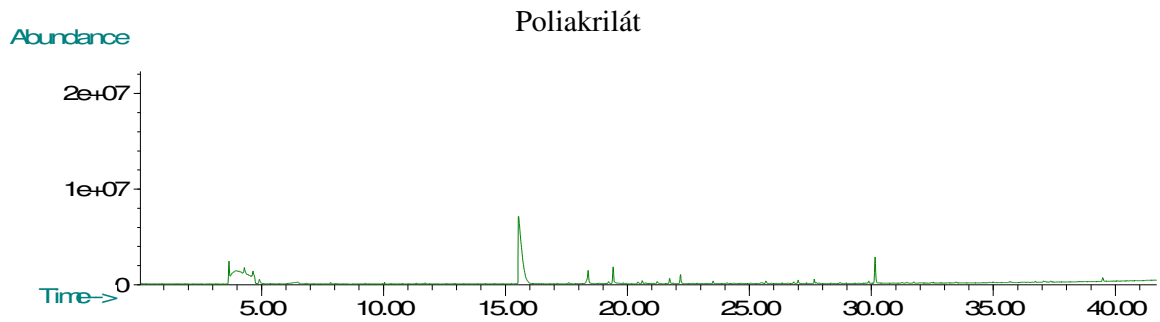
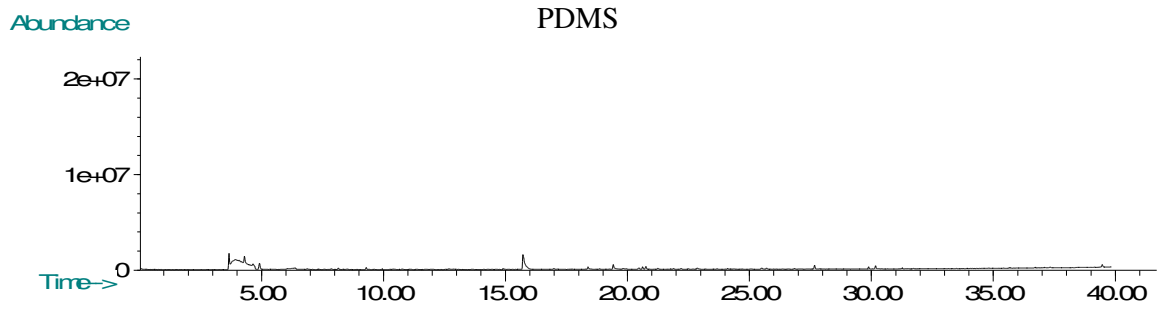
M2 A farnezin alapváz és néhány policiklusos szeszkviterpén származéka



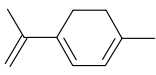
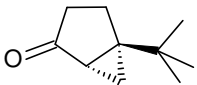
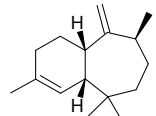

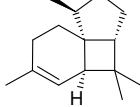
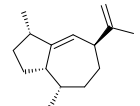
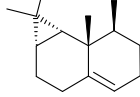
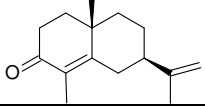
M3 A spanyol csípős örlemény kromatogramjai különböző mintaelőkészítési eljárásokat alkalmazva



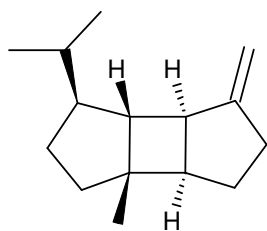
M4 A spanyol édes őrlemény kromatogramjai különböző mintaelőkészítési eljárásokat alkalmazva



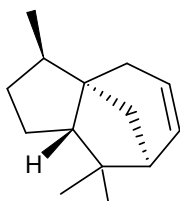
M5 A magyar fűszerpaprika féltermékekben azonosított egyedi terpén komponensek

PTRI	Komponens	Terület %	Képlet
Szegedi F-03			
1433	1,3,8-para-mentatrién	0,03	
1716	5-(1'-1'-dimetiletil)biciklo[3.1.0]hexan-2-on	0,04	
Szegedi 178			
1665	α -himachalén	0,39	
1757	9,10-dehidro-izolongifolén	0,13	
2213	italicén	0,14	
Remény			
1716	γ -gurjunén	0,02	
2184	kalarén (β -gurjunén)	0,17	
2333	α -ciperon	0,11	

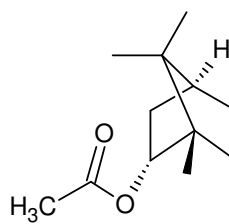
M6 A török paprika termékek egyedi terpén illatkomponensei



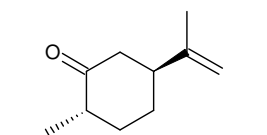
β -bourbonén



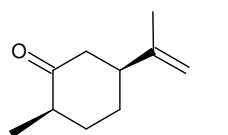
α -cedrén



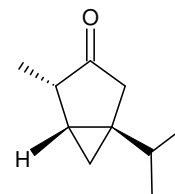
bornil-acetát



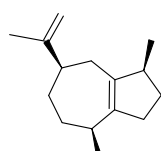
transz-dihidrokarvon



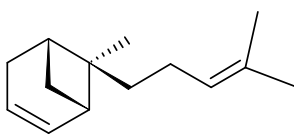
cisz-dihidrokarvon



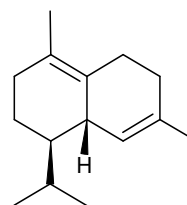
β -tujon



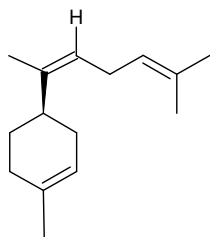
α -gvajén



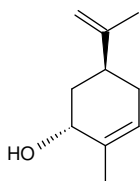
α -bergamotén



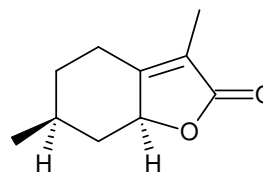
δ -kadinén



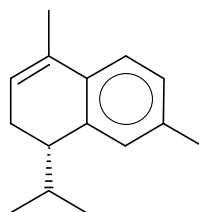
cisz- α -bizabolén



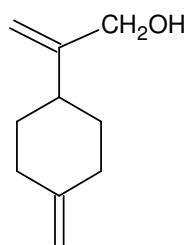
transz-(+)-karveol



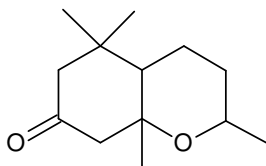
menta furanon 1



α -kalakorén

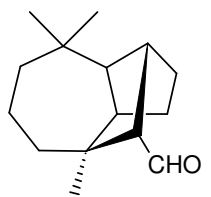


p-menta-1(7),8(10)-dien-9-ol

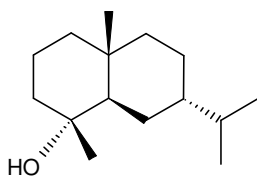


1,3,7,7-tetrametil-9-oxo-2-oxabiciklo[4.4.0]dekán

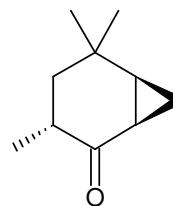
M6 (folytatás) A török paprika termékek egyedi terpén illatkomponensei



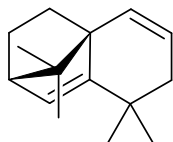
longifolénaldehid



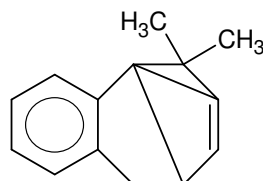
(±)-7-epi-amiteol



3,5,5-trimetil-biciklo[4.1.0]heptan-2-on

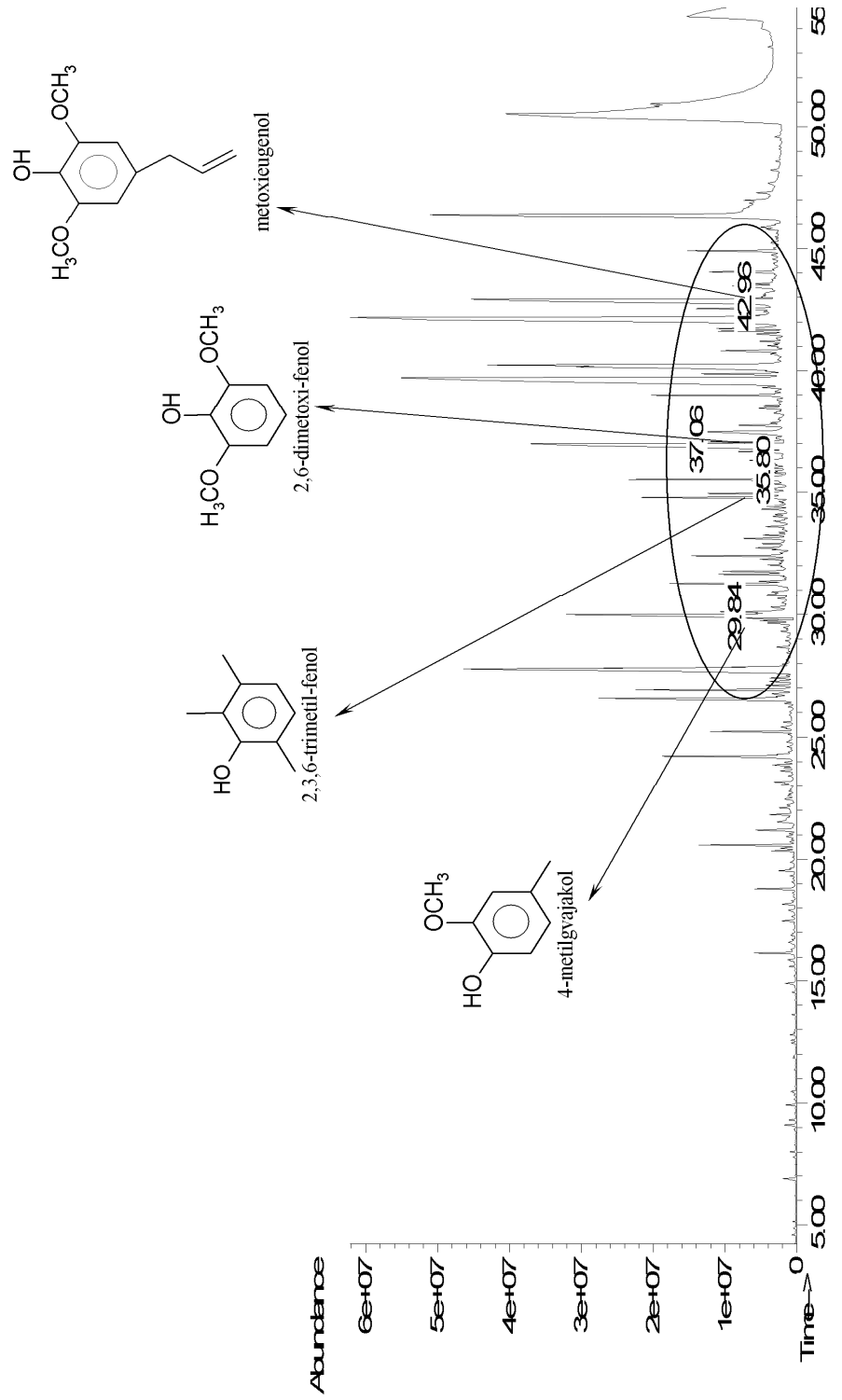


8,9-dehidro-neoizolongifolén



1,2-dimetil-3,4-benzotriciklo[3.3.0.0(7,8)]oktén

M7 Néhány „füstös” illat kialakításáért felelős aromakomponens megjelenése a spanyol csípős örlemény kromatogramján



Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném kifejezni köszönetemet

témavezetőmnek, **Dr. Korány Kornélnak** kutatómunkám során nyújtott szakmai segítségéért és iránymutatásáért, hasznos tanácsaiért

az Élelmiszerkémiai és Táplálkozástudományi Tanszék valamennyi dolgozójának, **kollégáimnak** támogatásukért

a Fűszerpaprika Kutató-Fejlesztő Nonprofit Közhasznú Kft. szegedi Kutatási Osztályának és Dr. Szamosi Csabának a fűszerpaprika mintákért

dolgozatom **opponenseinek**: Dr. Szalai Lajosnak és Dr. Szamosi Csabának, valamint műhelyvitám résztvevőinek hasznos észrevételeikért, javaslataikért

Köszönet illeti családomat és barátaimat támogatásukért és biztatásukért

A táblázatokban használt rövidítések

CAR-PDMS	Carboxen-polidimetilsziloxán
Dist	vízgőzdesztilláció
F0-3	F0-3 paprikafajta
PA	poliakrilát
PDMS	polidimetilsziloxán
PDMS-DVB	polidimetilsziloxán-divinilbenzol
PTRI	programozott hőmérsékleti retenció index
RMNY	Remény fajta
SDE	szimultán desztilláció-extrakció
SZ-178	Szegedi 178 fajta
SZ-20	Szegedi 20 fajta
SZ-80	Szegedi 80 fajta

1. táblázat A szegedi különleges édes őrlemény illékony frakciójának összetevői különböző mintaelőkészítési módszereket alkalmazva

Aromakomponensek	Terület%											
	PDMS	SD	PA	SD	CAR-PDMS	SD	PDMS-DVB	SD	Dist	SD	SDE	SD
Terpének és származékaik	17,69		2,54		0,97		11,43		5,28		3,87	
<i>Monoterpének</i>	7,06				0,44		5,39		1,03		0,73	
α -pinén							0,16	0,01				
δ -3-karén							0,18	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00
2,6-dimetil-2,4,6-oktatrién							0,07	0,00				
dl-limonén							0,09	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00
α -terpinolén									0,02	0,00	0,01	0,00
cisz-linalool-oxid									0,04	0,01	0,06	0,00
α -ciklocitrál									0,01	0,00		
transz-linalool-oxid									0,01	0,00	0,03	0,00
bornilén									0,01	0,00	0,01	0,00
linalool							0,45	0,05	0,29	0,05	0,18	0,01
β -ciklocitrál	2,70	0,24					1,13	0,01	0,19	0,03	0,09	0,00
safranal	4,36	0,35	0,59	0,09	0,44	0,02	3,31	0,28	0,32	0,07	0,15	0,00
l- α -terpineol									0,10	0,02	0,10	0,00
nerol									0,02	0,00	0,04	0,00
cisz-m-menta-4,8-dién											0,04	0,00
<i>Szeszkviterpének</i>	2,42		-		0,07		1,26		0,51		0,31	
β -elemén	1,11	0,02			0,07	0,02	0,66	0,09	0,10	0,01	0,07	0,00
alloaromadendrén									0,03	0,01	0,02	0,00
δ -szelinén									0,01	0,00		
γ -szelinén							0,09	0,02	0,03	0,01	0,01	0,00
arisztolén	1,07	0,09					0,39	0,07	0,17	0,03	0,11	0,00
eremofilén	0,24	0,02					0,12	0,03	0,04	0,01	0,02	0,00
β -szelinén									0,03	0,01	0,02	0,00
α -szelinén									0,06	0,01	0,03	0,00
elemol									0,02	0,00	0,03	0,00
γ -eudezmozol									0,02	0,00		
<i>Egyéb terpénvegyületek</i>	8,21		1,95		0,46		4,78		3,74		2,83	
(E,E,Z)-2,4,6-oktatrién									0,01	0,00		
2,2,6-trimetil-ciklohexanon	0,99	0,11			0,40	0,03	1,32	0,04	0,03	0,01	0,02	0,00
3,4,4-trimetil-2-ciklopenten-1-on	0,26	0,02					0,44	0,01			0,01	0,00
β -homociklocitrál									0,05	0,01	0,02	0,00
β -damaszenon									0,10	0,02	0,06	0,00
dihidro- β -jonon	0,30	0,06					0,11	0,01	0,12	0,02		

1. táblázat A szegedi különleges édes örlemény illékony frakciójának összetevői különböző mintaelőkészítési módszereket alkalmazva

Aromakomponensek	Terület%											
	PDMS	SD	PA	SD	CAR-PDMS	SD	PDMS-DVB	SD	Dist	SD	SDE	SD
geranil aceton	3,56	0,30	1,16	0,07			1,74	0,08	1,35	0,24	0,87	0,00
β -jonon	3,10	0,30	0,79	0,07	0,06	0,01	1,17	0,07	1,23	0,21	0,86	0,01
dehidro- β -jonon									0,06	0,01	0,10	0,00
1,4béta-,5-trimetil-9-metilénbicyklo[3.3.1]nonan-2-on									0,04	0,01	0,05	0,00
hexahidrofarnesil aceton											0,05	0,00
megastigmatrienon											0,08	0,00
farnesilaceton									0,75	0,02	0,71	0,01
S- és N-tartalmú vegyületek	-		-		0,05		0,66		-		0,01	
2-etil-1H-izoidiol-1,3(2H)-ditiol											0,01	0,00
6-metil-1-benzotieno[2,3-c]kinolin							0,66	0,01				
tiazol					0,05	0,00						
S-tartalmú vegyületek	0,74		-		1,84		-		0,02		0,07	
dimetil-szulfid					1,70	0,28						
dimetil-diszulfid	0,19	0,01			0,05	0,00						
2-etil-tiofén					0,09	0,01						
2-etil-5-propiltiofén	0,55	0,05							0,02	0,00	0,07	0,00
N-tartalmú gyűrűs vegyületek	2,47		1,00		3,54		9,92		0,10		0,27	
6-metil-2-fenilindol							7,83	0,44				
1-metil-1H-pirrol	0,22	0,02	0,28	0,02	3,26	0,08	0,45	0,02	0,03	0,01	0,02	0,00
1-(3-metil-1H-pirazol-4-il)-etanon											0,01	0,00
metil-pirazin					0,05	0,00	0,03	0,00				
trimetil-pirazin							0,10	0,01				
tetrametil-pirazin	0,40	0,04					0,25	0,04			0,02	0,00
4-acetil-3-metilpirazol					0,16	0,01						
1-metil-2-pirrolidinon	0,77	0,06					0,50	0,01				
2-acetilpirrol	1,08	0,15	0,72	0,01	0,07	0,00	0,76	0,00			0,08	0,00
5-acetil-1,3-dihidro-4-metil-2H-benzimidazol-2-on									0,02	0,00	0,04	0,00
7-fenil-3,3,5-trimetil-1,2-dihidro-3H-pirazolo/3,4-d/piridazin-4(5H)-on									0,05	0,02	0,05	0,00
1H-indol											0,05	0,00
Nyílt láncú N-tartalmú vegyületek	-		-		4,05		-		-		-	
2-butánamin					4,05	0,05						
O-tartalmú gyűrűs vegyületek	4,28		2,43		6,37		5,23		0,36		2,40	
2-metil-furán					2,57	0,05	0,25	0,01				
3-metil-furán					1,21	0,02						
2-pentil-furán	0,97	0,10	0,10	0,01	0,44	0,01	1,86	0,04	0,05	0,01	0,02	0,00
dihidro-2-metil-3(2H)-furanon					0,15	0,01						

1. táblázat A szegedi különleges édes őrlemény illékony frakciójának összetevői különböző mintaelőkészítési módszereket alkalmazva

Aromakomponensek	Terület%												
	PDMS	SD	PA	SD	CAR-PDMS	SD	PDMS-DVB	SD	Dist	SD	SDE	SD	
2-furánkarbonitril					0,05	0,00							
3-furánkarboxaldehid					0,07	0,01							
2-furánkarboxaldehid					0,26	0,02			0,02	0,00	0,09	0,00	
2-acetilfurán	0,28	0,03			0,17	0,02	0,33	0,03			0,02	0,00	
4,5-dimetil-2-formilfurán									0,01	0,00	0,01	0,00	
5-metil-2-furánkarboxaldehid							0,29	0,02	0,01	0,00	0,06	0,00	
γ -valerolakton					0,21	0,02	0,51	0,02					
2-acetil-5-metilfurán							0,14	0,04					
γ -butirolakton			1,31	0,05	1,16	0,01	0,95	0,08					
2-furánmetanol					0,08	0,00							
γ -oktalakton							0,11	0,01					
γ -nonalakton											0,07	0,00	
dihidroaktinidiolid	3,03	0,26	1,02	0,05			0,79	0,07	0,26	0,03	2,13	0,01	
Nyílt láncú O-tartalmú vegyületek	-		0,81		-		-		-		0,01		
2-etoxi-propán			0,81	0,04									
2-metoxi-pentán											0,01	0,00	
Benzolgyűrűs vegyületek	1,88		-		0,35		3,38		0,64		0,94		
metil-benzol					0,29	0,01	0,11	0,01					
1,4-dimetil-benzol	0,29	0,02					0,30	0,04	0,04	0,01	0,02	0,00	
3,5-dimetil-fenol							0,24	0,01	0,01	0,00			
1,2,3-trimetil-benzol							0,09	0,04					
1,2,4-trimetil-benzol							0,24	0,09	0,01	0,00			
2,3-dihidro-1,1,4,5-tetrametil-1H-indén									0,02	0,00			
1-etil-2,3-dimetil-benzol							0,04	0,01					
4-etil-2,6-xilenol					0,03	0,00	0,12	0,01	0,01	0,00			
benzaldehyd	0,29	0,02					0,32	0,09	0,03	0,00	0,04	0,00	
4-metil-benzaldehyd							0,37	0,03	0,01	0,00	0,02	0,00	
benzocetaldehyd							0,18	0,09	0,04	0,01	0,10	0,00	
2,4-dimetil-benzaldehyd	0,88	0,09					0,71	0,06	0,16	0,03	0,11	0,00	
2,3-dimetil-benzaldehyd							0,10	0,04					
1-(3-metilfenil)-etanon									0,02	0,00	0,02	0,00	
1-(4-metilfenil)-etanon									0,01	0,00	0,01	0,00	
3,6-dimetil-2,3,3A,4,5,7A-hexahidrobenzofurán											0,03	0,00	
benzil-alkohol							0,24	0,00	0,02	0,01			
fenetil-alkohol							0,13	0,01			0,05	0,00	
butil-hidroxi-toluol									0,12	0,02	0,11	0,00	
2,6-bisz(1,1-dimetiletil)-4-metil-fenol	0,42	0,04			0,03	0,00	0,19	0,02					

1. táblázat A szegedi különleges édes őrlemény illékony frakciójának összetevői különböző mintaelőkészítési módszereket alkalmazva

Aromakomponensek	Terület%											
	PDMS	SD	PA	SD	CAR-PDMS	SD	PDMS-DVB	SD	Dist	SD	SDE	SD
2-metoxi-5-vinilfenol									0,08	0,01	0,43	0,00
Naftalinvázás vegyületek	-		-		-		0,13		0,05		0,13	
1,2,3,4-tetrahidro-5-metil-naftalin							0,08	0,02				
1,2,3,4-tetrahidro-6-metil-naftalin							0,05	0,01				
1,2,3,4-tetrahidro-1,1,6-trimetil-naftalin									0,02	0,01	0,01	0,00
1,2-dihidro-1,1,6-trimetil-naftalin									0,03	0,01	0,02	0,00
liguhodgsonal											0,10	0,00
Gyűrűs ketonok	0,75		-		0,18		1,06		0,01		0,02	
α -izoforon	0,40	0,04			0,10	0,00	0,36	0,03	0,01	0,00	0,01	0,00
2-ciklohexen-1-on							0,34	0,05				
4-ketoizoforon	0,35	0,04			0,08	0,01	0,36	0,01			0,01	0,00
Nyílt láncú alkoholok, aldehidek, ketonok	10,08		7,89		39,75		22,95		0,36		0,36	
acetaldehid					1,49	0,52						
propanal					0,92	0,16						
2-propanon (aceton)					5,31	0,14	4,13	0,04				
2-butanon					1,12	0,06						
2-metil-butanal	1,61	0,14			4,78	1,46	0,70	0,12			0,01	0,00
3-metil-butanal	2,47	0,16	3,01	0,08	13,51	0,69	2,87	0,32	0,04	0,01	0,01	0,00
2-metil-pentadienal					1,32	0,01						
3-metil-2-butanon					0,59	0,09						
2-butanol					0,92	0,07	0,20	0,03				
2-metil-1-propanol	0,24	0,02	0,41	0,06	0,50	0,01	0,26	0,01				
hexanal					2,17	0,06	0,64	0,01	0,05	0,01	0,02	0,00
(E)-3-penten-2-on					0,24	0,03						
5-nonen-2-on							0,07	0,03				
2-heptanon							0,11	0,02				
2-metil-1-butanol					0,65	0,30	0,29	0,04			0,01	0,00
3-metil-1-butanol			0,48	0,01	1,47	0,02	0,74	0,12			0,01	0,00
1-pentanol					0,37	0,01	0,14	0,01				
3-hidroxi-2-butanon					0,23	0,01	0,07	0,01				
3-hepten-2-on					0,06	0,00	0,19	0,01				
6-metil-5-hepten-2-on	0,60	0,05			0,38	0,02	1,56	0,12	0,02	0,00	0,01	0,00
1-hexanol					0,46	0,01	0,31	0,03			0,01	0,00
(Z)-3-hexen-1-ol					0,04	0,00						
(E)-2-oktenal									0,01	0,00	0,10	0,00
6-metil-hept-5-en-2-ol											0,01	0,00
3,5-oktadien-2-on							0,22	0,03				

1. táblázat A szegedi különleges édes örlemény illékony frakciójának összetevői különböző mintaelőkészítési módszereket alkalmazva

Aromakomponensek	Terület%												
	PDMS	SD	PA	SD	CAR-PDMS	SD	PDMS-DVB	SD	Dist	SD	SDE	SD	
2,3-butándiol	2,50	0,12	3,20	0,10	2,88	0,02	5,93	0,42					
(E)-2-nonenal									0,05	0,02	0,01	0,00	
3-hidroxi-2-butanon							0,94	0,05					
1,2-propándiol					0,05	0,01							
(E)-6-metil-3,5-heptadien-2-on	2,66	0,17	0,79	0,01	0,21	0,00	3,58	0,34	0,11	0,02	0,10	0,00	
(E,Z)-2,4-dekadienal									0,02	0,00	0,02	0,00	
(E,E)-2,4-dekadienal									0,06	0,00	0,04	0,00	
Észterek	29,70		20,40		5,11		15,48		85,60		76,44		
ecetsav-metil-észter	13,26	0,65	16,19	0,13			7,77	0,55					
ecetsav-etil-észter											0,01	0,00	
propánsav-metil-észter	0,62	0,06			1,43	0,15	0,28	0,02					
butánsav-metil-észter					0,92	0,23	0,11	0,00					
2-metil-butánsav-metil-észter	0,26	0,03			0,68	0,08	0,39	0,03					
3-metil-butánsav-metil-észter					0,52	0,00	0,14	0,00					
izoamil-acetát	0,35	0,03			0,34	0,01	0,55	0,00					
hexánsav-metil-észter	1,22	0,12	0,17	0,03	0,99	0,04	1,75	0,11	0,02	0,00	0,01	0,00	
ecetsav-hexil-észter							0,13	0,00					
heptánsav-metil-észter							0,15	0,00					
2-hidroxi-propánsav-metil-észter					0,19	0,00							
oktánsav-metil-észter	0,53	0,05			0,04	0,01	0,57	0,05	0,02	0,00	0,01	0,00	
dekánsav-metil-észter	0,53	0,04					0,21	0,03	0,02	0,00	0,02	0,00	
benzolecetsav-metil-észter							0,11	0,01			0,01	0,00	
2-hidroxi-benzoészter							0,18	0,04	0,02	0,00	0,02	0,00	
dodekánsav-metil-észter	2,85	0,24					0,71	0,07	0,92	0,13	0,46	0,00	
tridekánsav-metil-észter									0,02	0,00			
tetradekánsav-metil-észter	1,65	0,20	0,36	0,03			0,40	0,04	2,85	0,12	1,85	0,01	
metil-9-metiltetradekanoát									0,03	0,00	0,04	0,00	
pentadekánsav-metil-észter									0,14	0,01	0,12	0,00	
4-etoxi-benzoészter									0,01	0,00	0,06	0,00	
14-metil-pentadekánsav-metil-észter									0,05	0,00	0,05	0,00	
hexadekánsav-metil-észter	4,29	0,56	1,56	0,04			1,23	0,14	10,72	0,02	14,72	0,03	
(Z)-9-hexadecénsav-metil-észter									1,49	0,11	1,17	0,01	
hexadekánsav-etil-észter (etil-palmitát)									0,15	0,02	0,16	0,01	
hexadekadiénsav-metil-észter									0,05	0,01	0,06	0,00	
14-metil-hexadekánsav-metil-észter									0,09	0,01	0,09	0,00	
9,12-hexadekadiénsav-metil-észter									0,11	0,01	0,12	0,00	
heptadekánsav-metil-észter									0,28	0,02	0,24	0,00	

1. táblázat A szegedi különleges édes őrlemény illékony frakciójának összetevői különböző mintaelőkészítési módszereket alkalmazva

Aromakomponensek	Terület%												
	PDMS	SD	PA	SD	CAR-PDMS	SD	PDMS-DVB	SD	Dist	SD	SDE	SD	
16-metil-heptadekánsav-metil-észter									0,18	0,03			
oktadekánsav-metil-észter									2,64	0,23	2,10	0,01	
(Z)-9-oktadecénsav-metil-észter									12,88	0,50	10,71	0,07	
linolsav-metil-észter	4,14	0,56	2,12	0,06			0,80	0,20	47,01	0,83	39,01	0,10	
linolsav-etil-észter									0,45	0,06	0,56	0,01	
9,12,15-oktadekatriénsav-metil-észter									5,35	0,18	4,67	0,04	
9,12,15-oktadekatriénsav-etil-észter											0,08	0,00	
eikozánsav-metil-észter									0,10	0,01	0,09	0,00	
Nyílt láncú savak	12,75		38,69		24,15		11,11		5,65		12,66		
ecetsav	12,75	1,10	34,77	0,65	21,36	0,39	7,58	0,47			0,01	0,00	
propánsav			0,78	0,07	0,64	0,02							
2-metil-propánsav					0,62	0,00							
butánsav					0,15	0,00							
3-metil-butánsav			2,20	0,04	1,21	0,04	2,40	0,28					
hexánsav			0,94	0,03	0,17	0,02	1,13	0,06	0,06	0,01	0,35	0,01	
oktánsav									0,13	0,02	0,24	0,00	
nonánsav									0,02	0,00	0,05	0,00	
dekánsav									0,24	0,04	0,31	0,02	
linolsav									0,18	0,04	0,10	0,00	
dodekánsav									2,85	0,18	3,16	0,02	
tetradekánsav									2,17	1,58	2,80	0,04	
hexadekánsav											5,64	0,05	
Szénhidrogének	1,26		-		-		4,29		0,37		0,29		
metil-ciklohexán											0,08	0,00	
2,6-dimetil-oktán							0,19	0,00					
dekán							0,14	0,00					
3-metil-dekán							0,13	0,01					
1-decén							0,07	0,04					
2,2,5-trimetil-dekán							0,51	0,08					
3,8-dimetil-dekán							0,22	0,07					
3-metil-undekán							0,08	0,02					
dodekán	0,20	0,02					0,35	0,05	0,01	0,00			
3-metil-dodekán							0,11	0,04					
1-dodecén							0,11	0,00					
ciklododekán							0,16	0,01					
tridekán							0,63	0,05	0,02	0,01	0,01	0,00	
2-metil-tridekán							0,23	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	

1. táblázat A szegedi különleges édes örlemény illékony frakciójának összetevői különböző mintaelőkészítési módszereket alkalmazva

Aromakomponensek	Terület%											
	PDMS	SD	PA	SD	CAR-PDMS	SD	PDMS-DVB	SD	Dist	SD	SDE	SD
2-metil-tetradekán							0,11	0,03				
tetradekán	0,52	0,05					0,30	0,05	0,03	0,01	0,02	0,00
1,1-dimetil-3-metilén-ciklopentán							0,66	0,06				
pentadekán	0,54	0,06					0,29	0,04	0,08	0,01	0,04	0,00
2-metil-pentadekán											0,01	0,00
3-metil-pentadekán									0,02	0,00	0,01	0,00
2-metil-hexadekán									0,01	0,00	0,01	0,00
2,6,10,14-tetrametil-pentadekán									0,07	0,00	0,04	0,00
heptadekán									0,08	0,01	0,04	0,00
3-metil-heptadekán									0,02	0,00	0,02	0,00
Ismeretlen komponensek												
Szegedi-20(B)	1,31	0,19					0,46	0,02	0,24	0,04	0,49	0,00
Szegedi-20(C)									0,21	0,03	0,36	0,00
Szegedi-20(E)									0,16	0,01	0,39	0,00

2. táblázat A spanyol csipős örlemény illatkomponensei különböző mintaelőkészítési eljárásokat alkalmazva

*külföldi marker lehet

PTRI	Komponensek	Terület%									
		PDMS	SD	PA	SD	CAR-PDMS	SD	PDMS-DVB	SD	SDE	SD
	Terpének és származékaik	27,72		7,91		1,42		14,44		12,01	
	Monoterpének	5,03		1,12		0,82		6,58		1,06	
1033	α -pinén					0,11	0,01	0,08	0,01		
1118	δ -3-karén							0,13	0,01		
1121	izoterpinolén									0,01	0,00
1162	dl-limonén	1,56	0,13			0,45	0,02	1,40	0,11	0,03	0,00
1239	α -terpinolén									0,01	0,00
1384	timol							0,09	0,01		
1413	cisz-linalool-oxid									0,03	0,00
1445	transz-linalool-oxid									0,02	0,00
1511	bornilén									0,01	0,00
1524	linalool									0,21	0,02
1611	α -4-dimetil-3-ciklohexén-1-acetaldehid									0,03	0,00
1618	β -ciklocitrál	2,07	0,25	0,64	0,06			3,46	0,16	0,11	0,01
1643	safranal	1,40	0,22	0,48	0,04	0,26	0,02	1,51	0,10	0,14	0,02
1692	l- α -terpineol									0,09	0,01
2019	7,7-dimetilbicyclo[3.3.0]oktan-2-one*									0,37	0,04
	Szeszkviterpének	6,16		0,48		0,09		2,20		0,84	
1473	α -ilangén*							0,09	0,02		
1483	α -kopaén	0,65	0,10					0,37	0,03	0,03	0,00
1589	β -elemén	1,17	0,10					0,38	0,05	0,07	0,01
1599	transz-kariofillén	0,41	0,03							0,03	0,00
1680	γ -szelinén									0,03	0,00
1702	γ -himachalén*									0,04	0,00
1712	δ -gurjunén	0,41	0,04							0,08	0,01
1713	arisztolén							0,19	0,02		

2. táblázat A spanyol csipős örlemény illatkomponensei különböző mintaelőkészítési eljárásokat alkalmazva

PTRI	Komponensek	Terület%									
		PDMS	SD	PA	SD	CAR-PDMS	SD	PDMS-DVB	SD	SDE	SD
1724	eremofilén									0,06	0,01
1733	(+)-aromadendrén	3,52	0,58	0,48	0,02					0,17	0,02
1734	10s,11s-himachala-3(12),4-dién					0,09	0,01	1,17	0,08		
1736	β -szelinén									0,08	0,01
2043	nerolidol									0,16	0,03
2379	valerenol*									0,09	0,01
	Egyéb terpénvegyületek	16,53		6,31		0,51		5,66		10,11	
1283	2,2,6-trimetil-ciklohexanon	0,78	0,14			0,31	0,03	0,71	0,07	0,02	0,00
1617	β -homociklocitrál									0,04	0,01
1831	β -damaszcenon									0,17	0,01
1844	dihidro- β -jonon	0,39	0,06					0,18	0,01	0,15	0,01
1864	α -jonon									0,29	0,02
1865	geranil aceton	9,88	1,60	3,26	0,39	0,08	0,02	3,27	0,35	3,40	0,31
1951	β -jonon	5,48	0,98	3,05	0,33	0,12	0,02	1,50	0,07	2,14	0,07
2080	1,4béta.,5-trimetil-9-metilénbicyclo[3.3.1]nonan-2-on									0,14	0,01
2192	megastigmatrienon									0,05	0,01
2349	farnezilaceton C									3,63	0,17
2407	4-oxo- β -jonon									0,08	0,02
	S-tartalmú vegyületek	0,66		-		1,46		0,47		0,04	
957	dimetil-szulfid					1,06	0,05				
1059	dimetil-diszulfid					0,06	0,00				
1532	2,5-dietil-tiofén									0,01	0,00
1564	dimetil-szulfoxid	0,66	0,06			0,30	0,02	0,33	0,08		
1678	2-etil-5-propiltiofén									0,03	0,00
1893	dimetil-szulfon					0,04	0,00	0,14	0,02		
	N-tartalmú gyűrűs vegyületek	7,89		7,24		3,93		7,76		0,96	
1104	1-metil-1H-pirrol	0,52	0,05	0,35	0,04	3,25	0,30	0,19	0,02	0,02	0,00
1289	2,6-dimetil-pirazin							0,16	0,02		
1454	tetrametil-pirazin	0,95	0,08					0,48	0,04	0,03	0,00

2. táblázat A spanyol csípős örlemény illatkomponensei különböző mintaelőkészítési eljárásokat alkalmazva

PTRI	Komponensek	Terület%									
		PDMS	SD	PA	SD	CAR-PDMS	SD	PDMS-DVB	SD	SDE	SD
1606	4-acetil-3-metilpirazol							0,34	0,04		
1680	1-metil-2-pirrolidinon	1,85	0,22	0,45	0,03	0,17	0,03	1,09	0,13		
1850	3-etil-4-metil-2,5-pirrolidinedion	1,73	0,28			0,04	0,01				
1913	5-etil-2-metoxi-4,6-dimetil-pirimidin									0,04	0,00
1914	2-pirrolidinon							0,28	0,02		
1961	2-acetilpirrol	2,84	0,29	5,72	0,42	0,44	0,04	4,80	0,34	0,36	0,06
2012	1H-pirrol-2-karboxaldehid			0,52	0,07	0,03	0,01	0,30	0,04		
2090	1-metil-2-pirrolkarboxaldehid			0,20	0,04			0,12	0,01		
2314	7-fenil-3,3,5-trimetil-1,2-dihidro-3H-pirazolo/3,4-d/piridazin-4(5H)-on									0,17	0,01
2370	1H-indol									0,13	0,02
2471	1-(1-ciklopenten-1-il)-piperidin									0,21	0,02
	O-tartalmú gyűrűs vegyületek	10,46		6,71		4,93		6,10		8,73	
975	2-metil-furán					0,79	0,05				
1185	2-pentil-furán	0,84	0,12			0,23	0,02	0,83	0,10	0,04	0,00
1216	dihidro-2-metil-3(2H)-furanon					0,17	0,00				
1429	2-furánkarboxaldehid					0,57	0,03			0,25	0,03
1479	2-acetilfurán			0,42	0,09	0,72	0,04	0,83	0,05	0,08	0,01
1558	5-metil-2-furánkarboxaldehid					0,08	0,01	0,21	0,02	0,09	0,01
1581	dihidro-4,4-dimetil-2(3H)-furanon					0,08	0,00				
1602	γ -valerolakton					0,12	0,02				
1602	2-acetil-5-metilfurán									0,02	0,00
1618	γ -butirolakton			0,41	0,05	1,14	0,11				
1638	2-furánmetanol			0,91	0,05	0,61	0,05	0,52	0,03		
1668	γ -vinil- γ -valerolakton					0,07	0,01				
1704	γ -hexalakton							0,12	0,02		
1707	2-furánkarboxilsav			0,65	0,05	0,13	0,03	0,74	0,05		
2033	γ -nonalakton									0,12	0,02
2240	dibenzofurán									0,16	0,01
2319	dihidroaktinidiolid	9,62	1,15	4,32	0,21	0,22	0,03	2,85	0,22	7,97	0,14

2. táblázat A spanyol csípős örlemény illatkomponensei különböző mintaelőkészítési eljárásokat alkalmazva

PTRI	Komponensek	Terület%									
		PDMS	SD	PA	SD	CAR-PDMS	SD	PDMS-DVB	SD	SDE	SD
	Benzolgyűrűs vegyületek	3,30		13,78		0,86		14,42		5,85	
1040	metil-benzol (toluol)					0,15	0,02				
1110	1,4-dimetil-benzol									0,03	0,00
1229	1-metil-2-(1-metiletil)-benzol							0,19	0,01	0,01	0,00
1503	benzaldehyd							1,39	0,09	0,10	0,01
1544	5-metil-1,3-benzoldiol									0,03	0,00
1620	4-metil-benzaldehyd			0,46	0,08					0,10	0,01
1629	benzocetaldehyd									0,27	0,03
1738	2,4-dimetil-benzaldehyd	1,42	0,11	1,06	0,08	0,12	0,02	2,48	0,21	0,68	0,07
1755	1-(metilfenil)-etanon									0,04	0,00
1779	1-(4-metilfenil)-etanon									0,09	0,01
1781	metil-szalicilát							0,14	0,01	0,03	0,01
1784	(1,1-dimetiletil)-benzol							0,18	0,01		
1790	4-(1-metiletil)-benzaldehyd (kuminaldehyd)			0,27	0,01			0,41	0,03	0,06	0,01
1811	2,4,5-trimetil-fenol									0,03	0,00
1827	etil-benzaldehyd			0,34	0,05			0,65	0,06		
1853	2-metoxi-fenol (gvajakol)	0,61	0,08	1,81	0,02	0,12	0,02	1,40	0,15	0,12	0,02
1868	benzil-alkohol			0,44	0,02	0,07	0,00	0,48	0,06		
1905	2,6-dimetil-fenol							0,14	0,03		
1907	fenetil-alkohol			0,39	0,12			0,26	0,04		
1951	2-metoxi-4-metilfenol							0,95	0,18	0,23	0,02
1986	2-metilfenol									0,11	0,01
1990	fenol			3,25	0,17	0,26	0,04	1,58	0,16		
2015	2,3-dihidro-1H-inden-1-on									0,05	0,01
2023	4-etil-2-metoxi-fenol, (4-etilgvajakol)			1,25	0,09	0,07	0,01	0,90	0,07		
2039	1,2,3-trimetoxi-5-metilbenzol									0,04	0,01
2055	2-etilfenol							0,14	0,01	0,19	0,02
2062	2,5-dimetil-fenol			0,28	0,04			0,16	0,02	0,06	0,01
2064	3-etilfenol			1,12	0,21			0,75	0,06		

2. táblázat A spanyol csípős örlemény illatkomponensei különböző mintaelőkészítési eljárásokat alkalmazva

PTRI	Komponensek	Terület%									
		PDMS	SD	PA	SD	CAR-PDMS	SD	PDMS-DVB	SD	SDE	SD
2071	4-metilfenol			1,23	0,13	0,07	0,00	0,67	0,08	0,16	0,01
2098	2-metoxi-4-propilfenol							0,18	0,01	0,15	0,01
2110	1-[6-hidroxi-2-metil-3-(1-metiletil)fenil]-etanon									0,08	0,01
2150	4-etilfenol			0,73	0,10			0,63	0,05	0,08	0,01
2168	2-metoxi-5-vinilfenol									0,91	0,02
2178	2,3,6-trimetil-fenol									0,05	0,00
2186	3,4-dimetil-fenol									0,12	0,01
2190	2,4,6-trimetil-fenol									0,06	0,01
2229	2,6-dimetoxi-fenol	1,27	0,14	1,15	0,15			0,62	0,11	0,41	0,03
2264	2-metil-1,1-difenil-1-propén									0,05	0,00
2272	2,5-bisz(1,1-dimetiletil)-fenol									0,07	0,01
2352	1,2,5-trimetoxi-3-metilbenzol							0,12	0,01	0,53	0,05
2406	(3S)-2-kloro-1-fenil-1-penten-3-ol									0,33	0,03
2453	metoxieugenol*									0,14	0,02
2609	metilizoegenol*									0,31	0,03
2635	9H-fluoren-9-on									0,13	0,01
	Naftalinvázis vegyületek	-		-		-		0,71		0,36	
1574	1,2,3,4-tetrahidro-1,1,6-trimetil-naftalin									0,01	0,00
1744	naftalin							0,38	0,05	0,04	0,00
1748	1,2-dihidro-1,1,6-trimetil-naftalin									0,04	0,00
1864	2-metil-naftalin							0,20	0,02	0,04	0,00
1898	1-metil-naftalin							0,13	0,02	0,04	0,00
1920	3,4-dimetil-4-hidroxinaftalen-1(4H)-on									0,04	0,00
1973	2,7-dimetil-naftalin									0,04	0,01
1988	2-etenil-naftalin									0,08	0,01
2104	1,6,7-trimetil-naftalin									0,03	0,00

2. táblázat A spanyol csípős örlemény illatkomponensei különböző mintaelőkészítési eljárásokat alkalmazva

PTRI	Komponensek	Terület%									
		PDMS	SD	PA	SD	CAR-PDMS	SD	PDMS-DVB	SD	SDE	SD
	Gyűrűs alkoholok, aldehidek, ketonok	7,31		3,24		2,39		0,93		0,73	
1377	α -izoforon					0,14	0,02			0,02	0,00
1526	2,3-dimetil-2-ciklopenten-1-on									0,01	0,00
1570	4-ciklopentén-1,3-dion					0,21	0,02				
1587	3,5,5-trimetil-2-ciklopenten-1-on			0,77	0,07						
1594	2,6-dimetil-ciklohexanol	5,76	1,23	1,94	0,11	1,92	0,16			0,49	0,06
1693	4-ketoizoforon	0,52	0,07	0,19	0,03	0,08	0,03	0,32	0,03	0,05	0,01
1825	2-hidroxi-3-metil-2-ciklopenten-1-on			0,34	0,03	0,04	0,00	0,36	0,03		
2022	7,7-dimetilbiciklo[3.3.0]oktan-2-on	1,03	0,20								
2041	1,4-dimetil-3-ciklohexén-1-karboxaldehid							0,25	0,04		
2386	(2Z,6E)-3,7-dimetil-9-(1-metiletilidenil)-2,6-ciklodekadien-1-on									0,16	0,01
	Nyílt láncú alkoholok, aldehidek, ketonok	10,91		5,74		40,20		16,01		2,52	
951	acetaldehid					1,19	0,07				
962	propanal					0,75	0,02				
965	aceton					5,17	0,58				
984	2-butanon					0,24	0,04				
989	2-metil-butanal	0,87	0,11			3,33	0,62	0,10	0,01	0,01	0,00
990	3-metil-butanal	2,95	0,33			7,57	0,45			0,01	0,00
990	etanol			1,84	0,20			0,43	0,08		
1006	2,3-butándion					0,70	0,01				
1012	pentanal	0,46	0,03			1,54	0,13			0,01	0,00
1030	1-penten-3-on					0,21	0,01				
1060	2-metil-1-propanol									0,01	0,00
1066	hexanal	2,39	0,21	0,81	0,05	12,28	0,69	1,73	0,22	0,08	0,01
1144	2-heptanon							0,04	0,02		
1146	heptanal					0,22	0,00	0,23	0,02	0,01	0,00

2. táblázat A spanyol csipős örlemény illatkomponensei különböző mintaelőkészítési eljárásokat alkalmazva

PTRI	Komponensek	Terület%									
		PDMS	SD	PA	SD	CAR-PDMS	SD	PDMS-DVB	SD	SDE	SD
1151	2-metil-1-butanol									0,01	0,00
1152	3-metil-1-butanol									0,06	0,01
1159	2,4-dimetil-undekán							0,10	0,01		
1197	1-pentanol					0,71	0,04	0,21	0,01		
1238	3-hidroxi-2-butanon (acetoin)					0,20	0,00	0,05	0,00		
1248	oktanal							0,15	0,01	0,01	0,00
1251	1-hidroxi-2-propanon (acetol)					0,57	0,02	0,06	0,01		
1267	(Z)-2-penten-1-ol					0,14	0,01				
1285	(E)-2-heptenal									0,03	0,00
1296	6-metil-5-hepten-2-on	0,79	0,11			0,61	0,07	1,52	0,17	0,03	0,00
1363	nonanal	0,49	0,05	0,26	0,06			0,94	0,21	0,02	0,00
1379	(E)-3-okten-2-on							0,24	0,03		
1402	(E)-2-oktenal									0,03	0,00
1415	1-okten-3-ol					0,47	0,02	1,39	0,06	0,04	0,00
1461	2-etil-1-hexanol							0,16	0,02		
1503	(E,E)-3,5-oktadien-2-on	0,50	0,05	0,38	0,04			0,91	0,06		
1510	1,3-butándiol					2,24	0,21	2,55	0,48		
1548	2,3-butándiol	1,20	0,07	2,20	0,14	1,77	0,21	2,56	0,37		
1587	(E)-6-metil-3,5-heptadien-2-on	1,26	0,20	0,25	0,01	0,19	0,02	2,64	0,29	0,11	0,01
1672	4-metil-3-penten-2-on					0,10	0,01				
1706	(E,E)-2,4-nonadienal									0,02	0,00
1772	(E,Z)-2,4-dekadienal									0,42	0,02
1824	(E,E)-2,4-dekadienal									1,55	0,09
2234	2-heptadekanon									0,06	0,01
	Észterek	-		0,20		2,50		0,13		9,61	
979	ecetsav-etil-észter					2,44	0,06			0,02	0,00
1056	ecetsav-butyl-észter					0,06	0,02				
1816	dodekánsav-metil-észter									0,04	0,00
2024	tetradekánsav-metil-észter									0,39	0,04
2215	hexadekánsav-metil-észter			0,20	0,03			0,13	0,03		

2. táblázat A spanyol csipős örlemény illatkomponensei különböző mintaelőkészítési eljárásokat alkalmazva

PTRI	Komponensek	Terület%									
		PDMS	SD	PA	SD	CAR-PDMS	SD	PDMS-DVB	SD	SDE	SD
2224	14-metil-pentadekánsav-metil-észter									3,77	0,15
2253	hexadekánsav-etil-észter									0,38	0,04
2398	oktadekánsav-metil-észter									0,22	0,02
2452	linolsav-metil-észter									4,38	0,19
2495	9,12,15-oktadekatriénsav-metil-észter									0,41	0,04
	Nyílt láncú savak	15,19		49,76		41,44		15,04		51,18	
1407	ecetsav	13,89	0,65	39,13	1,71	36,53	0,70	6,71	0,48		
1507	propánsav			1,37	0,30	1,65	0,13				
1542	2-metil-propánsav			0,44	0,05	0,31	0,02	0,20	0,02		
1609	butánsav			0,67	0,04	0,40	0,04	0,32	0,02		
1656	3-metil-butánsav			3,17	0,05	1,62	0,17	2,92	0,35		
1728	pentánsav			0,56	0,06	0,21	0,03	0,66	0,05		
1766	2-buténsav					0,09	0,00				
1840	hexánsav	1,30	0,15	3,99	0,19	0,63	0,08	3,61	0,15	0,81	0,03
1949	heptánsav							0,21	0,02	0,15	0,02
2051	oktánsav			0,43	0,02			0,25	0,01	0,53	0,05
2146	nonánsav									0,56	0,05
2243	dekánsav							0,16	0,04	0,68	0,10
2285	9-decénsav									0,15	0,01
2423	dodekánsav									7,92	0,21
2586	tetradekánsav									6,72	0,20
2620	pentadekánsav									0,19	0,03
2744	hexadekánsav									16,49	0,19
2899	olajsav									3,63	0,24
2938	linolsav									13,35	0,78
	Szénhidrogének	3,82		-		-		4,33		1,33	
999	2-etilidén-1,1-dimetil-ciklopentán									0,01	0,00
1020	dekán							0,28	0,04		
1025	2,6-dimetil-nonán							0,27	0,04		
1038	3,3-dimetil-hexán							0,22	0,01		

2. táblázat A spanyol csípős örlemény illatkomponensei különböző mintaelőkészítési eljárásokat alkalmazva

PTRI	Komponensek	Terület%									
		PDMS	SD	PA	SD	CAR- PDMS	SD	PDMS- DVB	SD	SDE	SD
1044	5-metil-dekán							0,16	0,01		
1047	4-metil-dekán							0,22	0,02		
1069	2,6,10-trimetil-dodekán							0,59	0,05		
1078	undekán							0,12	0,01		
1124	2-metil-undekán							0,26	0,03		
1173	4-metil-dodekán	0,53	0,06					0,34	0,04	0,01	0,00
1180	dodekán	0,36	0,07					0,20	0,03	0,01	0,00
1194	4,6-dimetil-dodekán							0,16	0,03		
1205	2,3,6-trimetil-dekán									0,02	0,00
1260	2,6,11-trimetil-dodekán									0,01	0,00
1262	tridekán	0,47	0,04								
1263	3-metil-dekán							0,35	0,03		
1327	2-metil-tridekán	0,57	0,06					0,23	0,02	0,02	0,00
1375	tetradekán	1,16	0,09					0,70	0,02	0,05	0,01
1386	3-etil-2-metil-1,3-hexadién									0,01	0,00
1441	2-metil-tetradekán	0,44	0,04					0,16	0,03	0,05	0,00
1491	pentadekán	0,29	0,04					0,07	0,01	0,06	0,01
1541	(E)-5-eikozén									0,02	0,00
1556	6-propil-tridekán									0,03	0,00
1606	hexadekán									0,07	0,01
1656	1-hexadecén									0,06	0,01
1683	1-heptadecén									0,02	0,00
1720	heptadekán									0,13	0,02
1768	1-nonadecén									0,03	0,00
1827	oktadekán									0,11	0,02
1929	nonadekán									0,07	0,01
2335	(3E,5E,8Z)-3,7,11-trimetil-1,3,5,8,10-dodekapentanén									0,54	0,05

3. táblázat A spanyol édes őrlemény illatkomponensei különböző mintaelőkészítési eljárásokat alkalmazva
*külföldi marker lehet

PTRI	Komponensek	Terület%									
		PDMS	SD	PA	SD	CAR-PDMS	SD	PDMS-DVB	SD	SDE	SD
	Terpének és származékaik	22,31		2,83		4,13		19,90		8,69	
	Monoterpének	10,03		0,73		3,72		14,12		0,89	
1036	α -pinén	1,79	0,11			0,33	0,03	0,41	0,06	0,01	0,00
1085	β -pinén*	0,47	0,01			0,29	0,04	0,31	0,02	0,01	0,00
1094	szabinén*	0,36	0,01			0,16	0,01	0,35	0,03	0,01	0,00
1116	δ -3-karén	1,47	0,04	0,19	0,03	1,60	0,29	1,72	0,06	0,03	0,00
1124	β -mircén	0,42	0,01					0,74	0,02	0,01	0,00
1130	l-fellandrént*	0,51	0,01			0,15	0,01	0,69	0,02	0,01	0,00
1160	dl-limonén	2,09	0,04	0,25	0,03	0,95	0,16	4,26	0,17	0,08	0,00
1169	herboxid									0,01	0,00
1172	szabinén*							0,30	0,04		
1173	eukaliptol*	0,33	0,01					0,30	0,01	0,01	0,00
1203	γ -terpinén	0,50	0,01			0,09	0,02	1,24	0,04	0,02	0,00
1236	α -terpinolén							0,06	0,01		
1243	α -terpinolén							0,43	0,03	0,01	0,00
1413	cisz-linalool-oxid									0,05	0,00
1445	transz-linalool-oxid									0,02	0,00
1511	bornilén									0,01	0,00
1529	linalool							0,76	0,03	0,17	0,01
1535	cisz-szabinén-hidrát							0,09	0,01		
1611	α -4-dimetil-3-ciklohexén-1-acetaldehid									0,05	0,00
1621	β -ciklocitrál	1,27	0,03					0,66	0,02	0,03	0,00
1646	safranal	0,82	0,02	0,29	0,04	0,15	0,03	1,31	0,06	0,13	0,00
1692	l- α -terpineol									0,08	0,00
1698	kamfén									0,01	0,00
1798	δ -4-karén*									0,04	0,00

3. táblázat A spanyol édes őrlemény illatkomponensei különböző mintaelőkészítési eljárásokat alkalmazva

PTRI	Komponensek	Terület%									
		PDMS	SD	PA	SD	CAR-PDMS	SD	PDMS-DVB	SD	SDE	SD
1809	2-karen-10-al*							0,49	0,01	0,04	0,00
1845	transz-geraniol									0,05	0,01
	Szeszkviterpének	7,25		0,83		0,23		3,71		5,49	
1486	α -kopaén							0,27	0,00	0,02	0,00
1592	β -elemén							0,39	0,01	0,08	0,00
1602	transz-kariofillén	2,92	0,05			0,23	0,02	1,43	0,02	0,25	0,01
1677	α -humulén (α -kariofillén)*									0,05	0,00
1680	γ -szelinén									0,02	0,00
1715	arisztolén							0,13	0,02	0,06	0,00
1724	eremofilén									0,03	0,00
1728	β -gvajén							0,07	0,01		
1732	α -zingiberén*	0,53	0,01					0,34	0,01	0,11	0,00
1734	β -bizabolén*									0,04	0,01
1735	β -szelinén							0,07	0,00	0,04	0,00
1765	β -kadinén*									0,03	0,00
1785	β -szeszkvifellandrén*	0,73	0,02					0,21	0,03	0,17	0,01
1786	α -kurkumén	0,84	0,06					0,39	0,01	0,19	0,01
2043	nerolidol									0,06	0,00
2177	ar-turmeron*	0,67	0,02	0,30	0,02			0,13	0,00	1,00	0,10
2233	α -turmeron*	0,81	0,02	0,24	0,04			0,13	0,03	1,07	0,04
2241	β -turmeron*	0,75	0,04	0,29	0,04			0,15	0,01	2,18	0,08
2304	α -atlanton*									0,08	0,00
	Egyéb terpénvegyületek	5,03		1,27		0,18		2,07		2,49	
1205	3,7-dimetil-1,3,7-oktatrién (α -ocimén)									0,01	0,00
1285	2,2,6-trimetil-ciklohexanon	0,31	0,01			0,14	0,01	0,51	0,01		
1617	β -homociklocitrál									0,03	0,00
1831	β -damaszenon									0,09	0,01
1844	dihidro- β -jonon									0,04	0,00
1869	geranil aceton	3,06	0,05	0,81	0,18			1,01	0,10	0,74	0,05

3. táblázat A spanyol édes őrlemény illatkomponensei különböző mintaelőkészítési eljárásokat alkalmazva

PTRI	Komponensek	Terület%									
		PDMS	SD	PA	SD	CAR-PDMS	SD	PDMS-DVB	SD	SDE	SD
1954	β -jonon	1,66	0,04	0,46	0,06	0,04	0,00	0,55	0,05	0,75	0,03
2009	dehidro- β -jonon									0,06	0,00
2080	1,4béta.,5-trimetil-9-metilénbicyklo[3.3.1]nonan-2-on									0,03	0,01
2139	hexahidrofarnesil aceton									0,11	0,00
2349	farnesilaceton									0,65	0,03
	S- és N-tartalmú vegyületek	-		-		-		-		0,06	
2035	izotiazol									0,06	0,00
	S-tartalmú vegyületek	1,23		-		1,15		0,79		0,04	
959	dimetil-szulfid					0,72	0,06				
1062	dimetil-diszulfid					0,12	0,01				
1346	dimetil-triszulfid					0,05	0,01	0,13	0,02	0,01	0,00
1567	dimetil-szulfoxid	1,23	0,03			0,22	0,02	0,56	0,02		
1895	dimetil-szulfon					0,04	0,01	0,10	0,01		
1966	4-metil-benzotiol									0,03	0,01
	N-tartalmú gyűrűs vegyületek	7,45		7,12		8,01		12,37		0,68	
1105	1-metil-1H-pirrol	0,90	0,02	0,45	0,02	6,55	0,63	0,68	0,06	0,02	0,00
1148	piridin					0,11	0,01				
1225	metil-pirazin					0,15	0,03				
1291	2,6-dimetil-pirazin	0,85	0,06			0,44	0,06	1,11	0,02	0,03	0,00
1353	2-etil-5-metil-pirazin							0,31	0,01		
1440	3,5-dimetil-1-allil-pirazol							0,07	0,01		
1457	tetrametil-pirazin	1,03	0,03			0,05	0,00	0,78	0,02	0,04	0,00
1469	2-etenil-6-metil-pirazin							0,44	0,01		
1608	4-acetil-3-metilpirazol							0,30	0,02		
1684	1-metil-2-pirrolidinon	1,49	0,04	0,26	0,02	0,11	0,01	1,03	0,08		
1918	2-pirrolidinon							0,11	0,01		
1938	α -etilidén-benzolacetaldehid							0,14	0,01		
1965	2-acetilpirrol	3,18	0,03	5,99	1,00	0,54	0,00	6,85	0,22	0,36	0,01
2014	1H-pirrol-2-karboxaldehid			0,42	0,04	0,06	0,01	0,31	0,03		

3. táblázat A spanyol édes őrlemény illatkomponensei különböző mintaelőkészítési eljárásokat alkalmazva

PTRI	Komponensek	Terület%									
		PDMS	SD	PA	SD	CAR-PDMS	SD	PDMS-DVB	SD	SDE	SD
2092	2-formil-1-metilpirrol							0,24	0,02		
2314	7-fenil-3,3,5-trimetil-1,2-dihidro-3H-pirazolo/3,4-d/piridazin-4(5H)-on									0,03	0,00
2370	1H-indol									0,21	0,01
	O-tartalmú gyűrűs vegyületek	4,29		5,27		6,41		8,54		2,22	
977	2-metil-furán					0,43	0,09				
1185	2-pentil-furán	0,46	0,07			0,18	0,02	0,85	0,03	0,02	0,00
1217	dihidro-2-metil-3(2H)-furanon	0,55	0,01	0,27	0,02	1,15	0,10	0,62	0,01	0,01	0,00
1347	2-furánkarbonitril					0,08	0,01				
1430	2-furánkarboxaldehid					0,88	0,06	0,27	0,02	0,23	0,01
1482	2-acetilfurán	0,54	0,01	0,37	0,02	1,11	0,09	1,70	0,03	0,07	0,00
1546	4,5-dimetil-2-formilfurán									0,01	0,00
1560	5-metil-2-furánkarboxaldehid					0,13	0,01	0,43	0,02	0,12	0,00
1620	γ -butirolakton			0,96	0,02	0,94	0,07	0,67	0,05		
1641	2-furánmetanol	0,49	0,04	1,70	0,07	1,26	0,08	1,49	0,06		
1670	γ -vinil- γ -valerolakton					0,07	0,00	0,39	0,03		
1709	2-furánkarboxilsav			0,74	0,04	0,18	0,01	1,26	0,07		
2230	2,3-dihidro-3,5-dihidroxi-6-metil-4H-piran-4-on			0,25	0,05			0,18	0,02		
2324	dihidroaktinidiolid	2,25	0,04	0,98	0,16			0,68	0,11	1,76	0,07
	Benzolgyűrűs vegyületek	2,46		1,72		0,46		11,31		2,33	
1111	1,4-dimetil-benzol							0,17	0,01	0,04	0,00
1202	2,6-dimetil-fenol							0,14	0,00		
1229	1-metil-2-(1-metiletil)-benzol	0,47	0,01	0,08	0,01	0,33	0,04	1,20	0,07	0,02	0,00
1506	benzaldehyd							2,32	0,05	0,09	0,00
1622	4-metil-benzaldehyd							1,13	0,08	0,05	0,01
1635	benzolacetaldehyd							0,66	0,14	0,29	0,01
1668	esztragon*							0,39	0,03	0,03	0,00
1741	2,4-dimetil-benzaldehyd							0,83	0,09	0,12	0,00
1755	1-(metilfenil)-etanon									0,03	0,01

3. táblázat A spanyol édes őrlemény illatkomponensei különböző mintaelőkészítési eljárásokat alkalmazva

PTRI	Komponensek	Terület%									
		PDMS	SD	PA	SD	CAR-PDMS	SD	PDMS-DVB	SD	SDE	SD
1784	metil-szalicilát							0,20	0,01	0,02	0,00
1793	4-(1-metiletil)-benzaldehyd (kuminaldehyd)	1,32	0,03	0,65	0,13	0,08	0,01	1,89	0,08	0,18	0,01
1817	2,5-dimetilanizol							0,39	0,03		
1837	1-metoxi-4-(1-propenil)-benzol (anetol)	0,67	0,02	0,45	0,08			0,93	0,01	0,12	0,02
1856	2-metoxi-fenol (gvajakol)							0,16	0,02	0,02	0,00
1871	benzil-alkohol			0,29	0,03	0,05	0,01	0,31	0,01		
1909	fenetil-alkohol			0,25	0,03			0,32	0,02	0,06	0,00
1933	α -etilidén-benzolacetaldehyd									0,04	0,00
1994	fenol							0,09	0,00		
2019	1-etil-2,3-dimetil-benzol									0,09	0,01
2076	5-metil-2-fenil-2-hexenal									0,06	0,00
2082	1-[2-hidroxi-4-metil-5-(1-metiletil)fenil]-etanon									0,07	0,01
2097	N,N-dietilanilin									0,01	0,00
2151	eugenol							0,18	0,01	0,07	0,01
2168	2-metoxi-5-vinilfenol									0,54	0,04
2194	1-etil-2,4-dimetil-benzol									0,25	0,01
2331	4-vinilfenol									0,04	0,00
	Naftalinvázias vegyületek	-		-		-		0,25		0,06	
1574	1,2,3,4-tetrahidro-1,1,6-trimetil-naftalin									0,01	0,00
1747	naftalin							0,25	0,04		
1748	1,2-dihidro-1,1,6-trimetil-naftalin									0,02	0,00
2010	1,4-dimetil-naftalin									0,03	0,00
	Gyűrűs alkoholok, aldehidek, ketonok	2,34		0,78		0,90		4,70		0,40	
1532	2,3-dimetil-2-ciklopenten-1-on							0,17	0,01		
1571	4-ciklopentén-1,3-dion					0,15	0,02				

3. táblázat A spanyol édes őrlemény illatkomponensei különböző mintaelőkészítési eljárásokat alkalmazva

PTRI	Komponensek	Terület%									
		PDMS	SD	PA	SD	CAR-PDMS	SD	PDMS-DVB	SD	SDE	SD
1597	2,6-dimetil-ciklohexanol	2,34	0,04	0,78	0,13	0,70	0,05	3,89	0,09	0,25	0,01
1696	4-ketoizoforon					0,05	0,01	0,34	0,07	0,02	0,01
1827	2-hidroxi-3-metil-2-ciklopenten-1-on							0,30	0,00		
2127	3-hidroxy-2-metil-5-(1-metiletil)-2,5-ciklohexadién-1,4-dion									0,04	0,00
2480	3,4-dimetoxi-biciklo[4.2.0]okta-1,3,5-trien-7-ol									0,09	0,01
	Nyílt láncú alkoholok, aldehidek, ketonok	21,72		11,92		32,81		20,19		0,46	
963	propanal					0,49	0,11				
967	aceton					4,38	0,90				
986	2-butanon					0,23	0,02				
991	2-metil-butanal	2,43	0,07	0,22	0,03	3,61	0,50	0,75	0,13	0,02	0,00
991	3-metil-butanal	4,75	0,08	1,41	0,08	8,05	0,42	1,26	0,23	0,02	0,00
1008	2,3-butándion					0,92	0,07				
1013	pentanal					1,16	0,12	0,20	0,02		
1047	2,3-pentándion					0,57	0,06				
1060	2-metil-1-propanol									0,01	0,00
1067	hexanal	0,87	0,02			3,65	0,30	0,98	0,02	0,03	0,00
1100	(E)-3-penten-2-on					0,52	0,06				
1145	2-heptanon							0,13	0,01		
1148	heptanal							0,18	0,00		
1151	2-metil-1-butanol									0,02	0,00
1152	3-metil-1-butanol									0,08	0,00
1198	1-pentanol					0,33	0,03	0,19	0,00		
1240	3-hidroxi-2-butanon (acetoin)	0,44	0,01	0,26	0,05	0,84	0,08	0,20	0,00		
1250	oktanal							0,11	0,01	0,01	0,00
1253	1-hidroxi-2-propanon (acetol)			0,38	0,04	1,05	0,09	0,20	0,00		
1258	(Z)-4,4-dimetil-2-pentenal									0,02	0,00
1268	(Z)-2-penten-1-ol					0,11	0,01				

3. táblázat A spanyol édes őrlemény illatkomponensei különböző mintaelőkészítési eljárásokat alkalmazva

PTRI	Komponensek	Terület%									
		PDMS	SD	PA	SD	CAR-PDMS	SD	PDMS-DVB	SD	SDE	SD
1298	6-metil-5-hepten-2-on	0,57	0,01			0,48	0,00	1,38	0,03	0,02	0,00
1307	1-hexanol					0,18	0,01	0,16	0,01	0,01	0,00
1333	1-hidroxi-2-butanon					0,09	0,01				
1364	nonanal	0,34	0,01	0,21	0,04			0,48	0,05	0,02	0,00
1402	(E)-2-oktenal									0,01	0,00
1416	1-okten-3-ol							1,27	0,03	0,02	0,00
1428	1-(acetiloxi)-2-propanon							0,32	0,01		
1462	2-etil-1-hexanol			0,22	0,03	0,13	0,01	0,89	0,02	0,02	0,00
1511	1,3-butándiol	3,39	0,09	3,50	0,50	3,06	0,27	4,21	0,32		
1551	2,3-butándiol	6,49	0,10	5,13	0,55	2,79	0,27	4,78	0,42		
1590	(E)-6-metil-3,5-heptadien-2-on			0,59	0,07	0,17	0,01	2,50	0,10	0,08	0,00
1591	3-metilén-6-hepten-2-on	2,12	0,08								
1772	(E,Z)-2,4-dekadienal									0,02	0,00
1824	(E,E)-2,4-dekadienal									0,05	0,01
1975	1-dodekanol	0,32	0,01								
	Észterek	0,59		0,22		0,82		0,20		22,38	
981	ecetsav-etil-észter					0,74	0,09			0,04	0,00
1266	metil-laktát					0,08	0,01				
1357	oktánsav-metil-észter							0,10	0,01		
1816	dodekánsav-metil-észter									0,05	0,00
2024	tetradekánsav-metil-észter									0,62	0,03
2062	tetradekánsav-etil-észter									0,03	0,00
2122	pentadekánsav-metil-észter									0,06	0,00
2217	hexadekánsav-metil-észter	0,59	0,02	0,22	0,03			0,10	0,01		
2224	14-metil-pentadekánsav-metil-észter									7,37	0,21
2253	hexadekánsav-etil-észter									0,26	0,01
2306	heptadekánsav-metil-észter									0,04	0,00
2398	oktadekánsav-metil-észter									0,45	0,03
2414	(Z)-9-oktadecénsav-metil-észter									2,23	0,09
2452	linolsav-metil-észter									9,73	0,14

3. táblázat A spanyol édes őrlemény illatkomponensei különböző mintaelőkészítési eljárásokat alkalmazva

PTRI	Komponensek	Terület%									
		PDMS	SD	PA	SD	CAR-PDMS	SD	PDMS-DVB	SD	SDE	SD
2476	linolsav-etil-észter									0,44	0,03
2495	9,12,15-oktadekatriénsav-metil-észter									1,02	0,05
2525	9,12,15-oktadekatriénsav-etil-észter									0,05	0,01
	Nyílt láncú savak	32,74		70,14		45,21		14,46		60,17	
1408	ecetsav	32,35	0,09	64,32	4,12	41,56	1,95	12,79	0,13		
1509	propánsav			1,32	0,04	1,38	0,07				
1543	2-metil-propánsav			0,65	0,07	0,44	0,04	0,38	0,01		
1610	butánsav					0,17	0,02				
1657	pentánsav			2,74	0,26	1,37	0,10				
1767	2-buténsav					0,13	0,03				
1801	4-metil-pentánsav							0,15	0,02		
1844	hexánsav	0,39	0,01	1,11	0,27	0,16	0,01	1,03	0,02	0,18	0,01
1945	heptánsav									0,05	0,00
2054	oktánsav							0,11	0,01	0,17	0,01
2146	nonánsav									0,12	0,04
2423	dodekánsav									2,53	0,13
2586	tetradekánsav									5,61	0,08
2620	pentadekánsav									0,08	0,01
2744	hexadekánsav									27,50	0,89
2899	olajsav									3,64	0,14
2938	linolsav									20,29	0,12
	Szénhidrogének	1,04		-		0,10		1,06		0,50	
1022	dekán							0,09	0,00		
1078	undekán							0,07	0,01		
1263	1,4-dimetil-ciklohexán					0,06	0,01	0,24	0,02		
1265	tridekán							0,10	0,00		
1342	(E)-3-metil-1,3-pentadién					0,04	0,00				
1377	tetradekán	1,04	0,07					0,56	0,01	0,05	0,00
1440	2-metil-tetradekán									0,02	0,00

3. táblázat A spanyol édes őrlemény illatkomponensei különböző mintaelőkészítési eljárásokat alkalmazva

PTRI	Komponensek	Terület%									
		PDMS	SD	PA	SD	CAR- PDMS	SD	PDMS- DVB	SD	SDE	SD
1490	pentadekán									0,02	0,00
1606	hexadekán									0,10	0,00
1720	heptadekán									0,07	0,01
1775	6(Z),9(E)-heptadekadién									0,02	0,00
1827	oktadekán									0,12	0,01
1929	nonadekán									0,04	0,00
2029	eikozán									0,06	0,01

4. táblázat A magyar fűszerpaprika fajtákban azonosított illatkomponensek
kizárólag a hazai fajtákban azonosított, karakterisztikus illatalkotók

PTRI	Komponensek	Terület%									
		F0-3	SD	SZ-178	SD	SZ-20	SD	SZ-80	SD	RMNY	SD
	Terpének és származékaik	14,85		9,93		17,33		20,00		19,06	
	<i>Monoterpének</i>	3,06		2,04		4,51		8,53		2,88	
1126	izoterpinolén	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
1131	β -mircén	0,01	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,04	0,00	0,01	0,00
1167	dl-limonén	0,05	0,01	0,04	0,00	0,06	0,00	0,15	0,01	0,05	0,00
1197	transz- β -ocimén	0,01	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,06	0,01	0,01	0,00
1252	α -terpinolén	0,04	0,00	0,03	0,00	0,13	0,01	0,11	0,01	0,02	0,00
1427	cisz-linalool oxid	0,20	0,04	0,20	0,01	0,36	0,01	0,21	0,00	0,10	0,00
1433	1,3,8-para-mentatrién	0,03	0,00								
1459	transz-linalool oxid			0,10	0,01	0,26	0,01				
1527	bornilén	0,05	0,01	0,07	0,01	0,04	0,00	0,15	0,00	0,12	0,02
1540	linalool	0,92	0,13	0,53	0,05	1,50	0,03	3,94	0,09	1,03	0,01
1608	4-terpineol							0,04	0,00		
1628	α -4-dimetil-3-ciklohexén-1-acetaldehid	0,21	0,04	0,17	0,01	0,30	0,01	0,15	0,00	0,09	0,00
1634	β -ciklocitrál	0,26	0,05	0,11	0,01	0,25	0,01	0,25	0,03	0,14	0,02
1708	α -terpineol	0,58	0,12	0,37	0,02	0,80	0,02	1,86	0,04	0,57	0,01
1814	nerol	0,09	0,00	0,08	0,01	0,11	0,00	0,31	0,02	0,11	0,01
1860	transz-geraniol	0,36	0,02	0,19	0,02	0,44	0,01	1,07	0,01	0,48	0,08
1914	p-menta-3,8-dién	0,09	0,01	0,02	0,00	0,06	0,00	0,04	0,00	0,03	0,00
2320	geránsav	0,13	0,03	0,09	0,01	0,14	0,00	0,13	0,00	0,10	0,00
	<i>Szeszkviterpének</i>	2,56		4,53		7,48		3,37		10,02	
1469	α -longipinén			0,08	0,01						
1506	longiciklén			0,06	0,01						
1604	β -elemén	0,78	0,10	0,39	0,02	3,02	0,14	1,42	0,07	2,61	0,13
1616	transz-kariofillén					0,10	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00
1625	δ -gvajén					0,04	0,00			0,03	0,00
1665	α -himachalén			0,39	0,02						
1667	alloaromadendrén					0,28	0,02			0,14	0,00

4. táblázat A magyar fűszerpaprika fajtákban azonosított illatkomponensek

PTRI	Komponensek	Terület%									
		F0-3	SD	SZ-178	SD	SZ-20	SD	SZ-80	SD	RMNY	SD
1698	γ -szelinén	0,08	0,02	0,06	0,01	0,23	0,02	0,10	0,01	0,30	0,07
1716	γ -gurjunén									0,02	0,01
1727	<u>α-muurolén</u>	0,42	0,04	0,30	0,01	1,18	0,02	0,36	0,01	0,69	0,02
1735	β -himachalén	0,07	0,01	0,23	0,01						
1741	eremofilén	0,18	0,02	0,14	0,00	0,39	0,01	0,16	0,00	0,22	0,01
1744	valencén	0,03	0,00			0,06	0,01	0,03	0,00	0,07	0,00
1748	β -szelinén	0,07	0,01	0,25	0,00	0,18	0,02	0,08	0,02	0,13	0,01
1749	alloaromadendrén			0,26	0,02						
1752	α -szelinén	0,08	0,01	0,07	0,01	0,25	0,01	0,09	0,00	0,17	0,01
1757	9,10-dehidro-izolongifolén			0,13	0,01						
1763	β -elemén					0,02	0,00			0,01	0,00
1774	kurkumén			0,08	0,00	0,12	0,00	0,03	0,00	0,17	0,01
1791	germakrén-A	0,05	0,01			0,10	0,01	0,06	0,00	0,14	0,00
2053	transz-nerolidol	0,35	0,06	1,66	0,06	0,23	0,01	0,50	0,03	0,25	0,01
2093	<u>elemol</u>	<u>0,22</u>	<u>0,07</u>	<u>0,07</u>	<u>0,00</u>	<u>0,42</u>	<u>0,01</u>	<u>0,19</u>	<u>0,00</u>	<u>3,50</u>	<u>0,06</u>
2106	2,6-di(t-butyl)-4-hidroxi-4-metil-2,5-ciklohexadien-1-on	0,06	0,01	0,03	0,00						
2176	γ -eudesmol					0,15	0,02			0,93	0,25
2184	kalarén (β -gurjunén)									0,17	0,02
2213	italicén			0,14	0,01						
2325	transz-farnesol	0,17	0,01	0,19	0,01	0,63	0,01	0,21	0,01	0,20	0,05
2333	α -ciperon									0,11	0,04
2507	γ -costol					0,08	0,01	0,09	0,01	0,11	0,00
	<i>Egyéb terpénvegyületek</i>	9,23		3,36		5,34		8,10		6,16	
1216	3,7-dimetil-1,3,7-oktatrién	0,02	0,00	0,02	0,00	0,04	0,00	0,10	0,00	0,04	0,00
1294	2,2,6-trimetil-ciklohexanon	0,03	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00
1637	β -homociklocitrál					0,04	0,01				
1716	5-(1'-1'dimetiletil) biciklo[3.1.0]hexan-2-on	0,04	0,01								
1847	β -damaszenon	0,94	0,04	0,15	0,01	1,14	0,06	1,71	0,05	1,07	0,14
1858	dihidro- β -jonon	0,18	0,01	0,20	0,01	0,06	0,00	0,12	0,01	0,07	0,01
1877	α -jonon			0,14	0,00						

4. táblázat A magyar fűszerpaprika fajtákban azonosított illatkomponensek

PTRI	Komponensek	Terület%									
		F0-3	SD	SZ-178	SD	SZ-20	SD	SZ-80	SD	RMNY	SD
1879	geranil aceton	1,98	0,09	0,35	0,01	0,91	0,08	2,10	0,04	2,09	0,04
1964	β-jonon	1,80	0,33	0,85	0,08	0,87	0,01	1,26	0,04	0,69	0,02
2097	1,4.béta.,5-trimetil-9-metilénbicyklo[3.3.1]nonan-2-on	0,16	0,07	0,15	0,00	0,12	0,01	0,13	0,00	0,29	0,04
2142	hexahidrofarnesil aceton	0,34	0,04	0,28	0,01	0,14	0,01	0,15	0,00	0,09	0,00
2288	megastigmatrienon	0,14	0,05			0,11	0,01	0,12	0,00	0,19	0,04
2335	liguhodgsonal	0,48	0,07	0,23	0,02	0,56	0,01	0,32	0,00	0,32	0,08
2352	farnesil aceton C	1,89	0,10	0,60	0,05	0,66	0,14	1,68	0,08	1,08	0,01
2492	<u>3,4-dimetoxi-bicyklo[4.2.0]okta-1,3,5-trien-7-ol</u>	0,88	0,09	0,38	0,02	0,36	0,02	0,38	0,04	0,31	0,01
2712	farnesil aceton	0,35	0,01			0,31	0,03				
	S-tartalmú vegyületek	1,58		0,68		1,23		1,12		1,33	
1224	1-(metiltio)-propán					0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
1439	3-(metiltio)-propanal	0,22	0,06	0,05	0,01	0,16	0,03	0,36	0,01	0,18	0,02
1680	2-etil-5-propil-tiofén	0,96	0,00	0,33	0,02	0,51	0,05	0,49	0,03	1,04	0,04
2022	2-(t-butil)benzotiofén	0,13	0,05	0,06	0,01	0,04	0,01	0,06	0,01	0,05	0,00
2452	2-(3,5-dimetil-4-metoxifenil)tiofén					0,46	0,04				
2622	dimetilbenzo[b]tiofén	0,27	0,04	0,24	0,01	0,04	0,00	0,20	0,02	0,05	0,01
	N-tartalmú gyűrűs vegyületek	5,11		8,49		2,73		5,69		9,24	
1108	1-metil-1H-pirrol	0,33	0,03	0,07	0,01	0,13	0,02	0,36	0,01	0,16	0,02
1135	1-(3-metil-1H-pirazol-4-il)-etanon			0,03	0,00						
1143	piridin	0,03	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00
1154	trimetil-oxazol							0,02	0,00	0,04	0,01
1288	2,5-dimetil-pirazin	0,01	0,00			0,01	0,00			0,01	0,00
1295	2,6-dimetil-pirazin	0,02	0,00	0,02	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00
1302	etil-pirazin	0,01	0,00			0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
1314	2,3-dimetil-pirazin	0,05	0,01			0,05	0,00	0,10	0,00	0,11	0,00
1360	2-etil-6-metil-pirazin	0,03	0,01	0,09	0,00	0,05	0,00	0,04	0,00	0,03	0,00
1367	2-etil-5-metil-pirazin	0,02	0,00			0,02	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00
1381	trimetil-pirazin	0,10	0,01	0,12	0,00	0,08	0,00	0,15	0,00	0,27	0,00
1447	2,3-dimetil-5-etil-pirazin	0,07	0,01	0,01	0,00			0,12	0,03	0,20	0,04
1462	tetrametil-pirazin	1,23	0,28	0,27	0,00	0,48	0,03	3,01	0,05	6,48	0,05

4. táblázat A magyar fűszerpaprika fajtákban azonosított illatkomponensek

PTRI	Komponensek	Terület%									
		F0-3	SD	SZ-178	SD	SZ-20	SD	SZ-80	SD	RMNY	SD
1478	2-metil-3-acetil-6-azaindol			0,03	0,00						
1480	2-etenil-6-metil-pirazin					0,05	0,00	0,03	0,01	0,04	0,00
1506	2,3,5-trimetil-6-etilpirazin							0,06	0,01	0,13	0,04
1806	1-(3,5-dimetil-2-pirazinil)-1-etanon									0,05	0,01
1837	1,4-benzodioxan-6-amin			0,04	0,00			0,05	0,00	0,04	0,00
1980	1-(1H-pirrol-2-il)-etanon	1,06	0,30	0,17	0,01	0,58	0,01	0,52	0,01	0,28	0,00
1982	6-nitro-o-krezol	0,21	0,06					0,10	0,00	0,07	0,00
1995	3-etil-2,4,5-trimetil-1H-pirrol	0,39	0,13			0,21	0,00	0,21	0,00	0,28	0,03
2100	5-acetil-1,3-dihidro-6-metil-2H-benzimidazol-2-on	0,52	0,15			0,51	0,01	0,65	0,01	0,65	0,02
2231	2,5-dimetoxibenzamid	0,11	0,04								
2394	1H-indol	0,26	0,01	0,26	0,03	0,45	0,01	0,16	0,02	0,32	0,02
2467	4-(4,5-dihidro-4,4-dimetil-2-oxazolil)-5-etil-3-metil izoxazol	0,22	0,02								
2519	1-formil-1,2,3,4-tetrahidrobenzo[c]-1,5-naftiridin	0,44	0,02	1,54	0,05						
2756	transz-4-(3-acetilaminopropil)ciklohexanol			5,84	1,28						
	Egyéb N-tartalmú vegyületek					0,07				0,08	
2390	2-metoxi-2-metil-4-fenil-3-buténitril					0,07	0,00			0,08	0,00
	O-tartalmú gyűrűs vegyületek	2,81		1,89		3,39		3,75		3,05	
1194	2-pentil-furán	0,05	0,01	0,06	0,01	0,03	0,00	0,07	0,01	0,10	0,01
1226	dihidro-2-metil-3(2H)-furanon	0,04	0,01	0,01	0,00	0,03	0,00	0,05	0,00	0,02	0,00
1445	2-furánkarboxaldehid	1,48	0,30	1,15	0,12	1,83	0,27	2,08	0,05	1,61	0,07
1486	2-propil-furán	0,34	0,09	0,15	0,00	0,12	0,01	0,25	0,00	0,09	0,00
1495	1-(2-furanyl)-etanon	0,47	0,12	0,28	0,02	0,58	0,05	0,78	0,05	0,68	0,09
1572	5-metil-2-furánkarboxaldehid	0,32	0,07	0,16	0,01	0,72	0,05	0,44	0,00	0,30	0,01
1574	1-(2-furanyl)-1-propanon			0,02	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00
1772	1-(2-metilfenil)-etanon	0,07	0,00			0,01	0,00	0,04	0,01	0,03	0,00
1794	1-(metilfenil)-etanon	0,04	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,03	0,01	0,02	0,00
2047	5-butildihidro-2(3H)-furanon			0,04	0,00						

4. táblázat A magyar fűszerpaprika fajtákban azonosított illatkomponensek

PTRI	Komponensek	Terület%									
		F0-3	SD	SZ-178	SD	SZ-20	SD	SZ-80	SD	RMNY	SD
2064	6,6-dimetil-6H-dibenzo[b,d]pirán									0,18	0,04
	Egyéb O-tartalmú vegyületek	0,16				0,18		0,18		0,38	
2404	metil 4,4,7-trimetil-4,7-dihidroindán-6-karboxilát	0,16	0,03			0,18	0,01	0,18	0,01	0,38	0,04
	Benzolgyűrűs vegyületek	11,83		5,49		10,15		14,08		9,51	
1038	metil-benzol (toluol)	0,02	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,06	0,01	0,04	0,00
1115	1,3-dimetil-benzol	0,49	0,10	0,30	0,02	0,39	0,02	0,76	0,02	0,35	0,01
1192	1-etil-2-metil-benzol					0,03	0,00	0,05	0,00	0,02	0,00
1193	1-etil-3-metil-benzol					0,03	0,00	0,06	0,01	0,02	0,00
1210	3,5-dimetil-fenol			0,01	0,00					0,01	0,00
1212	1-metoxi-4-metil-benzol	0,01	0,00					0,02	0,00	0,01	0,00
1213	1,3,5-trimetil-benzol					0,03	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00
1231	1-etil-4-metil-benzol					0,02	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00
1252	1,2,4-trimetil-benzol	0,02	0,00			0,10	0,01	0,11	0,01	0,07	0,01
1259	4-metil-benzolmetanol							0,01	0,00		
1313	1,2,3-trimetil-benzol	0,06	0,00			0,03	0,00	0,04	0,00	0,02	0,00
1348	1,2,4,5-tetrametil-benzol					0,01	0,00				
1400	4-etil-2,6-xilenol	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
1430	1,3-diklór-benzol	0,22	0,03	0,20	0,03	0,21	0,01	0,23	0,00	0,20	0,01
1520	benzaldehyd	0,23	0,05	0,13	0,01	0,20	0,02	0,43	0,01	0,39	0,07
1563	5-metil-1,3-benzoldiol					0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00
1632	2-metil-benzaldehyd	0,03	0,00	0,09	0,02			0,08	0,01	0,04	0,00
1652	benzolacetaldehyd	2,30	0,65	1,10	0,10	2,54	0,04	3,78	0,06	2,84	0,07
1750	etil-benzaldehyd	0,28	0,02	0,28	0,03	0,16	0,01	0,27	0,00	0,18	0,01
1823	2,4,6-trimetil-fenol	0,16	0,01			0,05	0,00	0,06	0,00	0,21	0,03
1872	2-metoxi-fenol	0,07	0,01	0,10	0,01	0,12	0,00	0,09	0,01	0,11	0,01
1887	benzil-alkohol	0,12	0,01	0,12	0,01	0,07	0,01	0,07	0,01	0,19	0,02
1924	fenetil-alkohol	0,70	0,05	0,21	0,01	0,44	0,01	0,35	0,01	0,37	0,01
1934	2,6-bis(1,1-dimetiletil)-4-metil-fenol (BHT)	0,08	0,01								
1950	α -etilidén-benzolacetaldehyd							0,08	0,00	0,29	0,04
2033	1-etil-3,5-dimetil-benzol	0,28	0,06	0,25	0,02	0,25	0,00	0,27	0,01	0,24	0,01

4. táblázat A magyar fűszerpaprika fajtákban azonosított illatkomponensek

PTRI	Komponensek	Terület%									
		F0-3	SD	SZ-178	SD	SZ-20	SD	SZ-80	SD	RMNY	SD
2088	5-metil-2-fenil-2-hexenal	0,09	0,03			0,06	0,01	0,07	0,01	0,17	0,02
2188	4-vinil-2-metoxi-fenol	6,67	0,58	2,67	0,10	5,28	0,12	6,98	0,12	3,61	0,29
2288	2,5-bis(1,1-dimetiletil)-fenol					0,06	0,00	0,15	0,00	0,10	0,01
	Naftalinvázás vegyületek	1,29		0,31		3,02		1,33		4,06	
1711	1,2,3,4-tetrahidro-1,1,6-trimetil-naftalin	0,05	0,01			0,03	0,01	0,05	0,00	0,04	0,02
1769	1,2-dihidro-1,1,6-trimetil-naftalin	0,07	0,01	0,08	0,01	0,09	0,00	0,08	0,00	0,27	0,03
2413	1-izopropil-4,6-dimetil-1,2,3,4-tetrahidro-naftalin és 4-izopropil-1,6-dimetil-1,2,3,4-tetrahidro-naftalin keveréke	1,17	0,09	0,23	0,01	2,90	0,04	1,20	0,02	3,75	0,20
	Benzofuránok és rokon vegyületeik	3,08		1,40		0,98		1,64		0,82	
1855	3,6-dimetil-2,3,3A,4,5,7A-hexahidrobenzofurán	0,08	0,01	0,05	0,01	0,06	0,01	0,04	0,01	0,05	0,00
2330	dihidroaktinidiolid	3,00	0,08	1,35	0,02	0,92	0,01	1,60	0,02	0,77	0,03
	Ciklikus alkoholok, aldehidek, ketonok	0,70		0,07		0,29		0,63		1,25	
1388	3,5,5-trimetil-2-ciklohexen-1-on (izoforon)	0,02	0,01	0,02	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00
1531	3,4,5-trimetil-2-ciklopenten-1-on	0,11	0,02	0,05	0,00	0,04	0,01	0,04	0,00	0,03	0,00
1587	4-ciklopentén-1,3-dion							0,03	0,00	0,02	0,00
1610	3,5-dimetil-ciklohexanol	0,37	0,12					0,27	0,01	0,28	0,00
1797	2,2,6-trimetil-1,4-ciklohexándion	0,04	0,00								
2290	1-izopropil-5-metilbiciklo[3.2.2]non-3-én-2-on	0,16	0,04			0,10	0,00	0,11	0,03	0,11	0,00
2394	2-(1-ciklohexen-1-il)-3-hidroxi-5,5-dimetil-2-ciklohexen-1-on					0,13	0,02			0,38	0,06
2400	(2Z,6E)-3,7-dimetil-9-(1-metiletil-idenil)-2,6-ciklodekadien-1-on							0,15	0,01	0,41	0,06

4. táblázat A magyar fűszerpaprika fajtákban azonosított illatkomponensek

PTRI	Komponensek	Terület%									
		F0-3	SD	SZ-178	SD	SZ-20	SD	SZ-80	SD	RMNY	SD
	Nyílt láncú alkoholok, aldehidek, ketonok	2,25		11,91		1,79		2,84		1,97	
1017	2-butanol	0,04	0,01	0,03	0,00	0,03	0,00	0,06	0,00	0,02	0,00
1042	4-metil-2-pentanon	0,03	0,00			0,02	0,00	0,04	0,00	0,01	0,00
1059	2-metil-1-propanol	0,07	0,01	0,07	0,01	0,06	0,01	0,11	0,01	0,04	0,00
1064	hexanal	0,09	0,02	0,14	0,01	0,05	0,00	0,22	0,00	0,13	0,01
1096	(E)-3-pentén-2-on			0,02	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00
1100	1-butanol			0,04	0,00	0,03	0,00	0,05	0,00	0,02	0,00
1147	3-pentanol	0,03	0,01	0,03	0,00	0,04	0,00	0,06	0,00	0,01	0,00
1151	heptanal	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00
1159	3-metil-1-butanol	0,46	0,13	0,64	0,08	0,39	0,05	0,70	0,01	0,34	0,02
1183	(E)-2-hexenal	0,09	0,01	0,07	0,01	0,05	0,01	0,08	0,00	0,03	0,00
1201	1-pentanol	0,03	0,00	0,03	0,01	0,02	0,00	0,04	0,01	0,02	0,00
1247	3-hidroxi-2-butanon	0,01	0,00					0,01	0,00	0,01	0,00
1268	(Z)-3-heptén-2-on	0,07	0,02	0,03	0,00	0,07	0,00	0,10	0,01	0,06	0,00
1271	4-metil-1-pentanol	0,04	0,01	0,09	0,01						
1276	(Z)-2-pentén-1-ol	0,03	0,01	0,02	0,00						
1308	6-metil-5-heptén-2-on	0,13	0,03	0,06	0,01	0,08	0,01	0,16	0,00	0,10	0,00
1313	1-hexanol			0,06	0,01						
1351	(Z)-3-hexén-1-ol	0,01	0,00	0,02	0,00						
1374	nonanal	0,02	0,00	0,05	0,00	0,02	0,00	0,04	0,01	0,02	0,00
1415	(E)-2-oktenal	0,04	0,01	0,05	0,00	0,03	0,00	0,05	0,00	0,04	0,00
1452	(E,E)-2,4-heptadienal	0,12	0,01	0,08	0,01	0,03	0,00	0,09	0,01	0,04	0,00
1472	2-nonén-4-on	0,03	0,01	0,04	0,01	0,03	0,00	0,03	0,01	0,04	0,00
1514	3,5-oktadién-2-on	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00				
1537	(E)-2-nonenal	0,05	0,00	0,06	0,00	0,05	0,01	0,06	0,01	0,06	0,01
1549	1-oktanol	0,07	0,02	0,07	0,01	0,04	0,00	0,06	0,00	0,07	0,00
1592	(E,Z)-2,6-nonadienal	0,06	0,01	0,04	0,00	0,04	0,00	0,07	0,00	0,09	0,00
1597	(E)-6-metil-3,5-heptadien-2-on	0,24	0,08	0,12	0,01	0,15	0,01	0,17	0,00	0,22	0,04
1606	2-undekanon			0,02	0,01						
1780	2-etil-2-metil-tridekanol			0,18	0,01						
1833	(E,E)-2,4-dekadienal	0,10	0,01					0,10	0,01	0,20	0,02

4. táblázat A magyar fűszerpaprika fajtákban azonosított illatkomponensek

PTRI	Komponensek	Terület%									
		F0-3	SD	SZ-178	SD	SZ-20	SD	SZ-80	SD	RMNY	SD
1834	2-tridekanon	0,11	0,02	0,14	0,01	0,21	0,01	0,27	0,00	0,11	0,02
2043	2-pentadekanon	0,08	0,02	0,13	0,01	0,10	0,00	0,10	0,00	0,07	0,02
2051	tetradekanal	0,16	0,03	0,04	0,00	0,20	0,01	0,13	0,01	0,20	0,04
2234	2-heptadekanon			0,16	0,05						
2504	oktadekanal			0,18	0,06						
2517	1-pentadekanol			8,96	0,25						
2631	1-hexadekanol			0,19	0,01						
	Észterek	8,53		5,05		5,06		5,95		3,92	
1397	butánsav hexil észter			0,01	0,00					0,01	0,00
1412	2-metil-butánsav hexil észter	0,01	0,00	0,02	0,00					0,01	0,00
1419	oktánsav etil észter	0,01	0,00	0,02	0,00					0,02	0,00
1796	metil szalicilát	0,02	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,07	0,00	0,04	0,00
1826	dodekánsav metil észter	0,04	0,01	0,05	0,01	0,04	0,01	0,03	0,00	0,06	0,00
1841	3-metilbutil dekanóát			0,12	0,00						
2032	tetradekánsav metil észter	0,20	0,02	0,08	0,02	0,12	0,00	0,13	0,00	0,08	0,00
2069	tetradekánsav etil észter	0,23	0,07	0,04	0,00	0,06	0,00	0,14	0,00	0,08	0,00
2221	hexadekánsav metil észter	2,48	0,34	1,18	0,06	2,01	0,04	1,15	0,04	1,14	0,03
2249	ecetsav oktadecil észter			0,31	0,01						
2254	hexadekánsav etil észter	0,85	0,20	0,28	0,02	0,40	0,01	0,80	0,03	0,48	0,04
2276	etil 9-hexadecenoát			0,05	0,00						
2306	(E,E)-9,12-oktadekadiénsav metil észter									0,17	0,01
2308	heptadekánsav metil észter	0,07	0,00								
2393	oktadekánsav metil észter	0,31	0,06								
2424	oktadekánsav etil észter							0,05	0,01		
2477	linolsav etil észter	1,05	0,07	0,56	0,07	0,53	0,11	1,00	0,09	0,51	0,07
2480	1,2-benzoldikarboxilsav butil 2-etilhexil észter	0,22	0,02	0,42	0,02	0,19	0,06	0,29	0,06	0,10	0,03
2501	9,12,15-oktadekatriénsav metil észter	1,07	0,07	0,46	0,06	0,86	0,02	0,59	0,05	0,29	0,00
2528	(Z,Z,Z)-9,12,15-oktadekatriénsav etil észter	1,97	0,07	1,41	0,02	0,81	0,03	1,70	0,07	0,93	0,07

4. táblázat A magyar fűszerpaprika fajtákban azonosított illatkomponensek

PTRI	Komponensek	Terület%									
		F0-3	SD	SZ-178	SD	SZ-20	SD	SZ-80	SD	RMNY	SD
	Nyílt láncú savak	25,64		35,65		36,47		29,32		19,12	
1683	pentánsav	0,28	0,05	0,29	0,02			0,55	0,06	0,60	0,08
1816	3-metil-2-buténsav	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,06	0,00	0,04	0,00
1868	hexánsav	0,37	0,01	0,63	0,06	0,19	0,02	0,48	0,02	0,35	0,00
1975	heptánsav	0,10	0,02	0,08	0,01			0,12	0,01	0,05	0,00
2076	oktánsav	0,58	0,16	0,29	0,01	0,27	0,01	0,46	0,01	0,31	0,01
2173	nonánsav	0,09	0,03	0,38	0,01	0,08	0,01	0,30	0,01		
2266	dekánsav	0,60	0,13	0,49	0,04	0,32	0,01	0,41	0,01	0,18	0,02
2436	dodekánsav	4,94	0,79	4,17	0,05	3,61	0,32	3,89	0,05	2,13	0,22
2597	tetradekánsav	4,19	0,75	3,55	0,18	3,70	0,17	3,71	0,17	2,67	0,40
2639	pentadekánsav	0,34	0,04	3,58	0,22			0,09	0,01	0,17	0,01
2746	hexadekánsav	14,12	1,02	22,16	0,66	28,27	0,32	19,25	0,04	12,62	2,14
	Szénhidrogének	3,36		13,08		1,37		1,07		0,96	
1267	1,4-dimetil-ciklohexán			0,03	0,01						
1331	2-metil-tridekán	0,22	0,04	0,59	0,03					0,06	0,00
1380	tetradekán			0,12	0,01						
1433	1-tetradecén					0,04	0,00	0,07	0,00	0,04	0,00
1496	pentadekán	0,20	0,04	0,70	0,07						
1509	ciklohexén							0,11	0,00	0,11	0,00
1521	(Z)-7-hexadecén			0,07	0,01						
1560	2-metil-pentadekán	0,16	0,02	0,52	0,03					0,04	0,00
1611	hexadekán			0,64	0,07						
1673	4-metil-hexadekán			0,63	0,02						
1687	1-butil-2-propil-ciklopentán			0,14	0,01						
1722	heptadekán	0,56	0,10	4,01	0,25	0,05	0,00	0,04	0,00	0,27	0,04
1772	8-heptadecén			0,27	0,01						
1826	oktadekán	0,06	0,01	0,15	0,01						
1929	nonadekán	0,15	0,02	0,74	0,04	0,09	0,01	0,05	0,00	0,06	0,00
2026	eikozán	0,18	0,05	0,17	0,01						
2078	10-metil-eikozán			0,48	0,02						
2121	heneikozán	0,23	0,05	0,31	0,01	0,13	0,01	0,12	0,01		
2159	1-pentadecén			1,05	0,09						

4. táblázat A magyar fűszerpaprika fajtákban azonosított illatkomponensek

PTRI	Komponensek	Terület%									
		F0-3	SD	SZ-178	SD	SZ-20	SD	SZ-80	SD	RMNY	SD
2210	dokozán	0,22	0,08	0,10	0,01	0,06	0,00	0,15	0,00		
2296	trikozán	0,27	0,05	0,28	0,03	0,12	0,01	0,16	0,00		
2308	1-hexadecén			0,21	0,02						
2362	(E)-3-tetradecén-5-in					0,41	0,01				
2381	tetrakozán			0,12	0,02						
2459	pentakozán	0,64	0,42	0,63	0,12	0,27	0,02	0,16	0,02	0,16	0,02
2513	ciklohexadekán							0,10	0,00	0,17	0,02
2611	heptakozán	0,34	0,12	0,52	0,07	0,20	0,04	0,11	0,01	0,05	0,00
2664	1-nonadecén	0,13	0,02	0,60	0,14						
	Ismeretlen szerkezetű vegyületek										
1632	Muscatmust-N	0,13	0,02	0,08	0,01	0,23	0,00	0,11	0,00	0,03	0,00
2004	Szegedi-20(A)	1,38	0,21	0,25	0,02	0,56	0,04	0,26	0,01	0,30	0,02
2015	Szegedi-20(B)	1,17	0,36	0,30	0,01	0,54	0,01	0,64	0,01	0,44	0,03
2037	Redchry-B	0,19	0,06	0,09	0,00	0,15	0,01	0,07	0,01	0,06	0,00
2146	Szegedi-20(C)	0,28	0,06	0,09	0,00	0,16	0,01	0,14	0,01	0,11	0,01
2155	Szegedi-20(C)	6,43	0,68	1,86	0,09	5,39	0,08	4,60	0,11	3,41	0,15
2449	Szegedi-20(D)	1,56	0,37	0,48	0,01	0,89	0,08	1,09	0,03	1,54	0,07
2539	Szegedi-20(E)	0,78	0,11	0,25	0,01	1,43	0,05	0,65	0,01	1,48	0,11

5. táblázat A „Szegedi 20” fűszerpaprika aromaösszetételének változása a tárolás során

PTRI	Komponensek	Terület%					
		2007. nov	SD	2008. nov hűtő	SD	2008. nov szobah.	SD
	Terpének és származékaik	17,68		16,66		15,36	
	<i>Monoterpének</i>	4,90		3,26		3,21	
1127	izoterpinolén	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00
1130	β-mircén	0,02	0,00	0,02	0,01		
1168	dl-limonén	0,06	0,00	0,11	0,00	0,03	0,00
1198	transz-β-ocimén	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
1216	3,7-dimetil-1,3,7-oktatrién	0,04	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00
1254	α-terpinolén	0,13	0,01	0,02	0,00	0,02	0,00
1428	cisz-linalool oxid	0,36	0,01	0,23	0,01	0,17	0,01
1461	transz-linalool oxid	0,26	0,01	0,08	0,00	0,07	0,00
1512	kamfén			0,01	0,00		
1527	bornilén	0,04	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00
1541	linalool	1,50	0,03	0,82	0,07	0,68	0,00
1610	hotrienol					0,04	0,00
1624	1-metoxi-4-(1'-metiletil)ciklohexa-1,4-dién					0,03	0,00
1630	α-4-dimetil-3-ciklohexén-1-acetaldehid	0,30	0,01	0,18	0,01	0,12	0,00
1635	β-ciklocitrál	0,25	0,01	0,30	0,06	0,22	0,05
1656	safranal			0,37	0,02	0,75	0,00
1710	α-terpineol	0,80	0,02	0,34	0,02	0,29	0,00
1815	nerol	0,11	0,00	0,09	0,01	0,09	0,00
1861	transz-geraniol	0,44	0,01				
1916	p-menta-3,8-dién	0,06	0,00	0,09	0,01	0,04	0,00
2179	(E)-ocimenon					0,07	0,00
2285	nerolsav			0,10	0,00	0,11	0,02
2323	geránsav	0,14	0,00				

5. táblázat A „Szegeci 20” fűszerpaprika aromaösszetételének változása a tárolás során

PTRI	Komponensek	Terület%					
		2007. nov	SD	2008. nov hűtő	SD	2008. nov szobah.	SD
	Szeszkviterpének	7,48		2,88		0,88	
1494	α -kopaén			0,04	0,01	0,04	0,00
1589	β -elemén			0,01	0,00		
1606	β -elemén	3,02	0,14	0,59	0,06	0,21	0,01
1616	transz-kariofillén	0,10	0,00				
1623	δ -gvajén	0,04	0,00				
1659	α -gurjunén					0,02	0,00
1667	alloaromadendrén	0,28	0,02	0,14	0,02	0,05	0,01
1700	γ -szelinén	0,23	0,02	0,10	0,00	0,04	0,00
1729	α -muurolén	1,18	0,02	0,50	0,01	0,14	0,00
1728	eremofilén			0,01	0,01	0,05	0,00
1738	(+)-aromadendrén			0,03	0,00		
1743	eremofilén	0,39	0,01	0,14	0,00		
1746	valencén	0,06	0,01	0,06	0,01		
1749	β -szelinén	0,18	0,02				
1754	α -szelinén	0,25	0,01	0,16	0,03	0,04	0,01
1764	(E,E)- α -farnezén			0,09	0,01		
1765	β -elemén	0,02	0,00	0,05	0,01		
1777	kurkumén	0,12	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00
1779	α -longipinén			0,15	0,00		
1794	germakrén-A	0,10	0,01				
2054	transz-nerolidol	0,23	0,01	0,20	0,01	0,13	0,01
2094	elemol	0,42	0,01	0,20	0,03	0,12	0,00
2176	γ -eudezmol	0,15	0,02	0,06	0,00	0,03	0,01
2287	1-metil-8-(1-metiletil)-triciklo[4.4.0.02,7]dec-3-én-3-metanol			0,12	0,01		
2328	transz-farnezol	0,63	0,01	0,20	0,03		
2507	γ -costol	0,08	0,01				

5. táblázat A „Szegeci 20” fűszerpaprika aromaösszetételének változása a tárolás során

PTRI	Komponensek	Terület%					
		2007. nov	SD	2008. nov hűtő	SD	2008. nov szobah.	SD
	Egyéb terpénvegyületek	5,30		10,52		11,27	
1294	2,2,6-trimetil-ciklohexanon	0,02	0,00	0,05	0,01	0,04	0,00
1637	β -homociklocitrál	0,04	0,01	0,12	0,02	0,12	0,01
1848	β -damaszcenon	1,14	0,06	0,53	0,02	0,50	0,03
1859	dihidro- β -jonon	0,06	0,00	0,08	0,02	0,09	0,00
1878	α -jonon			0,20	0,00	0,23	0,00
1880	geranil aceton	0,91	0,08	2,85	0,09	2,16	0,14
1965	β -jonon	0,87	0,01	2,50	0,10	2,78	0,16
2085	zingeron					0,03	0,01
2099	1,4.béta.,5-trimetil-9-metilénbicyclo[3.3.1]nonan-2-on	0,12	0,01	0,06	0,02	0,06	0,02
2142	hexahidrofarnesil aceton	0,14	0,01	0,08	0,01	0,08	0,01
2291	megastigmatrienon	0,11	0,01	0,07	0,02		
2337	liguhodgsonal	0,56	0,01	0,30	0,04	0,17	0,02
2351	farnesil aceton C	0,66	0,14	3,23	0,13	4,51	0,00
2406	4-oxo- β -jonon					0,09	0,02
2492	3,4-dimetoxi-bicyclo[4.2.0]okta-1,3,5-trien-7-ol	0,36	0,02	0,18	0,01	0,12	0,04
2715	farnesil aceton	0,31	0,03	0,27	0,01	0,29	0,03
	S-tartalmú vegyületek	1,23		1,75		1,39	
1224	1-(metiltio)-propán	0,02	0,00	0,01	0,00		
1441	3-(metiltio)-propanal	0,16	0,03	0,05	0,00	0,04	0,00
1540	etildimetiltiofén			0,05	0,01	0,03	0,00
1681	2-etil-5-propiltiofén	0,51	0,05	0,34	0,01	0,27	0,01
2023	2-(t-butil)benzotiofén	0,04	0,01	0,15	0,00	0,47	0,06
2452	2-(3,5-dimetil-4-metoxifenil)tiofén	0,46	0,04	0,97	0,03	0,58	0,02
2624	dimetiltbenzo[b]tiofén	0,04	0,00	0,18	0,04		
	N-tartalmú gyűrűs vegyületek	2,73		1,37		2,32	
1108	1-metil-1H-pirrol	0,13	0,02	0,19	0,01	0,59	0,01
1144	piridin	0,02	0,00	0,01	0,00		
1289	2,5-dimetil-pirazin	0,01	0,00				

5. táblázat A „Szegeci 20” fűszerpaprika aromaösszetételének változása a tárolás során

PTRI	Komponensek	Terület%					
		2007. nov	SD	2008. nov hűtő	SD	2008. nov szobah.	SD
1296	2,6-dimetil-pirazin	0,04	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00
1303	etil-pirazin	0,01	0,00	0,01	0,00		
1316	2,3-dimetil-pirazin	0,05	0,00			0,03	0,00
1361	2-etil-6-metil-pirazin	0,05	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00
1368	2-etil-5-metil-pirazin	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
1382	trimetil-pirazin	0,08	0,00			0,04	0,00
1438	4-amino-2(1H)-pirimidinon					0,08	0,00
1445	2,3-dimetil-5-etil-pirazin			0,03	0,00	0,04	0,00
1462	tetrametil-pirazin	0,48	0,03	0,20	0,00	0,29	0,01
1480	2-etenil-6-metil-pirazin	0,05	0,00				
1508	2,3,5-trimetil-6-etilpirazin					0,02	0,00
1926	5-etil-2-metoxi-4,6-dimetil-pirimidin					0,10	0,00
1982	2-acetilpirrol	0,58	0,01	0,46	0,01	0,49	0,00
1997	3-etil-2,4,5-trimetil-1H-pirrol	0,21	0,00			0,20	0,01
2103	5-acetil-1,3-dihidro-6-metil-2H-benzimidazol-2-on	0,51	0,01	0,26	0,01	0,20	0,02
2112	1,3-dihidro-1,3,3-trimetil- 2H-indol-2-on					0,06	0,01
2396	1H-indol	0,45	0,01	0,16	0,01	0,15	0,01
	Egyéb N-tartalmú vegyületek	0,07		-		-	
2390	2-metoxi-2-metil-4-fenil-3-buténitril	0,07	0,00				
	O-tartalmú gyűrűs vegyületek	3,39		1,36		1,36	
1195	2-pentil-furán	0,03	0,00	0,11	0,00	0,03	0,00
1227	dihidro-2-metil-3(2H)-furanon	0,03	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00
1266	cisz-2-(2-pentenil)furán			0,03	0,01	0,02	0,00
1447	2-furánkarboxaldehid	1,83	0,27	0,75	0,02	0,45	0,01
1487	2-propil-furán	0,12	0,01			0,05	0,00
1496	1-(2-furanil)-etanon	0,58	0,05	0,20	0,01	0,19	0,01
1574	5-metil-2-furánkarboxaldehid	0,72	0,05	0,30	0,02	0,18	0,01
1577	1-(2-furanil)-1-propanon	0,03	0,00				
1775	1-(2-metilfenil)-etanon	0,04	0,00	0,05	0,00	0,08	0,00

5. táblázat A „Szegedi 20” fűszerpaprika aromaösszetételének változása a tárolás során

PTRI	Komponensek	Terület%					
		2007. nov	SD	2008. nov hűtő	SD	2008. nov szobah.	SD
1797	1-(metilfenil)-etanon	0,01	0,00			0,09	0,00
2341	γ -dekalakton					0,25	0,03
	Egyéb O-tartalmú vegyületek	0,18				0,08	
2311	9-oxo-6-metoxi-1,4a(S)-dimetil-2,3,4,4a,9,10-hexahidrofenantrén					0,08	0,01
2407	metil-4,4,7-trimetil-4,7-dihidroindán-6-karboxilát	0,18	0,01				
	Benzolgyűrűs vegyületek	10,16		4,46		4,43	
1038	metil-benzol (toluol)	0,03	0,00	0,01	0,00		
1115	1,3-dimetil-benzol	0,39	0,02	0,18	0,01	0,12	0,00
1192	1-etil-2-metil-benzol	0,03	0,00				
1193	1-etil-3-metil-benzol	0,03	0,00				
1209	3,5-dimetil-fenol			0,03	0,00	0,02	0,00
1213	1,3,5-trimetil-benzol	0,03	0,00				
1231	1-etil-4-metil-benzol	0,02	0,00				
1236	1-metil-3-(1-metiletil)-benzol (β -cimén)			0,01	0,00		
1253	1,2,4-trimetil-benzol	0,10	0,01	0,01	0,00		
1313	1,2,3-trimetil-benzol	0,03	0,00				
1348	1,2,4,5-tetrametil-benzol	0,01	0,00				
1402	4-etil-2,6-xilenol	0,01	0,00	0,05	0,00	0,02	0,00
1431	1,3-diklór-benzol	0,21	0,01	0,57	0,05	0,06	0,01
1522	benzaldehyd	0,20	0,02	0,14	0,01	0,13	0,00
1563	5-metil-1,3-benzoldiol	0,01	0,01	0,02	0,00	0,04	0,00
1616	3-metil-benzaldehyd					0,10	0,01
1654	benzolacetaldehyd	2,54	0,04	0,98	0,07	0,90	0,05
1671	1,2,3,4-tetrametil-4-(1-metiletenil)-benzol					0,02	0,00
1734	etil-benzaldehyd	0,16	0,01	0,04	0,00	0,03	0,00
1752	2,4-dimetil-benzaldehyd			0,35	0,03	0,43	0,01
1825	2,4,6-trimetil-fenol	0,05	0,00	0,04	0,00	0,05	0,00
1873	2-metoxi-fenol (gvajakol)	0,12	0,00				

5. táblázat A „Szegeci 20” fűszerpaprika aromaösszetételének változása a tárolás során

PTRI	Komponensek	Terület %					
		2007. nov	SD	2008. nov hűtő	SD	2008. nov szobah.	SD
1889	benzil-alkohol	0,07	0,01				
1926	fenetil-alkohol	0,44	0,01	0,24	0,01	0,17	0,00
1948	α -etilidén-benzolacetaldehyd			0,04	0,01	0,06	0,00
2035	1-etil-3,5-dimetil-benzol	0,25	0,00	0,14	0,01	0,13	0,01
2090	5-metil-2-fenil-2-hexenal	0,06	0,01	0,01	0,00	0,03	0,00
2167	(1-metoxi-2-propenil)-benzol			0,13	0,00		
2190	4-vinil-2-metoxi-fenol	5,28	0,12	2,79	0,10	2,12	0,08
2288	2,5-bis(1,1-dimietil)-fenol	0,06	0,00				
	Naftalinvázás vegyületek	3,02		1,81		0,79	
1660	1,2,3,4-tetrahidro-2,3-metano-2,8-dimetoxinaftalin			0,04	0,01		
1684	1,2,3,4-tetrahidro-1,6,8-trimetil-naftalin			0,04	0,00		
1713	1,2,3,4-tetrahidro-1,1,6-trimetil-naftalin	0,03	0,01	0,03	0,00	0,03	0,00
1771	1,2-dihidro-1,1,6-trimetil-naftalin	0,09	0,00	0,04	0,00	0,02	0,00
2417	1-izopropil-4,6-dimetil-1,2,3,4-tetrahidro-naftalin és 4-izopropil-1,6-dimetil-1,2,3,4-tetrahidro-naftalin keveréke	2,90	0,04	1,66	0,07	0,74	0,05
	Benzofuránok és rokon vegyületeik	0,98		4,47		9,95	
1857	3,6-dimetil-2,3,3A,4,5,7A-hexahidrobenzofurán	0,06	0,01	0,10	0,00	0,09	0,01
2243	4,5,6,7-tetrahidro-7,7-dimetil-1(3H)-izobenzofuranon			0,19	0,01	0,15	0,01
2264	metil-7,7-dimetil-4,5,6,7-tetrahidrobenzo[b]furán-2-karboxilát			0,07	0,01		
2332	(R)-5,6,7,7a-tetrahidro-4,4,7a-trimetil-2(4H)-benzofuranon (dihidroaktinidiolid)	0,92	0,01	4,11	0,24	9,60	0,36
2346	2,3-dihidro-benzofurán					0,11	0,01
	Ciklikus alkoholok, aldehidek, ketonok	0,29		0,26		0,23	
1389	3,5,5-trimetil-2-ciklohexen-1-on (α -izoforon)	0,02	0,00	0,05	0,01	0,06	0,00
1532	3,4,5-trimetil-2-ciklopenten-1-on	0,04	0,01	0,07	0,00	0,06	0,01
1704	4-ketoizoforon			0,13	0,02	0,08	0,01
1799	2,2,6-trimetil-1,4-ciklohexándion			0,01	0,00	0,03	0,00
1814	3-hidroxi-2-metil-5-(1-metiletil)- 2,5-ciklohexadién-1,4-dion						
2293	1-izopropil-5-metilbicyklo[3.2.2]non-3-én-2-on	0,10	0,00				
2394	2-(1-ciklohexen-1-il)-3-hidroxi-5,5-dimetil-2-ciklohexen-1-on	0,13	0,02				

5. táblázat A „Szegeci 20” fűszerpaprika aromaösszetételének változása a tárolás során

PTRI	Komponensek	Terület %					
		2007. nov	SD	2008. nov hűtő	SD	2008. nov szobah.	SD
	Nyílt láncú alkoholok, aldehidek, ketonok	1,79		3,45		0,90	
1017	2-butanol	0,03	0,00				
1024	1-pentén-3-on			0,02	0,00		
1042	4-metil-2-pentanon	0,02	0,00				
1059	2-metil-1-propanol	0,06	0,01	0,04	0,00	0,02	0,00
1064	hexanal	0,05	0,00	0,25	0,01	0,06	0,01
1096	(E)-3-pentén-2-on	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
1100	(E)-2-pentenal			0,04	0,00		
1101	1-butanol	0,03	0,00				
1147	3-pentanol	0,04	0,00				
1151	heptanal	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00
1159	3-metil-1-butanol (izoamil-alkohol)	0,39	0,05	0,37	0,01	0,03	0,00
1184	(E)-2-hexenal	0,05	0,01	0,10	0,00	0,03	0,00
1202	1-pentanol	0,02	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00
1204	(Z)-4-heptenal			0,02	0,00		
1255	oktanal			0,03	0,00		
1269	(Z)-3-heptén-2-on	0,07	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00
1274	(Z)-2-pentén-1-ol			0,04	0,00	0,02	0,00
1295	(E)-2-heptenal			0,02	0,00	0,01	0,00
1308	6-metil-5-heptén-2-on	0,08	0,01	0,13	0,01	0,06	0,00
1352	(Z)-3-hexén-1-ol			0,01	0,00	0,01	0,00
1375	nonanal	0,02	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00
1416	(E)-2-oktenal	0,03	0,00	0,07	0,00	0,02	0,00
1453	(E,E)-2,4-heptadienal	0,03	0,00	0,16	0,01	0,02	0,00
1473	(E,Z)-2,4-heptadienal			0,38	0,01		
1473	2-nonén-4-on	0,03	0,00				
1516	3,5-oktadién-2-on	0,03	0,00	0,08	0,00	0,01	0,00
1538	(E)-2-nonenal	0,05	0,01	0,07	0,00	0,03	0,00
1549	1-oktanol	0,04	0,00				
1594	(E,Z)-2,6-nonadienal	0,04	0,00	0,06	0,00	0,04	0,00

5. táblázat A „Szegedi 20” fűszerpaprika aromaösszetételének változása a tárolás során

PTRI	Komponensek	Terület %					
		2007. nov	SD	2008. nov hűtő	SD	2008. nov szobah.	SD
1599	(E)-6-metil-3,5-heptadien-2-on	0,15	0,01	0,30	0,01	0,37	0,01
1608	3,4-dimetilciklohexanol			0,75	0,03		
1832	(E,E)-2,4-dekadienal			0,26	0,01	0,06	0,00
1835	2-tridekanon	0,21	0,01	0,08	0,00		
2044	2-pentadekanon	0,10	0,00	0,05	0,01	0,04	0,00
2052	tetradekanal	0,20	0,01				
2234	2-heptadekanon						
	Észterek	5,30		9,40		12,54	
1420	oktánsav etil észter			0,01	0,00		
1796	metil szalicilát	0,04	0,00				
1827	dodekánsav metil észter	0,04	0,01	0,04	0,00	0,13	0,01
1867	dodekánsav etil észter			0,07	0,00	0,02	0,01
1906	2-metil-propánsav 1-(1,1-dimetiletil)-2-metil-1,3-propándiil észter	0,24	0,00				
2033	tetradekánsav metil észter	0,12	0,00	0,27	0,01	0,49	0,01
2059	tetradekánsav 1-metiletil észter (izopropil mirisztát)			0,03	0,00		
2070	tetradekánsav etil észter	0,06	0,00	0,19	0,01	0,04	0,00
2222	hexadekánsav metil észter	2,01	0,04	2,65	0,06	4,18	0,11
2244	(Z)-9-hexadecénsav metil észter					0,12	0,01
2255	hexadekánsav etil észter	0,40	0,01	1,31	0,04	0,36	0,05
2309	heptadekánsav metil észter			0,05	0,01	0,06	0,01
2395	oktadekánsav metil észter			0,32	0,01	0,53	0,03
2418	(Z)-9-oktadecénsav metil észter			0,40	0,01	0,68	0,06
2451	9,12-oktadekadiénsav metil észter	0,22	0,01	1,53	0,04	2,65	0,11
2478	linolsav etil észter	0,53	0,11	0,22	0,01		
2483	1,2-benzoldikarboxilsav butil 2-etilhexil észter	0,19	0,06				
2502	9,12,15-oktadekatriénsav metil észter	0,86	0,02	1,35	0,04	2,61	0,03
2528	(Z,Z,Z)-9,12,15-oktadekatriénsav etil észter	0,81	0,03	0,96	0,02	0,67	0,02

5. táblázat A „Szegeci 20” fűszerpaprika aromaösszetételének változása a tárolás során

PTRI	Komponensek	Terület %					
		2007. nov	SD	2008. nov hűtő	SD	2008. nov szobah.	SD
	Nyílt láncú savak	36,47		37,69		38,39	
1672	3-metil-butánsav			0,15	0,01	0,20	0,01
1820	3-metil-2-buténsav	0,03	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00
1870	hexánsav	0,19	0,02	1,05	0,03	1,00	0,01
1961	heptánsav			0,06	0,01	0,09	0,01
2079	oktánsav	0,27	0,01	0,53	0,01	0,65	0,02
2177	nonánsav	0,08	0,01	0,15	0,01	0,18	0,00
2268	dekánsav	0,32	0,01	0,11	0,02	0,84	0,00
2438	dodekánsav	3,61	0,32	5,52	0,14	8,40	0,26
2598	tetradekánsav	3,70	0,17	4,70	0,20	7,95	0,07
2748	hexadekánsav	28,27	0,32	25,40	0,51	19,06	0,26
	Szénhidrogének	1,37		0,75		0,65	
1378	tetradekán			0,02	0,00		
1433	1-tetradecén	0,04	0,00				
1495	pentadekán			0,04	0,01	0,02	0,00
1603	2,2-dimetil-3-heptin					0,02	0,00
1610	hexadekán			0,04	0,01	0,03	0,00
1658	(E)-5-oktadecén					0,07	0,00
1721	heptadekán	0,05	0,00	0,04	0,02	0,03	0,00
1754	5-etilidén-1-metil-cikloheptén			0,08	0,00		
1876	1-oktadecén					0,08	0,00
1929	nonadekán	0,09	0,01	0,02	0,01	0,05	0,01
2122	heneikozán	0,13	0,01	0,12	0,01	0,08	0,02
2211	dokozán	0,06	0,00				
2297	trikozán	0,12	0,01	0,15	0,01	0,06	0,01
2362	(E)-3-tetradecén-5-in	0,41	0,01				
2462	pentakozán	0,27	0,02	0,24	0,04	0,21	0,02
2613	heptakozán	0,20	0,04				

6. táblázat A perui örlemények illatkomponensei

* külföldi eredetet jelző komponensek

kizárólag a perui örleményekben azonosított aromaalkotók

PTRI	Komponensek	Terület%			
		csemege	SD	édes	SD
	Terpének és származékaik	12,26		52,42	
	Monoterpének	2,48		2,50	
1031	α -pinén	0,02	0,01	0,03	0,00
1095	β -pinén*	0,02	0,00	0,03	0,00
1103	szabinén*	0,02	0,00	0,06	0,01
1128	δ -3-karén	0,04	0,01	0,07	0,01
1133	izoterpinolén	0,02	0,00		
1136	β -mircén	0,03	0,00	0,03	0,00
1143	α -fellandrán*	0,03	0,01	0,04	0,00
1176	dl-limonén	0,29	0,06	0,29	0,00
1185	eukaliptol*	0,02	0,00		
1186	szabinén*			0,04	0,00
1187	β -fellandrán*	0,05	0,01		
1206	transz- β -ocimén	0,01	0,00	0,01	0,00
1223	γ -terpinén	0,07	0,01	0,09	0,01
1264	α -terpinolén	0,03	0,01	0,03	0,00
1391	menta-1,4,8-trién*	0,02	0,01		
1440	cisz-linalool-oxid	0,19	0,03	0,04	0,01
1447	E,E-2,6-dimetil-1,3,5,7-oktatetraén*			0,03	0,00
1473	transz-linalool-oxid	0,07	0,01	0,06	0,01
1552	linalool	0,44	0,07	0,31	0,01
1623	4-terpineol			0,16	0,01
1624	hotrienol	0,10	0,00		
1649	α -4-dimetil-3-ciklohexén-1-acetaldehid	0,25	0,03	0,07	0,01
1652	β -ciklocitrál	0,28	0,07	0,29	0,04
1723	l- α -terpineol	0,27	0,03	0,23	0,01
1745	<u>4,6,6-trimetil-biciklo[3.1.1]hept-3-en-2-on</u> (verbenon)*			0,03	0,00
1773	d-karvon*	0,22	0,03	0,36	0,01
1873	transz-geraniol	0,13	0,02	0,20	0,02
	Szeszkviterpének	0,96		41,42	
1507	α -kubebén			0,07	0,00
1616	β -elemén	0,24	0,03	0,25	0,01
1628	transz-kariofillén			0,29	0,01
1712	γ -szelinén	0,05	0,01		
1742	arisztolén	0,27	0,03		
1755	α -zingiberén*			0,43	0,02
1756	eremofilén	0,09	0,01		
1762	β -bizabolén*			0,23	0,01
1763	β -szelinén	0,08	0,01		
1768	α -szelinén	0,11	0,02	0,13	0,06
1809	β -szeszkvifellandrán*			0,48	0,03
1812	α -kurkumén			0,35	0,01
2063	nerolidol	0,09	0,01	0,06	0,01

6. táblázat A perui örlemények illatkomponensei

PTRI	Komponensek	Terület %			
		csemege	SD	édes	SD
2202	<i>ar</i> -turmeron*			12,96	0,12
2257	α -turmeron*			15,42	0,08
2267	β - turmeron*			10,42	0,07
2327	α -atlanton*			0,33	0,09
	Egyéb terpénvegyületek	8,54		8,50	
1225	3,7-dimetil-1,3,7-oktatrién (α -ocimén)	0,02	0,00	0,01	0,00
1306	2,2,6-trimetil-ciklohexanon	0,08	0,01	0,05	0,01
1645	karvomentenal (p-ment-1-en-9-al)*			0,05	0,00
1862	β -damaszcenon	0,25	0,04	0,16	0,01
1892	geranil aceton	4,60	0,82	5,00	0,10
1979	β -jonon	2,16	0,29	1,61	0,03
2358	farnezilaceton	1,43	0,16	1,62	0,04
	S-tartalmú vegyületek	0,09			
1460	2-(1-metiletil)-tiofén	0,03	0,00		
1931	4-metil-benzotiol	0,06	0,01		
	N-tartalmú gyűrűs vegyületek	1,14		1,27	
1116	1-metil-1H-pirrol	0,12	0,04	0,04	0,01
1330	2,3-dimetil-pirazin			0,01	0,00
1395	trimetil-pirazin	0,03	0,00	0,02	0,00
1476	tetrametil-pirazin	0,20	0,04	0,60	0,01
2000	2-acetilpirrol	0,70	0,11	0,55	0,01
2011	2,5-dimetil-3-propil-pirazin			0,05	0,01
2012	3-etil-2,4,5-trimetil-1H-pirrol	0,09	0,01		
	O-tartalmú gyűrűs vegyületek	7,42		5,92	
1204	2-pentil-furán	0,09	0,02	0,08	0,00
1240	dihidro-2-metil-3(2H)-furanon	0,04	0,01	0,01	0,00
1434	5-metil-2(3H)-furanon (α -angelika lakton)	0,02	0,00	0,02	0,00
1465	2-furánkarboxaldehid	0,68	0,15	0,59	0,02
1514	1-(2-furanil)-etanon	0,22	0,02	0,15	0,01
1580	4,5-dimetil-2-furánkarboxaldehid	0,08	0,02	0,11	0,00
1592	5-metil-2-furánkarboxaldehid	0,28	0,04	0,20	0,02
1608	4H-piran-4-on			0,03	0,00
1637	2-acetil-5-metilfurán			0,03	0,00
1704	γ -vinil- γ -valerolakton	0,06	0,00	0,05	0,01
2064	γ -nonalakton	0,12	0,03		
2351	(R)-5,6,7,7a-tetrahidro-4,4,7a-trimetil-2(4H)-benzofuranon (dihidroaktinidiolid)	5,83	0,08	4,65	0,14
	Benzolgyűrűs vegyületek	5,58		5,32	
1042	metil-benzol	0,03	0,01	0,01	0,00
1122	1,3-dimetil-benzol	0,16	0,05	0,09	0,01
1251	1-metil-2-(1-metiletil)-benzol	0,05	0,01	0,08	0,01
1540	benzaldehyd	0,35	0,08	0,27	0,02
1653	4-metil-benzaldehyd	0,25	0,03	0,26	0,01
1673	benzolacetaldehyd	1,49	0,29	0,99	0,02
1769	2,4-dimetil-benzaldehyd	0,53	0,08	0,54	0,02
1792	1-(2-metilfenil)-etanon	0,09	0,01		
1814	1-(metilfenil)-etanon	0,07	0,01		
1817	metil-szalicilát	0,06	0,01	0,03	0,00

6. táblázat A perui örlemények illatkomponensei

PTRI	Komponensek	Terület %			
		csemege	SD	édes	SD
1823	4-(1-metiletil)-benzaldehyd (kuminaldehyd)	0,13	0,02	0,21	0,02
1840	2,4,5-trimetil-fenol	0,13	0,01		
1907	benzil-alkohol	0,09	0,01	0,06	0,01
1917	1-etil-2,4-dimetil-benzol			0,05	0,01
1943	fenetil-alkohol	0,15	0,03	0,11	0,01
1969	α -etilidén-benzolacetaldehyd	0,07	0,01		
2047	1-etil-3,5-dimetil-benzol	0,14	0,02	0,11	0,01
2104	5-metil-2-fenil-2-hexenal	0,15	0,01		
2207	2-metoxi-5-vinilfenol	1,25	0,20	0,95	0,05
2216	1,2,4,5-tetrametil-benzol			1,21	0,08
2246	2,5-dimetoxibenzamid	0,39	0,05		
	Naftalinvázis vegyületek	0,08		0,32	
1730	1,2,3,4-tetrahydro-1,1,6-trimetil-naftalin	0,05	0,01	0,04	0,00
1787	3,8,8-trimetildihidronaftalin*	0,03	0,00		
1885	4,4a,5,6,7,8-hexahidro-2(3H)-naftalenon*			0,28	0,01
	Gyűrűs alkoholok, aldehidek, ketonok	1,43		0,60	
1403	α -izoforon	0,02	0,00	0,03	0,00
1557	2,3-dimetil-2-ciklopenten-1-on			0,03	0,00
1628	2,6-dimetil-ciklohexanol	1,32	0,21		
1727	4-ketoizoforon	0,09	0,02	0,08	0,00
2307	6-(1,5-dimetil-4-hexenil)-3-metil-2-ciklohexen-1-on			0,46	0,05
	Nyílt láncú alkoholok, aldehidek, ketonok	3,82		12,12	
971	2-metil-butanal	0,05	0,00	0,03	0,00
972	3-metil-butanal			0,11	0,00
973	pentanal	0,29	0,07	0,02	0,00
1069	hexanal	0,22	0,07	0,32	0,01
1096	3-metil-1-penten-3-ol	0,02	0,00	0,01	0,00
1103	(E)-3-penten-2-on	0,02	0,01		
1131	1-etoxi-2-propanol	0,04	0,01	0,02	0,00
1152	2-etoxi-2-metil-propán			0,04	0,00
1156	2-heptanon	0,03	0,00		
1159	heptanal	0,03	0,01	0,03	0,00
1167	3-metil-1-butanol	0,04	0,01	0,02	0,00
1194	(E)-2-hexenal	0,01	0,00	0,01	0,00
1211	1-pentanol	0,05	0,01	0,06	0,01
1281	3-hepten-2-on	0,08	0,02	0,04	0,01
1309	(E)-2-heptenal			0,10	0,01
1321	6-metil-5-hepten-2-on	0,17	0,03	0,15	0,01
1326	1-hexanol	0,02	0,01	0,02	0,00
1386	nonanal	0,08	0,01	0,12	0,01
1430	(E)-2-oktenal	0,06	0,01	0,10	0,01
1439	1-okten-3-ol	0,15	0,01	0,16	0,00
1468	(E,Z)-2,4-heptadienal	0,03	0,01	0,13	0,01
1486	2-nonen-4-on	0,03	0,00		
1503	(E,E)-2,4-heptadienal	0,06	0,00	0,10	0,01
1530	(E,E)-3,5-oktadien-2-on	0,06	0,01	0,06	0,00
1551	(E)-2-nonenal			0,20	0,01
1561	oktanol			0,06	0,00

6. táblázat A perui örlemények illatkomponensei

PTRI	Komponensek	Terület %			
		csemege	SD	édes	SD
1614	(E)-6-metil-3,5-heptadien-2-on	0,50	0,08	0,18	0,01
1734	2,4-nonadienal			0,05	0,01
1800	(E,E)-2,4-dekadienal	0,41	0,04	2,84	0,06
1844	2-tridekanon	0,18	0,01		
1849	(E,Z)-2,4-dekadienal	1,12	0,13	7,14	0,05
2051	2-pentadekanon	0,07	0,01		
	Észterek	35,2		7,40	
960	ecetsav-etil-észter	0,12	0,04	0,06	0,00
1836	dodekánsav-metil-észter	0,35	0,03	0,14	0,01
2040	tetradekánsav-metil-észter	2,26	0,14	0,49	0,01
2075	tetradekánsav-etil-észter	0,10	0,00		
2134	pentadekánsav-metil-észter	0,08	0,01		
2230	hexadekánsav-metil-észter	12,76	0,58	2,97	0,10
2251	(Z)-9-hexadecénsav-metil-észter	0,97	0,12		
2258	hexadekánsav-etil-észter	0,35	0,05		
2399	oktadekánsav-metil-észter	0,81	0,08	0,20	0,05
2417	(Z)-9-oktadecénsav-metil-észter	3,02	0,44	0,66	0,04
2459	linolsav-metil-észter	10,80	0,64	1,82	0,03
2480	linolsav-etil-észter	0,58	0,07	0,33	0,02
2507	9,12,15-oktadekatriénsav-metil-észter	3,00	0,29	0,73	0,03
	Nyílt láncú savak	26,50		7,46	
1700	2-metil-butánsav			0,29	0,01
1884	hexánsav	0,78	0,11	0,43	0,02
1991	heptánsav	0,14	0,03	0,13	0,01
2090	oktánsav	0,48	0,02	0,34	0,02
2186	nonánsav	0,40	0,01		
2277	dekánsav	0,38	0,04	0,68	0,08
2447	dodekánsav	3,59	0,59	3,35	0,08
2604	tetradekánsav	4,05	0,45	2,24	0,12
2752	hexadekánsav	16,68	1,18		
	Szénhidrogének	0,58		0,07	
940	metil-ciklohexán	0,38	0,03		
985	2-etilidén-1,1-dimetil-ciklopentán			0,01	0,00
1132	1,5,5-trimetil-1-metilén-ciklohexén			0,01	0,00
1383	tetradekán	0,03	0,01	0,02	0,00
1499	pentadekán	0,07	0,00	0,03	0,00
1829	oktadekán	0,10	0,01		

7. táblázat A török paprikák aromakomponensei

flakes: darabos keverék (paprika forgács, só, növényi olaj)

bestpr: paprika forgács (durvára őrölt termésfal)

*külföldi eredetet jelző komponensek

kizárólag a török őrleményekben azonosított aromaalkotók

PTRI	Komponensek	Terület%							
		édes	SD	csípős	SD	flakes	SD	bestpr	SD
	Terpének és származékaik	11,10		13,06		6,44		5,98	
	Monoterpének	5,73		8,20		4,01		3,33	
1023	<u>triciklén</u> *	0,01	0,00	0,01	0,00				
1031	α -pinén	0,10	0,01	0,18	0,03	0,08	0,02	0,01	0,00
1062	kamfén	0,03	0,00	0,03	0,01	0,06	0,01		
1095	β -pinén*	0,31	0,02	0,44	0,07	0,12	0,02	0,01	0,00
1104	szabinén*	0,06	0,00	0,11	0,02	0,03	0,00	0,01	0,00
1129	δ -3-karén	0,43	0,04	0,54	0,08	0,16	0,03	0,01	0,00
1133	izoterpinolén			0,02	0,00			0,01	0,00
1136	β -mircén	0,07	0,01	0,08	0,01	0,04	0,01	0,01	0,00
1143	l-fellandréns*	0,10	0,01	0,10	0,02	0,04	0,01		
1157	α -terpinolén	0,02	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00		
1177	dl-limonén	0,55	0,06	0,73	0,12	0,30	0,04	0,21	0,01
1185	herboxid*							0,01	0,00
1186	eukaliptol*	0,05	0,01	0,10	0,01	0,12	0,02		
1187	szabinén*	0,06	0,01	0,08	0,01	0,04	0,00	0,01	0,00
1205	transz- β -ocimén	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
1224	γ -terpinén	0,37	0,03	0,50	0,08	0,11	0,02	0,06	0,00
1257	α -terpinolén	0,01	0,01	0,12	0,01				
1264	α -terpinolén	0,07	0,00			0,04	0,01	0,03	0,00
1441	cisz-linalool-oxid	0,07	0,01	0,14	0,01	0,12	0,01	0,19	0,02
1448	<u>p-menta-1,5,8-trién</u> *	0,01	0,00						
1474	transz-linalool-oxid	0,02	0,00	0,05	0,00	0,05	0,01	0,08	0,00
1556	linalool	0,90	0,08	1,20	0,07	0,67	0,04	0,72	0,07
1626	4-terpineol	0,10	0,01	0,07	0,01	0,04	0,01		
1627	hotrienol			0,04	0,00				

7. táblázat A török paprikák aromakomponensei

PTRI	Komponensek	Terület%							
		édes	SD	csípős	SD	flakes	SD	bestpr	SD
1639	<u>transz-dihidrokarvon</u> *	0,05	0,00	0,06	0,01	0,04	0,00		
1652	α -4-dimetil-3-ciklohexén-1-acetaldehid			0,15	0,01	0,13	0,01	0,17	0,01
1654	β -ciklocitrál	0,18	0,02	0,19	0,01	0,06	0,00	0,09	0,01
1682	safranal	0,50	0,07	0,67	0,12			0,57	0,07
1661	<u>cisz-dihidrokarvon</u> *					0,01	0,00		
1727	l- α -terpineol	0,57	0,10	0,77	0,07			0,62	0,11
1737	<u>β-tujon</u> *	0,04	0,00						
1777	l-karvon*	0,58	0,05	1,20	0,20	1,36	0,20	0,05	0,01
1832	nerol	0,09	0,01	0,11	0,01	0,08	0,01	0,11	0,01
1839	2-karen-10-al*			0,07	0,01				
1868	<u>transz-(+)-karveol</u> *					0,02	0,00		
1879	transz-geraniol	0,31	0,04	0,35	0,04	0,23	0,03	0,27	0,03
1953	<u>menta furanon</u> *			0,04	0,00				
2027	<u>p-menta-1(7),8(10)-dien-9-ol</u> *							0,07	0,01
2284	<u>3,5,5-trimetil-biciklo[4.1.0]heptan-2-on</u> *	0,06	0,01						
2327	geránsav					0,04	0,00		
	<i>Szeszkviterpének</i>	2,20		2,52		1,32		1,28	
1478	<u>δ-elemén</u> *			0,02	0,00				
1482	α -longipinén			0,03	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00
1507	α -kopaén	0,14	0,02	0,23	0,03	0,08	0,01	0,06	0,01
1520	longiciklén			0,02	0,01	0,02	0,00		
1538	<u>β-bourbonén</u> *	0,02	0,00	0,04	0,01	0,03	0,00		
1598	<u>α-cedrén</u> *							0,01	0,00
1618	β -elemén	0,11	0,01	0,11	0,03	0,21	0,01	0,23	0,06
1630	transz-kariofillén	0,10	0,02	0,32	0,04	0,23	0,02		
1713	γ -szelinén	0,05	0,01	0,05	0,01	0,02	0,00	0,05	0,01
1737	γ -himachalén*			0,20	0,01	0,11	0,01		
1743	<u>α-gvajén</u> *	0,39	0,03			0,07	0,01		
1752	zingiberén*	0,04	0,01						
1753	β -himachalén			0,14	0,01	0,06	0,01	0,15	0,02
1757	δ -gvajén					0,05	0,01	0,08	0,01

7. táblázat A török paprikák aromakomponensei

PTRI	Komponensek	Terület%							
		édes	SD	csípős	SD	flakes	SD	bestpr	SD
1757	<u>α-bergamotén</u> *	0,05	0,01						
1757	eremofilén	0,06	0,01	0,11	0,03	0,09	0,01	0,04	0,01
1763	<u>β-bizabolén</u> *	0,10	0,01						
1764	<u>β-szelinén</u>	0,11	0,01	0,41	0,06	0,07	0,01	0,19	0,02
1767	alloaromadendrén			0,23	0,05				
1768	α -szelinén	0,11	0,01	0,16	0,01	0,04	0,00		
1768	(E,E)- α -farnezen							0,16	0,01
1800	<u>δ-kadinén</u> *			0,07	0,01				
1809	<u>β-szeszkvifellandrén</u> *	0,03	0,00						
1811	<u>cisz-α-bizabolén</u> *							0,04	0,00
1814	α -kurkumén	0,05	0,01	0,04	0,01	0,01	0,00	0,04	0,00
1963	<u>α-kalakorén</u> *							0,04	0,01
2065	nerolidol	0,20	0,01	0,28	0,01	0,21	0,02	0,17	0,02
2156	farnezol	0,18	0,01	0,06	0,01				
2252	<u>8,9-dehidro-neoizolongifolén</u> *	0,22	0,01						
2268	<u>(+)-7-epi-amiteol</u> *	0,16	0,01						
2346	<u>longifolénaldehyd</u> *	0,08	0,01						
	<i>Egyéb terpénvegyületek</i>	3,17		2,34		1,11		1,37	
1224	3,7-dimetil-1,3,7-oktatrién (α -ocimén)					0,02	0,00	0,02	0,00
1306	2,2,6-trimetil-ciklohexanon	0,03	0,00	0,04	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
1605	<u>bornil-acetát</u> *	0,02	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00		
1865	β -damaszenon	0,11	0,01	0,21	0,01	0,06	0,01	0,05	0,00
1875	dihidro- β -jonon	0,14	0,01	0,13	0,01	0,06	0,01	0,09	0,01
1896	geranil aceton	1,10	0,12	0,84	0,05	0,22	0,01	0,73	0,05
1935	transz- β -jonon-5,6-epoxid	0,09	0,01						
1983	β -jonon	1,18	0,10	0,90	0,09	0,27	0,03	0,47	0,04
2083	<u>1,3,7,7-tetrametil-9-oxo-2-oxabicyklo[4.4.0]dekán</u> *					0,08	0,00		
2144	1,4béta-,5-trimetil-9-metilénbicyklo[3.3.1]nonan-2-on					0,06	0,00		
2148	hexahidrofarnesil aceton	0,17	0,01	0,12	0,03				
2311	megastigmatrienon	0,07	0,00	0,08	0,01				
2360	farnesilaceton	0,26	0,02			0,18	0,01		

7. táblázat A török paprikák aromakomponensei

PTRI	Komponensek	Terület%							
		édes	SD	csípős	SD	flakes	SD	bestpr	SD
2537	1,2-dimetil-3,4-benzotriciklo[3.3.0.0(2,8)]oktén*					0,14	0,02		
	S-tartalmú vegyületek	0,47				0,01			
1292	2-propil-tiofén					0,01	0,00		
1695	2-etil-5-propiltiofén	0,30	0,03						
1995	4-metil-benzoltiol	0,17	0,01						
	N-tartalmú gyűrűs vegyületek	1,01		1,20		0,62		0,32	
1119	1-metil-1H-pirrol	0,16	0,01	0,15	0,01	0,04	0,00	0,01	0,00
1144	piridin							0,01	0,00
1242	metil-pirazin	0,01	0,00						
1304	2,5-dimetil-pirazin	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00		
1310	2,6-dimetil-pirazin	0,04	0,00	0,04	0,00	0,03	0,00		
1319	etil-pirazin	0,01	0,00			0,01	0,00		
1331	2,3-dimetil-pirazin	0,03	0,00						
1376	2-etil-6-metil-pirazin	0,02	0,00			0,01	0,00	0,01	0,00
1396	trimetil-pirazin					0,03	0,00	0,01	0,00
1442	3-etil-2,5-dimetil-pirazin					0,01	0,00		
1463	2-etil-3,5-dimetil-pirazin	0,08	0,01						
1477	tetrametil-pirazin	0,23	0,02	0,08	0,01	0,06	0,01	0,06	0,01
1520	2,3,5-trimetil-6-etilpirazin	0,02	0,00						
1584	2-metoxi-5-metil-pirazin	0,03	0,00					0,03	0,01
2009	2-acetilpirrol	0,13	0,01	0,30	0,04	0,38	0,02	0,19	0,02
2131	1-metil-2-pirrolkarboxaldehid					0,04	0,01		
2133	2-formil-1-metilpirrol			0,05	0,01				
2338	7-fenil-3,3,5-trimetil-1,2-dihidro-3H-pirazolo/3,4-d/piridazin-4(5H)-on	0,13	0,01						
2411	2,3,5,9b-tetrahidro-6,9b-dimetil-1H-pirrolo[2,1-a]izoindol	0,11	0,01						
2426	1H-indol			0,56	0,07				
	O-tartalmú gyűrűs vegyületek	2,95		3,09		1,29		2,01	
989	2-etil-furán	0,01	0,00						
1204	2-pentil-furán	0,07	0,00	0,07	0,01	0,05	0,00	0,03	0,00
1470	2-furánkarboxaldehid	0,21	0,01	0,24	0,02	0,32	0,03	0,36	0,02

7. táblázat A török paprikák aromakomponensei

PTRI	Komponensek	Terület%							
		édes	SD	csípős	SD	flakes	SD	bestpr	SD
1518	2-acetilfurán	0,04	0,01	0,12	0,02	0,08	0,01	0,02	0,00
1597	5-metil-2-furánkarboxaldehid	0,11	0,01	0,13	0,01	0,12	0,02	0,11	0,01
2070	γ -nonalaktón	0,28	0,03	0,14	0,02	0,05	0,01	0,08	0,00
2359	(R)-5,6,7,7a-tetrahidro-4,4,7a-trimetil-2(4H)-benzofuranon (dihidroaktinidiolid)	1,99	0,12	2,31	0,33	0,64	0,03	1,41	0,06
2370	γ -dodekalaktón	0,10	0,02						
2390	γ -6-(Z)-dodecenolaktón	0,14	0,02	0,08	0,01				
2587	tetradekalaktón					0,03	0,00		
	Nyílt láncú O-tartalmú vegyületek	0,01							
1017	1-metoxi-2-heptin	0,01	0,00						
	Benzolgyűrűs vegyületek	4,58		4,46		2,68		2,89	
1044	metil-benzol	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00		
1123	1,4-dimetil-benzol	0,09	0,01	0,04	0,00	0,06	0,01	0,05	0,00
1237	etenil-benzol (sztirén)					0,01	0,00	0,01	0,00
1252	1-metil-4-(1-metiletil)-benzol (p-cimén)	0,37	0,03	0,52	0,07	0,10	0,02	0,01	0,00
1300	3-(1,1-dimetiletil)-fenol	0,01	0,00						
1346	3-etil-5-metil-fenol	0,01	0,00						
1544	benzaldehyd	0,20	0,02	0,24	0,05	0,08	0,01	0,10	0,01
1657	4-metil-benzaldehyd	0,09	0,01	0,08	0,01	0,03	0,00	0,03	0,00
1681	benzolacetaldehyd	0,46	0,05	0,38	0,05	0,55	0,09	0,85	0,05
1705	esztragon*			0,06	0,01				
1773	2,4-dimetil-benzaldehyd	0,24	0,01			0,06	0,01	0,10	0,01
1797	1-(4-metilfenil)-etanon	0,16	0,01	0,08	0,01	0,03	0,00	0,07	0,01
1819	1-(3-metilfenil)-etanon	0,06	0,01	0,04	0,01	0,02	0,00	0,02	0,01
1822	metil-szalicylát	0,06	0,01	0,07	0,01	0,05	0,00	0,06	0,00
1828	4-(1-metiletil)-benzaldehyd (kuminaldehyd)	0,58	0,06	0,90	0,13	0,08	0,00		
1842	α -4-dimetil-benzolmetanol							0,17	0,01
1857	ecetsav-2-fenyletil-észter	0,07	0,01			0,01	0,00		
1868	1-(2,4,6-trimetilfenil)buta-1,3-dién	0,04	0,01			0,03	0,01		
1869	transz-anetol*	0,07	0,00					0,05	0,00
1902	2-metoxi-fenol (gvajakol)			0,04	0,01	0,04	0,00	0,05	0,00

7. táblázat A török paprikák aromakomponensei

PTRI	Komponensek	Terület%							
		édes	SD	csípős	SD	flakes	SD	bestpr	SD
1915	benzil-alkohol	0,12	0,00	0,08	0,00				
1945	2,4,6-trimetil-benzaldehyd	0,05	0,01						
1950	fenetil-alkohol	0,28	0,02	0,09	0,01	0,06	0,01	0,11	0,01
1951	butil-hidroxi-toluol	0,16	0,01			0,09	0,00		
1975	α -etilidén-benzolacetaldehyd	0,09	0,01	0,06	0,01	0,04	0,00	0,02	0,00
2051	1-etil-2,3-dimetil-benzol	0,10	0,01	0,12	0,01	0,14	0,01		
2080	3-fenil-2-propenal (fahéjaldehyd)			0,04	0,00				
2109	5-metil-2-fenil-2-hexenal			0,06	0,01	0,03	0,00		
2128	4-(1-metiletil)-benzolmetanol	0,04	0,00	0,11	0,03	0,07	0,00		
2187	eugenol							0,09	0,01
2194	4-etilfenol	0,09	0,01	0,03	0,01			0,04	0,01
2216	2-metoxi-5-vinilfenol	1,13	0,10	0,81	0,10	0,72	0,06	1,02	0,06
2225	3-metil-4-izopropilfenol					0,38	0,05		
2227	2-metil-5-(1-metiletil)-fenol (karvakrol)			0,64	0,14				
2374	4-vinilfenol							0,08	0,02
2574	1-(4-hidroxi-3-metoxifenil)-etanon (acetovanillon)*	0,05	0,00						
	Naftalinvázias vegyületek	0,30				0,08		0,22	
1494	1,2,3,4-tetrahidro-1,1,6-trimetil-naftalin					0,01	0,00	0,01	0,00
1702	1,2,3,4-tetrahidro-1,5,8-trimetil-naftalin					0,03	0,00		
1785	naftalin							0,13	0,01
1789	1,2-dihidro-1,1,6-trimetil-naftalin					0,04	0,00	0,08	0,01
2435	1-izopropil-4,6-dimetil-1,2,3,4-tetrahidro-naftalin és 4-izopropil-1,6-dimetil-1,2,3,4-tetrahidro-naftalin keveréke	0,30	0,03						
	Gyűrűs alkoholok, aldehidek, ketonok	0,57		0,18		0,26		0,04	
1401	2,3,4,5-tetrametil-2-ciklopenten-1-on	0,01	0,00	0,01	0,00				
1404	α -izoforon	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
1512	1-karboxaldehyd-5,5-dimetil-2-metilén-3-ciklohexén	0,02	0,00	0,01	0,00			0,01	0,00
1529	7,7-dimetilbiciklo[3.3.0]oktan-2-on	0,02	0,00						
1730	4-ketoizoforon	0,18	0,02	0,15	0,03	0,14	0,01		
1817	2,2,6-trimetil-1,4-ciklohexándion							0,02	0,00
2147	(Z,E)-5-(2-butenilidén)-4,6,6-trimetil-3-ciklohexen-1-ol	0,11	0,02						

7. táblázat A török paprikák aromakomponensei

PTRI	Komponensek	Terület%							
		édes	SD	csípős	SD	flakes	SD	bestpr	SD
2518	2,6-dimetil-3-(metoximetil)-p-benzokinon	0,22	0,04						
2519	2-(metoximetil)-3,5-dimetil-2,5-ciklohexadién-1,4-dion					0,11	0,02		
	Nyílt láncú alkoholok, aldehidek, ketonok, acetálok	2,70		1,62		1,08		0,75	
963	dietil-acetál					0,04	0,00		
973	2-metil-butanal	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00
974	3-metil-butanal	0,03	0,00	0,03	0,01	0,06	0,00	0,02	0,00
1002	pentanal					0,01	0,00	0,01	0,00
1063	2-metil-1-propanol	0,01	0,00	0,01	0,00			0,02	0,00
1070	hexanal	0,05	0,00	0,05	0,00	0,07	0,01	0,04	0,00
1097	3-metil-1-penten-3-ol							0,01	0,00
1108	1-butanol					0,01	0,00	0,01	0,00
1132	1-etoxi-1-metoxi-etán					0,02	0,00		
1156	2-heptanon					0,01	0,00	0,01	0,00
1159	heptanal	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
1168	2-metil-1-butanol	0,02	0,01	0,05	0,01	0,07	0,01	0,03	0,01
1169	3-metil-1-butanol	0,08	0,02	0,12	0,01	0,32	0,03	0,17	0,01
1195	(E)-2-hexenal	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
1213	1-pentanol	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
1229	3-oktanon					0,01	0,00		
1268	oktanal					0,01	0,00	0,01	0,00
1284	4-metil-1-pentanol					0,01	0,00	0,01	0,00
1309	(E)-2-heptenal							0,02	0,00
1321	6-metil-5-hepten-2-on	0,05	0,01	0,03	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00
1328	1-hexanol			0,02	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00
1368	(Z)-3-hexen-1-ol	0,01	0,00			0,01	0,00	0,01	0,00
1375	3-oktanol			0,01	0,00	0,01	0,00		
1386	nonanal	0,03	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,06	0,01
1403	(E)-3-okten-2-on	0,01	0,00			0,01	0,00		
1430	(E)-2-oktenal	0,03	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00
1455	6-metil-5-hepten-2-ol	0,01	0,00	0,02	0,00				
1487	2-nonen-4-on	0,04	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00

7. táblázat A török paprikák aromakomponensei

PTRI	Komponensek	Terület%							
		édes	SD	csípős	SD	flakes	SD	bestpr	SD
1505	(E,E)-2,4-heptadienal					0,01	0,00		
1553	(E)-2-nonenal	0,18	0,01	0,10	0,01	0,03	0,00	0,04	0,01
1610	(E,Z)-2,6-nonadienal	0,04	0,00						
1617	(E)-6-metil-3,5-heptadien-2-on	0,39	0,03	0,30	0,07				
1803	(E,Z)-2,4-dekadienal			0,05	0,01	0,04	0,01		
1845	2-tridekanon					0,03	0,00	0,05	0,00
1851	(E,E)-2,4-dekadienal	0,13	0,01	0,11	0,01	0,12	0,00	0,11	0,01
2052	2-pentadekanon	0,16	0,02	0,05	0,01				
2065	tetradekanal	1,08	0,15	0,56	0,07				
2147	6,10-dimetil-2-undekanon					0,05	0,00		
2275	(R)-(-)-14-metil-8-hexadecin-1-ol	0,29	0,02				0,00		
	Észterek	26,35		19,71		36,57		40,73	
961	ecetsav-etil-észter	0,09	0,01	0,15	0,01	0,26	0,03	0,22	0,01
1098	izoamil-acetát					0,02	0,00		
1158	hexánsav-metil-észter					0,01	0,00		
1246	ecetsav-hexil-észter	0,01	0,00			0,01	0,00		
1379	oktánsav-metil-észter	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
1421	2-metil-butánsav-hexil-észter							0,01	0,00
1455	metil-szorbát					0,03	0,00		
1837	dodekánsav-metil-észter	0,40	0,03	0,21	0,03	0,22	0,00	0,59	0,03
1878	dodekánsav-etil-észter							0,05	0,01
2042	tetradekánsav-metil-észter	1,23	0,14	1,18	0,20	1,51	0,17	3,20	0,25
2077	tetradekánsav-etil-észter	0,14	0,02	0,09	0,01	0,05	0,01	0,17	0,02
2136	pentadekánsav-metil-észter	0,12	0,01	0,11	0,01	0,11	0,01	0,25	0,03
2165	ecetsav-oktadecil-észter					0,13	0,01		
2197	(Z)-9-hexadecénsav-metil-észter					0,05	0,01		0,10
2237	hexadekánsav-metil-észter	5,93	0,62	8,21	1,24	9,63	0,33	8,78	0,17
2256	(Z)-9-hexadecénsav-etil-észter	0,66	0,08	0,89	0,12	0,96	0,05	1,62	0,00
2261	hexadekánsav-etil-észter	0,47	0,04	0,78	0,13	0,38	0,02	0,48	0,06
2288	heptadekánsav-metil-észter	0,14	0,00	0,10	0,01	0,14	0,01		
2318	linolsav-etil-észter			0,83	0,12			0,87	0,00

7. táblázat A török paprikák aromakomponensei

PTRI	Komponensek	Terület%							
		édes	SD	csípős	SD	flakes	SD	bestpr	SD
2336	(Z)-7-hexadecénsav-metil-észter					0,06	0,00		
2402	16-metil-heptadecánsav-metil-észter	0,59	0,06						
2404	oktadecánsav-metil-észter	0,31	0,02	1,06	0,26	0,76	0,04	0,58	0,04
2426	metil-oleát	4,41	0,55	5,25	1,23	6,05	0,34	7,53	0,19
2456	(Z,Z)-9,12-oktadekadiénsav-metil-észter	0,56	0,13			14,17	0,00	14,71	0,12
2474	8,11-oktadekadiénsav-metil-észter	9,44	0,94						
2486	(Z,Z)-9,12-oktadekadiénsav-etil-észter	1,00	0,15			0,65	0,04		
2511	9,12,15-oktadekatriénsav-metil-észter	0,81	0,14	0,84	0,16	1,36	0,08	1,66	0,12
2610	butil-ftalát	0,03	0,00						
	Nyílt láncú savak	42,82		25,73		42,36		35,15	
1899	hexánsav	0,79	0,08	0,29	0,03	0,31	0,02	0,84	0,10
2012	heptánsav	0,16	0,03	0,19	0,01	0,07	0,01	0,14	0,02
2104	oktánsav	1,18	0,10	0,43	0,04	0,63	0,05	1,27	0,20
2209	nonánsav	0,40	0,04	0,08	0,01			0,13	0,01
2294	dekánsav	0,79	0,11	0,23	0,02	0,41	0,03	1,31	0,03
2463	dodekánsav	1,95	0,02					3,14	0,36
2555	tridekánsav	0,06	0,01						
2618	tetradekánsav (mirisztinsav)	3,32	0,27	2,62	0,54	4,28	0,23	6,23	0,22
2705	pentadekánsav	0,10	0,00	0,10	0,03				
2767	hexadekánsav (palmitinsav)	14,65	0,90	10,67	4,22	18,10	0,83	12,18	0,11
2918	oktadekánsav	0,45	0,07			0,33	0,00		
2936	olajsav	3,81	0,53	1,65	0,41	3,97	0,60		
2969	linolsav	15,16	2,94	9,47	1,01	14,26	1,25	9,91	0,12
	Szénhidrogének	3,09		3,20		4,65		3,27	
941	metil-ciklohexán	0,04	0,01	0,06	0,00	0,08	0,01	0,06	0,01
957	(E,E,Z)-2,4,6-oktatrién	0,01	0,00						
968	transz-5,6-dimetil-1,3-ciklohexadién	0,01	0,00						
986	1,2,4,4-tetrametilciklopentén	0,01	0,00						
987	2-etilidén-1,1-dimetil-ciklopentán							0,01	0,00
990	2,2,4,6,6-pentametil-heptán	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
992	1,3-oktadién	0,01	0,00	0,01	0,00				

7. táblázat A török paprikák aromakomponensei

PTRI	Komponensek	Terület%							
		édes	SD	csípős	SD	flakes	SD	bestpr	SD
1010	dekán	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00		
1037	1-decén	0,01	0,00	0,01	0,00				
1048	<i>transz</i> -1,3-dimetil-2-metilén-ciklohexán	0,01	0,00						
1075	undekán	0,01	0,00	0,01	0,00				
1087	<i>(Z,E)</i> -1,3,5-oktatrién	0,01	0,00						
1164	dodekán	0,01	0,00	0,01	0,00			0,01	0,00
1268	tridekán	0,03	0,00	0,01	0,00			0,01	0,00
1281	<i>cisz</i> -1,3-dimetil-ciklohexán	0,07	0,00	0,04	0,00	0,03	0,01	0,01	0,00
1332	2-metil-tridekán					0,14	0,02	0,09	0,01
1354	propil-ciklohexán							0,01	0,00
1382	tetradekán	0,10	0,01	0,04	0,01	0,03	0,00	0,03	0,00
1420	<i>(Z)</i> -3-etil-2-metil-1,3-hexadién	0,01	0,00			0,01	0,00	0,01	0,00
1437	1-pentadecén	0,04	0,00						
1446	3-metil-tridekán	0,02	0,00	0,38	0,03	0,46	0,02	0,40	0,03
1465	1,1-dimetil-2-nonil-ciklopropán			0,23	0,02	0,24	0,01	0,13	0,01
1500	pentadekán	0,37	0,03	0,36	0,03	0,12	0,02	0,12	0,01
1563	2-metil-pentadekán					0,39	0,03		
1614	hexadekán			0,27	0,01	0,39	0,01	0,42	0,03
1691	1-heptadecén					0,20	0,03		
1724	heptadekán	0,12	0,02	0,76	0,07	1,75	0,22	1,51	0,08
1745	8-heptadecén	0,11	0,01	0,19	0,02				
1782	10-metilnonadekán					0,36	0,07	0,19	0,03
1792	<i>6(Z),9(E)</i> -heptadekadién	0,58	0,05	0,70	0,11				
1830	oktadekán					0,10	0,01	0,04	0,01
1931	nonadekán			0,10	0,01	0,31	0,02	0,21	0,03
2318	7-hexadecin	1,49	0,13						
2759	<i>(E)</i> -6-dodecén					0,02	0,00		

8. táblázat A török örleményekben detektált aromakomponensek, PDMS-DVB szál

*külföldi eredetet jelző komponensek

kizárólag a török örleményekben azonosított aromaalkotók

PTRI	Aromakomponensek	Terület%			
		édes	SD	csípős	SD
	Terpénvegyületek	36,47		44,91	
	Monoterpének	34,41		41,23	
1029	α -pinén	1,55	0,21	1,57	0,13
1058	kamfén	0,11	0,02	0,15	0,01
1091	β -pinén*	2,76	0,39	3,49	0,20
1101	szabinén*	1,57	0,19	1,45	0,06
1126	δ -3-karén	5,98	0,75	5,36	0,44
1134	β -mircén	1,93	0,25	1,48	0,19
1141	l-fellandrénszabinén*	1,69	0,18	1,17	0,11
1145	tricyklén *			0,05	0,00
1155	α -terpinolén	0,14	0,02	0,12	0,00
1175	dl-limonén	8,02	1,29	8,48	0,49
1184	eukaliptol*	0,07	0,01	0,21	0,01
1186	szabinén*	0,90	0,18	1,37	0,11
1205	transz- β -ocimén	0,09	0,01	0,07	0,00
1217	4-metil-1-(1-metiletil)-bicyclo(3.1.0)hexán	0,04	0,00		
1223	γ -terpinén	4,17	0,41	5,87	0,50
1257	α -terpinolén	0,19	0,09	0,18	0,01
1264	α -terpinolén	0,61	0,00	0,66	0,03
1529	7,7-dimetilbicyclo[3.3.0]oktan-2-on	0,08	0,01	0,10	0,02
1554	linalool	1,20	0,22	2,44	0,28
1625	4-terpineol			0,38	0,03
1640	transz-dihidrokarvon *			0,15	0,03
1654	β -ciklocitrál	0,41	0,02	0,61	0,07
1680	safranal	2,01	0,22	2,01	0,20
1776	l-karvon*	0,89	0,12	3,66	0,51
1838	2-karén-10-al*			0,20	0,04
	Szeszkviterpének	1,09		2,46	
1060	2,6,10-trimetil-dodekán (farnezan)			0,09	0,00
1508	α -kopaén	0,57	0,09	0,88	0,13
1521	longicyklén			0,08	0,01
1539	β-bourbonén *			0,15	0,03
1617	β -elemén			0,30	0,02
1743	γ -gurjunén	0,24	0,01		
1752	β -himachalén			0,10	0,01
1757	eremofilén	0,08	0,01	0,15	0,01
1765	β -szelinén	0,14	0,01	0,57	0,12
1768	α -szelinén	0,06	0,01	0,14	0,02
	Egyéb terpénvegyületek	0,97		1,22	
1307	2,2,6-trimetil-ciklohexanon	0,20	0,00	0,29	0,02
1875	dihidro- β -jonon	0,07	0,01	0,08	0,01
1893	geranil aceton	0,44	0,02	0,40	0,06
1981	β -jonon	0,26	0,02	0,45	0,09
	S- és N-tartalmú vegyületek	1,87		0,06	
946	2-etil-1H-izoidol-1,3(2H)-dion	1,87	0,44	0,06	0,01

8. táblázat A török örleményekben detektált aromakomponensek, PDMS-DVB szál

PTRI	Aromakomponensek	Terület%			
		édes	SD	csípős	SD
	S-tartalmú vegyületek	0,06		0,34	
1383	dimetil-triszulfid	0,06	0,01		
1607	3-etil-tiofén			0,10	0,01
1673	2-etil-5-metiltiofén			0,07	0,01
1747	2,3-dimetil-tiofén			0,09	0,00
1940	szulfonilbiszmetán			0,08	0,01
	N-tartalmú gyűrűs vegyületek	2,18		5,54	
1118	1-metil-1H-pirrol	0,34	0,08	0,28	0,04
1241	metil-pirazin	0,10	0,01	0,16	0,01
1303	2,5-dimetil-pirazin	0,07	0,01	0,13	0,01
1310	2,6-dimetil-pirazin	0,18	0,03	0,16	0,01
1318	etil-pirazin	0,04	0,01	0,03	0,00
1331	2,3-dimetil-pirazin	0,14	0,01	0,08	0,00
1375	2-etil-6-metil-pirazin	0,10	0,00	0,06	0,01
1384	2-etil-5-metil-pirazin			0,22	0,04
1443	3-etil-2,5-dimetil-pirazin			0,06	0,01
1497	2-etenil-6-metil-pirazin	0,36	0,02	0,36	0,02
1550	4-acetil-3-metilpirazol			0,14	0,01
1704	1-metil-2-pirrolidinon	0,29	0,02	1,76	0,04
2006	2-acetilpirrol	0,20	0,02	1,91	0,18
2059	1H-pirrol-2-karboxaldehid	0,10	0,01	0,08	0,01
2131	2-formil-1-metilpirrol	0,20	0,02	0,11	0,03
2202	hexahidro-2H-azepin-2-on	0,06	0,00		
	O-tartalmú gyűrűs vegyületek	3,49		3,29	
1203	2-pentil-furán	0,37	0,03	0,44	0,06
1416	perillén			0,03	0,00
1455	2-etil-5-metilfurán	0,06	0,01		
1467	2-furánkarboxaldehid			0,06	0,01
1516	2-acetilfurán	0,13	0,03	0,60	0,04
1643	γ -valerolakton	1,29	0,03	0,55	0,03
1663	γ -butirolakton	0,66	0,01	0,57	0,05
1707	γ -vinil- γ -valerolakton	0,36	0,04	0,33	0,03
1742	γ -oktalakton	0,23	0,04		
2068	γ -nonalakton	0,08	0,01	0,08	0,01
2354	(R)-5,6,7,7a-tetrahidro-4,4,7a-trimetil-2(4H)-benzofuranon (dihidroaktinidiolid)	0,31	0,01	0,63	0,10
	Benzolgyűrűs vegyületek	8,69		14,64	
1040	metil-benzol	0,10	0,01	0,09	0,01
1121	1,4-dimetil-benzol	0,14	0,02	0,14	0,01
1236	etenil-benzol (sztirén)	0,03	0,00	0,03	0,00
1251	1-metil-4-(1-metiletil)-benzol (p-cimén)	5,46	0,72	9,27	0,91
1327	1,2,3-trimetil-benzol	0,08	0,01		
1353	1-etil-3,5-dimetil-benzol	0,01	0,00		
1418	timol			0,02	0,00
1439	metil(1-metiletetil)-benzol	0,05	0,00		
1656	4-metil-benzaldehid	0,16	0,01	0,38	0,03
1676	benzolacetaldehid	0,12	0,01	0,31	0,03
1684	acetofenon			0,10	0,01

8. táblázat A török örleményekben detektált aromakomponensek, PDMS-DVB szál

PTRI	Aromakomponensek	Terület %			
		édes	SD	csípős	SD
1772	etil-benzaldehid	0,19	0,01	0,44	0,08
1795	1-(4-metilfenil)-etanon	0,03	0,00	0,03	0,01
1798	benzolecetsav-metil-észter	0,06	0,00		
1821	metil-szalicilát	0,12	0,01	0,18	0,03
1826	4-(1-metiletil)-benzaldehyd (kuminaldehyd)	1,00	0,10	2,78	0,44
1843	2,4,6-trimetil-fenol	0,18	0,01	0,23	0,04
1856	ecetsav-2-feniletil-észter	0,07	0,00		
1869	<i>transz</i> -anetol*	0,03	0,00		
1898	2-metoxi-fenol (gvajakol)	0,03	0,00		
1912	benzil-alkohol	0,10	0,02	0,12	0,01
1948	fenetil-alkohol	0,24	0,02	0,12	0,02
1951	butil-hidroxi-toluol	0,10	0,01	0,18	0,04
1973	α -etilidén-benzolacetaldehyd	0,05	0,00	0,07	0,01
2038	fenol	0,06	0,01		
2064	4-etilgvajakol	0,05	0,01		
2126	kuminalkohol			0,04	0,01
2164	2-fenoxi-etanol	0,03	0,00		
2224	2-metil-5-(1-metiletil)-fenol (karvakrol)	0,06	0,02	0,11	0,02
2523	vanillin	0,14	0,01		
	Naftalinvázis vegyületek	0,04		-	
1786	naftalin	0,04	0,00		
	Gyűrűs alkoholok, aldehidek, ketonok	1,02		0,53	
1201	2,3-dimetil-ciklopentanon			0,05	0,01
1401	2,3,4,5-tetrametil-2-ciklopenten-1-on	0,02	0,00	0,06	0,01
1404	α -izoforon	0,10	0,00	0,15	0,01
1550	3,4,4-trimetil-2-ciklopenten-1-on	0,26	0,05		
1560	2,3-dimetil-2-ciklopenten-1-on	0,15	0,02	0,27	0,02
1728	4-ketoizoforon	0,49	0,12		
	Nyílt láncú alkoholok, aldehidek, ketonok, acetálok	19,65		10,43	
968	2-butanon	0,11	0,02	0,11	0,01
974	2-metil-butanal	0,37	0,01	0,40	0,06
975	3-metil-butanal	0,80	0,20	0,57	0,07
1068	hexanal	0,19	0,03	0,14	0,02
1132	1-etoxi-2-propanol			0,23	0,02
1168	2-metil-1-butanol	0,02	0,01	0,04	0,00
1168	3-metil-1-butanol	0,06	0,01	0,07	0,01
1229	3-oktanon			0,05	0,01
1321	6-metil-5-hepten-2-on	0,73	0,05	0,47	0,02
1327	1-hexanol			0,09	0,01
1350	5-metil-2-izopropil-2-hexenal			0,03	0,00
1367	(<i>Z</i>)-3-hexen-1-ol			0,02	0,00
1374	3-oktanol			0,04	0,01
1386	nonanal	0,07	0,01	0,04	0,01
1441	1-okten-3-ol			0,29	0,02
1455	6-metil-5-hepten-2-ol			0,09	0,01
1532	3,5-oktadien-2-on			0,06	0,01
1545	1,3-butándiol	8,53	0,25	3,50	0,50

8. táblázat A török őrleményekben detektált aromakomponensek, PDMS-DVB szál

PTRI	Aromakomponensek	Terület %			
		édes	SD	csípős	SD
1585	2,3-butándiol	6,42	0,13	2,35	0,40
1616	(E)-6-metil-3,5-heptadien-2-on	1,72	0,23	1,84	0,22
1638	2-(2-etoxietoxi)-etanol	0,29	0,03		
1999	dietilén-glikol	0,34	0,01		
	Észterek	2,28		1,69	
962	ecetsav-etil-észter	0,10	0,01	0,34	0,03
969	propánsav-metil-észter	0,07	0,01		
1004	butánsav-metil-észter	0,13	0,02		
1023	metil-izovalerát	0,05	0,01		
1097	izoamil-acetát	0,17	0,03		
1157	hexánsav-metil-észter	0,21	0,03	0,11	0,01
1245	ecetsav-hexil-észter	0,08	0,01	0,05	0,01
1294	2-hidroxi-propánsav-metil-észter	0,08	0,00	0,03	0,01
1369	hexil-2-metilbutanoát			0,06	0,01
1379	oktánsav-metil-észter	0,13	0,01	0,10	0,02
1430	oktánsav-etil-észter	0,21	0,01		
1531	mezo-2,3-butándiol-diacetát	0,14	0,01		
1662	dekánsav-etil-észter	0,37	0,02		
1837	dodekánsav-metil-észter	0,13	0,01		
2041	tetradekánsav-metil-észter	0,08	0,01	0,11	0,01
2229	hexadekánsav-metil-észter	0,18	0,01	0,47	0,06
2303	metil-ftalát	0,05	0,00		
2418	(Z)-9-oktadecénsav-metil-észter			0,07	0,01
2457	metil-linoleát	0,10	0,02	0,35	0,07
	Nyílt láncú savak	14,10		5,46	
1463	ecetsav	10,01	0,03	4,79	0,35
1590	propánsav	0,74	0,08		
1691	butánsav	0,30	0,02		
1729	3-metil-butánsav	1,81	0,34		
1811	pentánsav	0,48	0,02		
1882	4-metil-pentánsav			0,13	0,01
1922	hexánsav	0,58	0,12	0,48	0,07
2021	2-etil-hexánsav	0,02	0,00		
2133	oktánsav	0,12	0,01	0,06	0,01
2321	dekánsav	0,04	0,00		
	Szénhidrogének	2,38		3,87	
988	2,2,4,6,6-pentametil-heptán			0,32	0,03
1008	dekán	0,08	0,00	0,05	0,00
1033	1-decén	0,06	0,01	0,07	0,01
1044	(E)-1,3-nonadién			0,03	0,00
1064	(Z)-ciklodecén	0,04	0,01	0,18	0,01
1070	undekán	0,16	0,00	0,06	0,00
1110	oktil-ciklopropán	0,04	0,00		
1162	dodekán	0,21	0,03	0,12	0,01
1270	tridekán	0,26	0,02	0,11	0,01
1281	transz-1,4-dimetil-ciklohexán	0,21	0,02	0,07	0,01
1285	(E)-4,8-dimetil-1,3,7-nonatrién			0,05	0,00
1333	2-metil-tridekán			0,71	0,16

8. táblázat A török őrleményekben detektált aromakomponensek, PDMS-DVB szál

PTRI	Aromakomponensek	Terület %			
		édes	<i>SD</i>	csípős	<i>SD</i>
1354	propil-ciklohexán	0,03	0,01		
1384	tetradekán	0,24	0,02	0,07	0,01
1396	1,2-propadienil-ciklohexán	0,37	0,03	0,18	0,01
1449	2-metil-tetradekán			0,55	0,11
1466	(<i>E</i>)-2-metil-3-undecén			0,44	0,07
1500	pentadekán	0,58	0,04	0,56	0,07
1725	heptadekán			0,14	0,03
1791	6(<i>Z</i>),9(<i>E</i>)-heptadekadién	0,07	0,01	0,16	0,03
2029	eikozán	0,03	0,00		

9. táblázat A spanyol örlemények illatkomponensei

*külföldi eredetű jelző komponensek

kizárólag a spanyol örleményekben azonosított aromaalkotók

PTRI	Aromakomponensek	Terület%			
		édes	SD	csípős	SD
	Terpének és származékaik	8,69		12,01	
	Monoterpének	0,89		1,06	
1036	α -pinén	0,01	0,00		
1088	β -pinén*	0,01	0,00		
1096	szabinén*	0,01	0,00		
1118	δ -3-karén	0,03	0,00		
1121	izoterpinolén			0,01	0,00
1125	β -mircén	0,01	0,00		
1131	l-fellandrént*	0,01	0,00		
1160	dl-limonén	0,08	0,00	0,03	0,00
1169	herboxid	0,01	0,00		
1171	eukaliptol*	0,01	0,00		
1202	γ -terpinén	0,02	0,00		
1239	α -terpinolén	0,01	0,00	0,01	0,00
1413	cisz-linalool-oxid	0,05	0,00	0,03	0,00
1445	transz-linalool-oxid	0,02	0,00	0,02	0,00
1511	bornilén	0,01	0,00	0,01	0,00
1524	linalool	0,17	0,01	0,21	0,02
1611	α -4-dimetil-3-ciklohexén-1-acetaldehid	0,05	0,00	0,03	0,00
1616	β -ciklocitrál	0,03	0,00	0,11	0,01
1641	safranal	0,13	0,00	0,14	0,02
1692	l- α -terpineol	0,08	0,00	0,09	0,01
1698	kamfén	0,01	0,00		
1798	δ -4-karén*	0,04	0,00		
1803	2-karén-10-al*	0,04	0,00		
1845	transz-geraniol	0,05	0,01		
2019	7,7-dimetilbicyklo[3.3.0]oktan-2-on*			0,37	0,04
	Szeszkviterpének	5,49		0,84	
1481	α -kopaén	0,02	0,00	0,03	0,00
1588	β -elemén	0,08	0,00	0,07	0,01
1598	transz-kariofillén	0,25	0,01	0,03	0,00
1677	α-humulén (α-kariofillén)*	0,05	0,00		
1680	γ -szelinén	0,02	0,00	0,03	0,00
1702	γ -himachalén*			0,04	0,00
1710	δ -gurjunén			0,08	0,01
1711	arisztolén	0,06	0,00		
1724	eremofilén	0,03	0,00	0,06	0,01
1728	α -zingiberén*	0,11	0,00		
1731	(+)-aromadendrént*			0,17	0,02
1734	β -bizabolén*	0,04	0,01		
1736	β -szelinén	0,04	0,00	0,08	0,01
1765	β-kadinén*	0,03	0,00		
1781	β -szeszkvifellandrént*	0,17	0,01		
1782	α -kurkumén	0,19	0,01		
2043	nerolidol	0,06	0,00	0,16	0,03

9. táblázat A spanyol örlemények illatkomponensei

PTRI	Aromakomponensek	Terület%			
		édes	SD	csípős	SD
2176	<i>ar</i> -turmeron*	1,00	0,10		
2232	α -turmeron*	1,07	0,04		
2242	β - turmeron*	2,18	0,08		
2304	α -atlanton*	0,08	0,00		
2379	valerenol*			0,09	0,01
	Egyéb terpénvegyületek	2,49		10,11	
1205	3,7-dimetil-1,3,7-oktatrién (α -ocimén)	0,01	0,00		
1281	2,2,6-trimetil-ciklohexanon			0,02	0,00
1617	β -homociklocitrál	0,03	0,00	0,04	0,01
1831	β -damaszcenon	0,09	0,01	0,17	0,01
1844	dihidro- β -jonon	0,04	0,00	0,15	0,01
1864	α -jonon			0,29	0,02
1870	geranil aceton	0,74	0,05	3,40	0,31
1954	β -jonon	0,75	0,03	2,14	0,07
2009	dehidro- β -jonon	0,06	0,01		
2080	1,4béta-,5-trimetil-9-metilénbicyclo[3.3.1]nonan-2-on	0,03	0,01	0,14	0,01
2139	hexahidrofarnesil aceton	0,11	0,00		
2192	megastigmatrienon			0,05	0,01
2349	farnesil aceton	0,65	0,03	3,63	0,17
2407	4-oxo- β -jonon			0,08	0,02
	S- és N-tartalmú vegyületek	0,06		-	
2035	izotiazol	0,06	0,00		
	S-tartalmú vegyületek	0,04		0,04	
1342	dimetil-triszulfid	0,01	0,00		
1532	2,5-dietil-tiofén			0,01	0,00
1678	2-etil-5-propiltiofén			0,03	0,00
1966	4-metil-benzoltiol	0,03	0,01		
	N-tartalmú gyűrűs vegyületek	0,68		0,96	
1101	1-metil-1H-pirrol	0,02	0,00	0,02	0,00
1286	2,6-dimetil-pirazin	0,03	0,00		
1451	tetrametil-pirazin	0,04	0,00	0,03	0,00
1913	5-etil-2-metoxi-4,6-dimetil-pirimidin			0,04	0,00
1959	2-acetilpirrol	0,36	0,01	0,36	0,06
2314	7-fenil-3,3,5-trimetil-1,2-dihidro-3H-pirazolo/3,4-d/piridazin-4(5H)-on	0,03	0,00	0,17	0,01
2370	1H-indol	0,21	0,01	0,13	0,02
2471	1-(1-ciklopenten-1-il)-piperidin			0,21	0,02
	O-tartalmú gyűrűs vegyületek	2,22		8,73	
1183	2-pentil-furán	0,02	0,00	0,04	0,00
1212	dihidro-2-metil-3(2H)-furanon	0,01	0,00		
1423	2-furánkarboxaldehid	0,23	0,01	0,25	0,03
1474	2-acetilfurán	0,07	0,00	0,08	0,01
1546	4,5-dimetil-2-formilfurán	0,01	0,00		
1552	5-metil-2-furánkarboxaldehid	0,12	0,00	0,09	0,01
1602	2-acetil-5-metilfurán			0,02	0,00
2033	γ -nonalakton			0,12	0,02
2240	dibenzofurán			0,16	0,01

9. táblázat A spanyol örlemények illatkomponensei

PTRI	Aromakomponensek	Terület%			
		édes	SD	csípős	SD
2323	(R)-5,6,7,7a-tetrahidro-4,4,7a-trimetil-2(4H)-benzofuranon (dihidroaktinidiolid)	1,76	0,07	7,97	0,14
	Benzolgyűrűs vegyületek	2,33		5,85	
1110	1,4-dimetil-benzol	0,04	0,00	0,03	0,00
1226	1-metil-2-(1-metiletil)-benzol	0,02	0,00	0,01	0,00
1500	benzaldehyd	0,09	0,00	0,10	0,01
1544	5-metil-1,3-benzoldiol			0,03	0,00
1616	4-metilbenzaldehyd	0,05	0,01	0,10	0,01
1629	benzolacetaldehyd	0,29	0,01	0,27	0,03
1664	esztragon*	0,03	0,00		
1733	2,4-dimetil-benzaldehyd	0,12	0,00	0,68	0,07
1755	1-(metilfenil)-etanon	0,03	0,01	0,04	0,00
1777	metil-szalicilát	0,02	0,00	0,03	0,01
1779	1-(4-metilfenil)-etanon			0,09	0,01
1787	4-(1-metiletil)-benzaldehyd (kuminaldehyd)	0,18	0,01	0,06	0,01
1811	2,4,5-trimetil-fenol			0,03	0,00
1830	1-metoxi-4-(1-propenil)-benzol (anetol)*	0,12	0,02		
1850	2-metoxi-fenol (gvajakol)	0,02	0,00	0,12	0,02
1905	fenetil-alkohol	0,06	0,00		
1933	α -etilidén-benzolacetaldehyd	0,04	0,00		
1948	2-metoxi-4-metilfenol			0,23	0,02
1986	2-metilfenol			0,11	0,01
2015	2,3-dihidro-1H-inden-1-on			0,05	0,01
2019	1-etil-2,3-dimetil-benzol	0,09	0,01		
2039	1,2,3-trimetoxi-5-metilbenzol			0,04	0,01
2058	2,5-dimetil-fenol			0,06	0,01
2060	2-etilfenol			0,19	0,02
2067	4-metilfenol			0,16	0,01
2076	5-metil-2-fenil-2-hexenal	0,06	0,00		
2082	1-[2-hidroxi-4-metil-5-(1-metiletil)fenil]-etanon	0,07	0,01		
2094	2-metoxi-4-propilfenol			0,15	0,01
2097	N,N-dietilanilin	0,01	0,00		
2110	1-[6-hidroxi-2-metil-3-(1-metiletil)fenil]- etanon			0,08	0,01
2146	eugenol	0,07	0,01		
2152	4-etilfenol			0,08	0,01
2168	2-metoxi-5-vinilfenol	0,54	0,04	0,91	0,02
2178	2,3,6-trimetil-fenol			0,05	0,00
2186	3,4-dimetil-fenol			0,12	0,01
2190	2,4,6-trimetil-fenol			0,06	0,01
2194	1-etil-2,4-dimetil-benzol	0,25	0,01		
2226	2,6-dimetoxi-fenol			0,41	0,03
2264	2-metil-1,1-difenil-1-propén			0,05	0,00
2272	2,5-bisz(1,1-dimetiletil)-fenol			0,07	0,01
2331	4-vinilfenol	0,04	0,00		
2349	1,2,5-trimetoxi-3-metilbenzol			0,53	0,05
2406	(3S)-2-kloro-1-fenil-1-penten-3-ol			0,33	0,03
2453	metoxieugenol*			0,14	0,02
2609	metilizo Eugenol*			0,31	0,03

9. táblázat A spanyol örlemények illatkomponensei

PTRI	Aromakomponensek	Terület%			
		édes	SD	csípős	SD
2635	9H-fluoren-9-on			0,13	0,01
	Naftalinvázás vegyületek	0,06		0,36	
1574	1,2,3,4-tetrahydro-1,1,6-trimetil-naftalin	0,01	0,00	0,01	0,00
1740	naftalin			0,04	0,00
1748	1,2-dihidro-1,1,6-trimetil-naftalin	0,02	0,00	0,04	0,00
1859	2-metil-naftalin			0,04	0,00
1895	1-metil-naftalin			0,04	0,00
1920	3,4-dimetil-4-hidroxinaftalen-1(4H)-on			0,04	0,00
1973	2,7-dimetil-naftalin			0,04	0,01
1988	2-etenil-naftalin			0,08	0,01
2010	1,4-dimetil-naftalin	0,03	0,00		
2104	1,6,7-trimetil-naftalin			0,03	0,00
	Gyűrűs alkoholok, aldehidek, ketonok	0,40		0,73	
1373	α -izoforon			0,02	0,00
1526	2,3-dimetil-2-ciklopenten-1-on			0,01	0,00
1593	2,6-dimetil-ciklohexanol	0,25	0,01	0,49	0,06
1691	4-ketoizoforon	0,02	0,01	0,05	0,01
2127	3-hidroxy-2-metil-5-(1-metiletil)-2,5-ciklohexadién-1,4-dion	0,04	0,00		
2386	(2Z,6E)-3,7-dimetil-9-(1-metiletilidenil)-2,6-ciklodekadien-1-on			0,16	0,01
2480	3,4-dimetoxi-biciklo[4.2.0]okta-1,3,5-trien-7-ol	0,09	0,01		
	Nyílt láncú alkoholok, aldehidek, ketonok	0,46		2,52	
989	2-metil-butanal	0,02	0,00	0,01	0,00
989	3-metil-butanal	0,02	0,00	0,01	0,00
1011	pentanal			0,01	0,00
1060	2-metil-1-propanol	0,01	0,00	0,01	0,00
1067	hexanal	0,03	0,00	0,08	0,01
1145	heptanal			0,01	0,00
1151	2-metil-1-butanol	0,02	0,00	0,01	0,00
1152	3-metil-1-butanol	0,08	0,00	0,06	0,01
1246	oktanal	0,01	0,00	0,01	0,00
1258	(Z)-4,4-dimetil-2-pentenal	0,02	0,00		
1285	(E)-2-heptenal			0,03	0,00
1294	6-metil-5-hepten-2-on	0,02	0,00	0,03	0,00
1302	1-hexanol	0,01	0,00		
1360	nonanal	0,02	0,00	0,02	0,00
1402	(E)-2-oktenal	0,01	0,00	0,03	0,00
1411	1-okten-3-ol	0,02	0,00	0,04	0,00
1458	2-etil-1-hexanol	0,02	0,00		
1584	(E)-6-metil-3,5-heptadien-2-on	0,08	0,00	0,11	0,01
1706	(E,E)-2,4-nonadienal			0,02	0,00
1772	(E,Z)-2,4-dekadienal	0,02	0,00	0,42	0,02
1824	(E,E)-2,4-dekadienal	0,05	0,01	1,55	0,09
2234	2-heptadekanon			0,06	0,01
	Észterek	22,38		9,61	
978	ecetsav-etil-észter	0,04	0,00	0,02	0,00
1816	dodekánsav-metil-észter	0,05	0,00	0,04	0,00

9. táblázat A spanyol örlemények illatkomponensei

PTRI	Aromakomponensek	Terület%			
		édes	SD	csípős	SD
2024	tetradekánsav-metil-észter	0,62	0,03	0,39	0,04
2062	tetradekánsav-etil-észter	0,03	0,00		
2122	pentadekánsav-metil-észter	0,06	0,00		
2224	14-metil-pentadekánsav-metil-észter	7,37	0,21	3,77	0,15
2253	hexadekánsav-etil-észter	0,26	0,01	0,38	0,04
2306	heptadekánsav-metil-észter	0,04	0,00		
2398	oktadekánsav-metil-észter	0,45	0,03	0,22	0,02
2414	(Z)-9-oktadecénsav-metil-észter	2,23	0,09		
2452	linolsav-metil-észter	9,73	0,14	4,38	0,19
2476	linolsav-etil-észter	0,44	0,03		
2495	9,12,15-oktadekatriénsav-metil-észter	1,02	0,05	0,41	0,04
2525	9,12,15-oktadekatriénsav-etil-észter	0,05	0,01		
	Nyílt láncú savak	60,17		51,18	
1837	hexánsav	0,18	0,01	0,81	0,03
1945	heptánsav	0,05	0,00	0,15	0,02
2048	oktánsav	0,17	0,01	0,53	0,05
2146	nonánsav	0,12	0,04	0,56	0,05
2243	dekánsav			0,68	0,10
2285	9-decénsav			0,15	0,01
2423	dodekánsav	2,53	0,13	7,92	0,21
2586	tetradekánsav	5,61	0,08	6,72	0,20
2620	pentadekánsav	0,08	0,01	0,19	0,03
2744	palmitinsav	27,50	0,89	16,49	0,19
2899	olajsav	3,64	0,14	3,63	0,24
2938	linolsav	20,29	0,12	13,35	0,78
	Szénhidrogének	0,50		1,33	
999	2-etilidén-1,1-dimetil-ciklopentán			0,01	0,00
1171	4-metil-dekán			0,01	0,00
1178	dodekán			0,01	0,00
1205	2,3,6-trimetil-dekán			0,02	0,00
1260	2,6,11-trimetil-dodekán			0,01	0,00
1325	2-metil-tridekán			0,02	0,00
1374	tetradekán	0,05	0,00	0,05	0,01
1386	3-etil-2-metil-1,3-hexadién			0,01	0,00
1440	2-metil-tetradekán	0,02	0,00	0,05	0,00
1490	pentadekán	0,02	0,00	0,06	0,01
1541	(E)-5-eikozén			0,02	0,00
1556	6-propil-tridekán			0,03	0,00
1606	hexadekán	0,10	0,00	0,07	0,01
1656	1-hexadecén			0,06	0,01
1683	1-heptadecén			0,02	0,00
1720	heptadekán	0,07	0,01	0,13	0,02
1768	1-nonadecén			0,03	0,00
1775	6(Z),9(E)-heptadekadién	0,02	0,00		
1827	oktadekán	0,12	0,01	0,11	0,02
1929	nonadekán	0,04	0,00	0,07	0,01
2029	eikozán	0,06	0,01		
2335	(3E,5E,8Z)-3,7,11-trimetil-1,3,5,8,10-dodekapentanén			0,54	0,05

10. táblázat A keverék paprikák aromakomponensei

HUN-PER: magyar-perui

HUN-SPA: magyar-spanyol

HUN-SRB: magyar-szerb

SPA-SRB: spanyol-szerb

*külföldi eredetet jelző komponensek

magyar paprika eredetet jelző vegyületek

PTRI	Komponensek	Terület%							
		HUN- -PER	SD	HUN- -SPA	SD	HUN- -SRB	SD	SPA- -SRB	SD
	Terpének és származékaik	5,47		10,36		8,85		4,96	
	<i>Monoterpének</i>	0,62		2,02		2,34		2,26	
1030	α -pinén	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,04	0,00
1091	β -pinén*			0,01	0,00	0,02	0,00	0,05	0,00
1099	szabinén*							0,06	0,01
1123	δ -3-karén	0,01	0,00	0,02	0,00	0,03	0,01	0,11	0,01
1127	izoterpinolén	0,01	0,00			0,02	0,00	0,01	0,00
1131	β -mircén	0,01	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,03	0,00
1138	l-fellandrénszabinén*							0,04	0,00
1151	α -terpinolén							0,01	0,00
1170	herboxid	0,01	0,00	0,01	0,00				
1170	dl-limonén	0,01	0,00	0,04	0,00	0,06	0,02	0,37	0,04
1180	szabinén*							0,03	0,00
1198	transz- β -ocimén			0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00
1215	γ -terpinén	0,01	0,00			0,01	0,00	0,05	0,01
1254	α -terpinolén	0,01	0,00	0,03	0,00	0,03	0,01	0,03	0,00
1333	endo-borneol*							0,01	0,00
1429	cisz-linalool-oxid	0,05	0,00	0,10	0,01	0,06	0,01	0,05	0,00
1433	α -ciklocitrál							0,01	0,00
1461	transz-linalool-oxid	0,02	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00	0,02	0,00
1538	bornilén	0,01	0,00						
1541	linalool	0,15	0,02	0,73	0,12	0,41	0,06	0,26	0,03
1609	4-terpineol							0,03	0,00
1634	α -4-dimetil-3-ciklohexén-1-acetaldehid	0,05	0,00	0,07	0,02	0,06	0,01	0,01	0,00

10. táblázat A keverék paprikák aromakomponensei

PTRI	Komponensek	Terület%							
		HUN- -PER	SD	HUN- -SPA	SD	HUN- -SRB	SD	SPA- -SRB	SD
1636	β -ciklocitrál			0,14	0,01	0,33	0,02	0,07	0,01
1662	safranal	0,16	0,02	0,18	0,02	0,63	0,09	0,20	0,02
1709	l- α -terpineol	0,07	0,00	0,31	0,02	0,48	0,06	0,28	0,02
1716	kamfén							0,05	0,00
1757	l-karvon*			0,05	0,01			0,22	0,03
1814	nerol	0,01	0,00	0,09	0,02	0,03	0,00	0,02	0,00
1833	3-bornanon*							0,01	0,00
1859	transz-geraniol			0,16	0,01			0,12	0,01
1867	4,4-dimetil-8-metilén-1-oxaspiro[2.5]oktán*	0,02	0,00						
1932	(Z)- 2-(2-butenil)-4-hidroxi-3-metil-2-ciklopenten-1-on (cinerolon)*					0,08	0,01		
2199	karvakrol							0,05	0,00
	Szeszkviterpének	0,45		1,90		2,65		1,08	
1456	α -kubebén*							0,01	0,00
1470	δ -elemén							0,01	0,00
1498	α -kopaén	0,02	0,00	0,11	0,02	0,05	0,01	0,05	0,00
1592	β -elemén			0,42	0,04	0,04	0,01	0,01	0,00
1607	β -elemén	0,11	0,00			0,80	0,25	0,19	0,02
1619	transz-kariofillén	0,02	0,00	0,02	0,00			0,21	0,01
1669	alloaromadendrén			0,06	0,01	0,21	0,03	0,04	0,00
1675	δ -szelinén							0,02	0,00
1696	α -humulén (α -kariofillén)*							0,02	0,00
1701	γ -szelinén	0,03	0,00	0,07	0,01	0,12	0,04	0,04	0,00
1703	γ -himachalén*			0,12	0,01				
1711	δ -gurjunén			0,24	0,03				
1718	β -himachalén			0,09	0,01				
1730	arisztolén					0,68	0,07	0,18	0,01
1732	β -szelinén			0,15	0,01				
1738	γ -muurolén							0,02	0,00
1739	α -gvajén*	0,10	0,00						
1744	eremofilén	0,04	0,00	0,13	0,01	0,26	0,03	0,08	0,00

10. táblázat A keverék paprikák aromakomponensei

PTRI	Komponensek	Terület%							
		HUN- -PER	SD	HUN- -SPA	SD	HUN- -SRB	SD	SPA- -SRB	SD
1748	valencén					0,06	0,00		
1755	α -szelinén	0,04	0,01			0,15	0,02	0,09	0,03
1760	9,10-dehidro-izolongifolén							0,03	0,00
1760	β -szelinén	0,09	0,00						
1776	aromadendrén			0,07	0,00				
1785	δ -kadinén							0,02	0,00
1795	γ -gurjunén							0,01	0,00
1800	α -kurkumén							0,04	0,00
1863	kalamenén*							0,01	0,00
2043	nerolidol			0,42	0,04				
2232	8,9-dehidro-neoizolongifolén*					0,28	0,02		
	<i>Egyéb terpénvegyületek</i>	4,40		6,44		3,86		1,63	
1217	3,7-dimetil-1,3,7-oktatrién (α -ocimén)	0,01	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00
1296	2,2,6-trimetil-ciklohexanon	0,02	0,00	0,02	0,00	0,04	0,00	0,02	0,00
1469	<i>transz</i> -megastigma-5,8-dien-4-on*					0,02	0,00		
1637	β -homociklocitrál					0,06	0,00	0,03	0,00
1820	farnezil-acetát			0,10	0,02				
1847	β -damaszcenon	0,07	0,00	0,49	0,08	0,18	0,01	0,03	0,00
1860	dihidro- β -jonon	0,10	0,00	0,06	0,01	0,23	0,02		
1878	α -jonon					0,33	0,08	0,09	0,01
1880	geranil aceton	1,60	0,04	2,31	0,05	1,35	0,13		
1965	β -jonon	0,92	0,04	1,30	0,05	1,47	0,27	0,58	0,11
2096	1,4béta-,5-trimetil-9-metilénbicyclo[3.3.1]nonan-2-on	0,04	0,01	0,16	0,01			0,05	0,01
2122	2,3-dihidro-1H-ciklopent[e]azulén*	0,03	0,01						
2140	2,4,6-trimetil-azulén*	0,03	0,01						
2141	hexahidrofarnesil aceton	0,12	0,02	0,18	0,02			0,10	0,01
2203	megastigmatrienon	0,03	0,00			0,16	0,01	0,04	0,01
2289	megastigmatrienon							0,05	0,01
2329	(<i>S</i>)-2,4,4a,10-tetrahidro-6-metoxi-1,4a-dimetil-9(3H)-fenantrenon*	0,08	0,01						
2334	<u>liguhodgsonal</u>			0,13	0,02			0,11	0,03

10. táblázat A keverék paprikák aromakomponensei

PTRI	Komponensek	Terület%							
		HUN- -PER	SD	HUN- -SPA	SD	HUN- -SRB	SD	SPA- -SRB	SD
2349	farnezil aceton	1,35	0,04	1,55	0,40			0,52	0,10
2533	fitol			0,11	0,02				
	S- és N-tartalmú vegyületek			0,01					
973	2-etil-1H-izoindol-1,3(2H)-ditiol			0,01	0,00				
	S-tartalmú vegyületek	0,05		0,25		0,57		0,17	
1682	2-etil-5-propiltiofén	0,03	0,00	0,14	0,02	0,57	0,05	0,14	0,00
1966	4-metil-benzotiofén			0,04	0,00				
2009	2-(t-butil)benzotiofén			0,07	0,00				
2099	2-etil-5,7-dimetil-benzo[b]tiofén							0,03	0,01
2109	2-(4-metoxifenil)tiofén	0,02	0,00						
	N-tartalmú gyűrűs vegyületek	0,37		0,80		1,33		1,10	
985	2-metil-4-propil-1H-imidazol	0,01	0,00						
1108	1-metil-1H-pirrol	0,01	0,00	0,10	0,01	0,40	0,13	0,03	0,00
1237	2,5-dimetil-1H-pirrol					0,01	0,00		
1290	2,5-dimetil-pirazin					0,01	0,00		
1362	2-etil-5-metil-pirazin					0,01	0,00		
1392	trimetil-pirazin	0,01	0,00						
1449	5-etil-2,3-dimetil-pirazin							0,01	0,00
1463	tetrametil-pirazin	0,12	0,01	0,05	0,01	0,10	0,02	0,14	0,01
1508	4-etil-2,5,6-trimetil-pirimidin							0,01	0,00
1576	2-metoxi-6-metil-pirazin	0,03	0,00						
1634	4-acetil-3-metilpirazol	0,02	0,00						
1716	5-acetil-1,3-dihidro-6-metil-2H-benzimidazol-2-on	0,01	0,00						
1880	2-metoxi-1-(2-piridinil)-etanon							0,59	0,04
1978	2-acetilpirrol	0,14	0,01	0,36	0,05	0,80	0,12	0,16	0,02
2087	5-acetil-1,3-dihidro-4-metil-2H-benzimidazol-2-on			0,09	0,01				
2116	5-metil-1H-pirrol-2-karboxaldehid	0,02	0,01						
2320	1,2,3,5-tetrahidro-3,3,5-trimetil-7-fenil- 4H-pirazolo[3,4-d]piridazin-4-on							0,05	0,02
2391	1H-indol			0,20	0,05			0,11	0,02

10. táblázat A keverék paprikák aromakomponensei

PTRI	Komponensek	Terület%							
		HUN- PER	SD	HUN- SPA	SD	HUN- SRB	SD	SPA- SRB	SD
	O-tartalmú gyűrűs vegyületek	2,64		4,05		5,45		1,72	
1195	2-pentil-furán	0,02	0,00	0,09	0,01	0,16	0,03	0,03	0,00
1227	dihidro-2-metil-3(2H)-furanon					0,03	0,01	0,01	0,00
1269	cisz-2-(2-pentenil)furán					0,05	0,00		
1446	2-furánkarboxaldehid	0,16	0,01	0,61	0,05	0,50	0,09	0,17	0,02
1496	2-acetilfurán	0,03	0,00	0,19	0,01	0,25	0,03	0,06	0,01
1573	5-metil-2-furánkarboxaldehid	0,04	0,00	0,29	0,01	0,21	0,02	0,08	0,01
1687	γ-vinil-γ-valerolakton					0,17	0,04		
1855	3,6-dimetil-2,3,3A,4,5,7A-hexahidrobenzofurán							0,02	0,00
2047	γ-nonalakton	0,13	0,02			0,10	0,01	0,06	0,00
2112	1-[6-hidroxi-2-metil-3-(1-metiletil)fenil]-etanon			0,10	0,01				
2332	dihidroaktinidiolid	2,26	0,11	2,00	0,26	3,98	0,28	1,25	0,20
2439	1-(7-hidroxi-2,2-dimetil-2H-1-benzopiran-6-il)-etanon			0,77	0,03				
2531	γ-dodekalakton							0,04	0,01
	Benzolgyűrűs vegyületek	1,49		3,42		6,53		2,08	
1115	1,4-dimetil-benzol	0,03	0,00	0,18	0,01	0,17	0,02	0,04	0,00
1212	1-metoxi-2-metilbenzol					0,02	0,01		
1212	3,5-dimetil-fenol							0,01	0,00
1227	1-metil-4-(1-metiletil)-benzol			0,01					
1241	1-metil-2-(1-metiletil)-benzol	0,01	0,00			0,02	0,00	0,06	0,00
1398	1-(1,1-dimetiletoxi)-4-metilbenzol	0,01	0,00					0,01	0,00
1402	4-etil-2,6-xilenol					0,02	0,00		
1425	metil(1-metiletenil)-benzol					0,02	0,00	0,01	0,00
1439	1-metoxi-4-(1-metoxietil)-benzol	0,01	0,00						
1476	2-metil-benzolamin					0,01	0,00		
1522	benzaldehyd	0,04	0,00	0,17	0,01	0,24	0,05	0,07	0,00
1530	(Z)- 2-(1-butenil)-1,3,5-trimetilbenzol	0,01	0,00						
1563	2-metil-1,4-benzoldiol			0,02	0,01	0,06	0,01	0,02	0,00
1635	4-metil-benzaldehyd			0,13	0,01	0,09	0,01	0,03	0,01
1648	3-hidroxi-5-metoxibenzaldehyd	0,18	0,02						

10. táblázat A keverék paprikák aromakomponensei

PTRI	Komponensek	Terület%							
		HUN- PER	SD	HUN- SPA	SD	HUN- SRB	SD	SPA- SRB	SD
1654	benzolacetaldehid	0,17	0,01	0,68	0,01	0,93	0,17	0,26	0,03
1684	esztragon*							0,10	0,01
1736	2,4-dimetil-benzaldehid			0,44	0,07				
1751	4-(2-propenil)-fenol (kavikol)*					0,82	0,08	0,25	0,01
1759	1-etil-3,5-dimetil-benzol			0,08	0,00				
1764	2,4-dimetil-benzaldehid	0,16	0,00						
1773	4-etilbenzaldehid	0,01	0,00						
1774	1-(3-metilfenil)-etanon					0,13	0,01	0,04	0,00
1797	1-(4-metilfenil)-etanon	0,04	0,00	0,04	0,00	0,06	0,01		
1797	metil-szalicilát	0,02	0,00	0,03	0,00	0,11	0,01	0,02	0,00
1806	4-(1-metiletil)-benzaldehid (kuminaldehid)							0,05	0,01
1809	1-(metilfenil)-etanon	0,02	0,00						
1824	2,4,6-trimetil-fenol					0,04	0,01	0,02	0,01
1848	1-metoxi-4-(1-propenil)-benzol (anetol)*							0,12	0,01
1861	2-(1,3-butadienil)-1,3,5-trimetil-benzol	0,02	0,00						
1872	2-metoxi-fenol (gvajakol)			0,04	0,01	0,04	0,01	0,02	0,00
1923	fenetil-alkohol	0,05	0,00	0,11	0,01	0,23	0,03	0,06	0,01
1935	butil-hidroxi-toluol	0,05	0,00			0,16	0,00		
2020	1-etil-2,3-dimetil-benzol			0,19	0,00				
2022	1-etil-3,5-diizopropil-benzol	0,06	0,01			0,26	0,05	0,05	0,00
2039	4-etil-2-metoxifenol (4-etilgvajakol)					0,07	0,01	0,02	0,00
2043	1-etil-2,5-dimetil-benzol	0,08	0,00						
2088	5-metil-2-fenil-2-hexenal	0,06	0,01					0,04	0,00
2135	1-[2-hidroxi-4-metil-5-(1-metiletil)fenil]-etanon	0,05	0,01						
2161	6-propenil-gvajakol*							0,03	0,00
2162	eugenol							0,09	0,00
2165	4-etilfenol					0,05	0,01		
2186	2-metoxi-5-vinilfenol	0,41	0,05	1,30	0,21	2,47	0,36	0,61	0,02
2249	miriszticin*					0,24	0,03	0,02	0,00
2283	2,5-bisz(1,1-dimetiletil)-fenol							0,03	0,01

10. táblázat A keverék paprikák aromakomponensei

PTRI	Komponensek	Terület%							
		HUN- PER	SD	HUN- SPA	SD	HUN- SRB	SD	SPA- SRB	SD
2428	apiol*					0,27	0,02		
	Naftalinvázás vegyületek	0,19		0,74		1,86		0,07	
1685	1,4-dihidro-3,5-dimetoxi-2-metilnaftalin	0,03	0,01						
1687	1,2,3,4-tetrahidro-1,6,8-trimetil-naftalin					0,15	0,03	0,04	0,00
1715	1,2,3,4-tetrahidro-1,5,8-trimetil-naftalin	0,02	0,00	0,03	0,00	0,13	0,01		
1771	1,2-dihidro-1,1,6-trimetil-naftalin	0,03	0,00	0,04	0,01	0,07	0,01	0,03	0,00
2002	2,6-dimetil-naftalin	0,07	0,01						
2172	2,3,6-trimetil-naftalin	0,04	0,01						
2413	1-izopropil-4,6-dimetil-1,2,3,4-tetrahidro-naftalin és 4-izopropil-1,6-dimetil-1,2,3,4-tetrahidro-naftalin keveréke			0,67	0,13	1,51	0,23		
	Gyűrűs alkoholok, aldehidek, ketonok	0,31		0,64		1,68		0,02	
1136	2,4,5-trimetil-2-ciklopenten-1-on					0,02	0,00		
1390	α -izoforon	0,01	0,00					0,01	0,00
1533	3,4,5-trimetil-2-ciklopenten-1-on	0,01	0,00			0,05	0,01	0,01	0,00
1594	2,6-dimetil-ciklohexanol			0,31	0,00				
1621	3,4,4-trimetil-2-ciklopenten-1-on					0,05	0,01		
1624	3,5-dimetil-ciklohexanol	0,25	0,03						
1722	4-ketoizoforon	0,04	0,00						
2479	2-(metoximetil)-3,5-dimetil-2,5-ciklohexadién-1,4-dion			0,17	0,02				
2538	(2Z,6E)-3,7-dimetil-9-(1-metiletilidenil)-2,6-ciklodekadién-1-on			0,16	0,02	1,56	0,25		
	Nyílt láncú alkoholok, aldehidek, ketonok, acetálok, éterek	0,67		1,18		2,81		0,72	
962	1,1-dietoxi-etán	0,02	0,00						
973	2-metil-butanal	0,01	0,00	0,02	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00
974	3-metil-butanal	0,02	0,00	0,07	0,01	0,07	0,02	0,02	0,00
1015	2-butanol	0,01	0,00			0,02	0,00		
1058	2-metil-1-propanol	0,01	0,00			0,02	0,00		
1064	hexanal	0,02	0,00	0,09	0,01	0,15	0,03	0,02	0,00
1129	1-etoxi-2-propanol	0,01	0,00						
1148	2-metil-2-heptanol					0,03	0,00		
1152	heptanal			0,01	0,00	0,04	0,01		

10. táblázat A keverék paprikák aromakomponensei

PTRI	Komponensek	Terület%							
		HUN- PER	SD	HUN- SPA	SD	HUN- SRB	SD	SPA- SRB	SD
1158	2-metil-1-butanol			0,02	0,00	0,06	0,01	0,01	0,00
1159	3-metil-1-butanol	0,09	0,01	0,13	0,01	0,24	0,05	0,08	0,01
1185	(E)-2-hexenal			0,01	0,00	0,02	0,01		
1202	1-pentanol	0,01	0,00	0,01	0,00				
1258	oktanal					0,03	0,00		
1278	3-hepten-2-on	0,01	0,00						
1298	(E)-2-heptenal			0,01	0,00	0,02	0,00		
1309	6-metil-5-hepten-2-on	0,03	0,00	0,05	0,01	0,04	0,01	0,02	0,00
1315	1-hexanol	0,01	0,00	0,02	0,00			0,01	0,00
1352	(Z)-3-hexen-1-ol					0,02	0,00		
1376	nonanal			0,03	0,00	0,05	0,00	0,01	0,00
1417	(E)-2-oktenal	0,01	0,00	0,03	0,00	0,04	0,01	0,01	0,00
1451	6-metil-5-hepten-2-ol	0,02	0,00						
1454	(E,E)-2,4-heptadienal					0,02	0,00		
1474	2-nonen-4-on	0,01	0,00	0,04	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00
1516	(E,E)-3,5-oktadien-2-on					0,04	0,01	0,01	0,00
1578	(E,Z)-2,4-nonadienal			0,02	0,00				
1599	(E)-6-metil-3,5-heptadien-2-on	0,15	0,01	0,08	0,01	0,39	0,07	0,13	0,02
1785	(E,Z)-2,4-dekadienal			0,09	0,02	0,06	0,01	0,01	0,00
1824	2-tridekanon	0,02	0,00	0,11	0,01				
1835	(E,E)-2,4-dekadienal	0,03	0,00	0,34	0,10	0,14	0,01	0,06	0,00
2043	2-pentadekanon	0,09	0,01			0,10	0,01	0,02	0,01
2052	tetradekanal	0,09	0,01			1,17	0,16	0,29	0,09
	Észterek	49,01		11,77		33,74		30,26	
962	ecetsav-etil-észter	0,06	0,01	0,08	0,01	0,16	0,02	0,05	0,01
1156	hexánsav-metil-észter	0,01	0,00						
1349	hexil 2-metilbutanoát			0,01	0,00				
1376	oktánsav-metil-észter	0,01	0,00						
1421	oktánsav-etil-észter					0,01	0,00		
1826	dodekánsav-metil-észter	0,24	0,01	0,08	0,01	0,09	0,02	0,15	0,01

10. táblázat A keverék paprikák aromakomponensei

PTRI	Komponensek	Terület%							
		HUN- PER	SD	HUN- SPA	SD	HUN- SRB	SD	SPA- SRB	SD
1869	dodekánsav-etil-észter					0,06	0,02	0,02	0,00
2033	tetradekánsav-metil-észter	1,58	0,05	0,48	0,07	0,53	0,04	0,86	0,19
2068	tetradekánsav-etil-észter	0,05	0,01	0,05	0,00	0,07	0,01	0,04	0,01
2127	pentadekánsav-metil-észter	0,12	0,03			0,08	0,01	0,06	0,02
2176	14-metil-pentadekánsav-metil-észter			0,52	0,09			0,03	0,01
2224	hexadekánsav-metil-észter	13,09	0,08	3,11	0,37	5,73	0,29	6,24	1,04
2245	(Z)-9-hexadecénsav-metil-észter	0,85	0,04	0,20	0,06	0,35	0,05	0,44	0,10
2254	hexadekánsav-etil-észter	0,34	0,01	0,39	0,03	0,96	0,09	0,32	0,06
2280	14-metil-hexadekánsav-metil-észter	0,18	0,06					0,05	0,01
2293	9,12-hexadekadiénsav-metil-észter	0,15	0,02					0,07	0,01
2308	heptadekánsav-metil-észter	0,30	0,03	0,04	0,01	0,16	0,02	0,08	0,01
2397	oktadekánsav-metil-észter	1,48	0,07	0,18	0,03	0,50	0,10	0,73	0,23
2403	metil-4,4,7-trimetil-4,7-dihidroindán-6-karboxilát							0,03	0,00
2413	metil-oleát	6,26	0,20	0,60	0,13	2,98	0,45	3,68	0,63
2417	(E)-9-oktadecénsav-metil-észter					0,46	0,08		
2425	oktadekánsav-etil-észter					0,14	0,01		
2442	etil-oleát					0,47	0,08		
2458	metil-linoleát	21,08	0,14	4,46	1,05	17,10	1,12	15,81	3,56
2476	etil-linoleát	0,59	0,02	0,74	0,13	2,08	0,20	0,58	0,05
2500	9,12,15-oktadekatriénsav-metil-észter	2,40	0,08	0,69	0,09	1,04	0,12	0,96	0,09
2524	9,12,15-oktadekatriénsav-etil-észter	0,10	0,01	0,14	0,02	0,64	0,03	0,06	0,01
2593	butil-ftalát	0,12	0,02			0,13	0,02		
	Nyílt láncú savak	38,11		60,87		16,72		56,31	
1654	2-metil-butánsav	0,16	0,01	0,29	0,02				
1886	hexánsav	0,37	0,02	0,46	0,03	1,22	0,09	0,36	0,05
1947	heptánsav	0,05	0,00	0,06	0,00				
2104	oktánsav	0,22	0,01	0,23	0,02	0,51	0,04	0,23	0,01
2148	nonánsav			0,19	0,01				
2298	dekánsav	0,37	0,03	0,24	0,04	0,76	0,15	0,07	0,02
2461	dodekánsav	2,47	0,10	3,15	0,80	4,95	0,11	1,37	0,50

10. táblázat A keverék paprikák aromakomponensei

PTRI	Komponensek	Terület%							
		HUN- -PER	SD	HUN- -SPA	SD	HUN- -SRB	SD	SPA- -SRB	SD
2607	tetradekánsav	5,76	0,18	4,95	1,32	9,28	0,69	2,81	0,22
2623	pentadekánsav			0,46	0,15				
2749	palmitinsav	28,71	1,24	27,65	2,52			26,53	0,98
2922	sztearinsav							0,67	0,07
2940	olajsav							4,40	1,03
2963	linolsav			23,19	3,56			19,87	3,94
	Szénhidrogének	0,16		1,56		2,96		0,63	
944	metil-ciklohexán	0,07	0,01			0,15	0,01	0,06	0,01
1009	2,2,4,6,6-pentametil-heptán			0,46	0,03				
1012	dekán			0,01	0,00	0,02	0,01		
1076	undekán			0,03	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00
1164	dodekán			0,04	0,01	0,04	0,01	0,02	0,00
1259	1,4-dimetil-ciklohexán			0,03	0,01				
1268	tridekán			0,03	0,00			0,02	0,00
1270	<i>transz</i> -1,2-dimetil-ciklohexán					0,03	0,00	0,01	0,00
1331	2-metil-tridekán			0,08	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00
1382	tetradekán	0,01	0,00	0,05	0,01	0,03	0,00	0,03	0,00
1434	<i>(E)</i> -5-oktadecén							0,01	0,00
1440	2-metil-tetradekán			0,14	0,02				
1490	pentadekán	0,01	0,00	0,06	0,00				
1562	2-metil-pentadekán					0,03	0,00		
1605	hexadekán			0,10	0,01				
1673	2-metil-hexadekán			0,10	0,01	0,09	0,02	0,01	0,00
1722	heptadekán			0,20	0,01	0,17	0,01	0,04	0,00
1828	oktadekán	0,02	0,00			0,03	0,01	0,02	0,00
1929	nonadekán			0,04	0,01	0,07	0,02		
2153	1-pentadecén			0,14	0,02				
2177	ciklotetradekán	0,05	0,01						
2304	7-hexadecin					2,26	0,07	0,39	0,10
2380	9-metilén-7-pentadecin			0,05	0,01				