

SZAKDOLGOZAT

Ritzl Blanka

2025



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Budai Campus
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
Élelmiszermérnök alapképzés

**ENERGIASZELETEK ÉRZÉKSZERVI TULAJDONSÁGAINAK
JELLEMZÉSE**

Budapest

2025

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK	3
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	5
2.1. Az energiaszeletek	5
2.1.1. Az energiaszeletekről általánosságban	5
2.1.2. Az energiaszeletek piaca és fogyasztási trendje	6
2.1.3. Az energiaszeletek összetétele	9
2.1.4. Az energiaszeletek érzékszervi jellemzői	12
2.1.4.1. Szín	13
2.1.4.2. Illat	13
2.1.4.3. Íz	13
2.1.4.4. Állag	14
2.2. Aromaanyagok az élelmiszerekben	14
2.2.1. Az aroma fogalma és jelentősége az élelmiszeriparban	15
2.2.2. Az aromák csoportosítása és fő vegyülettípusaik	15
2.2.2.1. Alkoholok	16
2.2.2.2. Aldehidek	16
2.2.2.3. Észterek	16
2.2.2.4. Pirazinok	17
2.2.2.5. Terpének	17
2.2.3. Aromaanyagok előállításának lehetőségei	17
2.2.4. Az aromaanyagok szabályozása az élelmiszeriparban	18
2.3. Élelmiszerek illatának műszeres vizsgálata	18
2.3.1. Mintavétel élelmiszerek aromavizsgálata során	19
2.3.2. Műszeres aromavizsgálat	20
3. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK	22
3.1. A vizsgálatok helye	22
3.2. A vizsgálati minták	22
3.3. Az energiaszeletek aromájának vizsgálata	23
3.3.1. Felhasznált anyagok és eszközök	23
3.3.2. Mintavétel	23
3.3.3. Műszeres vizsgálat	24
3.3.3.1. A GC-MS-O műszeregyüttes felépítése és működése	24
3.3.3.2. A műszer mérési paraméterei	25
3.3.3.3. Az eredmények kiértékelése	25

4. KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK	28
4.1 Narancsos energiaszeletek aroma-összetétele	28
4.2 Banános energiaszelet aroma-összetétele.....	32
4.3. Almás energiaszeletek aroma-összetétele.....	36
4.4. Meggyes energiaszeletek aroma-összetétele	39
4.5. Egres energiaszeletek aroma-összetétele.....	42
4.6 Tücsökpórral dúsított energiaszeletek aroma-összetétele.....	45
4.6.1. A hazai márka energiaszeleteinek aroma-összetétele	45
4.6.2. A cseh márka energiaszeleteinek aroma-összetétele.....	47
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	50
6. ÖSSZEFOGLALÁS	52
7. IRODALOMJEGYZÉK	53
Ábrák és táblázatok jegyzéke	58
MELLÉKLETEK	60

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

A világ minden területen változik és rohamosan fejlődik, beleértve az emberek étkezési szokásait is. Az egészségtudatos életmód iránti növekvő érdeklődés, a kényelmi élelmiszerek iránti kereslet, valamint az aktív életmód térhódítása jelentős mértékben befolyásolta és átalakította a globális étkezéshelyettesítő termékek piacát. Manapság az egyik leggyorsabban fejlődő termékcsoport az élelmiszerpiacon a magas fehérjetartalmú energiaszeleteké. Ezek gyors és könnyen felszívódó energiát biztosítanak fogyasztóik számára, mindemellett kényelmes és praktikus megoldást jelentenek a tápanyagbevitelre, hiszen olyan létfontosságú összetevőket tartalmaznak, mint a szénhidrátok, fehérjék, rostok, illetve különböző vitaminok és ásványi anyagok. A fogyasztók egy része a magas fehérjetartalmú energiaszeleteket nem csupán kényelmességük és egészségtudatos funkcióik miatt kedveli, hanem kifejezetten nagy szerepet játszanak az izomépítésben, testsúlykontrollban vagy éppen annak csökkentésében is. Az utóbbi években ezek a szeletek a sportolók étrendjének egyik alapvető elemévé váltak, mivel számos olyan előnyt kínálnak, amelyek támogatják a fizikai teljesítményt és az izmok regenerációját. Az egyszerű és gyors energiapótlás mellett az energiaszeletek igyekeznek a szervezet tápanyagszükségletét is fedezni, ezen felül kedvező érzékszervi tulajdonságokkal kell, hogy rendelkezzenek, hiszen élvezeti értékük is nagyban befolyásolja a fogyasztók elégedettségét.

Az energiaszeletek ízesítésére a gyártók rendkívül széles alapanyag-választékból dolgozhatnak, azonban az aroma az élelmiszerek egyik legfontosabb érzékszervi jellemzője. Az élelmiszer-aromák különböző illékony szerves vegyületek összetett keverékei, olyan termékek, amelyeket nem szándékoznak önmagukban fogyasztani, hanem illat és/vagy íz kialakítása, vagy változtatása céljából adnak az élelmiszerhez. A termékek összetevői – mint például a gabonafélék, olajos magvak, aszalt gyümölcsök, édesítőszeresek, fehérjeforrások – mind sajátos aromakomponenseket hordoznak. A magvak és diófélék a Maillard-reakció során keletkező pirazinok és furánszármazékok által diós, pörkölt illatot kölcsönöznek a szeleteknek, míg a gyümölcsalapú összetevők édes, savanykás észtereket és aldehideket tartalmaznak, ezáltal gyümölcsös aromát eredményezve. Emellett az édes aromák, mint a vanillin kellemesen lágy illatot biztosítanak.

Szakedolgozatom témájául az energiaszeletek érzékszervi tulajdonságainak – elsősorban illatuknak – a vizsgálatát választottam. A munkám során különböző eredetű és mennyiségű fehérjetartalommal rendelkező szeletek aroma-összetételét vizsgáltam, elsősorban a legnépszerűbb, gyümölcsízű szeletek aromakomponenseinek feltárása volt a célom, leginkább

a gyümölcs-jelleges aromákra fókuszálva. Kutatásom célja, hogy megállapítsam, melyek azok a vegyületek, amelyek döntő szerepet játszanak a termékek jellegzetes illatának kialakításában. Vizsgálataimba bevontam különböző ízesítésű, tücsökpor felhasználásával készült energiaszeleteket is. Ezeknél a mintáknál az volt a célom, hogy kimutassam a rovar-eredet illó marker komponenseit is, mivel a szakirodalomban viszonylag kevés publikáció érhető el a témában, és azok is elsősorban a rovarra és nem élelmiszer termékekre vonatkoznak.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Az energiaszeletek

2.1.1. Az energiaszeletekről általánosságban

Szakirodalmak alapján energiaszeletnek nevezhetjük azokat a kompakt, fogyasztásra kész élelmiszertermékeket, amelyek fogyasztásának célja a szervezet gyors energia-utánpótlásának biztosítása. Az energiaszeletek összetett, többkomponensű élelmiszerek, amelyek főként gabonaféléket, olajos magvakat, szárított gyümölcsöket, valamint édesítő- és kötőanyagokat tartalmaznak. Tápanyagprofiljuk általában magas szénhidrát- és mérsékelt fehérjetartalommal jellemezhető, ami gyorsan mobilizálható energiaforrást biztosít, különösen erős fizikai aktivitás vagy sporttevékenység során. Az energiaszeletek kiegyensúlyozott fehérje-, zsír-, és szénhidráttartalommal rendelkeznek, így fogyasztásuk edzés előtt vagy közben ajánlott, ezáltal biztosítják a folyamatos energiafelszabadulást a szervezet számára. Egy hasonló termékcsoporthoz, a fehérjeszeletek viszont a szénhidrátok mellett nagyobb mennyiségű fehérjét tartalmaznak, ezzel támogatva az izomregenerációt és -növekedést. Az energiaszeletekkel szemben a fehérjeszeletek fogyasztása ezért elsősorban edzés után javasolt (Tom, 2023).

Az energiaszeletek léte az 1960-as évekre nyúlik vissza, amikor a Pillsbury Company létrehozta az első típusukat, a „Space Food Sticks” nevű terméket, melyet űrhajósok számára fejlesztettek ki (1. ábra). Ez volt az első szilárd táplálék, melyet a NASA űrhajósai fogyasztottak el (Natasha, 2019).

1. ábra: A Pillsbury által kifejlesztett első energiaszeletek
(Forrás: <https://blog.adafruit.com>)



Az energiaszeletek kifejlesztésének célja az volt, hogy kényelmes módon és koncentráltan biztosítsanak tápanyagot és energiát, és akár kisebb étkezések helyettesítésére is szolgáljanak. Ezek tartalmazzák a szükséges makrotápanyagokat (fehérjék, szénhidrátok és zsírok), valamint különféle mikrotápanyagokat (vitaminok és ásványi anyagok) is. Összetételük széles skálán változhat, a felhasznált alapanyagoktól függően. Azonban nem csak úrhajósok számára fejlesztették ki ezeket az energiaszeleteket, hanem a katonák számára is. A modern hadviselés és a hosszú, megerőltető műveletek során számukra is elengedhetetlen a megfelelő tápanyagbevitel biztosítása, ugyanis nagymértékben ettől függ hatékony helytállásuk a hadműveletek során. Ezáltal olyan élelmiszerre volt szükség, amely azonnal és egyszerűen fogyasztható, nem foglal sok helyet és könnyen hordozható (Farajzadeh és Golmakani, 2011).

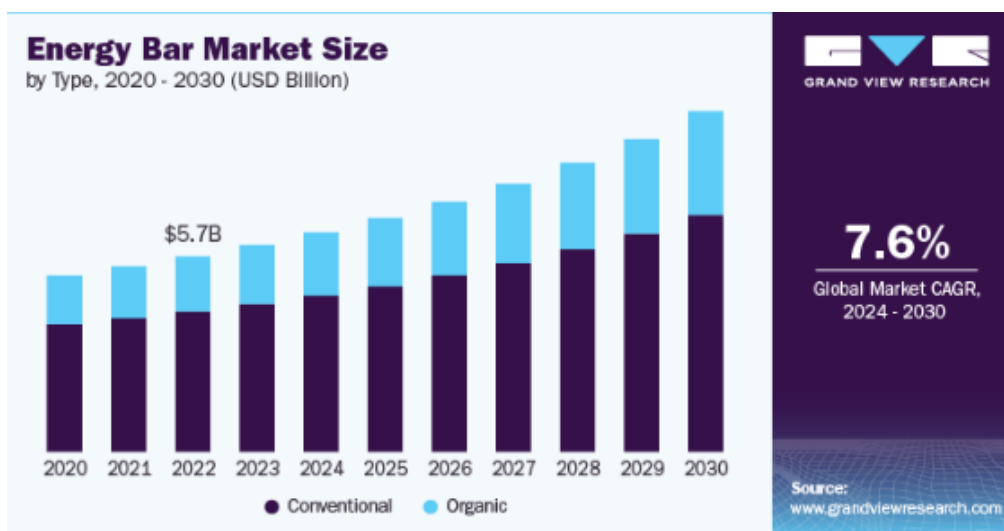
Általános összetételüket tekintve az energiaszeletek alapvető energiaforrásai a szénhidrátok, melyek gyorsan felszívódó egyszerű cukrok (glükóz, fruktóz) vagy lassan felszívódó összetett szénhidrátok (keményítő) lehetnek. A szénhidrátok támogatják a glikogénraktárak feltöltését és biztosítják az állóképességet. Fehérjeforrásaikat tekintve gyakori összetevők a tejsavófehérje, szója- és borsófehérje, valamint a diófélék és hüvelyesek. A fehérjék leginkább az izomépítéshez és -regenerációhoz járulnak hozzá. Megtalálhatók még bennük különböző egészséges zsírok, melyek hozzájárulnak az energiaszint növeléséhez, az anyagcseréhez, valamint a hormonháztartás szabályozásához. Tipikus forrásaik a diófélék, magvak és olajok. Ezenkívül a szeletek általában tartalmaznak élelmi rostokat is, amelyek segítik az emésztést és a vércukorszint szabályozását, és amelyek többnyire gyümölcsökből, gabonákból származhatnak. Az energiaszeletek gyakran tartalmaznak hozzáadott vitaminokat és ásványi anyagokat is a táplálkozási érték és a teljesítmény növelése érdekében. A termékek ízének és élvezeti értékének javítására természetes vagy mesterséges édesítőszeret használ az élelmiszeripar, egyre gyakrabban mézet, agavét vagy steviát. Emellett hosszabb eltarthatóságuk és a megfelelő textúra kialakításának érdekében lecitineket, citromsavat és természetes aromákat is tartalmazhatnak a termékek (Ravina, 2025). Egy átlagos energiaszelet (45-80 gramm) jellemzően 200-300 kcal energiát tartalmaz, amely 3-9 g zsírból, 7-15 g fehérjéből, 20-40 g szénhidrátból és az egyéb hozzáadott alapanyagokból származik (Aakash Gill és Ganga Sahay Meena, 2020).

2.1.2. Az energiaszeletek piaca és fogyasztási trendje

Az utóbbi években jelentősen megnőtt a kényelmi élelmiszerek iránti kereslet, amit a fogyasztási szokások átalakulása és az egészségtudatosság növekedése egyaránt elősegített. A rohanó életmód és a munkahelyi elfoglaltság miatt egyre többen választják az „útközbeni”

étkezést, melynek egyik legnépszerűbb formája az energiaszelet (Internet 1). Ezek a termékek nagy mennyiségű mikrotápanyagot tartalmaznak, gyors energiát biztosítanak és nem utolsó sorban könnyen fogyaszthatók – mindezek együtt magyarázzák a piac dinamikus növekedését. A globális energiaszelet-piac értékét 2023-ban körülbelül 6024,4 millió amerikai dollárra becsülték, és várhatóan 2030-ra meg fogja közelíteni a 9918,2 millió dollárt, ami évi 7,6% átlagnövekedést jelent a 2024-2030 közötti időszakban (**2. ábra**). Észak-Amerika vezető szerepet játszik a piacon, jelentős kereslettel és magas bevétellel. Európa szintén jelentős részesedéssel bír, különösen az organikus és növényi alapú energiaszeletek piacán. Emellett meg kell említeni Ázsiát és a Csendes-óceáni térséget, illetve Latin-Amerikát és Afrikát is, akik ugyan kisebb részesedéssel rendelkeznek, de dinamikusan fejlődő piacot képviselnek (Internet 2).

2. ábra: Energiaszeletek piacának helyzete 2020-2030 között
(Forrás: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/energy-bar-market-report>)



A COVID-19 világjárvány új lehetőségeket teremtett a piacon, hiszen a gyors és kényelmes tápanyagforrások iránti kereslet még inkább megnőtt. A fogyasztói szokások is átalakultak: a fejlődő országokban a vásárlók kevésbé márkahűek, és nyitottabbak új termékek kipróbálására. A piaci növekedést a fiatal generációk számának emelkedése, a jövedelmek növekedése és az urbanizáció is támogatja (Internet 3).

Az energiaszeletek célcsoportjai elsősorban az egészségtudatos, aktív életmódot folytató fogyasztók, akiket öt fő kategóriába sorolhatunk:

1. Fogyókúrázók és súlycsökkentésre törekvők:

Azok számára, akik a testsúlycsökkentést tűzték ki célul, az energiaszeletek ideális választásnak bizonyulnak. Alacsony kalóriatartalmuk és laktató hatásuk mellett gyakran

csokoládébevonattal is készülnek, így ízletes, mégis „bűntudatmentes” snackként szolgálnak a fogyókúrás célok támogatására.

2. Az egészségük javítására törekvők:

Azok a fogyasztók, akik aktívan törekednek egészségük javítására, energiaszeletekkel könnyedén egészíthetik ki étrendjüket. Számukra ezek a termékek a tudatos táplálkozás részei, amelyek alacsony kalóriát, jó zsírokat, fehérjét és egyéb mikrotápanyagokat biztosítanak.

3. A fehérjebevitelt növelni kívánók:

A magas fehérjetartalmú készételek, köztük az energiaszeletek, egyre népszerűbbé váltak Európában és a világ minden táján, mivel a fogyasztók tudatosabban figyelnek a fehérje szerepére a szervezet működésében. A magas fehérjetartalmú szeletek gyors és kényelmes módot kínálnak a fehérjebevitel növelésére, ugyanakkor a fitnesztudatos vásárlók az edzés előtti energianyeréshez és az izmok regenerálásához is előszeretettel fogyasztják őket.

4. Sportolók:

Azok, akik egy sporteseményre készülnek, gyakran követnek speciális, teljesítményorientált étrendet. Az energiaszeletek népszerűek közöttük, mivel a különböző típusokból és márkákból könnyen megtalálhatják az igényeiknek megfelelőt. Kis méretük miatt könnyen magukkal vihetők, és a magas szénhidrátartalmú szeletek edzés vagy verseny előtt, míg a fehérjeszeletek a regenerálódás támogatására használhatók.

5. Gyors és egészséges nassolnivalót keresők:

Hordozhatóságuk, stabil eltarthatóságuk és ízletességük miatt az energiaszeletek ideális „on-the-go” (útközben fogyasztható) snackek. Legyen szó fogyókúrázókról, egészségtudatos fogyasztókról vagy egyszerűen rohanó életmódot folytatókról, ezek a termékek egészséges alternatívát kínálnak a magas cukortartalmú csokoládé- és édességkészítmények helyett, gyors energiát biztosítva a nap bármely szakaszában. (s.r.l, A.S., 2022)

Az energiaszeletek fogyasztóit a konkrét termékek választásánál leginkább a tápanyagtartalom és a funkció befolyásolja. Az aktív életmódot folytatók elsősorban a fehérjében gazdag és magas energiatartalommal rendelkező szeleteket keresik. Egyre nagyobb az igény az alacsony cukortartalmú vagy hozzáadott cukrot nem tartalmazó szeletek iránt, továbbá a speciális diéták, például a keto, vegán, gluténmentes, vagy bio alapanyagokra épülő termékekre is (Salazar et al., 2019). Az íz és a textúra szintén meghatározó szempontok. A csokoládé, mogyoróvaj, a gyümölcsös és karamellás ízek a legnépszerűbbek. A kis méretű, könnyen hordozható csomagolás, valamint a hosszú eltarthatóság még vonzóbbá teszi ezeket a termékeket a fogyasztók számára. Mindemellett az egészségügyi és fenntarthatósági

szempontok is kulcsfontosságúak. A természetes összetevőket tartalmazó, mesterséges adalékanyagoktól mentes termékek iránti kereslet növekszik, ahogy a környezetbarát csomagolás is előtérbe kerül. Nem szabad elsiklanunk az ár-érték arány mellett sem, hiszen talán ez az egyik legmeghatározóbb tényező a termékcsoport választása során is. Habár a tendencia azt mutatja, hogy manapság az emberek egy része igenis hajlandó többet fizetni egészséges és minőségi termékekért. A marketing és a márkakommunikáció szempontjából az egészségtudatos üzenetek, mint a „magas fehérjetartalom”, „alacsony kalória” vagy „természetes alapanyagok” kiemelt szerepet játszanak (Salazar et al., 2019).

2.1.3. Az energiaszeletek összetétele

Az energiaszeletek egyik legfontosabb makrotápanyag csoportja a **fehérjék**. Nem csak az egészséges táplálkozás szempontjából, hanem az emberi létnek is kulcsfontosságú alkotóelemei, hiszen sokrétű feladatot látnak el szervezetünkben. A fehérjék aminosavakból felépülő makromolekulák, melyek lehetnek motorfehérjék, enzimek, antitestek, szállítóelemek, illetve a sejtben előforduló szinte összes kémiai átalakítást végzik. Ezen felül fontos elemei a csontoknak, izmoknak, vérnek és a bőrnek is. Biztosítják a növekedéshez, a szövetek helyreállításához és fenntartásához szükséges esszenciális és nem esszenciális aminosavakat. Az étrendből különböző forrásokból származó fehérjék látják el a szervezetet ezekkel az aminosavakkal. Az emberi szervezet a fehérjékben található 20 aminosavból kilencet nem képes előállítani, ezért ezeket esszenciális aminosavakként az étrendből kell felvennünk. A nem esszenciális aminosavak azonban az esszenciális aminosavakból is előállíthatók a szervezetben. A férfiak és nők napi fehérjeszükséglete körülbelül 65 g, illetve 50 g, amely egy kiegyensúlyozott étrendben az összes energiabevitel 10-15%-át biztosítja. Ugyanakkor normál körülmények között a szervezet energiaszükségletének mindössze 5%-a származik fehérjék lebontásából.

Az energiaszeletekben a megfelelő mennyiségű fehérjét jellemzően tej- vagy szójafehérje biztosítja. Az iparban leggyakrabban tejeredetű fehérjét használnak fel, mint a tejsavófehérje-koncentrátum vagy -izolátum (WPC/WPI), illetve tejfehérje-koncentrátum vagy -izolátum (MPC/MPI). Az utóbbi években azonban a fogyasztói preferenciák változása, a növényi alapú táplálkozás térnyerése elősegítette az alternatív, főként növényi eredetű fehérjeforrások alkalmazását, amelyek a hagyományosan alkalmazott tejsavófehérjével szemben is versenyképesek lehetnek fizikai-kémiai, texturális és táplálkozási tulajdonságaik alapján. Elterjedésükben szerepet játszik még az állati fehérjék növekvő ára, korlátozott rendelkezésre állása, valamint a környezeti terhelések (például az éghajlatváltozás, a vízhiány

vagy a biodiverzitás csökkenése) és az ezekhez kapcsolódó egészségügyi kockázatok (például szív- és érrendszeri betegségek) is. Így a növényi fehérjéket egyre szélesebb körben alkalmazzák az állati eredetű fehérjék gazdaságos és sokoldalú alternatívájaként, illetve funkcionális élelmiszer-összetevőként. Ráadásul vonzóbbá is tehetik a termékeket a vegán, vegetáriánus és aktív életmódot folytató fogyasztók számára is (Tormási et al., 2025).

Manapság nagyon sokféle növényi fehérjeforrással találkozhatunk, melyeket az élelmiszeripar is felhasznál. Ilyen például a napraforgófehérje, mely az olajgyártás melléktermékéből nyerhető, és magas fehérjetartalma mellett alacsony az antinutritív és toxikus vegyületek aránya, valamint jó az oldhatósága. A búzafehérje-izolátum alacsony zsírtartalma miatt kiválóan alkalmazható a tojás- vagy tejfehérje helyettesítésére, emellett jó habosító, vízmegkötő és textúra javító tulajdonságokkal bír. A rizsfehérje egyedi szerkezetének és enzimatis hidrolízissel előállítható antioxidáns peptidjeinek köszönhetően szintén értékes alapanyag és fokozza az élelmiszerek biológiai értékét. A szójafehérje-izolátum amfipatikus szerkezete révén kiváló emulgeáló és habosító tulajdonságokkal bír, emellett magas tápértéke, alacsony ára és jó hozzáférhetősége révén széles körben használják az élelmiszeriparban. Növényi fehérjeforrásként gyakran alkalmazzák még a borsófehérjét is, ugyanis alacsony allergénkockázatú, magas biológiai értékű és kedvező árú. Ugyanakkor szín- és ízbeli korlátai vannak, valamint alacsony metionin- és triptofán-tartalma miatt gyakran gabonafehérjékkel kombinálják, hogy kiegyensúlyozott aminosavprofil biztosítsanak (Małecki et al., 2020).

Manapság egyre inkább elterjedt a rovarfehérje alkalmazása különböző élelmiszeripari termékekben, mint alternatív fehérjeforrás. Az Európai Unió négy rovarfajt hagyott jóvá emberi fogyasztásra: a házi tücsköt, a közönséges lisztbogarat, a keleti vándorsáskát, és az alombogarat. Táplálkozási szempontból a rovarfehérjék összetétele nagyban hasonlít a hagyományos állati fehérjékhez. Fehérjetartalmuk 33-60%, zsírtartalmuk 7-77% között változik, továbbá vitaminokat, rostokat és ásványi anyagokat is nagy mennyiségben tartalmaznak. Környezeti szempontból tenyésztésük jóval fenntarthatóbb, mint a hagyományos állattartás. Kevesebb üvegházhatású gázt bocsátanak ki, kisebb a víz- és területigényük, rövid növekedési ciklusuk miatt gyorsan termelhetők, ráadásul szerves hulladékkal is táplálhatók, ezzel hozzájárulva a körforgásos gazdasághoz és a hulladékcsökkentéshez (Conway et al., 2024).

A másik fontos makrotápanyag csoport, melyre az emberi szervezetnek jelentős mértékben szüksége van, azok a különböző **szénhidrátok**. A szénhidrátok olyan alapvető molekulák, amelyek nemcsak az energiaellátásban játszanak központi szerepet, hanem számos fontos szerkezeti és anyagcsere-feladatot látnak el. Mind növényekben, mind állatokban széles

körben megtalálhatók. Három fő csoportjukat különböztetjük meg. Ezek az egyszerű cukrok (monoszacharidok), mint például a glükóz és a fruktóz; az összetett cukrok (diszacharidok), mint a laktóz és a maltóz, amelyek két egyszerű cukormolekulából állnak. A harmadik típus pedig a komplex szénhidrátok (poliszacharidok) csoportja, mint például a keményítő. A WHO ajánlása szerint az emberi étrend energiabevitelének 55%-át szénhidrátoknak kell biztosítaniuk, ezek közül a legnagyobb részt keményítő formájában. Ugyanakkor a cukrokból származó energia nem haladhatja meg a teljes energiabevitel 10-15%-át, hogy csökkentsük a túlzott cukorfogyasztás káros hatásait.

A szénhidrátok az energiaszeletekben is kiemelkedően fontos szereppel bírnak, hiszen ezt a vegyületcsoportot tekintjük a fő energiaforrásnak. Általában a szeletekben lassú, illetve gyors felszívódású szénhidrátokként kombinálva használják, hogy fogyasztásuk egyszerre gyors és hosszantartó energiát eredményezzen. Ilyen szénhidrátforrások lehetnek például különféle aszalt gyümölcsök (datolya, mazsola), melyek természetes cukrokat és rostokat is tartalmaznak, szirupok (glükóz-, rizs-, agavészirup), egyre inkább használatos a méz is, mely az egészséges táplálkozás alternatív édesítőszere, emellett kiváló ásványi anyag és vitaminforrás is, elengedhetetlen a zabpehely használata manapság, mely összetett szénhidrátokat tartalmaz, így tartós energiát biztosít vagy a fruktóz (gyümölcscukor) alkalmazása, mely szintén lassabban hasznosul, ezáltal egyenletesebb és hosszantartó energiát ad, nem emeli meg hirtelen a vércukorszintet, így szervezetünk számára is kíméletesebben hat (Farouk Abdel-salam et al., 2022; Tsykhanovska et al., 2023).

A harmadik fő makrotápanyag csoport, ami megtalálható az energiaszeletekben, a **zsírok**. A zsírok és olajok a lipidek osztályába tartoznak. A lipidek az élő sejtek alapvető építőkövei, amelyek számos létfontosságú és változatos szerepet töltenek be. Kulcsfontosságú komponensei a plazmamembránnak és más sejtstruktúráknak is (Muro et al., 2014).

A zsírok lassabban emészthetők, így hosszabb ideig tartó energiát biztosítanak egyes szénhidrátokkal ellentétben, emellett segítik a zsírban oldódó vitaminok felszívódását is a szervezetben. Az élelmiszeripar törekszik az egészséges és növényi eredetű zsírok alkalmazására az energiaszeletekben, hogy szervezetünk számára kedvező összetételű legyen a késztermék. Általában ehhez dióféléket, illetve olajos magvakat használnak, mint a mandula, mogyoró, dió vagy növényi olajokat, például kókusz-, pálma- vagy repceolajat, melyek emellett, hogy természetes zsírokat tartalmaznak, ami energiát biztosít, javítják a szeletek állagát is. Gyakran használnak még kakaóvaját, ami fokozza az íz intenzitását, illetve szilárdabb állagot ad.

A makrotápanyagok mellett az energiaszeletek számos egyéb anyagot is tartalmazhatnak. Ilyenek például a különböző **vitaminok** és **ásványi anyagok**, mint például a B-, C-vitamin, magnézium, kalcium, cink vagy vas, amelyek az általános egészség támogatásában vesznek részt. Ezeket általában a bennük megtalálható gyümölcsök, mint az alma, a banán, az áfonya, a málna és más egyéb gyümölcsök biztosítják (Alfheaid et al., 2023). Megtalálhatunk még bennük **élelmi rostokat**, melyek javítják az emésztést és hozzájárulnak a teltségérzet kialakulásához. Energiaszeletekben leggyakrabban a zabot használják a rosttartalom növelése érdekében, ugyanis gazdag β -glükánban, melyről kimutatták, hogy koleszterinszint-, valamint vérnyomáscsökkentő hatással bír (Farouk Abdel-salam et al., 2022). Édesítés szempontjából különféle édesítőszeret, cukorhelyettesítőket alkalmaznak, mint a sztevia vagy az eritrit, de természetes édesítőket is tartalmazhatnak a termékek, mint a méz vagy a juharszirup. Az íz kialakítása és a fogyasztói elégedettség érdekében különböző természetes, illetve mesterséges ízesítők is jelen lehetnek benne, ilyenek a vanília, a csokoládé, a különböző gyümölcsaromák (Dragomir et al., 2025). Az eltarthatóság növelése és a megfelelő ízhatás érdekében citromsavat vagy tokoferolokat is tartalmazhatnak, melyek antioxidánsként is működnek. Mindemellett gélképző anyagok vagy kötőanyagok is megtalálhatók bennük általában, mint a glicerin, ami segít megőrizni a szelet puhaságát, emulgeálószerként gyakran alkalmazott még a szójalecitin, de tartalmazhat különféle növényi kivonatokat, mint a zöldtea-kivonat, spirulina, chia mag vagy goji bogyó, melyek mind az egészségünk megőrzését támogatják (Benjakul et al., 2019; Duda-Seiman et al., 2025).

2.1.4. Az energiaszeletek érzékszervi jellemzői

Számos kutatás foglalkozik a fogyasztói magatartással, különböző megközelítést alkalmazva annak feltárására, hogyan dolgozzák fel az emberek a környezetükből származó információkat és ez hogyan befolyásolja őket a döntéshozatalban. Az élelmiszerek, így az energiaszeletek esetében is, az érzékszervi jellemzők alapvető szerepet játszanak abban, hogyan ítélik meg a fogyasztók az adott terméket. Az emberek öt alapvető érzékelési központtal rendelkeznek – látás, szaglás, ízlelés, tapintás és hallás –, melyek mind hozzájárulnak a fogyasztói élmény kialakulásához, azonban a látás és az ízlelés/szaglás kiemelkedően fontos szereppel bír az élelmiszerek tekintetében (Joann és Terry, 2007). Az energiaszeletek esetében a vizuális megjelenés (szín, forma, csomagolás), az íz, az aroma, valamint a textúra mind olyan tényezők, amelyek együttesen alakítják ki a fogyasztó első benyomását, majd végső elégedettségét. A következőkben röviden összefoglalom az energiaszeletek azon érzékszervi tulajdonságait, amelyek döntő szerepet játszanak a fogyasztói megítélésben.

2.1.4.1. Szín

Az energiaszeletek színvilága rendkívül változatos, amely a különböző alapanyagok természetes színanyagaitól, illetve az alkalmazott bevonatoktól függ. Leggyakrabban csokoládéval bevont szeletekkel találkozhatunk a boltok polcain, mely sötétes színvilágot eredményez a hozzáadott kakaópor, csokoládé, illetve különféle magvak, gabonák hatása révén. Világosabb színekkel is találkozhatunk, hiszen a közkedvelt szeletek közé tartoznak a zabpehely-, illetve mézalapú szeletek is, melyekre aranybarna szín jellemző. Gyümölcsös termékek esetén szintén rengeteg kombináció létezik, attól függően, hogy milyen gyümölcsöt tartalmaz az adott szelet. A szín nem kizárólag az esztétikusság szempontjából fontos, a frissesség és a minőség érzékeltetésében is szerepe van, hiszen elszíneződés vagy szürkés árnyalat esetén oxidációra vagy helytelen tárolásra következtethetünk.

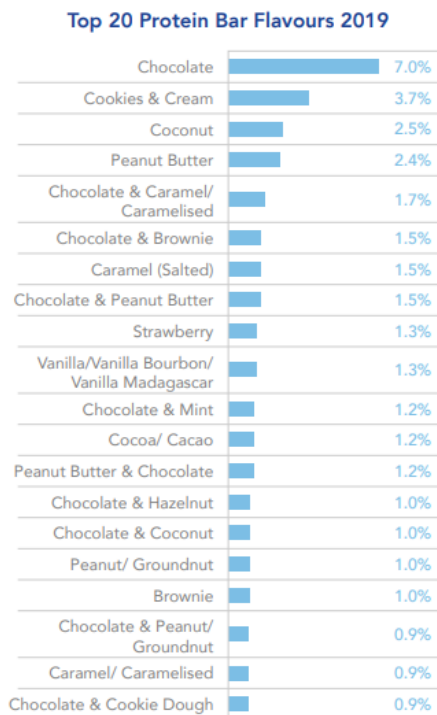
2.1.4.2. Illat

Az illat kialakulását nagyban befolyásolja, hogy milyen alapanyagokat használtak fel és milyen technológiát alkalmaztak a gyártás során. A legjellemzőbb illatcsoportok a pörkölt diós-mogyorós, amely a Maillard-reakció során képződő vegyületekből származik, a csokoládés vagy kakaós illatok, illetve a gyümölcsös aromajegyek, melyek főként az észterektől és aldehidektől származnak.

2.1.4.3. Íz

Az energiaszeletek ízvilága szintén rendkívül sokrétű, melyet a felhasznált alapanyagok, édesítőszer, aromák és fehérjék különféle kombinálásával lehet kialakítani. A **3. ábra** szemléleti a 20 leggyakoribb ízesítésű energiaszeletet, mely szerint a legkedveltebb a csokoládé ízesítésű, emellett pedig rengeteg más ízprofilú szelet is létezik, mint például a kókuszos, mogyoróvajjas, karamellás, epres és sok másféle. Csokoládé alkalmazása édes, esetleg enyhén kesernyés ízt szolgáltat, gyümölcsös szeletek esetében pedig általában frissítő, édes-savanykás ízprofillal találkozhatunk, de a kedvelt szeletek között találkozhatunk sós-édes kombinációval is, mely intenzív ízelményt nyújt a fogyasztók számára.

3. ábra: A 20 leggyakoribb ízesítés energiaszeletek esetén
(Forrás: <https://uk.synergytaste.com/insights/are-your-protein-bars-built-to-last>)



2.1.4.4. Állag

Ez az érzékszervi jellemző kiemelt jelentőséggel bír a fogyasztói élmény kialakítása szempontjából, ezért az élelmiszeripar nagy hangsúlyt fektet a megfelelő textúra elérésére. Ezt a tulajdonságot is az alkalmazott alapanyagok befolyásolják, hiszen a gyümölcsalapú szeletek rugalmasabbak, ezzel szemben a fehérjével dúsított szeletekre inkább a sűrűbb, keményebb állag jellemző, amely a fehérjeporok és rostanyagok magas arányából adódik. Az olyan szeletek esetén, ahol gabonákat, pirított magvakat használnak nagyobb hányadban, pedig egy ropogós állag alakul ki. Ahol nagyobb mennyiségben alkalmaznak különböző szirupokat (glükózsirup, méz), ott ragacsos, kompakt textúra az eredmény.

2.2. Aromanyagok az élelmiszerekben

Az aromásított élelmiszerek az elmúlt évtizedekben jelentős fejlődésen mentek keresztül, amely elsősorban az iparilag előállított élelmiszerek számának növekedésével magyarázható. Ezeknél a termékeknél gyakran tapasztalható azonban aromaveszteség a feldolgozás és a tárolás során. Bár a hőkezelési eljárások biztosítják a mikrobiológiai biztonságot, egyúttal felgyorsítják számos kémiai reakció, például a lipioxidáció vagy a Maillard-reakció lefolyását. Ezek a reakciók az élelmiszerek érzékszervi tulajdonságait eltérő módon befolyásolják az összetételtől és a szerkezettől függően. Emiatt a gyártók gyakran

alkalmaznak aromásítást, hogy kompenzálják a hőhatás okozta változásokat, illetve pótolják azokat a természetes aromakomponenseket, amelyek nem mindig hozzáférhetőek, vagy túl költségesek. Ennek következtében az élelmiszeripar fokozott igényt támaszt új feldolgozási technológiák és tartósítási módszerek kifejlesztésére, amelyek minimális mértékben befolyásolják az élelmiszerek friss ízét, textúráját és tápértékét (Tylewicz et al., 2022).

2.2.1. Az aroma fogalma és jelentősége az élelmiszeriparban

Az élelmiszer-aroma jellemzően különböző szerves vegyületek összetett keveréke. Definíció szerint az aroma olyan termék, amelyet nem szándékoznak önmagában fogyasztani, hanem illat és/vagy íz kialakítása, vagy változtatása céljából adnak az élelmiszerhez (Az Európai Parlament és a Tanács, 2019). Az évtizedek alatt ezen molekulák számos részét azonosították és izolálták, leggyakrabban észterek, aldehidek, alkoholok, terpének, szénhidrogének és egyéb szerves vegyületek formájában. A legtöbb ilyen vegyület alacsony forráspontú, ezért a víznél gyorsabban párolog, és szobahőmérsékleten gáz, folyékony vagy akár szilárd halmazállapotban is előfordulhat. Például a vanillin, a kámfor és a mentol szobahőmérsékleten szilárd halmazállapotú.

Az íz az egyik legfontosabb élelmiszer-tulajdonság, amely befolyásolja a fogyasztók minőségről alkotott véleményét, ezért kiemelkedően fontos szereppel rendelkezik élelmiszeripari szempontból is, hiszen javítja a fogyasztói élményt, meghatározza az élelmiszerek élvezeti értékét, és lehetővé teszi a termékek érzékszervi minőségének szabályozását a gyártás során. Emellett kiemelkedő szerepe van az adott termék piacképességének szempontjából is, hiszen a fogyasztók általában az íz, illetve az aroma alapján döntenek az adott élelmiszer megvásárlásáról. Az élelmiszer-íz a fogyasztás során keletkező érzékszervi élményként is definiálhatjuk, emellett további meghatározása szerint olyan anyag, amely reakciót vált ki az orr receptorain keresztül (Hatakeyama és Taylor, 2016).

2.2.2. Az aromák csoportosítása és fő vegyülettípusaik

Az aromavegyületek különböző csoportokba sorolhatók kémiai szerkezetük, fizikai-kémiai tulajdonságaik vagy érzékszervi jellemzőik alapján. Egy csoportosítási módot és néhány aromavegyületet a **4. ábrán** mutatok be. Ezenkívül az aromák alternatív osztályozása is lehetséges annak függvényében, hogy milyen típusú kémiai prekursorból állítják elő őket a biokonverziós eljárások során. Az alábbiakban néhány, az élelmiszeriparban gyakran alkalmazott aromavegyület csoportot mutatok be, melyek általában mikrobiális vagy enzimes tevékenység során képződnek (Felipe et al., 2019).

4. ábra: Néhány fontos illatkomponens csoport
(Forrás: *María és Maria, 2005*)

Alcohols 1,2-butanediol 2-butanol 2-3-butanediol ethanol 2-ethylbutanol 2-ethylhexanol 2-heptanol hexanol isobutanol 2-methylbutanol 3-methylbutanol 2-methylpropanol 2-nonanol (Z)-1,5-octadien-3-ol 2-octanol 1-octen-3-ol 1-pentanol phenylethanol 2-phenylethanol 1-nonanol	Aldehydes acetaldehyde decanal heptanal (Z)-4-heptenal hexanal 2-hexenal isohexanal 2-methylbutanal 3-methylbutanal 2-methylpropanal nonanal (E,E)-2,4-nonadienal (Z)-2-nonenal (E)-2-nonenal octanal butanal pentanal propanal propenal thiophen-2-aldehyde	Esters methyl acetate ethyl acetate ethyl butyrate ethyl hexanoate ethyl isobutanoate ethyl octanoate ethyl butanoate isobutyl butanoate 2-methyl-1-butyl acetate 3-methyl-1-butyl acetate 3-octyl acetate pentyl acetate phenethyl acetate ethyl butyrate propyl butyrate 2-hidroxyethyl propionate 2-methyl-2-ethyl-3-hydroxyhexyl propionate ethyl 2-methylbutanoate ethyl 3-methylbutanoate	Fatty acids acetate butyrate caproate decanoate isobutyrate 2-methylbutyric acid 3-methylbutyric acid octanoate phenylacetate propionate valerate Lactones δ-decalactone γ-decalactone γ-butyrolactone δ-dodecalactone δ-octalactone (Z)-6-dodecen-δ-lactone	Ketones acetophenone acetone 2,3-butanedione 2,3-pentandione 2-butanone 3-hydroxy-2-butanone 2-heptanone 2-hexanone 3-methyl-2-butanone 4-methyl-2-pentanone 2-nonanone 1-octen-3-one 2-pentanone 3-pentanone 2-tridecanone 2-undecanone
Aromatic compounds vanillin benzaldehyde β-phenethyl alcohol trimethylbenzene		Pyrazines 2,3-diethyl-5-methylpyrazine 2-ethyl-3,5-dimethylpyrazine 2-methoxy-3-isopropylpyrazine		

2.2.2.1. Alkohokok

Az alkoholos erjedés (fermentáció) során az aromatermelő élesztők az alkoholok mellett még számos más vegyületet is képesek termelni, melyek együttese határozza meg az adott termék illatát (Chen et al., 2023). Irodalmi adatok alapján (Gou et al., 2023) illatukat tekintve sokfélék lehetnek, gyümölcsös, édes, citrusos, virágos illatjegyeket hordoznak magukban, azonban előfordul például a gomba, földes, vagy zöld illat is.

2.2.2.2. Aldehidek

Az aldehidek képződése számos úton végbe mehet (enzimatis vagy nem enzimatis), azonban főként α-linolénsavból, illetve linolsavból szintetizálódnak. Megannyi különböző növény, gyümölcs és zöldség fontos illatkomponensei, hiszen ez a vegyületcsoport eredményezi ezek „zöld” illatát (Fritz és Petersen, 2013; Genovese, 2023).

2.2.2.3. Észterek

Az észterek az élelmiszeriparban széles körben alkalmazott ízesítő vegyületek, melyek elsősorban gyümölcsös aromajegyeket hordoznak. Számos termékben megtalálhatók, többek

között gyümölcsízű italokban, cukorkákban, lekvárokból, valamint pékárukban, borokban és tejtermékekben. Egy kutatás kimutatta (Felipe et al., 2019), hogy a *Lactococcus lactis* egy specifikus észteráz enzime jelentős szerepet játszik ezen aromavegyületek képződésében.

2.2.2.4. Pirazinok

A pirazinok olyan nitrogéntartalmú heterociklusos vegyületek, amelyek jellegzetes diós és pirított aromát kölcsönöznek az élelmiszereknek. Ezek a vegyületek általában az élelmiszerek hagyományos sütése vagy pirítása során keletkeznek a Maillard-reakció révén.

2.2.2.5. Terpének

A terpének a legősibb ismert biomolekulák közé tartoznak, emellett több, mint 40000 különböző szerkezetű vegyület tartozik ebbe a csoportba, ezzel a legváltozatosabb osztályát alkotják a természetes komponenseknek. Jelentős részét képezik a virágok és gyümölcsök illékony illatanyagainak (Caputi és Aprea, 2011).

2.2.3. Aromaanyagok előállításának lehetőségei

Napjainkban az ízesítőanyagok az élelmiszer-adalékanyagok globális piacának több, mint egynegyedét teszik ki. Ezek túlnyomó többségét kémiai szintézissel vagy természetes forrásokból történő kivonással állítják elő. A fogyasztói igények azonban egyre inkább a „természetes” címkével ellátott termékek felé tolódnak. Igaz ugyan, hogy az íz- és aromaanyagok előállíthatók természetes vegyületek kémiai átalakításával, de ezek a termékek jogilag nem minősíthetők természetesnek. A kémiai szintézis hátránya, hogy környezetszennyező hatású folyamatokkal járhat együtt, illetve alacsony szelektivitása miatt nemkívánatos elegyek is keletkezhetnek a termékben. A növényi eredetű természetes aromák kivonása sem problémamentes, hiszen az alapanyagok sokszor kis mennyiségben tartalmazzák a kívánt vegyületet, így kivonása magas költségekkel jár, emellett a termelésben számos olyan tényező is szerepet játszhat (időjárás, növénybetegségek), melyeket nehéz vagy akár nem is lehetséges szabályozni. Ezért szükséges új és alternatív irányokat felfedezni, kipróbálni és kifejleszteni (Felipe et al., 2019).

Az ízanyagok mikrobiális bioszintézise vagy biokonverziós előállítása egy ilyen irány. Legtöbbször mikroorganizmusok tenyésztését vagy enzimkatalizált reakciókat alkalmaznak, de a növényi sejtenyészetek is ígéretesnek bizonyulnak. A mikroorganizmusok képesek másodlagos anyagcsereterméként illékony íz- és aromaanyagokat létrehozni, ha cukrokat vagy aminosavakat tartalmazó tápanyagokon tenyésztik őket. Ezt kétféleképpen tudják hasznosítani: egyrészt *in situ* folyamatban, ahol az íz kialakulás a fermentációs folyamat szerves része. Ez a

módszer már több évtizede használatos sajt-, joghurt-, sör- vagy borgyártás során. A másik mód a célzott aromafermentáció, ahol olyan mikrobiális kultúrákat alkalmaznak, melyeket kifejezetten aromaanyagok előállítására fejlesztettek ki. Az enzimkatalizált reakciók számos olyan probléma kiküszöbölésére alkalmasak, melyek az aromák kémiai szintézissel történő előállításánál nem lehetségesek, hiszen az enzimek szubsztrátspecifitása lehetővé teszi a reakciók enyhe körülmények között történő lefolyását. Számos enzim képes nagyobb molekulák hidrolízise révén közvetlenül aromaanyagokat előállítani. A növényi sejtenyészetek alkalmazása aromaanyagok előállítására pedig azért kiváló, mivel a növényi kultúrák minden sejtje tartalmazza azt a genetikai információt, amely számos természetes ízanyagot alkotó kémiai vegyület előállításához szükséges (Felipe et al., 2019).

2.2.4. Az aromanyagok szabályozása az élelmiszeriparban

Magyarországon az aromaanyagok szabályozásával kapcsolatban Az Európai Parlament és a Tanács 1334/2008/EK rendelete van hatályban. Ez a rendelet meghatározza az élelmiszerekben, illetve azok felületén alkalmazható aromákra, valamint az ízfokozó tulajdonsággal rendelkező élelmiszer-összetevőkre vonatkozó előírásokat. Célja a belső piaci viszonyok stabilitásának fenntartása, az emberi egészség és a fogyasztók védelme. A rendelet szerint csak azon aromák és ízesítő tulajdonságokkal rendelkező élelmiszer-összetevők használhatók az élelmiszerben közvetlenül vagy annak felületén, amelyek az alábbi feltételeket teljesítik:

- a rendelkezésre álló tudományos bizonyítékok alapján nem járnak biztonsági kockázattal a fogyasztó egészségére nézve; és
- használatuk nem vezeti félre a fogyasztót (Az Európai Parlament és a Tanács, 2019).

2.3. Élelmiszerek illatának műszeres vizsgálata

Az illatok közvetlenül befolyásolják az emberi viselkedést, és jelentős hatással lehetnek az életminőségre. Az evolúció során a jó szaglás kulcsfontosságú volt, hiszen segítette őseinket a ragadozóktól való védekezésben és az élelem felkutatásában. Bár a szaglás napjainkban már nem ugyanannyira létfontosságú a túlélés szempontjából, még mindig meghatározó szerepe lehet az emberi vonzalmak, emlékek és érzelmek kialakulásában. Az emberek az illatokat korábbi élményeikhez kötik, és ezek alapján ösztönösen kellemesnek, kellemetlennek vagy semlegesnek ítélik meg azokat. Ezek a reakciók egyénenként eltérőek lehetnek. A légzés során folyamatosan érzékeljük a levegő minőségét, hogy fontos információkat szerezzünk például

veszélyekről (füst), vagy más személy jelenlétéről. Az illatok érzékelését számos tényező és tulajdonság befolyásolja, amelyek együtt alakítják ki a szaglási élményt (Brattoli et al., 2013).

A hagyományos műszeres technikák korlátozottsága a szagérzékelés terén egyre nagyobb érdeklődést irányított az olyan mérési módszerek felé, amelyek az emberi orrot használják detektorként, tudományos elvek mentén. Az élelmiszer-, ital-, parfüm- és egyéb iparágakban már régóta elterjedt gyakorlat az illatok érzékszervi vizsgálata, amelyet szagok elemzésére és mennyiségi értékelésére használnak (Brattoli et al., 2011).

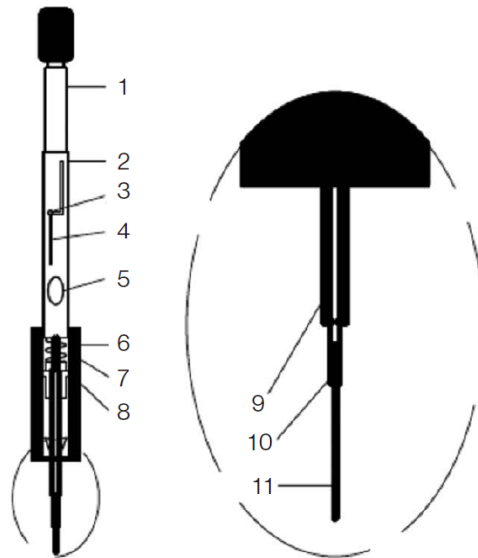
2.3.1. Mintavétel élelmiszerek aromavizsgálata során

Az élelmiszer-analízis kiemelkedő jelentőséggel bír a tápérték meghatározásában, a friss és feldolgozott termékek minőségellenőrzésében, valamint az élelmiszeradalékanyagok és egyéb toxikus szennyeződések nyomon követésében. A biztonságos és magas tápértékű élelmiszerek iránti növekvő fogyasztói igényt, valamint a fokozott piaci versenyt tekintve a cél olyan analitikai módszerek alkalmazása, melyek gyors, megbízható és pontos eredményeket szolgáltatnak. Az élelmiszerek összetettsége azonban komoly kihívást jelent, hiszen számos különböző komponensből épülnek fel, melyek közül egyesek gyakran nyomnyi mennyiségben vannak jelen. Ezáltal az ideális analitikai módszernek egy lépésben kellene biztosítania az adott komponens, például az aromaanyagok izolálását, az előkoncentrációt és az analitok mennyiségi meghatározását (Kataoka et al., 2000).

Korábban élelmiszer aromák kinyerésére oldószeres, valamint desztillációs módszereket alkalmaztak. Ezek azonban gyakran nagyon időigényesek voltak, és oldószeres használatát igényelték. Manapság megnőtt az igény a gyors és oldószermentes extrakciós technikák iránt. Közéjük tartozik a szilárd fázisú mikroextrakció (SPME), amely lehetővé teszi a mintaelőkészítés egyszerűsítését, mely az elemzési idő csökkenését eredményezi. Az eljárást először Arthur és Pawliszyn javasolta 1990-ben (Spietelun et al., 2013). Azóta népszerűsége megsokszorozódott, hiszen hatékony megoldást kínál a laboratóriumi és helyszíni mintaelőkészítési problémákra, ugyanis egyszerűen kezelhető eszközzel dolgozik, rövid extrakciós időt igényel és nincs szükség semmilyen oldószerre a használata közben, valamint a mintavétel, az extrakció, az előkoncentráció és a minta bejuttatása az analitikai műszerbe egyetlen lépésben valósul meg. Sok előnye van tehát a korábban alkalmazott módszerekkel szemben, melyek mintaelőkészítése bonyolult és hosszadalmas folyamat volt (Balasubramanian és Panigrahi, 2011). Az SPME mintavevő eszközt az **5. ábra** szemlélteti.

5. ábra: Az SPME mintavevő eszköz felépítése

1: dugattyú, 2: tok, 3: dugattyúrögzítő csavar, 4: z vágat, 5: színkódos ablak, 6: a tű hosszát szabályozó egység, 7: feszítőrugó, 8: tömítőseptum, 9: szeptumlyukasztó tű, 10: szálrögzítés, 11: szilikaszál
(Forrás: Székelyhidi, 2017)



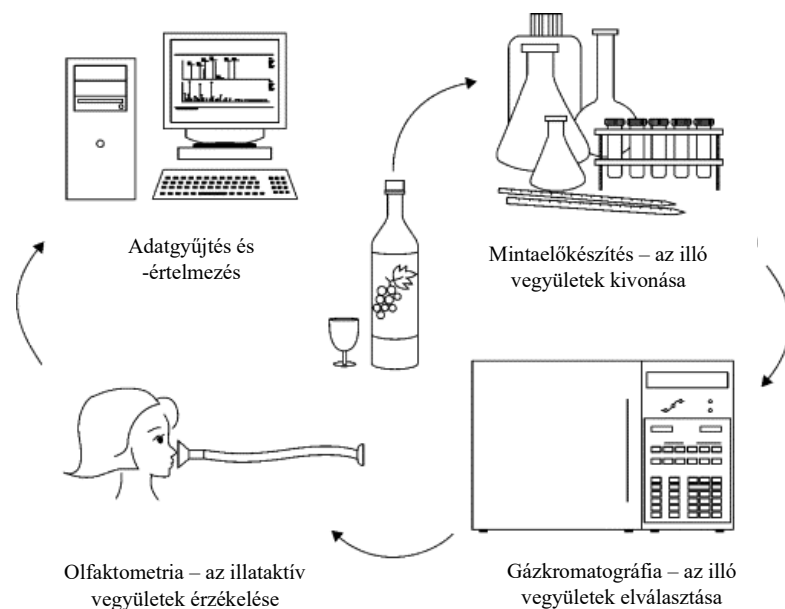
Az eszköz működése egy módosított fecskendőhöz hasonló. A hengeres alakú szilikaszál egy rozsdamentes acél csőhöz van rögzítve, ezzel tartást biztosítva a többszöri mintavétel során. Ez a cső csatlakozik egy speciálisan kialakított fecskendő-szerű szerkezethez, amely lehetővé teszi, hogy a szál kinyújtható és visszahúzható legyen. A szál egy nagyon vékony, mikron nagyságrendű filmréteggel van bevonva és polimer állófázisként funkcionál. Emellett többször felhasználható, illetve cserélhető is. Kis méretéből és hengeres kialakításából adódóan több előnnyel bír, melyek közül a legfőbb, hogy könnyen a mintába vagy a minta gőzterébe helyezhető az analitok kivonása érdekében, ezután pedig egyszerűen a gázkromatográfba illeszthető, ahol végbemegy a deszorpció (Balasubramanian és Panigrahi, 2011).

2.3.2. Műszeres aromavizsgálat

Az elmúlt évszázad során számos tudományterületen különböző módszereket fejlesztettek ki és alkalmaztak az élelmiszerek aromaaktív és illékony szerves vegyületeinek műszeres azonosítására. Ezek közül az egyik leghatékonyabb és legelterjedtebb eljárás a gázkromatográfia-tömegspektrometria (GC-MS). Ugyanakkor vannak olyan kulcsfontosságú illékony vegyületek, melyek koncentrációja túl alacsony ahhoz, hogy a GC-MS módszerrel kimutatható legyen (Song és Liu, 2018). Az esetek egy részében ezért olfaktométert is csatlakoztatnak a gázkromatográfhoz, illetve a tömegspektrométerhez (GC-MS-O).

Aromavizsgálataimhoz én is ezt a műszeregyüttest használtam. A GC-O műszerkapcsolat felépítését és a mérési folyamatot a **6. ábrán** mutatom be.

6. ábra: Élelmiszerek aromavizsgálata GC-O módszerrel
(Forrás: Piggott, 2011)



A műszeres vizsgálat során az élelmiszermintából nyert desztillátumot, kivonatot vagy az illékony frakciót a gázkromatográf injektorába juttatják, ahonnan a komponensek a GC oszlopra kerülnek, ahol megtörténik az elválasztás. Ezután a vegyületek egymástól időben elkülönülve jutnak el a tömegspektrométerbe, ahol a szerkezeti azonosításuk történik, így minőségi információhoz jutunk az adott komponenst illetően. Az olfaktométer kimeneti nyílásánál egy ember ül, aki a nedves légáramban érzékelt illatokat és szagokat rögzíti. Az érzékelő személy egy számítógépes program segítségével a mérés közben képes megállapítani az illat érzékelhetőségének időtartamát, jellemezni annak tulajdonságait, valamint értékelni az intenzitás mértékét. Azonban mindenképp megemlítendő, hogy az emberi szaglás érzékenysége jelentős egyéni különbségeket mutat, és egyes vizsgálók képtelenek azonosítani bizonyos, hasonló illatprofilú vegyületeket. Az olfaktometria azonban napjainkban széles körben alkalmazható számos illataktív vegyület jellegének pontos meghatározására, amely jelentős előrelépést jelent az aroma- és illatprofilok részletes feltérképezésében.

3. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

3.1. A vizsgálatok helye

Kutatómunkámat a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Élelmiszertudományi és Technológiai Intézetének Táplálkozástudományi Tanszékén végeztem. Mivel a Tanszék hosszú múltra tekinthet vissza különböző élelmiszerek aromakomponenseinek feltárása és összetételük vizsgálata terén, lehetőséget biztosított számomra arra, hogy a téma elmélyült megismerése mellett kiváló oktatóktól értékes szakmai támogatást kapjak.

3.2. A vizsgálati minták

Munkám során 18 féle különböző energiaszelet érzékszervi jellemzőit vizsgáltam. Mintáimat az **1. táblázatban** mutatom be (néhány szelet többször is szerepel a felsorolásban). A táblázatban a könnyebb áttekinthetőség kedvéért az energiaszeleteket ízprofil szerint csoportosítottam. Külön csoportba soroltam a különböző ízesítésű, rovarfehérje felhasználásával készült termékeket, mert nemcsak a gyümölcsjelleges vegyületeket, hanem a rovar-eredet illó markereit is szerettem volna azonosítani. Emellett az összes mintához egy kódot párosítottam, mely a gyártó nevére, az energiaszelet típusára és ízesítésére is utal.

1. táblázat: A vizsgált energiaszeletek
(Forrás: saját szerkesztés)

Kategória neve	Ízesítés	Minta kód
Narancs ízesítésű szeletek	narancs	RUPBN
	csoki-narancs	SPBCSN
Eper ízesítésű szeletek	eper	ASPBE
		AZBE
		MSPE
		ASSE
		BUPBE
		CEBE
Banán ízesítésű szeletek	banán	BUPBB
Meggy ízesítésű szeletek	meggy	CEBM
		SEBM
	csoki-meggy	SPBCSM
Alma ízesítésű szeletek	alma	SEBA
	alma-fahéj	MSRPAF
	almás pite	BUZBAP
Rovar felhasználásával készült szeletek (C márka)	eper	CEBE
	meggy	CEBM
	csokoládé	CPBDCS
Rovar felhasználásával készült szeletek (S márka)	kakaó-szezám	SPBKSZ
	mogyoróvaj-fahéj	SPBMF
	csoki-meggy	SPBCSM
	csoki-narancs	SPBCSN

3.3. Az energiaszeletek aromájának vizsgálata

Az energiaszeletek aroma-összetételét gőztér szilárd fázisú mikroextrakciós (headspace solid phase microextraction, HS-SPME) mintavételt követő gázkromatográfiás-tömegspektrometriás-olfaktometriás (GC-MS-O) vizsgálattal elemeztem.

3.3.1. Felhasznált anyagok és eszközök

- digitális analitikai mérleg (XY3000-2C, AA Labor)
- 4 ml-es headspace (HS) fiolák
- elektromos termosztát (Block-Therm, MTA KUTESZ)
- 50/30 µm DVB/CAR/PDMS (divinilbenzol/Carboxen/polidimetilsziloxán) Stableflex SPME szál (Supelco, Bellefonte, USA)
- Mininert® mintavevő szelep (VICI Valco Instruments, Houston, USA)

3.3.2. Mintavétel

A vizsgálatokat minden esetben az energiaszeletek előkészítésével kezdtem. A vizsgálatokhoz a szeletekből kb. fél centiméter vastagságú darabot vágtam olyan módon, hogy a teljes keresztmetszetüket tartalmazza a minta (a bevonatot, illetve a belső részt is), amelyet ezt követően kisebb részekre aprítottam. Ezeket a mintákat 4 ml-es headspace (HS) üvegfiolekba töltöttem, elegendő helyet hagyva a minta fölötti gőztérben a mintavevő szálnak. A fiolák tömegét töltés előtt, kupak nélkül, valamint a minta betöltése után digitális analitikai mérlegen megmértem, majd feljegyeztem az adatokat. Ezt követően hermetikusan lezártam őket egy speciális mintavevő szeleppel, hogy megakadályozzam az illékony komponensek elvesztését. Minden energiaszeletből három párhuzamos bemérést készítettem a mérési pontosság biztosítása érdekében.

A mintákat ezt követően 40 °C-ra fűtött elektromos termosztátban kondicionáltam 20 percen keresztül. Ennek a folyamatnak a paramétereit kiemelten fontosak, mivel a túl magas hőmérséklet vagy az elnyújtott hőtartási idő nem kívánt aromaanyagok képződését idézheti elő. Ugyanakkor a megfelelő mértékű melegítés nagymértékben elősegíti az illékony komponensek gőztérbe kerülését. A 20 perces kondicionálást követően került sor az aromakomponensek kivonására a mintákból. Az energiaszeletek illékony komponenseinek mintavétele a fiolák gőztéréből szilárd fázisú mikroextrakcióval történt. Ez a módszer lehetővé teszi az illékony és félig illékony vegyületek hatékony, oldószermentes extrakcióját, amely élelmiszerek esetében rendkívül előnyös. Az extrakciót szintén 20 perces időintervallumban végeztem 40 °C-on. A mintavételhez DVB/CAR/PDMS Stableflex SPME szálakat használtam,

amely többféle polaritású vegyület megkötésére alkalmas. Az extrakciós idő letelte után az SPME szálát azonnal behelyeztem a gázkromatográf injektorába majd megkezdtem a mérést.

3.3.3. Műszeres vizsgálat

Az energiaszelet minták illékony komponenseinek vizsgálatát gázkromatográfiás-tömegspetrometriás-olfaktometriás műszeregyüttessel végeztem. Ez az analitikai módszer lehetővé teszi az illóanyagok elválasztását, azonosítását és az emberi szaglás által érzékelhető aromakomponensek detektálását is.

3.3.3.1. A GC-MS-O műszeregyüttes felépítése és működése

A GC-MS-O műszeregyüttes egyik eleme a *gázkromatográf* (GC), amely ebben az esetben a speciális műszerkapcsolás miatt három kapilláris oszlopot tartalmaz: egy 60 méter hosszú analitikai oszlopot, amin az aromaanyagok elválasztása történik, valamint egy 4,8 méter és egy 3 méter hosszú inert oszlopot, melyeknek az analitikai oszlopról eluálódó illatkomponensek továbbítása a szerepe az olfaktométer, illetve a tömegspektrométer felé. Az oszlopokon áramlik a mozgó fázis, jelen esetben nagy tisztaságú (6.0) hélium, mint vivőgáz. A gázkromatográfhoz csatlakozik az injektor egység, amelybe a szilárd fázisú mikroextrakciós (SPME) szál helyezhető be. Az injektor feladata a minta elpárologtatása, majd az illékony komponensek a vivőgáz segítségével az analitikai oszlopra jutnak. A termosztát biztosítja a hőmérséklet szabályozását, valamint a beállított hőprogram szerinti fűtést. Az oszlopon történő szétválasztás után az aromaanyagok időben elkülönülve kiáramlanak az inert oszlopokból, és ezt követően a gázárammal a rendszer két további egységébe, a tömegspektrométerbe és az olfaktométerbe jutnak, ahol kémiai azonosításuk és érzékszervi értékelésük történik.

A *tömegspektrométer* (MS) a gázkromatográfval elválasztott komponensek kémiai azonosítását végzi. Az azonosítás alapja, hogy a tömegspektrométer rendelkezik egy ionforrással, melyben a vizsgálandó részecskékből valamilyen gerjesztő energia segítségével ionokat hozunk létre, amiket tömeg/töltés arányuk szerint analizál a műszeregység. A detektor a különböző tömegű ionokat elkülöníti és regisztrálja, amelyből kialakul a tömegspektrum. Ennek segítségével kapjuk meg a kromatogramot. Ennek vízszintes tengelyén a retenció idő, függőleges tengelyén pedig az ionáram intenzitás szerepel. Az eredmények kiértékelése során ezt vizsgáljuk meg, illetve ennek segítségével történik az aromakomponensek minőségi meghatározása.

Az *olfaktométer* (O) a műszerkombináció azon része, amely az illékony komponensek érzékszervi vizsgálatát teszi lehetővé. A GC oszlopról kiáramló aromaanyagok egy része ebbe

az egységbe jut, ahol egy személy közvetlenül orrával érzékeli és értékeli az adott vegyület illatjellegét és illatintenzitását. Így a kémiai adatok mellé érzékszervi információk is társulnak, amely lehetőséget nyújt az aromaanyagok összetett értékelésére, ami különösen fontos az élelmiszerek érzékszervi tulajdonságainak vizsgálatában.

3.3.3.2. A műszer mérési paraméterei

Munkám során a következő mérési paraméterekkel dolgoztam:

Műszeregység:	Shimadzu GCMS-QP2010 SE (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japán) + PHASER Pro Olfactory GC Port (GL Sciences B.V., Eindhoven, Hollandia)
	MEGA-WAX MS 60 m × 0,25 mm × 0,25 μm
Oszlopok:	3 m × 0,15 mm inert oszlop 4,8 m × 0,25 mm inert oszlop
Megosztási arány:	0,24: 0,76 (MS/olfaktométer)
Hőmérséklet program:	60 °C → 250 °C, 5 °C/min (38 min)
Injektor hőmérséklet:	250 °C
MS hőmérséklet:	250 °C
Gázok:	He (6.0), 1,2 ml/min Levegő (5.0), 5 ml/min
Injektor üzemmód:	splitless
Lefúvatás késleltetés:	1 min
Lefúvatási arány:	6:1
Tömegtartomány:	m/z=35-500 Da
Pásztázási sebesség:	1666 Da/sec

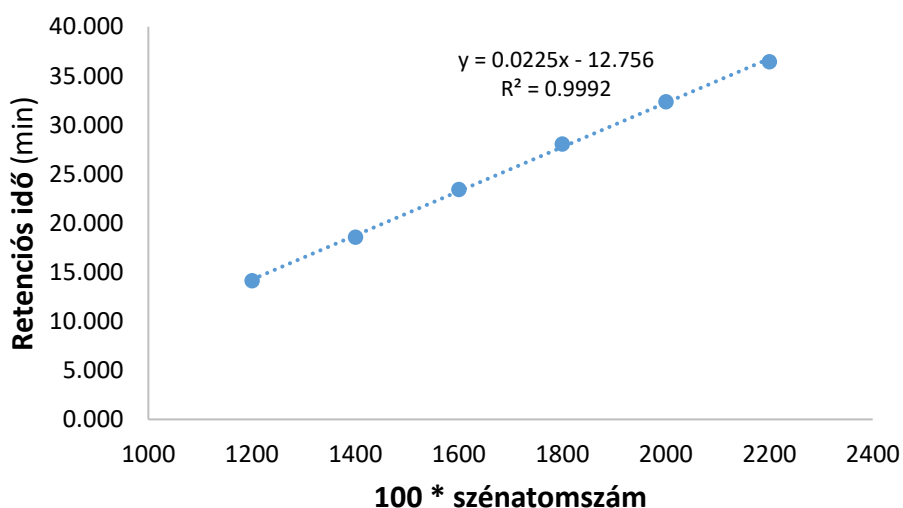
3.3.3.3. Az eredmények kiértékelése

Az illékony aromakomponensek azonosítását a LabSolutions és az Olfactory Voicegram szoftverek segítségével, valamint szagérzékeléses analízissel valósítottam meg. A három párhuzamos GC-MS mérés során kapott kromatogramok digitális rögzítése számítógépes rendszerben történt. Az eredményül kapott adatok értékelését, valamint táblázatos formában történő megjelenítését Microsoft Excel-ben készítettem el.

A kromatogramok vízszintes tengelyén található a retenciós idő, amely megmutatja, hogy az adott vegyület mennyi idő alatt éri el a detektort az oszlopon való áthaladást követően. Mivel a retenciós idő erősen függ a kísérleti körülményektől (hőmérséklet, vivőgáz sebessége,

oszloptípus), önmagában nem alkalmas megbízható minőségi azonosításra. A probléma kiküszöbölése érdekében az aroma analitikában retenciós indexeket (RI) használnak, melynek meghatározása során a vegyület retenciós idejét egy adott n-alkán sorozathoz viszonyítják. Adott esetben a méréseim során egy n-alkán standard keveréket (C₁₀ – C₄₀) használtam. A standard oldat (5 ppm) gőzterének vizsgálata a minták mérési körülményeivel megegyező GC-MS paraméterek mellett valósult meg. A hőmérsékletprogram állandó fűtési sebességet alkalmazott, kezdeti izoterm fázis nélkül. Ezen feltételek mellett az n-alkánok retenciós idejeinek és szénatomszámuk százszorosának összefüggése szoros, lineáris korrelációt mutat (7. ábra). Ez az összefüggés az alapja az illékony aromaalkotók retenciós indexeinek meghatározásának, minimalizálva a korábban említett rendszerparaméterekből adódó azonosítási bizonytalanságokat.

7. ábra: A retenciós indexek számításához használt összefüggés
(Forrás: saját szerkesztés)



Az eredmények kiértékelése során a kromatogramokon detektált összes csúcsot manuálisan azonosítottam. Ezen komponensek közül csak azokat tartottam meg, melyek legalább kétfő mérésben szerepeltek a három párhuzamos mérés közül, így is növelve a megbízhatóságot. Az eredményeket bemutató táblázatokban feltüntetésre került a vegyületek terület%-os értéke. Ez megmutatja, hogy az adott illatanyag csúcsterülete a kromatogramon mekkora arányt képvisel az összes illatanyag csúcsterületéhez (100%) viszonyítva. Ez a kromatogramon úgy jelenik meg, hogy minél nagyobb a terület% érték, annál nagyobb csúcshintéssel rendelkezik az adott vegyület. A területnormálós módszer általánosan elfogadott kiértékelési eljárás az aromaanalitikában (IOFI, 2011). Azonban azt, hogy egy illatanyag mennyire fontos az adott élelmiszer illatának kialakítása szempontjából, elsősorban

nem az abszolút mennyisége határozza meg, hanem az, hogy mennyisége meghaladja-e azt a minimális koncentrációt (az érzékelési illatküszöböt), amit az orrunk már érzékel. Méréseim során ezért kiemelkedően fontos szerepet játszott az olfaktométer, amely a kromatográf oszlopáról kilépő vegyületek illatjellegeről és -intenzitásáról (gyenge, közepes, erős) nyújt információt. Az eredményközlő táblázatokban feltüntetésre került azon komponensek aromajellege, amelyeknél szaglás útján érzékelhető illat volt tapasztalható, ezek az aromaaktív vegyületek. Az aromaalkotók illaterősségének vizuális megjelenítéséhez színeket párosítottam: a zöld szín a gyenge, a sárga a közepes, míg a piros az erős illatintenzitást jelöli az ábrákon. Ezeket az adatokat szintén feltüntettem a táblázatokban. Az eredményeket bemutató táblázatokban a retenciós indexek és a terület%-os értékek esetén is a három párhuzamos mérés átlagát tüntettem fel.

4. KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

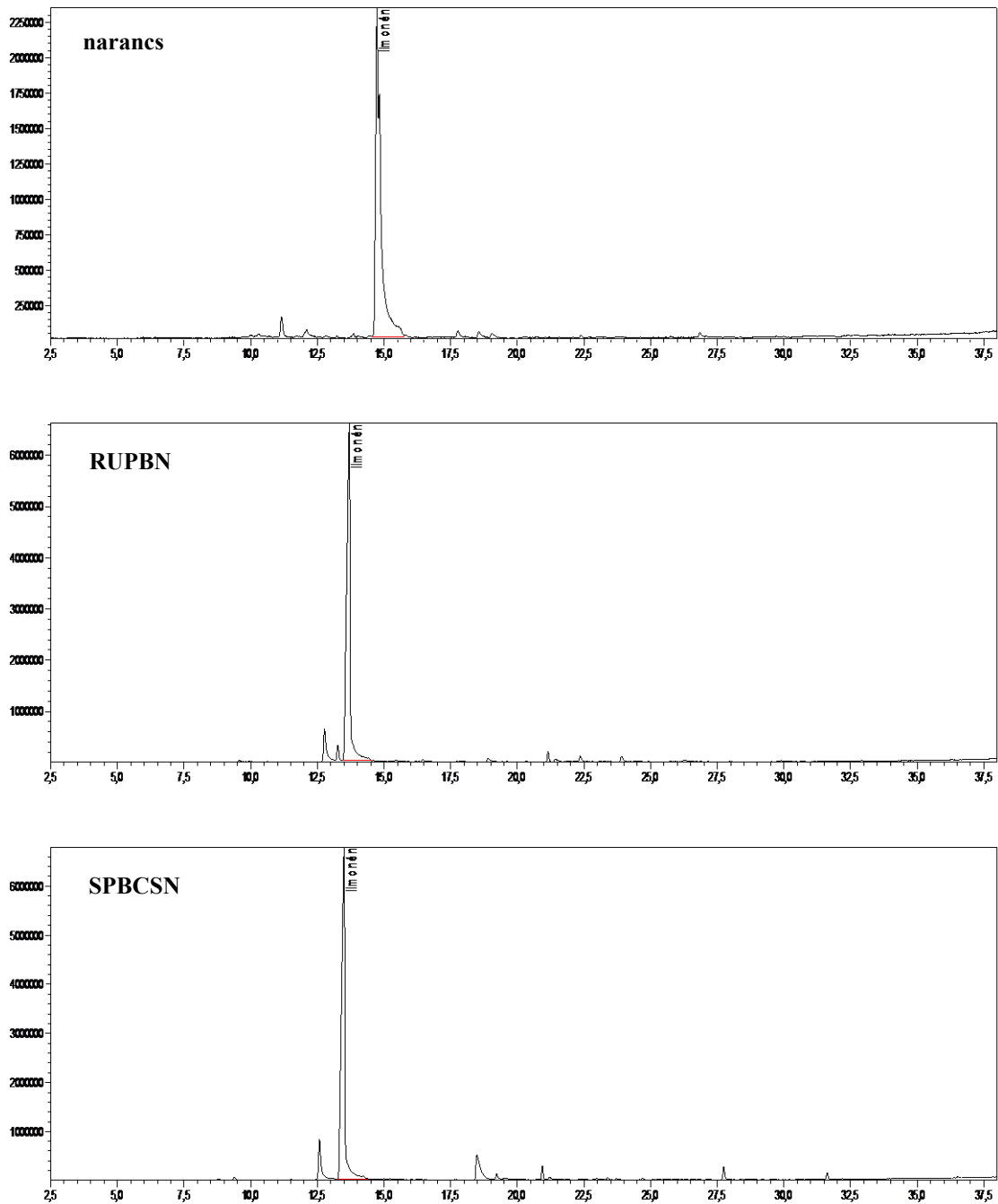
A következő fejezetekben ízenként csoportosítva mutatom be a vizsgált energiaszeletek aroma-összetételét. A gyümölcsös szeletekkel kezdem az értékelést, és a rovarlisztet tartalmazó termékekkel folytatom. Az aromakomponenseket tartalmazó összesítő táblázatokat terjedelmi okokból a Mellékletekben közlöm.

4.1. Narancsos energiaszeletek aroma-összetétele

A narancs aroma-összetételének, és a jellegzetes illatalkotók szeletekben való megjelenésének vizsgálatát narancs gyümölcsön és kétféle narancs ízesítésű szeletben (narancs: RUPBN és csoki-narancs: SPBCSN) végeztem, az aromakomponenseket tartalmazó táblázat az **1. Mellékletben** található. Míg a gyümölcsben csak 17 illatkomponenst azonosítottam, a narancsot tartalmazó energiaszeletekben jóval több illatvegyület jelent meg: az aromával ízesített narancsos szeletben 30, míg a narancslé koncentrátumot és narancsolajat tartalmazó csoki-narancsos szeletben 33. Ezek közül 4, illetve 5 volt jelen a gyümölcsben is. A legtöbb azonosított aromavegyület a terpének csoportjába tartozott minden vizsgált minta esetén. Ez a vegyületcsoport alkotta az összes csúcsterület 94,95, 94,19 és 90,85%-át a gyümölcsben, valamint az RUPBN és az SPBCSN szeletekben. Ezen belül is a legnagyobb százalékban a D-limonén (85,48 %, illetve 75,63 %) és a β -mircén (7,33 %, illetve 8,73 %) vegyületek jelentek meg a szeletek kromatogramjain. A limonén a citrusfélék jellegzetes aromaalkotója, megjelenését a narancs és a narancsos szeletek kromatogramján a **8. ábrán** mutatom be.

A limonén és a β -mircén is a monoterpének csoportjába tartozik. A D-limonén jellegzetes citrusos illattal rendelkezik, és több természetes növényi illóolajban – például narancs-, citrom-, mandarin-, lime- és grépfrútolaj – található meg, mint növényi biomarker illékony szerves vegyület (Sun, 2007). Kellemes illattulajdonságának köszönhetően széles körben alkalmazzák íz- és illatanyagként parfümökben, élelmiszerekben, szappanokban. A D-limonént a növények héjából és leveleiből nyerik. Koncentrációja a növényfaj és fajtaváltozat sajátosságaitól függ, de különösen magas mennyiségben a citrusfélékben található meg (Lin et al., 2024). A β -mircén szintén népszerű aromaanyag, melyet ízesítőként alkalmaznak élelmiszerek és italok gyártásában. Más alkalmazási területei is vannak, hasonlóan a D-limonénhez szappanokban és kozmetikumokban is megtalálható, emellett kiindulási anyagként szolgál több, kereskedelmileg fontos vegyület, mint a mentol vagy linalool előállításához. Illatjellegét tekintve, inkább füves, gyantás, balzsamos illatjegyeket hordoz (Surendran et al., 2021).

8. ábra: A limonén megjelenése a narancs és a narancs ízesítésű szeletek illó frakciójában
(Forrás: saját szerkesztés)



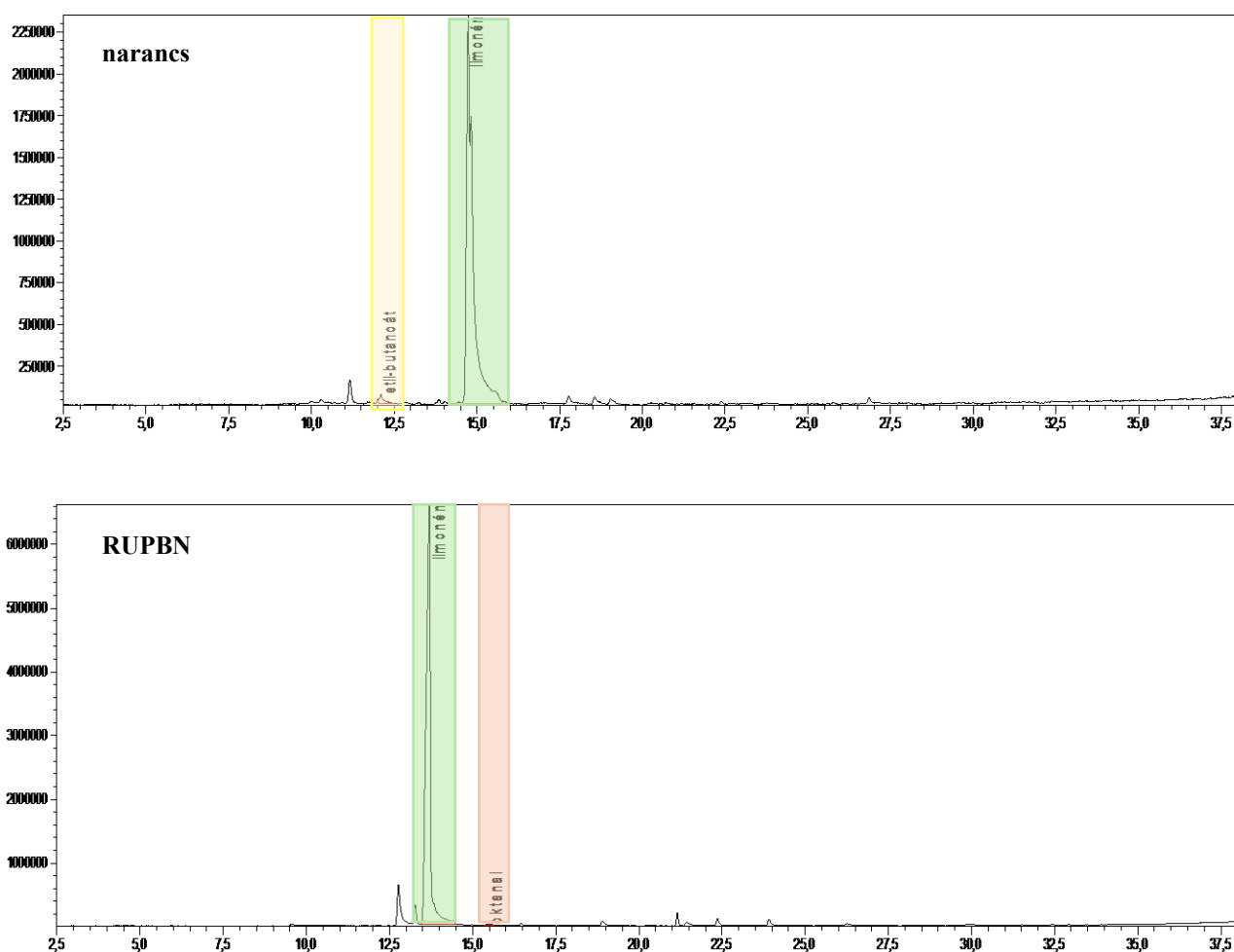
Bár a limonén volt a legintenzívebb vegyület minden mintában, sok más terpénvegyületet is kimutattam a termékekben. Különösen a csoki-narancs szelet illékony frakciója tartalmazott sok terpént, ebben a mintában 20 terpén jelent meg, köztük a limonén származékai, mint a limonén epoxid vagy a limonén-1,2-diol. A másik narancsos szeletben csak 6 terpént detektáltam a mérés során. A terpének közül tehát a β -mircén, a limonén, a limonén epoxid és a linalool jelent meg a gyümölcsben és egyik vagy mindkét narancsos szeletben,

vagyis ezek a vegyületek (főleg a mircén és a limonén) jelezhetik a narancs-eredetet. Eredményeimet az irodalmi adatokkal is összehasonlítottam: az általam is kimutatott limonén és β -mircén narancslevelekben is nagy intenzitású összetevőként jelent meg, további 4 aromaaktív terpénnel együtt. Ezeket a terpenoidokat a C5 univerzális prekursor, az izopentenil-difoszfát és annak allil-izomerje, a dimetilallil-difoszfát állítja elő. Ezenkívül a terpinolént is azonosították a gyümölcslében, mely szintén egy monoterpén típusú illékony vegyület, amely citrusfélékben fordul elő (Pan et al., 2023). Az α -terpinolén a narancsos szeletekben is megtalálható volt. Egy másik kutatás során (Mitiku et al., 2000), mely két édes etiópai narancsfajta héjából származó olajok illékony komponenseit tanulmányozta, szintén azonosították az előzőleg említett vegyületeket, azonban a linalool is kiemelkedő mennyiségben volt jelen. A linalool egy telítetlen monoterpén alkohol, melynek jellegzetes illatát friss, virágos, enyhén citrusos jegyekkel lehet leírni (Kamatou és Viljoen, 2008). Ez a vegyület mindkét energiaszeletben kimutatható volt. A vizsgált mintákban a terpénekén kívül más vegyületcsoportba sorolható illatkomponensek is megjelentek, azonban a terpénekhez képest sokkal kisebb számban és arányban voltak jelen. Bár a terpénekhez képest valóban jóval kisebb mennyiségben azonosítottam ezeket a vegyületeket, azonban ezek az illatkomponensek is fontosak a termékek aromáját tekintve, hiszen az illat kialakításában az összes detektált vegyület részt vesz. Ilyen vegyületek voltak például a nitrogén- és oxigéntartalmú vegyületek, a benzolgyűrűs komponensek, alkoholok, aldehidek, ketonok, észterek, savak és szénhidrogének. Ezek közül a vanillin és a *cisz*-3-hexenol lehetnek a narancs-eredet marker vegyületei, mert megjelentek a narancs és valamelyik szelet kromatogramján. Az aldehidek közül kettőt szeretnék kiemelni, melyek alacsony intenzitással ugyan, de mindkét minta gőzterében megjelentek, ezek az oktanal és a dekanal voltak. Irodalmi adatok alapján (Catalano et al., 2024) az oktanal széles körben elterjedt a növényvilágban, citrus- és narancsolajokban is gyakori összetevő. Alacsony illatküszöbértéke (0,01 mg/l) révén könnyen detektálható vegyület, mely az olfaktometriás mérések során is felismerhető volt, hiszen mindkét mintában erős/közepes intenzitással volt jelen. Toxikológiai kockázatai miatt azonban csak kis mennyiségben használatos az iparban. A dekanal is kiemelkedő jelentőségű illékony aromaanyag, édes, citrusra emlékeztető, enyhén virágos jellegű illatjegyei miatt kedvelt. Egy tudományos cikk (Pan et al., 2023) is beszámolt arról, hogy ezek a vegyületek fontos aromakomponensként vannak jelen a narancslében, illetve más narancsos termékekben az aromaminőség szempontjából. Azonban más kutatás során (Feng et al., 2018) azt állapították meg, hogy nem feltétlenül állnak pozitív összefüggésben a narancslé frissességével, hiszen feldolgozott levelekben is nagy mennyiségben voltak jelen. Ebből arra következtethetünk, hogy

ezek koncentrációja önmagában nem elegendő a minőség megítéléséhez, és hogy a különböző feldolgozási módszerek is befolyásolják az aromaanyagok jelenlétét.

Az érzékelhető illatvegyületeket tekintve a narancsos szeletekben sok aromaaktív vegyület volt érzékelhető szaglással: a narancsos szeletben 14, míg a csoki-narancs mintában 11, többségük gyenge vagy közepes intenzitással. A gyümölcsben csupán 4 vegyület illatát érzékelttem. Az olfaktometriás vizsgálat eredményei a **2. Mellékletben** találhatóak. Minden mintában megjelentek kifejezetten narancsra emlékeztető illatok: a gyümölcsben ezek az etil-butanoát és a limonén voltak közepes, illetve gyenge intenzitással, a RUPBN szeletben a limonén és az oktanal gyenge, illetve erős intenzitással, a SPBCSN mintában pedig szintén az oktanal, közepes intenzitással. A narancs illatú vegyületek megjelenését a gyümölcs és a RUPBN szelet kromatogramján a **9. ábrán** mutatom be. A zöld a gyenge, a sárga a közepes, a piros szín pedig az erős illatintenzitást jelzik.

9. ábra: Narancs jelleges vegyületek megjelenése a kromatogramokon
(Forrás: saját szerkesztés)



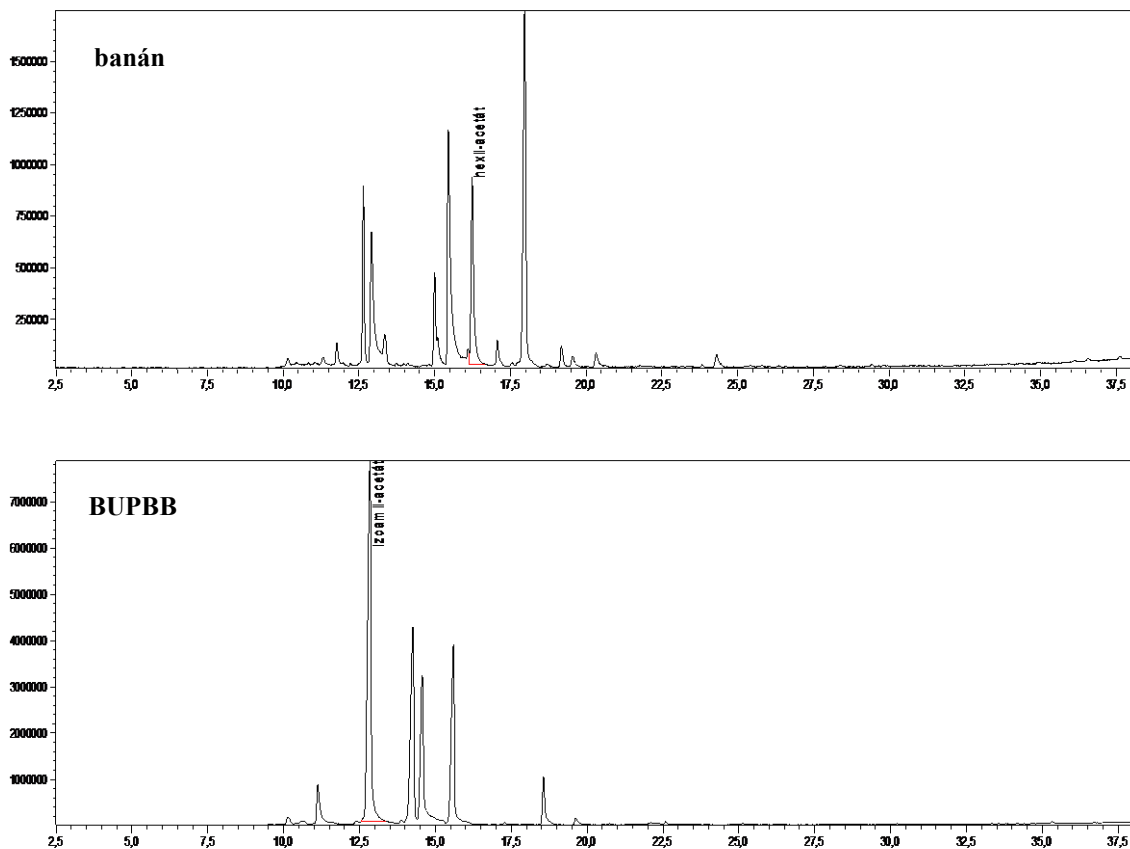
Az azonosított illatok között ezen kívül sok egyéb aromajelleg is volt, mint például a gyümölcsben és a narancsos szeletben erős intenzitással megjelenő tejsokoládé illat (vanillin), mogyoró (2-butanon) és földes (oktil-acetát) jellegek, valamint a csoki-narancs szeletben érzékelt alma (*cisz*-karveol) és csokoládé (furfural) illatok. Összességében a narancsos energiaszeleteket viszonylag illatszegénynek mondhatjuk az olfaktometriás vizsgálat eredménye alapján, hiszen mindkettő esetében 30 vagy afölötti volt az azonosított aromaösszetevők száma, ezzel szemben az illataktivitással rendelkező vegyületek száma csekélynek mondható. A szakirodalom által kifejezetten narancs-jellegesként leírt aromakomponenseket, a D-limonént és a β -mircént azonban sikerült detektálni.

4.2. Banános energiaszelet aroma-összetétele

A banán aroma-összetételét és a benne megjelenő jellegzetes illatvegyületeket banán gyümölcsön és egy banán ízesítésű energiaszeletben (BUPBB) vizsgáltam meg. A szelet banános jellegét – a csomagoláson feltüntetett információk alapján – aroma hozzáadásával alakították ki. Az aromakomponenseket tartalmazó táblázatot a **3. Mellékletben** közlöm. A gyümölcsben összesen 37 illatkomponenst detektáltam, melyek közül 34-et tudtam azonosítani. A banánt tartalmazó szelet illó frakciójában jóval kevesebb aromavegyület jelent meg, csak 22-t detektáltam, melyek közül 1-et nem tudtam meghatározni minőségileg. A két mintában összesen 8 közös vegyület volt, nagyrészt alkoholok és észterek. A legtöbb azonosított aromavegyület az észterek csoportjába tartozott, mind a gyümölcs (12 vegyület), mind pedig az energiaszelet (6 komponens) esetében. Az össz-csúcsterületből ez a banán esetében 32,34%-ot, a szelet esetében viszont ennél jóval nagyobb arányt, 69,81%-ot jelentett. A kromatogramon a gyümölcsnél legnagyobb csúccsal a hexil-acetát (14,32%) a szeletnél pedig az izoamil-acetát (40,08%) jelent meg, ez utóbbi mintában ez volt a legintenzívebb csúcs (**10. ábra**).

A gyümölcsben megjelenő hexil-acetát egy természetes eredetű észtervegyület, mely kellemes gyümölcsös illatjegyet hordoz, ezért széles körben használják íz- és illatanyagként, illetve a parfümgártás során (Schmitt et al., 2004). Az izoamil-acetát (más néven banán olaj) kiemelkedő banáníze miatt az élelmiszeripar egyik legfontosabb észter vegyülete. Különböző ízesített termékekben, mint a mézben, kávéban is használatos, ezenkívül egyik fő aromaösszetevője a fermentált alkoholos italoknak, például a sörnek vagy a bornak (Torres et al., 2010). Ezt a vegyületet többnyire kémiai szintézissel, a Fischer-észterezési mechanizmussal állítják elő, azonban természetes úton növényekből is kivonható.

10. ábra: A legnagyobb intenzitással megjelenő észterek a banán és a banános szelet illó frakciójában
(Forrás: saját szerkesztés)



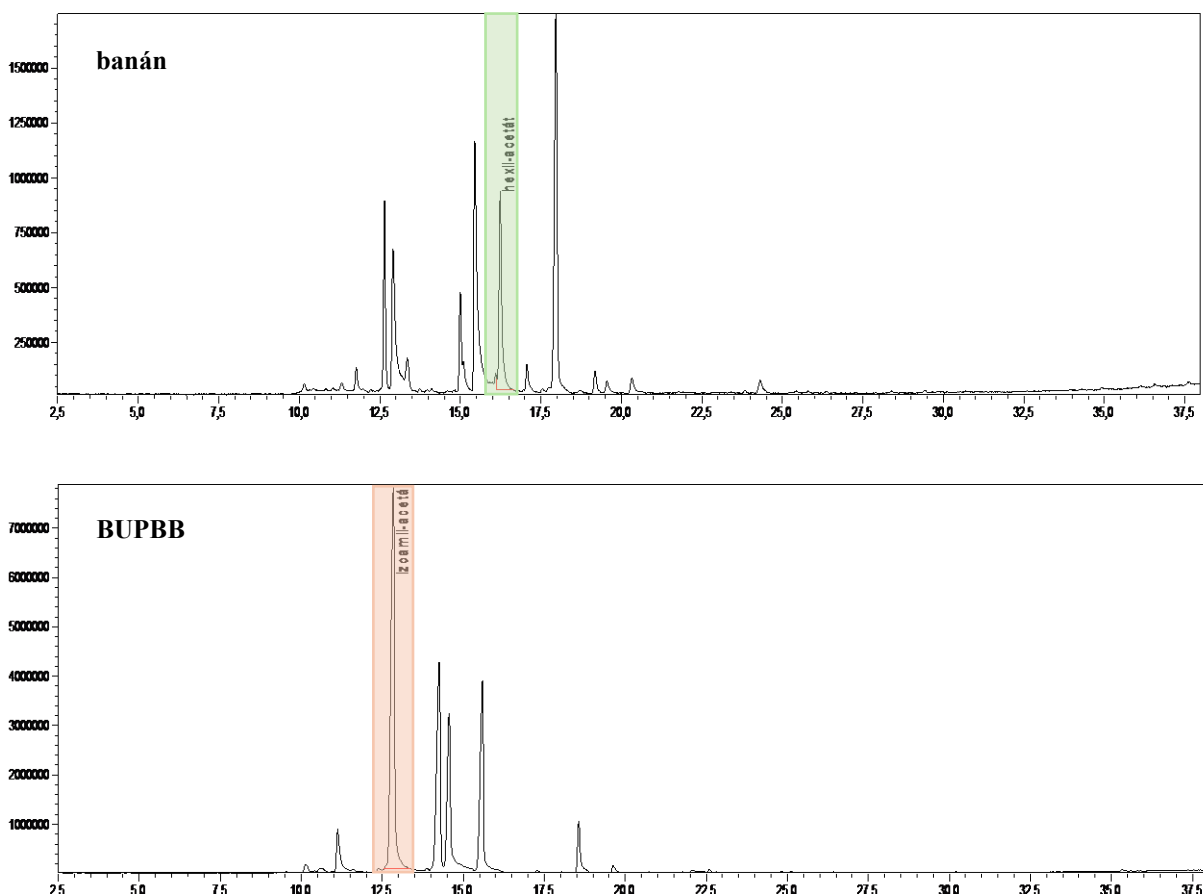
Egy kutatás során kimutatták, hogy a *Pichia fermentans* élesztőtörzs, melyet egy agávéfaj levéből izoláltak spontán alkoholos erjedés során, nagy potenciállal rendelkezik izoamil-acetát előállítására (Rentería-Martínez et al., 2021). Bár ez az észter jelent meg a legnagyobb csúcsterülettel a szeletben, a gyümölcsben nem volt detektálható. Ez az eredmény is alátámasztja azt a tényt, hogy az energiaszeletben a banán ízt aroma kiegészítésével, és nem gyümölcs vagy szárítottanyag, esetleg por formájában hozzáadva alakították ki. Amellett, hogy az izoamil-acetát volt a legintenzívebb komponens a szeletben, ezen kívül még 5 észtervegyület sikerült detektálnom. Viszonylag nagy csúccsal jelent meg a butil-butirát (13,20%) és az izoamil-butirát (16,38%). A butil-butirát gyümölcsös, inkább ananászra hasonlító illattal rendelkezik, és szintén gyakran használatos az élelmiszeriparban. Egy másik érdekes felhasználási területe, hogy bioüzemanyagként is alkalmazható (Elias et al., 2019). Az izoamil-butirát szintén gyümölcsös, inkább banános illatú vegyület, mely ezért közkedvelt az élelmiszeriparban, főleg gyümölcslekvárokból és -puncsokból. Az izoamil-butirát mellett még egy olyan észterkomponens volt, amit mind a gyümölcsben, mind az energiaszeletben is detektálni tudtam, ez pedig az etil-izobutirát volt. Mindkettő esetében csak nagyon kis

koncentrációban volt jelen, csúcsterület aránya a gyümölcsben 0,18% a szeletben pedig 0,07% volt. Ez a vegyület édes, gyümölcsös illatjegyekkel rendelkezik, ezáltal szintén meghatározó vegyület az élelmiszer- és ízesítőiparban. Az észterek közül még kettő komponenst szeretnék kiemelni, ami viszonylag magas intenzitással a banán gyümölcsben volt csak detektálható. Ezek a 2-pentil-acetát (9,20%) és az 1-metilbutil-butirát (4,78%) voltak. Mivel csak két olyan észtervegyület volt, amit a gyümölcsben is és az energiaszeletben is azonosítani lehetett, ebből is azt a következtetést tudtam levonni, hogy ebben az energiaszeletben valószínűleg banánaromát használtak, nem pedig szárított banán gyümölcsöt. A banán aromaprofilját irodalmi adatokkal is összehasonlítottam. Ezek alapján is az észterek tekinthetők a legfontosabb, gyümölcs jelleges vegyületeknek. Egy kutatás szerint (Jordán et al., 2001), mely a kereskedelmi banán aroma és egy friss banánpép illékony vegyületeit hasonlította össze, az izoamil-acetátot és az etil-butirátot mind az aromában mind a friss banánpépben detektálták, ezzel szemben az izoamil-butirát és a butil-butirát csak az aromában volt azonosítható. Emellett a banánpépben kimutatták még a *cisz*-3-hexenil-acetátot, melyet mérésem során én is azonosítani tudtam a banánban. Egy másik tanulmány szerint (Ji és Srzednicki, 2015), ami a banánhéjban megjelenő illékony összetevőket vizsgálta, az izoamil-butirát, az izoamil-alkohol és a 2-pentanol vegyületek domináltak. Az észtereken kívül más vegyületeket is azonosítani tudtam a mintában, mint például terpének, nitrogén- és oxigéntartalmú heterociklusos komponensek, benzolgyűrűs vegyületek, alkoholok, aldehidek, ketonok, savak és egy szénhidrogén. A savak és a ketonok közül 1-1 komponens, az oktánsav és a 2-pentanon lehetnek a banán eredet marker vegyületei, hiszen a gyümölcsben és az energiaszeletben is azonosítani lehetett őket. Viszonylag magas területszázalékokkal jelentek meg az alkoholok is. Ez a banán gyümölcsben 37,94%-os, az energiaszeletben pedig 24,17%-os csúcsterület-részesedést jelentett. A szelet esetében az izoamil-alkohol volt jelen a legnagyobb koncentrációban (19,99%). Ezt a vegyületet általában kozmetikumokban, samponokban, szappanokban alkalmazzák, de számos élelmiszeripari termékben is megtalálható. Kellemetlen alkoholos szaga miatt általában csak nagy hígításban használják, mely ezáltal kellemes gyümölcsös illatot eredményez (McGinty et al., 2010). Egy kutatás a banánbor érzékszervi tulajdonságait vizsgálta és megállapította, hogy a banánlében lévő cukrok az erjedés során alkoholokká alakultak át, köztük jelentős koncentrációban izoamil-alkohollá, mely ezáltal kellemes gyümölcsös, boros illatot eredményezett (Chen et al., 2020). A hexanolt a banánban (32,83%) és az energiaszeletben (0,14%) is azonosítani tudtam, bár koncentrációjukat tekintve nagy eltéréssel. Illatát tekintve friss, zöldes, enyhén gyümölcsös, édes jegyekkel lehet leírni (Chen et al., 2020). Szakirodalom alapján, amely két banánfajta gyümölcsének illékony vegyületeit hasonlította össze az érés különböző szakaszaiban

megállapították, hogy bár az érés során az alkoholok mennyisége összességében csökken, a hexanol jelentős részt képvisel a kezdeti még éretlen stádiumokban, illetve a sárgulási szakaszban is (Zhu et al., 2018).

Az olfaktometriás vizsgálatokat tekintve, a banán gyümölcsben 15, míg az energiaszeletben 9 illataktív régiót azonosítottam, de sajnos nem mindegyikhez tudtam konkrét vegyületet társítani. Az olfaktometriás mérések eredményei a **4. Mellékletben** találhatóak. Mind a gyümölcsben mind a szeletben voltak olyan komponensek, amelyek kifejezetten banán illatúak voltak: például a gyümölcsben gyenge intenzitással a hexil-acetát, a szeletben pedig az izoamil-acetát volt kifejezetten erős banánillatú. A banán illatú vegyületek megjelenését a kromatogramokon a **11. ábrán** mutatom be. Az ábrán a zöld a gyenge, a piros szín pedig az erős illatintenzitást jelzi.

11. ábra: Banán jelleges vegyületek megjelenése a minták kromatogramján
(Forrás: saját szerkesztés)



Ezekon kívül sok egyéb jellegű illatot is detektálni tudtam a mérés során, például a gyümölcsben és a szeletben is érzékelhető volt az etil-izobutirát édes, nugátos illattal gyenge és erős intenzitással, vagy a szeletben azonosított földimogyoró (1,3-butándiol), és édes/mandula-

jelleg (izoamil-alkohol). Összességében a vizsgálatok alapján a banán ízesítésű energiaszelet viszonylag illatszegény volt, hiszen a 21 azonosított aromavegyülethez képest a 7 szaglással érzékelt komponens kevésnek mondható. Egyébként az aromásított jelleg szaglással is érzékelhető volt a terméken: a banán illat felismerhető volt, de csak kis mértékben hasonlított a valódi gyümölcsre.

4.3. Almás energiaszeletek aroma-összetétele

Az alma aroma-összetételét, és a szeletekben megjelenő jellegzetes illatalkotó vegyületeket Starking fajtájú alma gyümölcsben és három alma ízesítésű energiaszeletben (alma: SEBA, alma-fahéj: MSRPAF, almás pite: BUZBAP) vizsgáltam. Az alma ízt kialakító anyagok az almás szeletben (SEBA) almaszelet, almapor, almapüré és aroma; az alma-fahéj szeletben (MSRPAF) alma; az almás pite ízű szeletben (BUZBAP) pedig aromák voltak. Az aromakomponenseket tartalmazó táblázat az **5. Mellékletben** található. A gyümölcsben 49 illatkomponenst sikerült kimutatnom, melyek közül 4-et nem tudtam minőségileg azonosítani. Az almát tartalmazó energiaszeletekben ennél kevesebb illatalkotót tudtam detektálni: az MSRPAF szeletben 42-t, a BUZBAP szeletben 47-et, a SEBA szeletben pedig csak 31-et. A legtöbb azonosított aromavegyület itt is az észterek közé tartozott, kivéve a SEBA minta esetén, mivel ott a többi vegyületcsoportba sorolható komponensek is hasonló arányban voltak jelen. A csúcsterületek tekintetében ez a következőképpen alakult: a gyümölcsben 72,98%, a szeletek esetében pedig 17,36% (MSRPAF), 26,69% (BUZBAP) és 21,48% (SEBA). Ezen belül azonban az összes minta esetében más-más vegyületek jelentek meg a legnagyobb százalékban.

Az alma gyümölcs kromatogramján a 2-metilbutil-acetát (36,37%) jelent meg a legnagyobb csúccsal. Almák esetében ez a vegyület számos fajta egyik fő összetevője és jelenléte szorosan összefügg a megfelelő érettségi állapottal. Ezáltal koncentrációja meghatározza a betakarítási időszak kezdetét, mivel megjelenése néhány héttel megelőzi az etiléntermelést. Illatjegyeit tekintve bogyós gyümölcsös, virágos, édes illatokat hordoz (Cameleyre et al., 2017; Qin et al., 2017). Viszonylag nagy százalékban jelent még meg a gyümölcsben a hexil-acetát (11,30%), illetve ez a vegyület két energiaszelet mintában (alma-fahéj 0,97%; almás pite 4,05%) is előfordult. Illatát tekintve összetett, édes-gyümölcsös, inkább körteillatú aromákkal jellemzik (Qin et al., 2017). Az MSRPAF mintában legmagasabb koncentrációban az etil-acetát (9,27%) volt detektálható. Ez a vegyület mind az alma gyümölcsben, mind pedig a másik két mintában is különböző nagyságú csúcsokkal ugyan, de megjelent. Egy kutatás során (Wei et al., 2020) ennek a vegyületnek almás illatot tulajdonítottak, azonban én ezt az olfaktometriás méréseim során nem tudtam meghatározni.

Az almás pite szelet esetében az etil-butirát 15,30%-ban, az észterek közül a legmagasabb koncentrációban volt jelen. Ez a vegyület kiváló példája annak a nagy csoportnak, amelybe a természetben, főként a növények gyümölcsében, azok levében, illetve fermentált analógjaiban előforduló alifás észterek tartoznak. Emellett szintén megjelent az alma gyümölcsben és az almás szelet mintában is. Illata gyümölcsös édes illatjegyekkel írható le. Az almás szelet mintában az izoamil-acetát (8,51%) volt a legnagyobb csúccsal detektálható vegyület, melynek illata szintén gyümölcsös jegyeket hordoz (Chaput et al., 2012). Az észterek közül tehát a 2-metilbutil-acetát, az etil-acetát és az etil-butirát jelent meg a gyümölcsben és egy vagy több almás szeletben, vagyis főleg ezek a vegyületek jelezhetik az alma-eredetet. Eredményeimet irodalmi adatokkal is összehasonlítottam. Egy kutatás során, mely a „Fuji” almák illékony vegyületeit hasonlította össze Kína különböző régióiban (Qin et al., 2017), megállapították, hogy a tizenegyféle acetát-észter közül, amiket azonosítottak a 2-metilbutil-acetát és a hexil-acetát voltak a legjelentősebbek, emellett az etil-acetátot is detektálták. Egy másik irodalmi cikk alapján, amely az alma aromavegyületeit befolyásoló tényezőket vizsgálta (Dixon és Hewett, 2000), az etil-butirátot is magas koncentrációban azonosították az előbbi komponenseken kívül.

A vizsgált mintákban az észtereken kívül más vegyületcsoportba sorolható illatkomponenseket is kimutattam, ezek a terpének, nitrogén- és oxigéntartalmú heterociklusos vegyületek, benzolgyűrűs vegyületek, alkoholok, aldehidek, ketonok, savak és szénhidrogének voltak. Emellett 1-1 kéntartalmú vegyületet és étert is detektáltam. Az alkoholokat és a savakat szeretném kiemelni, mivel ezek összes csúcsterülete (szinte mindegyik minta esetén) a többi vegyületcsoportéhoz képest magas volt. Az alkoholok részesedése az össz-aromából például a következőképpen alakult: alma gyümölcs 15,92%, MSRPAF 10,37%, BUZBAP 12,07%, SEBA 35,66%. A vegyületcsoporton belül kiemelendő a hexanol, továbbá két telítetlen alkohol, a *cisz*-3-hexen-1-ol és a *transz*-2-hexen-1-ol, mivel detektálhatók voltak a gyümölcsben és több szeletben is. Ezek a 6 szénatomos alkoholok gyakori növényi illékony komponensek, jellegzetes „zöld” illattal rendelkeznek, ami levelekre és frissen vágott fűre emlékeztet. Kialakulásukat tekintve, 6 szénatomos aldehidekből képződnek, alkohol-dehidrogenáz enzimek segítségével (Zang et al., 2022). Irodalmi adatok alapján (Espino-Díaz és González-Aguilar, 2016) a hexanol az egyik legszélesebb körben használt alkohol íz- illetve illatkialakítás céljából az almából készült termékekben. Savakat nagy mennyiségben csak az energiaszelet mintákban detektáltam, ezen belül is, ami mind a háromban megjelent az ecetsav, a hexánsav és az oktánsav, melyek a zsírsavak csoportjába tartozó vegyületek. A savak nagy koncentrációját mind a három szelet esetében az ecetsav adta. Százalékos adatok szerint a következőképpen alakult: MSRPAF 24,02%, BUZBAP 19,86% és SEBA 3,72%. A zsírsavak az almában található

illékony vegyületek legfontosabb prekursorai. Az egyik fő enzimes folyamata a zsírsavak lebontásának a β -oxidáció, melynek révén egyenes szénláncú aldehidek, alkoholok, ketonok, savak és észterek keletkeznek, amik az alma jellegzetes aroma összetevői. Azonban mivel itt az alma gyümölcsben nem voltak detektálhatóak ezek a savak, a szeletekben pedig viszonylag magas koncentrációban voltak jelen, ezért valószínű, hogy az energiaszeletekben megtalálható mandulából, zabpehelyből, különböző magvakból (például len-, napraforgó- vagy chiamag) származhatnak, mivel ezekben magas koncentrációban megtalálhatóak a zsírsavak. Az aldehidek közül egy olyan vegyület, a hexanal volt azonosítható, ami mind a gyümölcsben mind pedig a három energiaszeletben is jelen volt. Irodalmi adatok alapján (Álvarez et al., 1998) a hexanal az egyik fő vegyület, amely az alma ízének és illatának kialakításáért felelős. Emellett egy másik cikkben (Lanciotti et al., 2003) rámutattak arra, hogy a hexanal, a *transz*-2-hexenal és a hexil-acetát természetes módon fordul elő számos gyümölcsben és zöldségben. Már kis koncentrációban is hatékonyan működnek, mint antimikrobiális anyagok minimálisan feldolgozott gyümölcsökben, azok biztonságának növelése érdekében.

Az olfaktometriás mérések során az almás szeletekben számos, szaglással érzékelhető aromaaktív komponens volt jelen (**6. Melléklet**): az MSRPAF szeletben 12, a BUZBAP szeletben 19, míg a SEBA jelű mintában 8 ilyen vegyületet azonosítottam. A gyümölcsben 7 vegyület illatát érzékelttem. Minden mintában megjelentek kifejezetten almára emlékeztető illatok: a gyümölcsben ezek az acetaldehid, az etil-2-metilbutanoát és a 2-metilbutil-acetát voltak gyenge, közepes és gyenge intenzitással, az MSRPAF szeletben pedig a hexanal közepes erősséggel. Az almás pite energiaszeletben a 3-etil-2-hidroxi-2-ciklopenten-1-on kifejezetten erős fahéjas almás sütemény illattal jelentkezett, pont amilyen ízesítése is volt ennek a szeletnek, emellett a hexánsav erős intenzitású alma illatot mutatott. Az almás szeletben 4 olyan vegyület volt jelen, melynek zöld alma/alma illata volt közepes/erős intenzitással, ezek: hexanal, izoamil-acetát, *cisz*-3-hexen-1-ol és a hexánsav. Ezen kívül még sok egyéb aromás komponens is jelen volt a mintákban, mint például a gyümölcsben a butil-propanoát és a butanol édes, vaníliás illattal vagy az almás fahéjas szeletben a feniletil-alkohol gyenge virágos illattal. Az almás pite szeletben 4 olyan vegyület is detektálható volt, melyek erősen sült illattal rendelkeztek: acetyl-pirazin, 2-furánmetanol, 2-acetyl-tiazol és dietil-szukcinát. Az almás energiaszeletben erős gyümölcsös illattal jelentkezett az etil-butanoát, illetve gyenge sült illata volt az oktánsavnak. Összefoglalva tehát a gyümölcs illat az almás szeletekben leginkább az észtereknek, aldehideknek, alkoholoknak köszönhető, de természetesen a többi vegyületcsoport is részt vesz a jellegzetes aroma kialakításában.

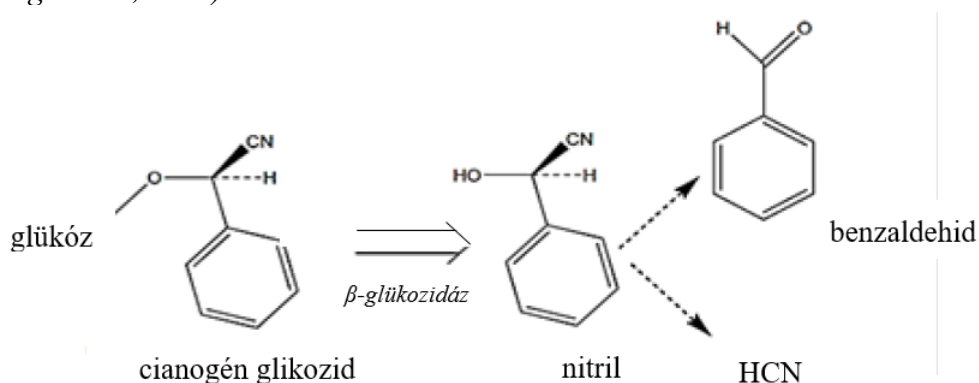
4.4. Meggyes energiaszeletek aroma-összetétele

A meggy aroma-összetételét és jellegzetes illatalkotó vegyületeit vizsgáltam meg, meggy gyümölcsben és háromféle meggy ízesítésű energiaszeletben (meggy: CEBM; csoki-meggy: SPBCSM; meggy: SEBM). A CEBM jelű szeletben meggypor, az SPBCSM csoki-meggy ízesítésű szeletben szárított meggy, az SEBM kódú szeletben pedig szárított meggy, meggypor és aroma volt a gyümölcsíz forrása. Az aromakomponenseket tartalmazó táblázat a dolgozat **7. Mellékletében** található. Az érzékszervi tapasztalatoknak (szaglás) megfelelően a gyümölcs eléggé illatszegény volt: mindössze 12 illatkomponenst azonosítottam, ezzel szemben a meggyes szeletekben jóval többet: a CEBM szeletben 53-at, a SPBCSM szeletben 36-ot és a SEBM szeletben 39-et. Ezek közül 7-7, illetve 9 volt jelen a gyümölcsben is. A detektált komponensek több különböző vegyületcsoportba tartoznak, például: terpének, nitrogén- és oxigéntartalmú heterociklusos vegyületek, benzolgyűrűs vegyületek, alkoholok, aldehidek, ketonok, észterek, éterek, savak és szénhidrogének, ezenkívül 2 mintában volt 1-1 ismeretlen vegyület is. A benzolgyűrűs vegyületcsoport alkotta az összes csúcsterület 58,33; 31,20; 6,25 és 30,55%-át a gyümölcsben, valamint a CEBM, SPBCSM és SEBM szeletekben. Ezen belül is a benzaldehid volt jelen a legnagyobb százalékban mindegyik minta esetén. Megjelenése a meggy és a meggyes szeletek kromatogramján, a **8. Mellékletben** látható.

A benzaldehid az egyik legegyszerűbb és iparilag legfontosabb aromás aldehid, mely a természetben főként kötött formában fordul elő a csonthéjas gyümölcsök (mandula, sárga- és őszibarack, valamint a cseresznye) magjaiban (Clark, 2016). Prekursorai a növényekben a cianogén glikozidok, ezekből a vegyületekből szabadul fel, enzim hatására (**12. ábra**).

12. ábra: A benzaldehid keletkezése cianogén glikozidokból

Forrás: (Ohiagu et al., 2021)



Más kutatás (Petersen és Poll, 1999) azt is megállapította, hogy a benzaldehid a meggy egyik legjelentősebb aromaanyaga. Fogyasztási adatok alapján a benzaldehid a második legfontosabb molekula, melyet az élelmiszer-ízesítő, italgyártó és az illatanyag-ipar használ.

Előállítása túlnyomó részben szintetikus úton történik, mivel a növényekben alacsony koncentrációban van csak jelen. Egy kutatásban azonban, ahol az őszibarack leveleinek természetes és hatékony benzaldehyd forrásként történő felhasználhatóságát vizsgálták (Verma et al., 2017), megállapították, hogy az illóolaj- és benzaldehydtartalom az esős, őszi évszakokban magasabb, így azok betakarítása is átgondolandó, az illóolaj kinyerése céljából. Illatát tekintve a vegyület kellemes, édes, mandulára és marcipánra emlékeztet. A másik benzolgyűrűs vegyület, ami ugyan kis koncentrációban, de mindegyik mintában megjelent, a benzil-alkohol volt, mely egy elsődleges, jelentős aromás alkohol és az aril-alkil-alkoholok csoportjának tagja. Széles körben alkalmazzák oldószerként tintákban, festékekben, emellett fontos élelmiszer-adalékanyag is. Élelmiszeripari felhasználása mellett számos egyéb iparágban is kiemelkedően fontos vegyület, például kozmetikumokban, parfümökben, szappanokban használják. Emellett észterek szintézisének kiinduló anyagként is alkalmazzák, amely a gyógyszer-, illat- és élelmiszeriparban előállított vegyületek alapanyagaiként szolgál. Ipari szinten a benzil-alkoholt a benzil-klorid hidrolízisével vagy a benzaldehyd hidrogénezésével állítják elő. A természetben csak kis mennyiségben fordul elő virágolajokban. Bár önmagában semleges illatú, jóval illatosabb észtereivel együtt fontos részét képezi a jázmin, gardénia, bizonyos rózsafajták, a nárcisz és a bazsarózsa illatának (Mookherjee és Wilson, 2000). A benzolgyűrűs vegyületek közül tehát a benzaldehyd és a benzil-alkohol jelent meg a gyümölcsben és a szeletekben egyaránt, így főleg ezek a komponensek lehetnek a meggy-eredet jelzői. Irodalmi adatokkal is összehasonlítottam eredményeimet. Egy tanulmányban (Zlatic et al., 2017) diszacharidok – szacharóz, maltóz és trehalóz – hatását vizsgálták a fagyasztva szárított meggyepüré illékony vegyületeire és megállapították, hogy a meggy legfontosabb illékony komponensei a benzaldehyd, a benzil-alkohol és a *transz*-2-hexenal voltak. A *transz*-2-hexenal komponensét én is azonosítani tudtam, de csak a meggy gyümölcsben. Egy másik kutatásban (Levaj et al., 2010) két meggyfajta, néhány bogyós gyümölcs, valamint ezek lekvárjainak polifenol- és illékony vegyület-tartalmát vizsgálták és eredményeikben közölték, hogy a két meggyfajtában a benzaldehyd volt jelen a legmagasabb koncentrációban, majd ezt követte a hexenal, a 2-hexenal, a 2-heptanon, a linalool, a nerol és az α -terpineol. Ezek közül az aromaanyagok közül a hexenalt tudtam én is azonosítani a gyümölcsben, valamint az SPBCSM és a SEBM szeletekben. Az alkoholok közül két vegyületet szeretnék kiemelni: az etil-alkoholt és az izoamil-alkoholt. Az etil-alkohol detektálható volt a gyümölcsben, valamint a meggyes (CEBM és a SEBM) szeletekben, míg az izoamil-alkohol csak két mintában, a CEBM és a SPBCSM jelűben volt kimutatható. Az etil-alkohol az egyik leggyakoribb szerves oldószer és általában alkoholos italokban van jelen a legnagyobb koncentrációban, azonban

számos háztartási termékben, illetve gyógyszerekben is megtalálható. Egy kutatás (Kimmerer és MacDonald, 1987), mely az acetaldehyd és az etanol bioszintézisét vizsgálta különböző növények leveleiben, megállapította, hogy a szabadban gyűjtött kukorica és szójalevelek egyaránt képesek voltak etanolt termelni. Az izoamil-alkoholt azért tartottam fontosnak kiemelni, mivel az olfaktometriás mérések során ez volt az egyik vegyület, mely gyenge intenzitással ugyan, de meggyes illattal jelent meg. Irodalmi adatok alapján (McGinty et al., 2010) azonban kellemetlen alkoholos szaga van, ami csak nagy hígításban válik gyümölcsös-boros illatúvá. A savak tekintetében 4 olyan vegyület volt, ami majdnem mindegyik mintában megjelent, ezek az ecetsav, a pentánsav és a nonánsav voltak, illetve az oktánsav a gyümölcsben és a meggyes szeletekben volt kimutatható. Mind a négy említett vegyület a szerves savak csoportjába tartozik, melyek minden növényben jelen vannak, és fontos szerepük van a pH-szabályozásban és az organoleptikus tulajdonságok kialakításában. A szerves savak mennyisége és típusa fajonként, szövetenként és a fejlődési szakaszok szerint változó. A szerves savak a cukrokkal együtt, az érett gyümölcsök legfontosabb oldható összetevői, amelyek jelentősen befolyásolják az ízt, hiszen a savanyúságért felelős vegyületek. A savasság fontos érettségi mutató, amely meghatározza a gyümölcsök szüretelésének optimális idejét. Egy tanulmány, mely a friss meggyből és annak koncentrátumából készült ecetek vizsgálatáról szólt (Özen et al., 2020), megállapította, hogy a meggyborecet illékony aromaanyag profilja szempontjából a legfontosabb vegyületek a következők voltak: 3-metil-1-butanol, fenetil-alkohol, ecetsav, izobutánsav, izovaleriánsav, hexánsav, oktánsav, 2-fenetil-acetát és eugenol. A friss meggyében az izobutánsav, izovaleriánsav, hexánsav és eugenol vegyületek voltak kiemelkedők, míg a koncentrátumban az ecetsav, izovaleriánsav és hexánsav. Ezenkívül a nonánsavat is detektálták. Az általam kimutatott savak (kivéve az oktánsav) mind a meggy gyümölcsben, mind pedig a három energiaszeletben jelen voltak, valamint a benzaldehyd is nagy csúcsterületekkel jelent meg minden kromatogramon. Ezek az eredmények alátámasztják azt az információt, amit a gyártók a szeletek csomagolásán is jelöltek: a jellegzetes meggy íz kialakítására főleg a gyümölcsből készült ízesítő anyagokat, meggyport és szárított meggyet használtak. Az egyik szeletben ezen kívül aromát is alkalmaztak.

Az olfaktometriás vizsgálat eredményét tekintve (**9. Melléklet**), a CEBM mintában volt a legtöbb azonosított, szaglással is érzékelhető komponens (20), ez a szám az SPBCSM, valamint a SEBM szeletek esetében jóval alacsonyabb, 7, illetve 14 volt, míg a gyümölcsben mindössze 2 aromaaktív vegyületet detektáltam. Egyedül a CEBM energiaszeletben jelent meg gyenge intenzitással három komponens, melyeknek illata a meggyre emlékeztetett. Ezek az izoamil-acetát, a metil-hexanoát és az izoamil-alkohol voltak. Ezeken kívül azonban sok egyéb

típusú illat is jelen volt a mintákban, mint például a gyümölcsben és a CEBM szeletben a benzil-alkohol. Az előbbiben erős tejszokoládés, vanília jegyekkel jelent meg, az utóbbiban pedig közepes intenzitással gyümölcsös jelleggel. A vanilin is két mintában volt jelen (SEBM, SPBCSM) közepes, illetve erős intenzitással, vagy a CEBM szeletben a benzaldehid gyenge citrusos, mandula illattal. Ami számomra a legérdekesebb volt, hogy a csoki-meggy szeletben a furfural és a 4-hidroxi-2-pentanon ugyan gyenge intenzitással, de főtt krumplicsillattal jelentek meg. Összességében a gyümölcsben azonosítottam a legkevesebb aromakomponenst, és mindössze 2 vegyület illata volt érzékelhető. A meggyes szeletekben már nagyobb számban jelentek meg illatvegyületek és illataktív összetevők is. Egy mintában jellegzetes, meggy illatú vegyületek is jelen voltak.

4.5. Eper energiaszeletek aroma-összetétele

Az eper aroma-összetételét és a benne megjelenő jellegzetes illatalkotó vegyületeket eper gyümölcsben és hatféle eper ízesítésű energiaszeletben (CEBE, AZBE, ASPBE, MSPE, ASSE, BUPBE) vizsgáltam. Az eper szeletek ízesítése többnyire aromával történt, de egyes szeletek tartalmaztak ezen kívül eperport (ASPBE, CEBE), illetve fagyasztva szárított epret (ASSE) is. Az aromakomponenseket tartalmazó táblázat a **10. Mellékletben** látható. A gyümölcsben detektáltam a legtöbb illó vegyületet, összesen 54-et. A szeletekben változó volt az azonosított komponensek száma: CEBE-47, AZBE-13, ASPBE-37, MSPE-23, ASSE-26, illetve ebben a mintában volt további 2 komponens, melyet nem tudtam megnevezni és végül a BUPBE szeletben 38. Mindössze 5 olyan vegyület volt (2 észter és 3 sav), amely a gyümölcsben és mind a 6 energiaszeletben is megtalálható volt, de ezenkívül több olyan is előfordult, amelyek a gyümölcsben és további 3-5 szeletben is megjelentek. A legtöbb azonosított komponens az észterek csoportjába tartozott minden minta esetén, és ez a területszázalékokban is nagyon szépen megmutatkozott, hiszen az összes csúcsterület túlnyomó részét (45,5-80,1%) ezek a vegyületek alkották. Az észterek közül az etil-butanoát és az etil-2-metilbutanoát voltak azok a vegyületek, amelyek mindegyik mintában detektálhatóak voltak, viszonylag magas koncentrációban. Az etil-butanoát, más néven etil-butirát vagy vajsav-etil-észter, egy rövid szénláncú észter, amely tiszta, színtelen folyadék. Különleges gyümölcsös illatjegyekkel és ízvilággal rendelkezik, amit gyakran ananászhoz, maracujához vagy eperhez hasonlítanak. Ezáltal széles körben alkalmazza az élelmiszer- és ízesítőipar az ételek és italok gyümölcsös aromájának kialakításához. Az utóbbi időben egyre nagyobb kereslet mutatkozik iránta. Az észterek közül ez a vegyület volt a domináns a minták többségében. Megjelenését az eper és néhány eper szelet kromatogramján a **11. Mellékletben** mutatom be.

Az etil-butanoát természetes módon megtalálható a növényekben, valamint különféle erjesztett élelmiszerekben, mint például a sajtban, sörben és borban. Ez a sejtek anyagcsereje, illetve ezekben az élelmiszerekben megtalálható mikroorganizmusok tevékenysége által lehetséges. Előállításában két fő prekursor anyag játszik szerepet: az etanol és a butiril-CoA. Egy kutatás (Yan et al., 2018), mely kertben vagy ültetvényekben termesztett közönséges eper aromájának összetételét vizsgálta megállapította, hogy az észterek a legjellegzetesebb illékony vegyületek, amelyek meghatározzák az eper aromáját. Ezen belül is a kerti eper legfontosabb észter vegyületei a metil-butanoát, etil-butanoát, etil-hexanoát és a 2-metil-butanoát voltak. Ezeket a vegyületeket én is mind detektáltam az eper gyümölcsben, valamint több szeletben is. A másik közös észter vegyület a mintákban az etil-2-metilbutanoát volt, amelyet szintén gyümölcsös, almára emlékeztető jegyekkel jellemeztek (Jia et al., 2024). Észterek közül az etil-butanoáton kívül az etil-acetát, valamint az etil-hexanoát jelent meg a gyümölcsben és 4-nél több mintában egyaránt. Az etil-acetát fontos szerves vegyület, melyet kellemes, almára és ananászra hasonlító illata végett nem csak az élelmiszeripar, hanem egyéb iparágak is használnak. Az eper különösen illatos gyümölcsnek számít, eddig több, mint 360 illékony vegyületet azonosítottak az illó frakciójában, ezen belül is leginkább az észterek alkotják az aromaprofil (Chen és Nollet, 2010). Legfontosabb aromaanyagai között szerepelt az etil-acetát és az etil-hexanoát is. Méréseim eredménye és a különböző irodalmi adatok alapján megállapíthatom, hogy az észtervegyületek közül az etil-butanoát, az etil-2-metilbutanoát, az etil-acetát, illetve az etil-hexanoát komponensek igazolhatják az eper-eredetet, hiszen ezek az aromavegyületek a gyümölcsben és a legtöbb szeletben is megjelentek. Az észtereken kívül a gyümölcs esetén is több vegyületcsoportba sorolható illatkomponenst detektáltam a mintákban, mint például: terpének, kéntartalmú komponensek, nitrogén- és oxigéntartalmú heterociklusos vegyületek, benzolgyűrűs vegyületek, alkoholok, aldehidek, ketonok és savak. A savak, bár nem különösebben magas koncentrációban mutatkoztak, azonban 3 olyan vegyületet is azonosítottam közülük, melyek mind az eper gyümölcsben, mind pedig az összes energiaszeletben megjelentek. Ezek az ecetsav, a hexánsav, illetve az oktánsav voltak. A felsorolt vegyületek a zsírsavak, azon belül is a karbonsavak csoportjába tartoznak. A zsírsavak kulcsszerepet játszanak a gyümölcsök illékony vegyületeinek kialakulásában, hiszen számos aromaanyag prekursoraiként szolgálnak. Ezek a vegyületek határozzák meg a friss gyümölcsök jellegzetes ízét, illetve illatát. Lebomlásuk különböző oxidatív folyamatokon keresztül történik, melynek következtében alakulnak ki a gyümölcs főbb aromaanyagai. Egy tanulmányban, mely 8 fajta eper illékony komponenseit hasonlította össze (Oz et al., 2016), megállapították, hogy az ecetsav volt a domináns sav mind a nyolc fajtában. Egy másik forrás szerint (Li et al., 2021)

az illékony zsírsavak magas illatküszöbük miatt csak enyhén befolyásolják az érzékelt aromát, kivéve a butánsavat, a 2-metilbutánsavat és a hexánsavat, mivel ezek jelentősen hozzájárulnak az eper aromájához. Érdekes, hogy méréseim során a butánsavat az eper gyümölcsben nem tudtam azonosítani, azonban 4 szeletben (CEBE, AZBE, ASSE, BUPBE) megjelent ez a vegyület is. Olyan kutatást is végeztek korábban (Abouelenein et al., 2023), mely az eper illékony vegyületeinek profilját és különböző szárítási módszerek hatását vizsgálta az aromára és ízre. Összesen 31 illékony aromavegyületet azonosítottak a friss eper gyümölcsben, köztük az ecetsavat erős, ecetes illattal, a hexánsavat édes, sajtos illattal, az oktánsavat zsíros, viaszos illattal, valamint a nonánsavat szintén viaszos, zsíros illattal. Utóbbi szintén detektáltam a gyümölcsben, valamint 1 energiaszeleten kívül (AZBE) az összes többiben. Összességében az irodalmi adatok, illetve méréseim eredményei alapján elmondható, hogy ezek a szerves savak is lehetnek az eper gyümölcs marker vegyületei. Alkoholok közül hármat szeretnék kiemelni (etanol, 1-hexanol, *cisz*-3-hexen-1-ol), mely a gyümölcsben és háromnál több mintában is megjelent. Az alkoholok szintén fontos szerepet töltenek be az aroma kialakulásában, hiszen közvetlenül is hozzájárulnak a gyümölcs illat- és ízprofilhoz, emellett előanyagként szolgálnak az észterképződéshez. Az etanolnak alapvető jelentősége van a gyümölcsaroma kialakulásában és a fanyar íz csökkentésében, azonban túlzott felhalmozódása kedvezőtlen íz- és illatanyagok kialakulásához vezethet. Emellett gyakran használják a betakarítás utáni gyümölcsminőség javítására, hiszen képes lassítani az öregedést, gátolni az etiléntermelést a növényekben, ami egyes gyümölcsök esetén csökkenti a hideg okozta károsodás tüneteit (Pesis, 2005). Szintén kiemelkedően fontos szerepet játszik a *cisz*-3-hexen-1-ol, mint úgynevezett „zöld” aromaalkohol, a friss, zöldes illatjegyek kialakulásában. Az 1-hexanol aldehidek redukciójából képződik, illetve hozzájárul az eper édesebb, lágyabb aromaprofiljához (Urrutia et al., 2017). Így tehát az említett három alkoholvegyület központi jelentőséget tölt be az eper aromaösszetételének kialakításában.

A többi gyümölcshöz képest viszonylag sok, szaglással érzékelhető illatkomponens jelent meg a mintákban, számszerűsítve: az eper gyümölcsben 17, a CEBE mintában 24, az AZBE mintában 7, az ASPBE szeletben 12, az MSPE szeletben 10, az ASSE szeletben 13 és végül a BUPBE szeletben pedig 11. Ez az összes detektált aromakomponenshez képest azonban, úgy gondolom kevésnek számít. Az olfaktometriás mérések eredményei a **12. Mellékletben** találhatóak. Kifejezetten eperre emlékeztető illatvegyületek magában az eper gyümölcsben erős intenzitással érezhetőek voltak: a minden mintában megjelenő etil-2-metilbutanoát, és a kizárólag a gyümölcsben azonosított butil-acetát. Közepes/erős eperillattal szintén az etil-2-metilbutanoát, illetve az etil-3-metilbutanoát volt detektálható az AZBE, az

MSPE, az ASSE és a BUPBE jelű mintában. A CEBE és az ASPBE szeletben ilyen vegyület nem volt jelen. Az eper illatú komponensek megjelenését a gyümölcs és a BUPBE szelet kromatogramján a **13. Mellékletben** mutatom be. Emellett sok egyéb illatos aromakomponenst is sikerült azonosítani az olfaktometriás mérések során, mint például a gyümölcsben a *cisz*-3-hexen-1-olt gyenge növényi, illetve az ASPBE szeletben gyenge zöldalma illattal, vagy a CEBE mintában erős sült intenzitással a hexánsavat. Emellett több vegyület jelent meg gyümölcsös, édes, sült, virág és egyéb illatokkal. Összességében az eper gyümölcs aromaprofiljában központi szerepet betöltő vegyületeket sikerült azonosítani, de ezeket az energiaszeleteket is illatszegénynek mondhatjuk.

4.6. Tücsökpórral dúsított energiaszeletek aroma-összetétele

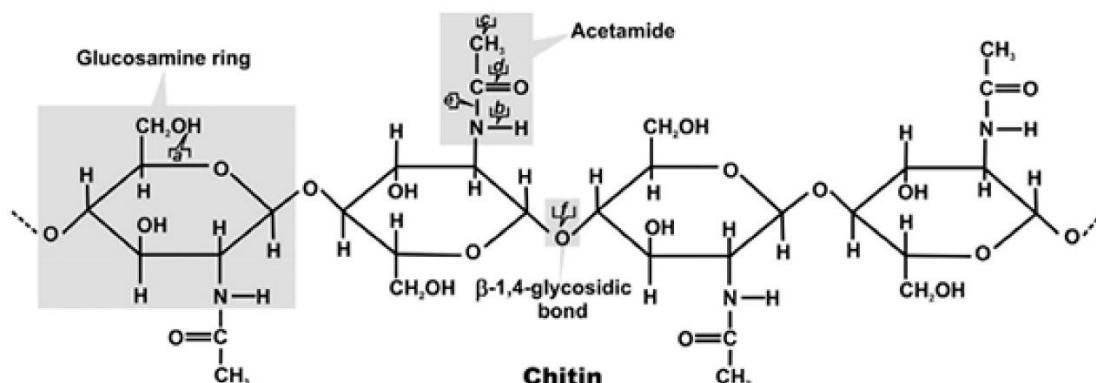
Napjainkban egyre nagyobb hangsúlyt fektet az élelmiszeripar az alternatív fehérjeforrások alkalmazására, mely így egy fenntarthatóbb lehetőséget kínál a táplálkozás jövőjére tekintettel. A rovarfehérjék – köztük a tücsökpórral – az utóbbi években a kutatások és fejlesztések középpontjába kerültek, mivel megfelelő fehérjetartalmuk és alacsony környezeti terhelésük miatt kedvező alapanyagok lehetnek különböző élelmiszerekben. Méréseim során két különböző márkájú (egy hazai és egy cseh gyártótól származó), tücsökpórral dúsított energiaszelet aroma-összetételét is megvizsgáltam. A minták különböző ízesítésűek voltak, a magyar márkától a következők: epres (CEBE), meggyes (CEBM) és csokis (CPBCS), míg a cseh gyártó esetén pedig csokoládé-narancs (SPBCSN), csokoládé-meggy (SPBCSM), kakaó-szezám (SPBKSZ), illetve mogyoróvaj-fahéj (SPBMF).

4.6.1. A hazai márká energiaszeleteinek aroma-összetétele

Az ízesített energiaszeletekben a rovar részben zsírtalanított por formájában volt jelen, melyet a termék 5%-ban tartalmazott. A tücsökpórral dúsított mintában mindössze 15 illatkomponenst azonosítottam, az energiaszeletekben ennél jóval többet, köszönhetően a különböző ízesítéseknek. Az epres szeletben 59, a meggyesben 55, míg a csokis szeletben 43 aromakomponenst sikerült detektálni. A komponenseket tartalmazó táblázat a **14. Mellékletben** látható. Az azonosított illatanyagok ebben az esetben is több különböző vegyületcsoportba tartoztak, mint például terpének, nitrogén- és oxigéntartalmú heterociklusos vegyületek, benzolgyűrűs vegyületek, alkoholok, aldehidek, ketonok, észterek, savak és szénhidrogének. A terület százalékos összetétel figyelembevételével, legnagyobb csúcsterülettel az észterek és a savak jelentek meg. A tücsök porban és a csokis szeletben a savak (37,13% és 35,74%), az epres és meggyes szeletekben pedig az észterek (51,08% és 48,76%) voltak a domináns

vegyületcsoportok. A mérések során kimutathatóak voltak olyan komponensek, melyek az összes, vagy több mintában is detektálhatóak voltak. A korábbi fejezetekben közölt, gyümölcs ízesítésű szeleteknél a gyümölcsből származó aromakomponensek azonosítása volt a célom, ebben a típusú energiaszelet csoportban pedig a rovar felhasználás illékony jelző komponenseit szerettem volna kimutatni. Egy tanulmány (Perez-Santaescolastica et al., 2023), mely hét, hőkezelést nem kapott ehető rovarfaj aromaprofiljait hasonlította össze megállapította, hogy az illékony komponensek összes csúcsterülete nagyon változékony volt, még az ugyanazon családba tartozó rovarok között is. A hét faj esetében a domináns észter vegyület az etil-acetát volt, azonban azt is felfedezték, hogy az egyik minta nagy mennyiségben tartalmazott etil-oktanoátot, mely annak köszönhető, hogy ebben a fajban az oktánsav szintje magas volt és az etil-oktanoát az oktánsav és az etanol reakciója során képződik. Az etil-acetátot én is detektáltam mindegyik energiaszeletben, azonban a tücsökpörben nem volt jelen ez a vegyület. A savak közül az ecetsav, az oktánsav és a dekánsav volt kimutatható mindegyik mintában. Az ecetsav fontos alapvegyület, melyet elsősorban élelmiszer-tartósítószerként használnak. Egy tiszta, színtelen, maró hatású karbonsav, savanyú ízzel és csípős szaggal. A legtöbb, ehető rovar aroma-összetételével foglalkozó tanulmány (Yener et al., 2024) megállapította, hogy az ecetsav az ehető rovarok egyik fő illékony savkomponense, mely jelentős mértékben hozzájárul az aromaprofiljuk kialakításához. A rovarok bélmikrobiótája ugyanis részt vesz különböző fermentációs folyamatokban, melyek során ecetsav szabadul fel, így ez a vegyület természetes módon is jelen van a rovarokban. Az oktánsavat és a dekánsavat szintén nagy mennyiségben detektálták a már korábbiakban hivatkozott tanulmányban (Perez-Santaescolastica et al., 2023), mely a hét különböző ehető rovarfaj komponenseit hasonlította össze. Az irodalmi adatok és méréseim alapján ezek a vegyületek lehetnek azok, melyek a rovar-eredetet jelezhetik. Azonban az egyik legjellegzetesebb vegyület, amivel igazolhatjuk a rovar jelenlétét a termékekben, az az acetamid, mivel ez számos tanulmány szerint (Chen et al., 1998; Köll et al., 1991) egy kitin bomlástermék (**13. ábra**). Irodalmi adatok alapján (Zeng et al., 2015) a kitin vákuumban történő pirolízise során is a keletkező fő illékony vegyület az acetamid volt, azonban ezt a vegyületet csak magában a tücsökpörben tudtam azonosítani a többi mintában nem. Érdekes módon a cseh márkától vásárolt termékek mindegyikében azonosítható volt ez a nitrogéntartalmú vegyület. Ez valószínűleg a szeletekben felhasznált rovarpor eltérő mennyiségének köszönhető: míg a magyar gyártású energiaszeletekben 5% részben zsírtalanított tücsökpört használtak, a cseh termékekben 10, illetve 20% tücsöklisztet. A tárgyalt komponenseken kívül még 3 olyan vegyület volt, melyek az összes mintában megjelentek. A terpének közül a D-limonén, a benzolgyűrűs vegyületek közül a benzaldehid, illetve alkoholok közül a propilén-glikol.

13. ábra: Az acetamid, mint a kitin polimer alkotója
(Forrás: Das. et al., 2016)



Egy kutatásban (Perez-Santaescolastica et al., 2022), mely az ehető rovarok ízét és illékony komponenseit vizsgálta, szintén kimutatták a limonént és a benzaldehidet. A limonén a rovarok növényfogyasztásából származhat, és számos előnyös egészségügyi tulajdonsággal rendelkezik, emellett ez a vegyület a rovarokban védelmet is nyújthat a ragadozókkal szemben. A benzaldehid egy elágazó aldehid, mely főként a Maillard-reakció és a Stecker-lebomlás során képződhet, és az említett kutatásban az egyik leggyakrabban kimutatott aldehidek közé tartozott. Így ezek a vegyületek is lehetnek a rovar-eredet marker vegyületei.

A tücsökpor illataktív vegyületekben szegénynek bizonyult. Az olfaktometriás mérés során egyedül egy pörkölt, égett szagú ismeretlen vegyület volt érzékelhető gyenge intenzitással, valamint a 3-metilbutanal illatjellege nem volt felismerhető. Két energiaszeletben azonosítható volt olyan illatjellege, amelyen ízesítéssel az adott termék rendelkezett. A meggyes szeletben 3 vegyület – az izoamil-acetát, a metil-hexanoát és az izoamil-alkohol – illata volt gyenge intenzitású meggy jellegű, míg a csokis szeletben a 3-metilbutanal közepes intenzitással, csokoládé, karamell illattal volt detektálható. Az olfaktometriás mérések eredményei a **15. Mellékletben** láthatóak.

4.6.2. A cseh márka energiaszeleteinek aroma-összetétele

A cseh gyártótól vásárolt tücsökporban 25 aromakomponenst sikerült detektálni, melyek közül 4-et nem sikerült minőségileg azonosítani. Hasonlóan a magyar márkához, az energiaszeletekben ennél több vegyület volt jelen: a csoki-narancs szeletben 34, a csoki-meggy szeletben 35, a kakaó-szezám szeletben 29, míg a mogyoróvaj-fahéj szeletben 42 azonosított komponens volt, emellett az utolsó három minta tartalmazott ismeretlen vegyületeket is. A komponenseket ábrázoló táblázat a **16. Mellékletben** található. A vegyületek közül összesen 2 olyan jelent meg, amely mindegyik mintában detektálható volt, ezek az acetamid és az ecetsav

voltak. A hazai márka esetén is említett acetamid (más néven etánamid vagy ecetsav-amid) a karboxamidok csoportjába tartozó szerves vegyület. Az ecetsav és ammónia kondenzációja során keletkezik, szobahőmérsékleten szilárd, vízben jól oldódó, gyengén savas vegyület. Természetes előfordulását a vörös céklában detektálták (Al-Ostoot et al., 2021). A vegyület ebben az esetben valószínűleg a kitin hőbomlásából származik. A kitin a gombák és élesztők sejtfalának egyik alapvető szerkezeti anyaga, továbbá az ízeltlábúak külső vázának legfontosabb szénhidrát-alkotórésze. Számos tanulmány szól a kitin pirolíziséről, közülük egyet kiemelve (Zeng et al., 2015), ahol gyors pirolízisnek vetették alá a kitint, hogy illékony vegyületeket állítsanak elő, a fő illékony termék ebben az esetben is az acetamid volt, amely ezáltal lényegesen alátámasztja a rovar-eredetet a termékekben. Ahogy azt az előző fejezetben leírtam, a magyar márkától vásárolt szeletekben az acetamid jelenléte nem volt kimutatható, csak magában a tücsökporban, míg a cseh márkánál mindegyik mintában jelen volt (**17. Melléklet**). Ez a különbség valószínűleg a termékek tücsökliszt tartalmával és a rovar feldolgozási módjával lehet összefüggésben. Míg a magyar márkánál részben zsírtalanított tücsökpórt használtak 5%-os arányban, addig a cseh gyártó termékeiben tücsöklisztet 10%-os (csoki-narancs és csoki-meggy szeletek), illetve 20%-os (kakaó-szezám és mogyoróvaj-fahéj szeletek) mennyiségben. Így valószínűsíthető, hogy a zsírtalanításkor olyan zsírdékony komponensek is távoztak, melyek az acetamid kialakulásában szerepet játszhatnak. Emellett a magasabb tücsökliszt-tartalom önmagában is növeli a rovareredetű komponensek mennyiségét. A másik közös aromavegyület, amelyik mindegyik mintában megjelent, az ecetsav volt. Ez egy tiszta állapotban erősen maró hatású szerves sav, amelyet jellegzetes csípős szag és égető íz jellemez. Kis mennyiségben megtalálható a tenger- és esővízben, valamint egyes növények és állatok nedveiben is. Számos biológiai folyamatban fontos szerepet játszik, emellett cukrot tartalmazó növényi nedvek, baktériumok és gombák közreműködésével könnyen átalakulhat híg ecetsavvá. Már hosszú ideje alkalmazzák az élelmiszeriparban a mikrobiális növekedés gátlására és savanyítóanyagként. Egy tanulmányban (Min et al., 2025), amiben ehető rovarokat vizsgáltak, mint fenntartható élelmiszer-forrásokat, megállapították, hogy az ecetsav a legtöbb rovarban azonosítható, míg egy másik kutatás (Umebara et al., 2024) szerint ez a vegyület volt az egyik legnagyobb mennyiségben jelen mindkét vizsgált tücsöklisztben. Ezekon a komponenseken kívül még 3 olyan vegyület jelent meg, amely kettő vagy annál több mintában is detektálható volt. Terpének közül a D-limonén, alkoholok közül a pentanol és az ecetsavon túl a hexánsav is. A D-limonén a tücsökporban a rovarok növényfogyasztásából származhat, míg a csoki-narancs szeletben nagy intenzitása (75,59%) az ízesítésként használt narancslé koncentrátumból és narancsolajból. A hexánsav az olajsav oxidációjának terméke, ennek

telítetlensége miatt különösen hajlamos oxidációra és az egyik legdominánsabb zsírsav a lisztbogárban (Yener et al., 2024). Emellett már korábban kimutatták szárított sárga lisztbogárlárvában, házi tücsökben és óriás vízipoloskákban is (Yener et al., 2024). Összességében valószínűsíthető, hogy ezek a vegyületek lehetnek főleg a rovar-eredet marker vegyületei.

A szaglással érzékelhető illatvegyületek tekintetében ebben a tücsökporban is kevés, mindössze 4 komponens jelent meg, közülük erős sült, égett illattal az etil-triklóracetát. Az energiaszeletekben szinte mindegyik mintában kimutathatók voltak olyan illékony vegyületek, amelyek az alkalmazott ízesítésre utalnak. A csoki-narancs mintában az oktanal közepes intenzitású narancs illatú, míg egy ismeretlen vegyület gyenge tejsokoládé illatú volt, a csoki-meggy szeletben pedig erős tejsokoládé illattal a vanillin jelentkezett. A kakaó-szezám mintában nem volt az ízesítésre utaló illatvegyület, azonban a hexanol gyenge gyümölcsös illatú, a feniletil-alkohol pedig gyenge virágos illatú volt. A mogyoróvaj-fahéj ízesítésű szeletben több olyan komponens is érezhető volt szaglással, amilyen a szelet ízesítése volt, mint például a 2,6-dimetilpirazin gyenge pörkölt földimogyoró, emellett 2 ismeretlen vegyület gyenge fahéj, illetve csokoládé, mogyoróvaj illattal rendelkezett. A mérések eredményei a **18. Mellékletben** láthatóak.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Kutatásom során öt különböző gyümölcs ízű energiaszelet, valamint tücsökporral dúsított energiaszeletek aroma-profilját és illataalkotó vegyületeit vizsgáltam annak érdekében, hogy megállapítsam azokat a legjellegzetesebb komponenseket, amelyek a szeletek karakterisztikus illatának kialakításában fontos szerepet játszanak, illetve a gyümölcs-eredetet vagy a rovar-eredetet igazoló marker vegyületek lehetnek.

A narancsos szeletek esetében a legtöbb azonosított vegyület a terpének csoportjába tartozott, ezen belül is a D-limonén és a β -mircén jelent meg a legnagyobb csúccsal a kromatogramokon mindegyik mintánál. A D-limonén a citrusfélék jellegzetes aromaalkotója, ezáltal a gyümölcs-eredet jelzője. Az aldehidek közül megjelent oktanallal együtt, hiszen ez is jellegzetes vegyület különféle citrus-, illetve narancsolajokban. Intenzív megjelenésük a termékekben felhasznált aromának, narancslé koncentrátumnak és narancsolajnak tulajdonítható. Az olfaktometriás mérések is ezt igazolják, hiszen a D-limonén és az oktanal jelent meg narancs-illattal a vizsgált mintákban.

A banán gyümölcsben és banán ízesítésű szeletben az észterek jelentek meg legnagyobb mennyiségben. A szeletben legintenzívebb csúccsal az izoamil-acetát (más néven banán olaj) volt detektálható, azonban ez a vegyület a gyümölcsben nem volt jelen. Ez alátámasztja azt a tényt, hogy az energiaszeletben a banán ízt aroma kiegészítésével és nem gyümölcs vagy szárítmány formájában hozzáadva alakították ki. Mindkét minta esetében volt kifejezetten banán illatú: a gyümölcsben a hexil-acetát gyenge intenzitással, a BUPBB jelű mintában pedig az izoamil-acetát erős intenzitással.

Az almás energiaszeletek esetében is az észterek voltak a legnagyobb mennyiségben azonosítható vegyületcsoport, azonban mindegyik mintában más-más komponens jelent meg a legnagyobb százalékban. Az alma gyümölcsben a 2-metilbutil-acetát, amely számos almafajta egyik fő összetevője és az olfaktometriás mérések során is alma illattal jelentkezett. Ezen kívül a hexil-acetát, amely két másik mintában (alma-fahéj és almás pite szelet) is azonosítható volt. Az etil-acetát a gyümölcsben, valamint az almás és az alma-fahéj szeletekben volt detektálható, így főként ezek a vegyületek lehetnek az alma-eredetet igazoló komponensek.

A meggyes szeleteknél legnagyobb csúccsal a benzaldehid jelent meg mindegyik mintában, amely a meggy egy fontos aromaalkotó vegyülete. Ugyan kis koncentrációban, de a gyümölcsben és a szeletekben is azonosítható volt a benzil-alkohol. Ezenkívül az etil-alkohol és az oktánsav is detektálható volt a gyümölcsben, valamint a CEBM és SEBM mintákban. Ezáltal ezek a vegyületek lehetnek a gyümölcs jelenlétének igazolására alkalmasak.

Kifejezetten meggyes illattal csak egy mintában (CEBM) jelentek meg komponensek, melyek az izoamil-acetát, a metil-hexanoát és az izoamil-alkohol voltak, azonban ezek közül a gyümölcsben egyiket sem tudtam azonosítani.

Az epres szeletek esetében két észter: az etil-butanoát és az etil-2-metilbutanoát, valamint három sav: az ecetsav, a hexánsav és az oktánsav jelent meg a gyümölcsben, illetve mind a 6 energiaszeletben. Méréseim és az irodalmi adatok alapján így főleg ezek a vegyületek az eper gyümölcs-eredetet jelző komponensei. Az etil-2-metilbutanoát erős epres illattal jelentkezett az eper olfaktometriás mérése során.

A hazai márkájú tücsökporral dúsított energiaszeletek esetén, magában a porban és a csokis szeletben a savak, a meggyes és az epres szeletekben pedig az észterek jelentek meg legnagyobb koncentrációban. Az etil-acetát a rovarok jellegzetes aromaalkotó vegyülete, azonban ezt csak a három szeletben azonosítottam, emellett az ecetsav és az oktánsav mindegyik mintában előfordult, melyek irodalmi adatokkal alátámasztva a rovarok fő illékony vegyületei közé tartoznak. A cseh márká esetében az acetamid volt a domináns komponens, mely egy kitin bomlástermék, ez a vegyület azonban a magyar márká esetében egyik energiaszeletben sem volt benne. Ez annak köszönhető, hogy a magyar márkájú szeletekben részben zsírtalanított tücsökport használtak 5%-ban, míg a másikonál ez 10-20% volt, így a zsírtalanításkor is távozhattak illékony komponensek, illetve a kisebb mennyiség is befolyásoló tényező lehetett.

A jövőbeni kutatások során érdemes lenne nagyobb számú energiaszelet vizsgálatba vonása, illetve kiterjeszteni azt más gyümölcsfajok, illetve gyümölcsös termékek aromaprofilozására is. Emellett azt is részletesebben lehetne vizsgálni, hogy különböző feldolgozási módszerek hogyan hatnak ezen energiaszeletek aromakomponenseire, például a hőkezelés, fagyasztás, szárítás vagy esetleg a hosszabb idejű tárolás. Kifejezetten a tücsökporral dúsított szeletek esetében tartom fontosnak a profilozás továbbfejlesztését, illetve az aromavegyületek viselkedésének vizsgálatát, hiszen ezt az alternatív fehérjeforrást szerintem még nem minden fogyasztó tudta elfogadni teljes mértékben, így a részletesebb kutatások és a komponensek feltérképezése hozzájárulhat a fogyasztói elfogadottsághoz és ezáltal a termékek piacképességének növeléséhez.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Az egészségtudatos életmód iránti növekvő érdeklődés, valamint a kényelmi termékek és az aktív életvitel térhódítása jelentős hatást gyakorolt az étkezéshelyettesítő élelmiszerek globális piacára. Az utóbbi években a magas fehérjetartalmú energiaszeletek az élelmiszeripar egyik legdinamikusabban fejlődő termékkategóriájává váltak.

Szakedolgozatom témájául ezért választottam az energiaszeletek érzékszervi tulajdonságainak – elsősorban az illatuknak – a vizsgálatát. Célom az volt, hogy a különböző eredetű és mennyiségű fehérjetartalommal rendelkező, elsősorban gyümölcsös energiaszeletekben kimutassam azokat az illékony aromakomponenseket, melyek döntő szerepet játszanak a termékek jellegzetes illatának kialakításában. Ehhez GC-MS-O, azaz gázkromatográfiás-tömegspektrometriás-olfaktometriás műszeregyüttest alkalmaztam, mely lehetővé teszi az illóanyagok elválasztását, azonosítását és az emberi szaglás által érzékelhető aromakomponensek detektálását is.

Kutatásom során öt különböző gyümölcsízű, valamint hazai és cseh márkájú, tücsökporral dúsított energiaszeletek aroma-profiljának és illékony komponenseinek vizsgálata mellett azt is meg szerettem volna határozni, hogy melyek azok a vegyületek, amelyek a gyümölcs- és rovareredetű igazolható marker komponensek lehetnek. Eredményeim tekintetében a gyümölcsízű szeletek esetében az illékony vegyületek főként a terpének és az észterek csoportjába tartoztak. A narancsos termékekben a D-limonén és a β -mircén, a banános szeletekben az izoamil-acetát, míg az almás termékekben a 2-metilbutil-acetát és a hexil-acetát voltak meghatározóak. A meggyes szeletekben a benzaldehid, az epres változatokban pedig az etil-butanoát és az etil-2-metilbutanoát bizonyultak jellegzetes aromaalkotóknak.

A tücsökporral dúsított szeletekben a savak és egyes észterek domináltak, közülük az ecetsav, az oktánsav és az etil-acetát voltak a legjellemzőbb vegyületek, amelyek irodalmi adatok alapján a rovarok fő illékony komponensei közé tartoznak. A cseh márkájú termékben az acetamid, mint a kitin bomlásából származó vegyület szintén meghatározó komponens volt.

A jövőbeni kutatások során érdemes lenne a vizsgálatokat kiterjeszteni nagyobb számú minta bevonásával, további gyümölcsfajokra és -fajtákra, valamint feldolgozási eljárásokra is. Különösen a tücsökporral dúsított termékek esetében lenne fontos az aroma-komponensek viselkedésének részletesebb tanulmányozása, amely hozzájárulhat a fogyasztói elfogadottság növeléséhez és az alternatív fehérjeforrásokat tartalmazó termékek piaci bevezetésének támogatásához.

7. IRODALOMJEGYZÉK

- Aakash Gill, Ganga Sahay Meena, 2020. Formulation of functional energy bars using dairy and non-dairy ingredients: A review. ResearchGate. <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i6s.10946>
- Abouelenein, D., Acquaticci, L., Alessandrini, L., Borsetta, G., Caprioli, G., Mannozi, C., Marconi, R., Piatti, D., Santanatoglia, A., Sagratini, G., Vittori, S., Mustafa, A.M., 2023. Volatile Profile of Strawberry Fruits and Influence of Different Drying Methods on Their Aroma and Flavor: A Review. *Molecules* 28, 5810. <https://doi.org/10.3390/molecules28155810>
- Alfheaid, H.A., Barakat, H., Althwab, S.A., Musa, K.H., Malkova, D., 2023. Nutritional and Physicochemical Characteristics of Innovative High Energy and Protein Fruit- and Date-Based Bars. *Foods* 12, 2777. <https://doi.org/10.3390/foods12142777>
- Al-Ostoot, F.H., Zabiulla, Salah, S., Khanum, S.A., 2021. Recent investigations into synthesis and pharmacological activities of phenoxy acetamide and its derivatives (chalcone, indole and quinoline) as possible therapeutic candidates. *J. Iran. Chem. Soc.* 18, 1839–1875. <https://doi.org/10.1007/s13738-021-02172-5>
- Álvarez, S., Riera, F.A., Álvarez, R., Coca, J., 1998. Permeation of apple aroma compounds in reverse osmosis. *Sep. Purif. Technol.* 14, 209–220. [https://doi.org/10.1016/S1383-5866\(98\)00076-8](https://doi.org/10.1016/S1383-5866(98)00076-8)
- Az Európai Parlament és a Tanács, 2019. TÁRGY, HATÁLY ÉS FOGALOMMEGHATÁROZÁSOK.
- Balasubramanian, S., Panigrahi, S., 2011. Solid-Phase Microextraction (SPME) Techniques for Quality Characterization of Food Products: A Review. *Food Bioprocess Technol.* 4, 1–26. <https://doi.org/10.1007/s11947-009-0299-3>
- Benjakul, S., Pisuchpen, S., O'brien, N., Karnjanapratum, S., 2019. EFFECT OF ANTIOXIDANTS AND PACKING CONDITIONS ON STORAGE STABILITY OF CEREAL BAR FORTIFIED WITH HYDROLYZED COLLAGEN FROM SEABASS SKIN. *Ital. J. Food Sci.* 31. <https://doi.org/10.14674/IJFS-1211>
- Brattoli, M., Cisternino, E., Dambruoso, P.R., De Gennaro, G., Giungato, P., Mazzone, A., Palmisani, J., Tutino, M., 2013. Gas Chromatography Analysis with Olfactometric Detection (GC-O) as a Useful Methodology for Chemical Characterization of Odorous Compounds. *Sensors* 13, 16759–16800. <https://doi.org/10.3390/s131216759>
- Brattoli, M., Gennaro, G.D., Pinto, V.D., Loiotile, A.D., Lovascio, S., Penza, M., 2011. Odour Detection Methods: Olfactometry and Chemical Sensors. *Sensors* 11, 5290–5322. <https://doi.org/10.3390/s110505290>
- Cameleyre, M., Lytra, G., Tempere, S., Barbe, J.-C., 2017. 2-Methylbutyl acetate in wines: Enantiomeric distribution and sensory impact on red wine fruity aroma. *Food Chem.* 237, 364–371. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.05.093>
- Caputi, L., Aprea, E., 2011. Use of Terpenoids as Natural Flavouring Compounds in Food Industry. *Recent Pat. Food Nutr. Agric.* 3, 9–16. <https://doi.org/10.2174/2212798411103010009>
- Catalano, A., Mariconda, A., D'Amato, A., Iacopetta, D., Ceramella, J., Marra, M., Saturnino, C., Sinicropi, M.S., Longo, P., 2024. Aldehydes: What We Should Know About Them. *Organics* 5, 395–428. <https://doi.org/10.3390/org5040021>
- Chapat, M.A., El Mountassir, F., Atanasova, B., Thomas-Danguin, T., Le Bon, A.M., Perrut, A., Ferry, B., Duchamp-Viret, P., 2012. Interactions of odorants with olfactory receptors and receptor neurons match the perceptual dynamics observed for woody and fruity odorant mixtures. *Eur. J. Neurosci.* 35, 584–597. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2011.07976.x>
- Chen, F., Nollet, L.M.L., 2010. HANDBOOK OF FRUIT AND VEGETABLE FLAVORS.
- Chen, J., Wang, M., Ho, C.T., 1998. Volatile Compounds Generated from Thermal Degradation of N-Acetylglucosamine. *J. Agric. Food Chem.* 46, 3207–3209. <https://doi.org/10.1021/jf980129g>
- Chen, L., Li, D., Hao, D., Ma, X., Song, S., Rong, Y., 2020. Study on chemical compositions, sensory properties, and volatile compounds of banana wine. *J. Food Process. Preserv.* 44, e14924. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14924>
- Chen, L., Li, K., Chen, H., Li, Z., 2023. Reviewing the Source, Physiological Characteristics, and Aroma Production Mechanisms of Aroma-Producing Yeasts. *Foods* 12, 3501. <https://doi.org/10.3390/foods12183501>

- Clark, G.S., 2016. Benzaldehyde [WWW Document]. Perfum. Flavorist. URL <https://www.perfumerflavorist.com/fragrance/ingredients/article/21860816/benzaldehyde> (accessed 10.25.25).
- Conway, A., Jaiswal, S., Jaiswal, A.K., 2024. The Potential of Edible Insects as a Safe, Palatable, and Sustainable Food Source in the European Union. *Foods* 13, 387. <https://doi.org/10.3390/foods13030387>
- Das, S., Roy, D., Sen, R., 2016. Utilization of Chitinaceous Wastes for the Production of Chitinase, in: *Advances in Food and Nutrition Research*. Academic Press, pp. 27–46. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2016.04.001>
- Dixon, J., Hewett, E.W., 2000. Factors affecting apple aroma/flavour volatile concentration: A Review. *N. Z. J. Crop Hortic. Sci.* 28, 155–173. <https://doi.org/10.1080/01140671.2000.9514136>
- Dragomir, N., Grigore, D.-M., Pogurschi, E.N., 2025. Beyond Sugar: A Holistic Review of Sweeteners and Their Role in Modern Nutrition. *Foods* 14, 3182. <https://doi.org/10.3390/foods14183182>
- Duda-Seiman, C., Mititelu-Tartau, L., Biriescu, S., Almășan, A.-L., Bitu, B.-O., Bucur, A.-I., Luca, A., Hoinoiu, B., Hoinoiu, T., 2025. A Comprehensive Study on the Nutritional Profile and Shelf Life of a Custom-Formulated Protein Bar Versus a Market-Standard Product. *Foods* 14, 2141. <https://doi.org/10.3390/foods14122141>
- Elias, N., Wahab, R.A., Chandren, S., Abdul Razak, F.I., Jamalis, J., 2019. Effect of operative variables and kinetic study of butyl butyrate synthesis by *Candida rugosa* lipase activated by chitosan-reinforced nanocellulose derived from raw oil palm leaves. *Enzyme Microb. Technol.* 130, 109367. <https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2019.109367>
- Espino-Díaz, M., González-Aguilar, G., 2016. Biochemistry of apple aroma: A review. *Food Technol. Biotechnol.* 54. <https://doi.org/10.17113/ftb.54.04.16.4248>
- Farajzadeh D., Golmakani M. T., 2011. Formulation and experimental production of energy bar and evaluating its shelf-life and qualitative properties.
- Farouk Abdel-salam, F., Mohamed Ibrahim, R., Ik Ali, M., 2022. Formulation and Evaluation of High Energy-protein Bars as a Nutritional Supplement for Sports Athletics. *Am. J. Food Sci. Technol.* 10, 53–65. <https://doi.org/10.12691/ajfst-10-1-8>
- Felipe, L.D.O., Paulino, B.N., Sales, A., Molina, G., Bicas, J.L., 2019. Production of Food Aroma Compounds (Microbial and Enzymatic Methodologies), in: Bordiga, M., Nollet, L.M.L. (Eds.), *Food Aroma Evolution*. CRC Press, 1st edition. | Boca Raton : CRC Press, 2019. | Series: Food analysis & properties, 2475-7551, pp. 293–306. <https://doi.org/10.1201/9780429441837-15>
- Feng, S., Suh, J.H., Gmitter, F.G., Wang, Y., 2018. Differentiation between Flavors of Sweet Orange (*Citrus sinensis*) and Mandarin (*Citrus reticulata*). *J. Agric. Food Chem.* 66, 203–211. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b04968>
- Fritz, K.S., Petersen, D.R., 2013. An overview of the chemistry and biology of reactive aldehydes. *Free Radic. Biol. Med., Methods in Lipid Oxidation* 59, 85–91. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2012.06.025>
- Genovese, A., 2023. Flavor Chemistry and Technology: The Challenges of Working with Flavors in the Food Industry. *Appl. Sci.* 13, 12402. <https://doi.org/10.3390/app132212402>
- Gou, M., Bi, J., Chen, Q., Wu, X., Fauconnier, M.-L., Qiao, Y., 2023. Advances and Perspectives in Fruits and Vegetables Flavor Based on Molecular Sensory Science. *Food Rev. Int.* 39, 3066–3079. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.2005088>
- IOFI, 2011. Guidelines for the quantitative gas chromatography of volatile flavouring substances, from the Working Group on Methods of Analysis of the International Organization of the Flavor Industry (IOFI). *Flavour Fragr. J.* 26, 297–299. <https://doi.org/10.1002/ffj.2061>
- J. Hatakeyama, A. J. Taylor, 2016. Food Aroma - an overview | ScienceDirect Topics [WWW Document]. URL <https://www.sciencedirect.com/topics/food-science/food-aroma> (accessed 10.19.25).
- J. Piggott, 2011. Alcoholic beverages: Sensory evaluation and consumer research | Request PDF [WWW Document]. ResearchGate. URL https://www.researchgate.net/publication/295760501_Alcoholic_beverages_Sensory_evaluati_on_and_consumer_research (accessed 11.7.25).

- Ji, L., Srzednicki, G., 2015. EXTRACTION OF AROMATIC COMPOUNDS FROM BANANA PEELS. *Acta Hort.* 541–546. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1088.99>
- Jia, X., Ren, J., Zhang, Z., Zhang, N., An, Q., Li, M., Pan, S., Fan, G., Yang, J., Feng, Y., Yang, Z., Xu, Y., 2024. Characterizing and decoding the key odor-active compounds in fresh, pasteurized, and high pressure processing sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) juice. *Talanta* 278, 126416. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2024.126416>
- Joann P., Terry L. C., 2007. *Sensory Factors and Consumer Behavior*.
- Jordán, M.J., Tandon, K., Shaw, P.E., Goodner, K.L., 2001. Aromatic Profile of Aqueous Banana Essence and Banana Fruit by Gas Chromatography–Mass Spectrometry (GC-MS) and Gas Chromatography–Olfactometry (GC-O). *J. Agric. Food Chem.* 49, 4813–4817. <https://doi.org/10.1021/jf010471k>
- Kamatou, G.P.P., Viljoen, A.M., 2008. Linalool – a Review of a Biologically Active Compound of Commercial Importance. *Nat. Prod. Commun.* 3, 1934578X0800300727. <https://doi.org/10.1177/1934578X0800300727>
- Kataoka, H., Lord, H.L., Pawliszyn, J., 2000. Applications of solid-phase microextraction in food analysis. *J. Chromatogr. A* 880, 35–62. [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(00\)00309-5](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(00)00309-5)
- Kimmerer, T.W., MacDonald, R.C., 1987. Acetaldehyde and Ethanol Biosynthesis in Leaves of Plants 1. *Plant Physiol.* 84, 1204–1209. <https://doi.org/10.1104/pp.84.4.1204>
- Köll, P., Borchers, G., Metzger, J.O., 1991. Thermal degradation of chitin and cellulose. *J. Anal. Appl. Pyrolysis, Proceedings of the 9th International Conference on Fundamentals Aspects, Analytical Techniques, Processes and Applications of Pyrolysis* 19, 119–129. [https://doi.org/10.1016/0165-2370\(91\)80038-A](https://doi.org/10.1016/0165-2370(91)80038-A)
- Lanciotti, R., Belletti, N., Patrignani, F., Gianotti, A., Gardini, F., Guerzoni, M.E., 2003. Application of Hexanal, (*E*)-2-Hexenal, and Hexyl Acetate To Improve the Safety of Fresh-Sliced Apples. *J. Agric. Food Chem.* 51, 2958–2963. <https://doi.org/10.1021/jf026143h>
- Levaj, B., Dragovi, V., Delonga, K., Kovaevi, K., Banovi, M., Bursa, D., 2010. Polyphenols and Volatiles in Fruits of Two Sour Cherry Cultivars, Some Berry Fruits and Their Jams.
- Li, H., Brouwer, B., Oud, N., Verdonk, J.C., Tikunov, Y., Woltering, E., Schouten, R., Pereira Da Silva, F., 2021. Sensory, GC-MS and PTR-ToF-MS profiling of strawberries varying in maturity at harvest with subsequent cold storage. *Postharvest Biol. Technol.* 182, 111719. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2021.111719>
- Lin, H., Li, Z., Sun, Y., Zhang, Y., Wang, S., Zhang, Q., Cai, T., Xiang, W., Zeng, C., Tang, J., 2024. D-Limonene: Promising and Sustainable Natural Bioactive Compound. *Appl. Sci.* 14, 4605. <https://doi.org/10.3390/app14114605>
- Małeckci, J., Tomasevic, I., Djekic, I., Sołowiej, B.G., 2020. The Effect of Protein Source on the Physicochemical, Nutritional Properties and Microstructure of High-Protein Bars Intended for Physically Active People. *Foods* 9, 1467. <https://doi.org/10.3390/foods9101467>
- María A. L., Maria A. S., 2005. (PDF) Production of Food Aroma Compounds: Microbial and Enzymatic Methodologies. ResearchGate.
- McGinty, D., Lapczynski, A., Scognamiglio, J., Letizia, C.S., Api, A.M., 2010. Fragrance materials review on isoamyl alcohol. *Food Chem. Toxicol., A Safety Assessment of Saturated Branched Chain Alcohols when used as Fragrance Ingredients* 48, S102–S109. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2010.05.040>
- Min, Y.R., Nam, J.-K., Jang, H.W., 2025. Edible insects as sustainable food sources: extraction techniques, nutritional profiles, and volatile characteristics. *Anal. Sci. Technol.* 38, 74–88. <https://doi.org/10.5806/AST.2025.38.2.74>
- Mitiku, S. b., Sawamura, M., Itoh, T., Ukeda, H., 2000. Volatile components of peel cold-pressed oils of two cultivars of sweet orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) from Ethiopia. *Flavour Fragr. J.* 15, 240–244. [https://doi.org/10.1002/1099-1026\(200007/08\)15:4%253C240::AID-FFJ902%253E3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/1099-1026(200007/08)15:4%253C240::AID-FFJ902%253E3.0.CO;2-F)
- Mookherjee, B.D., Wilson, R.A., 2000. Benzyl Alcohol and β -Phenethyl Alcohol, in: *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*. John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/0471238961.0205142613151511.a01>
- Muro, E., Atilla-Gokcumen, G.E., Eggert, U.S., 2014. Lipids in cell biology: how can we understand them better? *Mol. Biol. Cell* 25, 1819–1823. <https://doi.org/10.1091/mbc.e13-09-0516>

- Natasha, B., 2019. Space Food Sticks went to the moon too - General Mills [WWW Document]. URL <https://www.generalmills.com/news/stories/space-food-sticks-went-to-the-moon-too> (accessed 11.15.24).
- Ohiagu, F., Chikezie, P., Chikezie, C., 2021. Toxicological Significance of Bioactive Compounds of Plant Origin. *Pharmacogn. Commun.* 11, 67–77. <https://doi.org/10.5530/pc.2021.2.15>
- Oz, A.T., Baktemur, G., Kargi, S.P., Kafkas, E., 2016. Volatile Compounds of Strawberry Varieties. *Chem. Nat. Compd.* 52, 507–509. <https://doi.org/10.1007/s10600-016-1690-8>
- Özen, M., Özdemir, N., Ertekin Filiz, B., Budak, N.H., Kök-Taş, T., 2020. Sour cherry (*Prunus cerasus* L.) vinegars produced from fresh fruit or juice concentrate: Bioactive compounds, volatile aroma compounds and antioxidant capacities. *Food Chem.* 309, 125664. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125664>
- Pan, X., Bi, S., Lao, F., Wu, J., 2023. Factors affecting aroma compounds in orange juice and their sensory perception: A review. *Food Res. Int.* 169, 112835. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112835>
- Perez-Santaescolastica, C., De Winne, A., Devaere, J., Fraeye, I., 2023. Comparing the aromatic profile of seven unheated edible insect species. *Food Res. Int.* 164, 112389. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.112389>
- Perez-Santaescolastica, C., De Winne, A., Devaere, J., Fraeye, I., 2022. The flavour of edible insects: A comprehensive review on volatile compounds and their analytical assessment. *Trends Food Sci. Technol.* 127, 352–367. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.07.011>
- Pesis, E., 2005. The role of the anaerobic metabolites, acetaldehyde and ethanol, in fruit ripening, enhancement of fruit quality and fruit deterioration. *Postharvest Biol. Technol.* 37, 1–19. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2005.03.001>
- Petersen, M.B., Poll, L., 1999. The influence of storage on aroma, soluble solids, acid and colour of sour cherries (*Prunus cerasus* L.) cv. Stevnsbær. *Eur. Food Res. Technol.* 209, 251–256. <https://doi.org/10.1007/s002170050488>
- Qin, L., Wei, Q.-P., Kang, W.-H., Zhang, Q., Sun, J., Liu, S.-Z., 2017. Comparison of Volatile Compounds in ‘Fuji’ Apples in the Different Regions in China. *Food Sci. Technol. Res.* 23, 79–89. <https://doi.org/10.3136/fstr.23.79>
- Ravina, P., 2025. Key Ingredients In Energy Bars What You Should Know [WWW Document]. URL <https://www.coherentmarketinsights.com> (accessed 10.18.25).
- Rentería-Martínez, O., Páez-Lerma, J.B., Rojas-Contreras, J.A., López-Miranda, J., Martell-Nevárez, M.A., Soto-Cruz, N.O., 2021. Enhancing isoamyl acetate biosynthesis by *Pichia fermentans* Mejorando la biosíntesis de acetato de isoamilo por *Pichia fermentans* 20.
- Salazar, N.A., Fiszman, S., Orrego, C.E., Tarrega, A., 2019. Evaluation of Some Ingredients and Energy Content on Front-of-Pack Cereal Bar Labeling as Drivers of Choice and Perception of Healthiness: A Case Study with Exercisers. *J. Food Sci.* 84, 2269–2277. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14726>
- Schmitt, M., Hasse, H., Althaus, K., Schoenmakers, H., Götze, L., Moritz, P., 2004. Synthesis of *n*-hexyl acetate by reactive distillation. *Chem. Eng. Process. Process Intensif., Special Issue on Distillation and Absorption* 43, 397–409. [https://doi.org/10.1016/S0255-2701\(03\)00124-7](https://doi.org/10.1016/S0255-2701(03)00124-7)
- Song, H., Liu, J., 2018. GC-O-MS technique and its applications in food flavor analysis. *Food Res. Int.* 114, 187–198. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.07.037>
- Spietelun, A., Kloskowski, A., Chrzanowski, W., Namieśnik, J., 2013. Understanding Solid-Phase Microextraction: Key Factors Influencing the Extraction Process and Trends in Improving the Technique. *Chem. Rev.* 113, 1667–1685. <https://doi.org/10.1021/cr300148j>
- s.r.l, A.S., 2022. The Growth of the Energy Bar Market in Europe [WWW Document]. URL <https://www.efmp.com/articles/the-growth-of-the-energy-bar-market-in-europe/?20251019194001256> (accessed 10.19.25).
- Sun, J., 2007. D-Limonene: Safety and Clinical Applications 12.
- Surendran, S., Qassadi, F., Surendran, G., Lilley, D., Heinrich, M., 2021. Myrcene—What Are the Potential Health Benefits of This Flavouring and Aroma Agent? *Front. Nutr.* 8. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.699666>
- Székelyhidi R., 2017. Magyar Kémikusok Lapja. *Magy. Kémikusok Lapja* ISSN 0025-0163 Print 15881199 (online). 72. évf. 9. sz. (2017). <https://doi.org/10.24364/MKL.2017.09>

- Tom, R., 2023. Protein Bars vs Energy Bars: Key Differences. Maximize Your Run. Potential RUNIVORE Rev. Diet Train. Race Strateg. URL <https://runivore.com/protein-bars-vs-energy-bars-guide-to-differences/> (accessed 10.18.25).
- Tormási, J., Benes, E., Kónya, É.L., Berki, M., Abrankó, L., 2025. Evaluation of protein quantity and protein nutritional quality of protein bars with different protein sources. *Sci. Rep.* 15, 9388. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-94072-4>
- Torres, S., Pandey, A., Castro, G.R., 2010. Banana flavor: insights into isoamyl acetate production.
- Tsykhanovska, I., Lazarieva, T., Stabnikova, O., Kupriyanov, O., Litvin, O., Yevlash, V., 2023. Potential benefits of functional antianemic energy bars. *Ukr. Food J.* <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2023-12-4-7>
- Tylewicz, U., Inchingolo, R., Rodriguez-Estrada, M.T., 2022. Chapter 9 - Food Aroma Compounds, in: Galanakis, C.M. (Ed.), *Nutraceutical and Functional Food Components (Second Edition)*. Academic Press, pp. 363–409. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85052-0.00002-7>
- Umebara, I., Akutsu, K., Kubo, M., Iijima, A., Sakurai, R., Masutomi, H., Ishihara, K., 2024. Analysis of Fatty Acid Composition and Volatile Profile of Powder from Edible Crickets (*Acheta domesticus*) Reared on Apple By-Products. *Foods* 13, 1668. <https://doi.org/10.3390/foods13111668>
- Urrutia, M., Rambla, J.L., Alexiou, K.G., Granell, A., Monfort, A., 2017. Genetic analysis of the wild strawberry (*Fragaria vesca*) volatile composition. *Plant Physiol. Biochem.* 121, 99–117. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2017.10.015>
- Verma, R.S., Padalia, R.C., Singh, V.R., Goswami, P., Chauhan, A., Bhukya, B., 2017. Natural benzaldehyde from *Prunus persica* (L.) Batsch. *Int. J. Food Prop.* 1–5. <https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1338728>
- Wei, Y., Zou, W., Shen, C.-H., Yang, J.-G., 2020. Basic flavor types and component characteristics of Chinese traditional liquors: A review. *J. Food Sci.* 85, 4096–4107. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15536>
- Yan, J., Ban, Z., Lu, H., Li, D., Poverenov, E., Luo, Z., Li, L., 2018. The aroma volatile repertoire in strawberry fruit: a review. *J. Sci. Food Agric.* 98, 4395–4402. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9039>
- Yener, S., Mishyna, M., Zhao, L., Velazco, O.N., Cadesky, L., Lakemond, C., Fogliano, V., 2024. Volatile compounds and quality changes of lesser mealworm larvae: effect of blanching, storage temperature and time. *J. Insects Food Feed* 11, 485–496. <https://doi.org/10.1163/23524588-00001051>
- Zang, X., Du, Q., Qu, R., Ye, D., Lu, Y., Liu, Y., 2022. Analysis of Volatile Aroma Compounds and Sensory Characteristics Contributing to Regional Style of Red Wines from Hexi Corridor Based on Sixteen Grape Varieties/Clones. *Fermentation* 8, 501. <https://doi.org/10.3390/fermentation8100501>
- Zeng, L., Hu, X., Gu, N., Fu, B., Qin, C., 2015. Investigation of volatile chemicals and their distributions from pyrolysis of chitin by FT-IR and GC-MS. *J. Anal. Appl. Pyrolysis* 112, 357–362. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2014.12.026>
- Zhu, X., Li, Q., Li, J., Luo, J., Chen, W., Li, X., 2018. Comparative Study of Volatile Compounds in the Fruit of Two Banana Cultivars at Different Ripening Stages. *Molecules* 23, 2456. <https://doi.org/10.3390/molecules23102456>
- Zlatic, E., Pichler, A., Lončarić, A., Vidrih, R., Požrl, T., Hribar, J., Piližota, V., Kopjar, M., 2017. Volatile compounds of freeze-dried sour cherry puree affected by the addition of sugars. *Int. J. Food Prop.* 20, S449–S456. <https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1299175>

Internetes források:

Internet 1: <https://uk.synergytaste.com/insights/are-your-protein-bars-built-to-last/>

Internet 2: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/energy-bar-market-report>

Internet 3: <https://www.alliedmarketresearch.com/energy-bar-market#methodology>

Ábrák és táblázatok jegyzéke

1. ábra: A Pillsbury által kifejlesztett első energiaszeletek	5
2. ábra: Energiaszeletek piacának helyzete 2020-2030 között	7
3. ábra: A 20 leggyakoribb ízesítés energiaszeletek esetén.....	14
4. ábra: Néhány fontos illatkomponens csoport.....	16
5. ábra: Az SPME mintavevő eszköz felépítése.....	20
6. ábra: Élelmiszerek aromavizsgálata GC-O módszerrel	21
7. ábra: A retenciós indexek számításához használt összefüggés	26
8. ábra: A limonén megjelenése a narancs és a narancs ízesítésű szeletek illó frakciójában (Forrás: saját szerkesztés)	29
9. ábra: Narancs jelleges vegyületek megjelenése a kromatogramokon	31
10. ábra: A legnagyobb intenzitással megjelenő észterek a banán és a banános szelet illó frakciójában	33
11. ábra: Banán jelleges vegyületek megjelenése a minták kromatogramján	35
12. ábra: A benzaldehid keletkezése cianogén glikozidokból	39
13. ábra: Az acetamid, mint a kitin polimer alkotója	47
1. táblázat: A vizsgált energiaszeletek.....	22

MELLÉKLETEK

1. Melléklet: A narancs és a narancsos szeletek aromakomponensei (Forrás: saját szerkesztés)

RI	Név	Terület%		
		narancs	RUPBN	SPBCSN
	Terpének	94,95	94,19	90,85
1103	α -pinén	0,26		
1158	β -fellandré	0,09		
1184	β -mircén	0,36	7,33	8,73
1226	D-limonén	93,43	85,48	75,63
1244	α -terpinolén		0,07	0,10
1458	α -kubebén			0,06
1489	limonén epoxid	0,15		0,58
1540	<i>transz</i> -citral			0,10
1563	linalool	0,12	1,18	1,06
1570	4-terpineol			0,11
1590	<i>cisz</i> -dihidrokarvon			0,27
1596	p-menth-1-en-9-al			0,14
1608	<i>transz</i> -dihidrokarvon			0,25
1677	α -terpineol		0,08	0,20
1686	4,11,11-trimetil-8-metilénbicyklo[7.2.0]undec-4-én			0,13
1725	dihidrokarveol			0,10
1734	α -kurkumén			0,45
1735	D-karvon		0,05	
1762	eremofilén	0,54		
1801	<i>cisz</i> -karveol			1,60
1831	<i>transz</i> -karveol			0,06
1852	5-izopropenil-2-metilén-ciklohexanol			0,09
1974	4-izopropenil-1-metil-1,2-ciklohexándiol (limonén-1,2-diol)			0,90
2191	8-hidroxilinalool			0,29
	Nitrogéntartalmú heterociklusos vegyületek		0,27	
1307	2,5-dimetil-pirazin		0,19	
1461	tetrametil-pirazin		0,08	
	Oxigéntartalmú heterociklusos vegyületek		0,84	1,00
1435	furfural			0,72
1561	5-metil-2-furánkarboxaldehid			0,05
1623	γ -butirolakton			0,23
1632	2-furánmetanol		0,84	
	Benzolgyűrűs vegyületek	0,67	0,98	0,79
1235	o-cimén		0,04	0,14
1511	6-(hidroxi-fenil-metil)-2,2-dimetil-ciklohexanon			0,65
1523	benzaldehyd		0,55	

1712	benzil-acetát		0,05	
1891	feniletil-alkohol		0,02	
1884	vanillin	0,67	0,24	
2211	piperonal		0,08	
	Alkoholok	3,11	1,20	0,11
1065	etil-alkohol	1,57		
1358	hexanol	0,32		
1395	<i>cisz</i> -3-hexenol	0,59		0,11
1417	<i>transz</i> -2-hexenol	0,63		
1563	propilén-glikol		1,01	
2247	glicerin		0,19	
	Aldehidek	0,46	0,41	0,27
1027	acetaldehid	0,17		
1138	hexanal	0,29		
1255	oktanal		0,22	0,19
1363	nonanal		0,07	
1473	dekanal		0,12	0,08
	Ketonok		0,88	0,05
993	aceton		0,40	
1011	2-butanon		0,13	
1300	6-metil-5-hepten-2-on		0,24	0,05
1541	1-hidroxi-2-propanon (acetol)		0,11	
	Észterek	0,58	0,18	0,59
986	metil-acetát			0,50
1107	etil-butanoát	0,46		
1440	oktil-acetát		0,05	
1489	butil-laktát		0,06	
1714	etil-3-hidroxihexanoát	0,12		
2032	triacetin		0,07	0,09
	Savak		0,98	6,34
1409	ecetsav		0,79	6,28
1813	hexánsav		0,08	
2011	oktánsav		0,11	0,06
	Szénhidrogének	0,23		
1091	2,6,8-trimetil-dekán	0,23		
	Ismeretlen vegyületek		0,07	
1025	ismeretlen		0,07	
Vegyületek száma:		17	30	33

2. Melléklet: A narancs és a narancsos szeletek aromaaktív vegyületei
(Forrás: saját szerkesztés)

Narancs

Név	Illatjelleg	Illatintenzitás
etil-butanoát	narancs*	közepes
D-limonén	narancs*	gyenge
ismeretlen	narancs*	gyenge
ismeretlen	gomba	gyenge
eremofilén	növényi	gyenge
vanillin	tejcsokoládé	erős

RUPBN narancsos szelet

Név	Illatjelleg	Illatintenzitás
2-butanon	mogyoró	közepes
β -mircén	ismeretlen	közepes
D-limonén	gyümölcsös, narancs*	gyenge
oktanal	narancs*	erős
2,5-dimetil-pirazin	ismeretlen	gyenge
ecetsav	ecet	gyenge
oktil-acetát	földes, pirított dió	közepes
dekanal	ismeretlen	gyenge
linalool	gyümölcsös, virágos	közepes
feniletíl-alkohol	virágos	gyenge
vanillin	tejcsokoládé	erős
oktánsav	pékség, sült	közepes
piperonal	ismeretlen	gyenge

SPBCSN narancsos-csokis szelet aromaaktív vegyületei

Név	Illatjelleg	Illatintenzitás
oktanal	narancs*	közepes
ecetsav	savanyú	gyenge
furfural	csokoládé	gyenge
α -kubebén	földes	gyenge
dekanal	földes	gyenge
linalool	virágos	gyenge
cisz-karveol	gyümölcsös, alma	gyenge
oktánsav	pékség, sült	gyenge

3. Melléklet: A banán és a banános energiaszelet aromakomponensei
(Forrás: saját szerkesztés)

RI	Név	Terület%	
		banán	BUPBB
	Terpének		0,14
1571	mentil-acetát		0,14
	Nitrogéntartalmú vegyületek		0,03
1456	3-etil-2,5-dimetil-pirazin		0,03
	Oxigéntartalmú heterociklusos vegyületek		0,14
1549	γ -butirolakton		0,14
	Benzolgyűrűs vegyületek	4,44	
1860	anetol	2,23	
1893	anetol	0,26	
2098	p-ánizsaldehid	0,05	
2113	<i>transz</i> -fahéjaldehid	1,37	
2196	eugenol	0,25	
2242	elemicin	0,28	
	Alkoholok	37,94	24,17
1041	1,3-butándiol		0,25
1077	etil-alkohol	0,97	
1166	2-pentanol	2,21	
1184	butanol	0,16	
1201	izoamil-alkohol	0,26	19,99
1371	hexanol	32,83	0,14
1392	<i>transz</i> -2-hexen-1-ol	1,00	3,76
1404	<i>cisz</i> -3-hexenol	0,20	
1479	2-etil-1-hexanol		0,03
1587	oktanol	0,14	
1631	<i>cisz</i> -4-decen-1-ol	0,17	
	Aldehidek	21,09	
1148	hexanal	11,12	
1260	<i>transz</i> -2-hexenal	9,97	
	Ketonok	2,28	4,83
1019	aceton		0,78
1039	2-butanon		0,15
1097	2-pentanon	2,28	3,90
	Észterek	32,34	69,81
1064	etil-acetát	0,20	
1119	etil-izobutirát	0,18	0,07
1136	2-pentil-acetát	9,20	
1138	izoamil-acetát (banán olaj)		40,08
1201	4-metil-2-pentil-acetát	0,08	

1215	butil-butanoát		13,20
1239	1-metilbutil-butirát	4,78	
1288	izoamil-butirát	0,22	16,38
1294	hexil-acetát	14,32	
1320	2-hexenil-acetát		0,02
1331	3-heptenil-acetát	0,98	
1332	<i>cisz</i> -3-hexenil-acetát	0,03	
1352	<i>transz</i> -2-hexenil-acetát	0,13	
1441	hexil-butirát	1,80	
1651	hexil-hexanoát	0,42	
1684	dietil-szukcinát		0,06
	Savak	1,04	0,81
1439	ecetsav		0,61
1701	3-metilbutánsav	0,08	
1878	hexánsav	0,51	
2081	oktánsav	0,22	0,05
2137	szorbinsav		0,15
2176	nonánsav	0,23	
	Szénhidrogének		0,03
1055	2,2,4,6,6-pentametil-heptán		0,03
	Ismeretlen vegyületek	0,87	0,04
1476	ismeretlen	0,61	
1541	ismeretlen	0,18	
1670	ismeretlen		0,04
1717	ismeretlen	0,08	
Vegyületek száma:		37	22

4. Melléklet: A banán és a banános energiaszelet aromaaktív vegyületei
(Forrás: saját szerkesztés)

Banán

Név	Illatjelleg	Illatintenzitás
etil-izobutirát	édes, nugátos	gyenge
hexanal	zöld, nyers gyümölcs	gyenge
hexil-acetát	banán*	gyenge
3-heptenil-acetát	gomba	gyenge
ismeretlen	növényi	közepes
ismeretlen	főtt zöldség	gyenge
ismeretlen	nyers zöldborsó	gyenge
oktanol	ismeretlen	gyenge
hexil-hexanoát	ecet, savanyú	gyenge
3-metilbutánsav	savanykás, növényi	gyenge
ismeretlen	virág	gyenge
anetol	savanykás, növényi	gyenge
ismeretlen	sült	gyenge
p-ánizsaldehid	mandula, marcipán	gyenge
eugenol	fűszeres	gyenge

BUPBB banános szelet

Név	Illatjelleg	Illatintenzitás
aceton	ismeretlen	gyenge
1,3-butándiol	földimogyoró	gyenge
2-pentanon	vajas	gyenge
etil-izobutirát	édes, nugát	erős
izoamil-acetát (banán olaj)	banán*	erős
izoamil-alkohol	édes, mandula	gyenge
3-etil-2,5-dimetil-pirazin	ismeretlen	gyenge
<i>ismeretlen</i>	<i>földes</i>	<i>gyenge</i>
<i>ismeretlen</i>	<i>pékség, sült</i>	<i>gyenge</i>

Csúcs nem detektálható

5. Melléklet: A Starking alma és az almás szeletek aromakomponensei
(Forrás: saját szerkesztés)

RI	Név	Terület%			
		Starking	MSRPAF	BUZBAP	SEBA
	Terpének	4,14	1,18	3,84	22,06
1108	α -pinén	0,24	0,47		
1128	<i>cisz</i> - β -ocimén			0,22	
1128	β -mircén				0,64
1162	D-limonén				20,82
1178	eukaliptol		0,14		
1184	ocimén	0,30			
1464	α -kopaén		0,44		0,33
1498	linalool				0,14
1535	mentil-acetát			3,62	
1665	γ -muurolén		0,13		
1740	α -kurkumén				0,13
1760	<i>transz</i> - α -bergamotén	0,21			
1786	α -farnezen	3,27			
1826	α -farnezen	0,12			
	Kéntartalmú vegyületek			4,97	
1636	2-acetilthiazol			4,97	
	Nitrogéntartalmú heterociklusos vegyületek			0,36	
1627	acetilpirazin			0,36	
	Oxigéntartalmú heterociklusos vegyületek		15,95	3,98	3,66
1015	2-etilfurán				0,93
1017	2,4,5-trimetil-1,3-dioxolán		0,72		
1136	2-butyl-4-metil-1,3-dioxolán			0,25	
1190	2-pentilfurán			0,31	
1278	4-metil-2-pentil-1,3-dioxolán			0,58	
1437	2-furánkarboxaldehid (furfural)		13,89		1,87
1488	2-acetilfurán		0,27	0,85	
1628	γ -butirolakton		1,07		0,86
1629	2-furánmetanol			0,59	
1910	γ -oktalakton			0,66	
1957	3-hidroxi-2-metil- 4H-piran-4-on (maltol)			0,74	
	Benzolgyűrűs vegyületek	0,38	18,27	10,31	3,71
1512	benzaldehyd		9,01	8,11	2,91
1678	α -feniletil-acetát			0,22	
1773	benzilacetaldehyd		0,47		
1788	α -fenetil-alkohol			0,21	
1853	benzil-alkohol		0,45		
1887	feniletil-alkohol		0,62	0,14	
2043	5-metil-2-fenil-2-hexenal			0,68	
2207	piperonal			0,79	

2117	<i>transz</i> -fahéjaldehid	0,38	7,72		0,80
2223	fahéjalkohol			0,16	
	Alkoholok	15,92	10,37	12,07	35,66
1073	etil-alkohol	0,40			0,99
1115	1-butanol	0,69	0,37	0,74	
1162	izoamil-alkohol		1,20	0,99	
1201	1-pentanol		0,72	0,23	
1226	2-metil-1-butanol	4,19			
1251	3-metil-2-heptanol				0,19
1301	1-hexanol		1,94	5,92	
1329	<i>cisz</i> -3-hexen-1-ol				34,29
1359	<i>transz</i> -2-hexen-1-ol	1,57		0,65	
1366	hexanol	8,60			
1408	3-oktanol	0,16			
1474	3,4-dimetil-1-pentanol	0,21			
1503	2,3-butándiol		1,99		
1541	2,3-butándiol		4,15		
1560	propilén-glikol			2,29	0,19
1583	oktanol	0,10			
2244	glicerin			1,25	
	Aldehidek	3,70	4,80	0,62	5,48
1035	acetaldehid	1,03			
1030	3-metilbutanal				0,20
1146	hexanal	0,63	4,32	0,62	3,00
1188	<i>transz</i> -2-hexenal	2,04			2,28
1359	nonanal		0,48		
	Ketonok		2,38	7,48	1,96
991	aceton			2,64	0,72
1010	2-butanon			0,66	
1011	metoxiaceton		0,48		
1244	3-hidroxi-2-butanon (acetoin)		1,90		1,24
1773	3-etil-2-hidroxi-2-ciklopenten-1-on			4,18	
	Észterek	72,98	17,36	26,69	21,48
989	metil-acetát		2,93		
1042	izobutil-acetát		0,15		
1061	etil-acetát	0,26	9,27	1,68	1,23
1087	propil-acetát	0,54			
1102	2-metilpropil-acetát	0,78			
1103	izoamil-acetát		0,70		8,51
1115	etil-butanoát	0,05		15,30	4,85
1118	propil-propionát	0,13			
1122	etil-2-metilbutanoát	0,23			
1132	butil-acetát	4,93		0,81	
1140	etil-2-butenoát			0,26	
1153	metil-hexanoát		0,57		

1165	2-metilbutil-acetát	36,37		2,26	
1177	butil-propanoát	1,30			
1191	etil-hexanoát		0,64		
1203	pentil-acetát	0,32			
1235	1-metilbutil-butirát	0,12			
1240	butil-butanoát	0,77			
1253	butil-2-metilbutanoát	1,65			
1267	3-hexen-1-ol-acetát				0,23
1272	metil-laktát		0,89		
1281	etil-heptanoát				6,66
1285	2-metilbutil-butirát	0,32			
1291	hexil-acetát	11,30	0,97	4,05	
1296	etil-laktát		1,11	0,87	
1301	pentil-pentanoát	0,80			
1335	propil-hexanoát	0,46			
1344	metil-oktanoát		0,13		
1349	<i>transz</i> -2-hexenil-acetát	2,65			
1356	hexil-propanoát	1,17			
1417	<i>transz</i> -2-hexenil-propionát	0,46			
1437	hexil-butanoát	2,28			
1452	hexil-2-metilbutirát	4,56			
1486	izopentil-hexanoát	0,34			
1498	<i>transz</i> -2-hexenil-butirát	0,31			
1542	hexil-pentanoát	0,13			
1647	hexil-hexanoát	0,65			
1647	dietil-szukcinát			1,11	
2029	triacetin			0,35	
2076	izopropil-mirisztát	0,10			
	Éterek			1,42	
1013	vinil izopropil éter			1,42	
	Savak	1,04	28,00	27,40	5,22
1398	ecetsav		24,02	19,86	3,72
1493	propánsav				0,15
1589	butánsav		0,54	1,18	
1632	3-metilbutánsav		1,16		
1698	2-metilbutánsav	1,04			
1808	hexánsav		1,24	0,67	0,76
2006	oktánsav		0,68	0,35	0,28
2094	szorbinsav			5,34	
2100	nonánsav		0,36		0,31
	Szénhidrogének		0,74	0,30	
984	2,4-dimetilheptán		0,74		
1029	2,2,4,6,6-pentametilheptán			0,30	
	Ismeretlen vegyületek	1,84	0,95	0,56	0,77
1155	ismeretlen			0,25	

1199	ismeretlen				0,55
1215	ismeretlen	0,98			
1253	ismeretlen			0,31	
1506	ismeretlen	0,57			
1650	ismeretlen		0,48		
1703	ismeretlen		0,47		
1929	ismeretlen	0,12			
1964	ismeretlen	0,17			
1973	ismeretlen				0,22
Vegyületek száma:		49	42	47	31

6. Melléklet: A Starking alma és az almás szeletek aromaaktív vegyületei
(Forrás: saját szerkesztés)

Starking alma

Név	Illatjelleg	Illatintenzitás
acetaldehid	gyümölcs, alma*	gyenge
2-metilpropil-acetát	édes, tejsokoládé	gyenge
etil-2-metilbutanoát	gyümölcs, alma*	közepes
2-metilbutil-acetát	növényi, alma*	gyenge
butil-propanoát	édes, vanília	gyenge
butanol	édes, vanília	gyenge
izopropil-mirisztát	sült	közepes

MSRPAF alma-fahéj szelet

Név	Illatjelleg	Illatintenzitás
2,4,5-trimetil-1,3-dioxolán	gyümölcsös	gyenge
<i>ismeretlen</i>	<i>alma</i>	<i>gyenge</i>
hexanal	alma*	közepes
metil-laktát	gomba	közepes
ecetsav	ecet	gyenge
benzaldehid	növényi	gyenge
3-metilbutánsav	savanyú, kellemetlen	közepes
<i>ismeretlen</i>	<i>gyümölcsös</i>	<i>erős</i>
<i>ismeretlen</i>	<i>gyümölcsös, lekvár</i>	<i>gyenge</i>
hexánsav	gyümölcsös	közepes
feniletill-alkohol	virágos	gyenge
<i>ismeretlen</i>	<i>gyümölcsös</i>	<i>közepes</i>

Csúcs nem detektálható

BUZBAP almás pite szelet

Név	Illatjelleg	Illatintenzitás
vinil izopropil éter	csokoládé	gyenge
<i>ismeretlen</i>	<i>csokoládé</i>	<i>közepes</i>
etil-butanoát	gyümölcsös	erős
etil-2-butanoát	gyümölcsös	gyenge
<i>ismeretlen</i>	<i>gomba</i>	<i>gyenge</i>
ecetsav	zöld	gyenge
<i>ismeretlen</i>	<i>földes</i>	<i>gyenge</i>
butánsav	savanyú, kellemetlen	gyenge
acetilpirazin	sült	erős
2-furánmetanol	sült	erős
2-acetiltiazol	sült	erős
dietil-szukcinát	sült	erős
3-etil-2-hidroxi-2-ciklopenten-1-on	fahéjas almás sütemény*	erős
hexánsav	alma*	erős
<i>ismeretlen</i>	<i>fűszeres</i>	<i>közepes</i>
γ -oktallakton	ismeretlen	közepes
maltol	sült	közepes
<i>ismeretlen</i>	<i>sült</i>	<i>gyenge</i>
triacetin	fűszeres	gyenge
<i>ismeretlen</i>	<i>gyümölcsös</i>	<i>gyenge</i>
piperonal	ismeretlen	gyenge

Csúcs nem detektálható

SEBA almás szelet

Név	Illatjelleg	Illatintenzitás
3-metilbutanal	vajas, savanykás	gyenge
etil-butanoát	gyümölcsös	erős
hexanal	zöld alma*	közepes
izoamil-acetát	gyümölcsös, alma*	erős
3-metil-2-heptanol	gyümölcsös	gyenge
cisz-3-hexen-1-ol	zöld alma*	erős
hexánsav	alma*	közepes
oktánsav	pékség, sült	gyenge

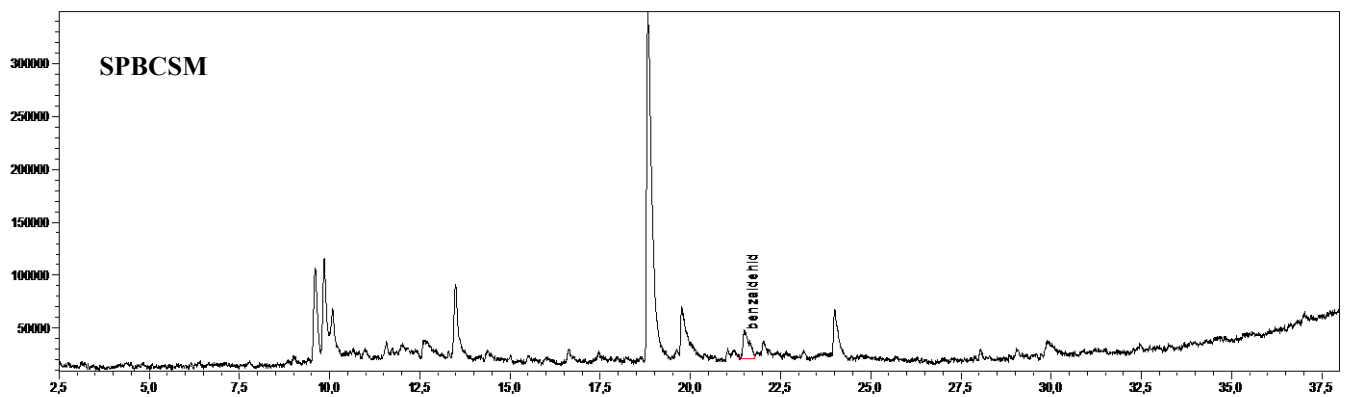
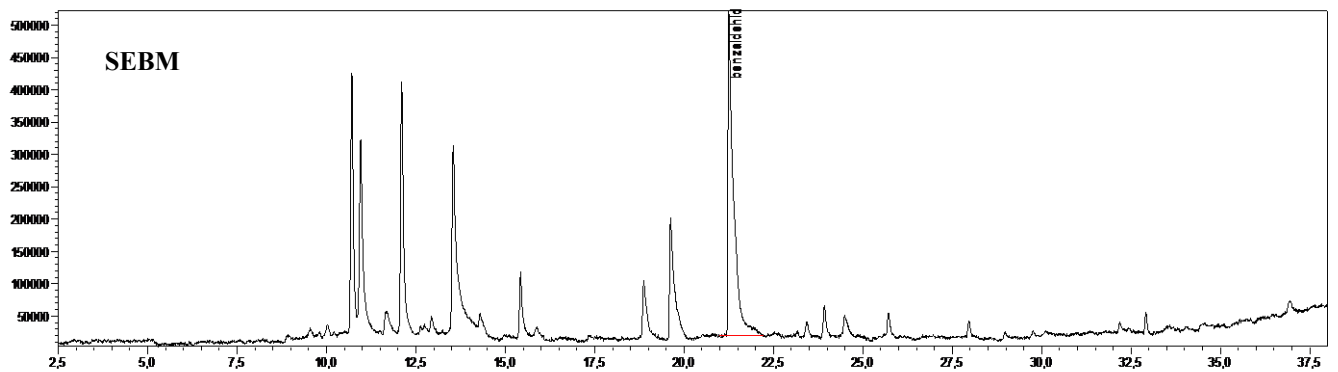
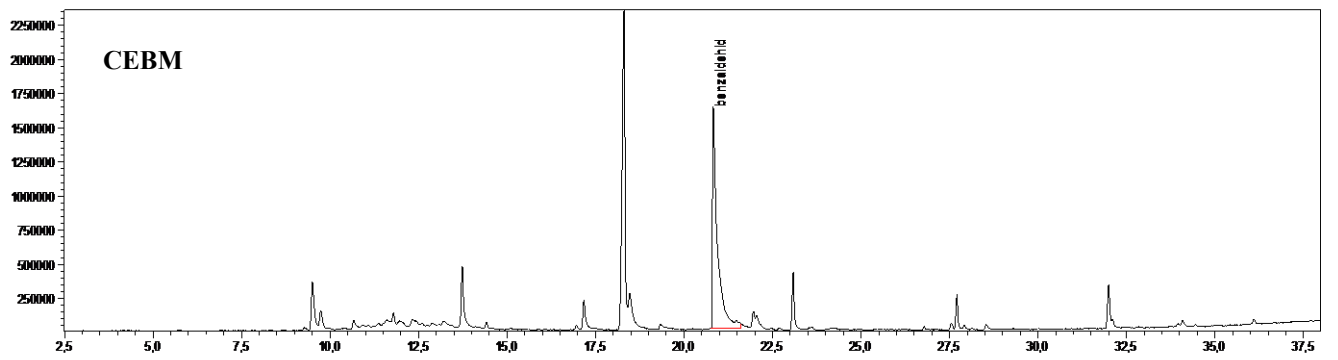
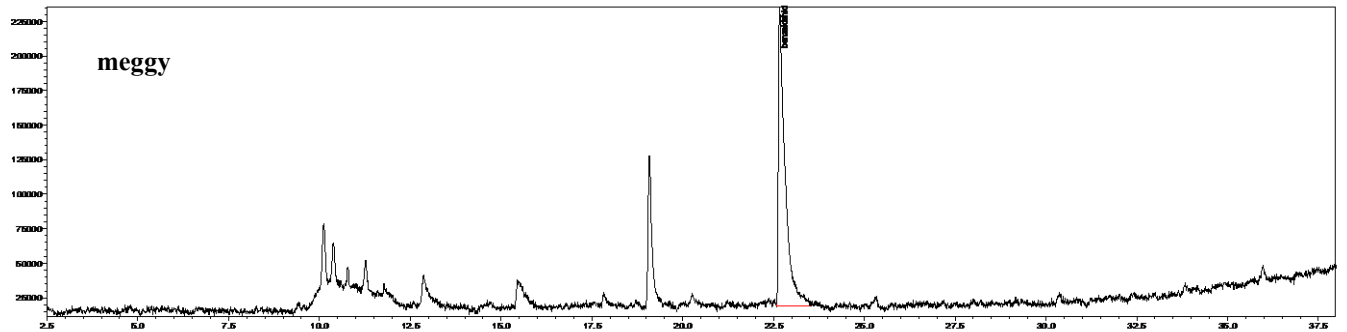
7. Melléklet: A megye és a megyes szeletek aromakomponensei
(Forrás: saját szerkesztés)

RI	Név	Terület%			
		meggy	CEBM	SPBCSM	SEBM
	Terpének		0,89	0,58	14,28
1054	α -pinén			0,58	
1130	3-karén				0,20
1135	β -mircén				0,22
1157	D-limonén		0,75		13,86
1820	α -jonon		0,11		
1903	β -jonon		0,03		
	Nitrogéntartalmú vegyületek			0,51	
1769	acetamid			0,51	
	Oxigéntartalmú heterociklusos vegyületek		3,11	9,88	8,79
1233	dihidro-2-metil-3(2H)-furanon			0,37	
1429	furfural		0,85	6,08	6,40
1549	5-metilfurfural		1,36	0,76	
1609	γ -pentalakton				0,69
1616	γ -butirolakton		0,12	2,16	
1622	δ -valerolakton			0,51	
1631	2-furánmetanol				1,36
1810	4-metil-2-fenil-1,3-dioxolán		0,27		
1996	γ -nonalakton		0,51		
1999	etil-maltol				0,34
	Benzolgyűrűs vegyületek	58,33	31,20	6,25	30,55
1234	o-cimén				0,49
1575	benzaldehyd	57,37	30,19	3,65	26,67
1643	4-metilbenzaldehyd		0,18		
1653	etil-benzoát				0,12
1656	2-metilbenzaldehyd				1,25
1711	benzil-acetát				0,75
1890	feniletil-alkohol			1,20	0,21
1911	vanillin				0,32
1916	benzil-alkohol	0,96	0,48	0,69	0,24
2012	4-metoxibenzaldehyd (p-ánizsaldehyd)		0,07		
2042	metil-cinnamát		0,14		
2044	<i>transz</i> -fahéjaldehyd			0,17	
2100	eugenol		0,14		
2212	piperonal			0,54	0,50
	Alkoholok	21,33	3,37	12,83	2,25
1015	1,3-butándiol			3,14	
1069	etil-alkohol	2,61	1,67		0,53
1081	2-metil-1-propanol			0,61	0,11

1100	2-pentanol			0,52	
1155	izoamil-alkohol		0,07	4,57	
1206	1-pentanol			0,85	0,99
1323	<i>cisz</i> -3-hexenol		0,36		0,23
1359	hexanol	0,72		1,22	0,39
1415	<i>transz</i> -2-hexenol	18,00			
1508	2,3-butándiol			0,62	
1545	2,3-butándiol			1,30	
1545	propilén-glikol		1,27		
	Aldehidek	14,34		0,25	1,79
1029	butanal	2,95			
1140	hexanal	4,55		0,25	1,79
1254	<i>transz</i> -2-hexenal	6,84			
	Ketonok		0,17	11,96	0,76
993	1-hidroxi-2-propanon (acetol)			7,83	0,39
993	aceton				0,37
1034	2-pentanon			0,23	
1129	<i>transz</i> -3-penten-2-on			2,84	
1241	3-hidroxi-2-butanon (acetoin)		0,17	0,61	
1438	4-hidroxi-2-pentanon			0,45	
	Észterek		48,76	7,46	36,51
983	metil-acetát		0,31		
993	etil-acetát		4,70	7,21	0,15
1013	etil-propanoát		0,14		
1022	2-metilpropil-acetát				10,38
1037	etil-izobutirát				0,06
1045	etil-butanoát		1,01		10,26
1047	izobutil-acetát			0,25	
1094	izoamil-acetát		0,98		11,12
1144	metil-hexanoát		0,27		
1144	pentil-acetát				0,58
1181	etil-hexanoát		4,92		
1211	izoamil-butanoát		0,46		
1254	izoamil-izovalerát				3,14
1259	<i>cisz</i> -3-hexenil-acetát		0,15		
1276	etil-heptanoát		0,10		
1284	etil-laktát		0,09		
1333	metil-oktanoát		2,41		
1383	etil-oktanoát		27,35		
1568	2-hidroxi-1-metiletil-acetát		0,13		
1595	etil-dekanoát		3,61		
1619	pentil-oktanoát		0,19		
1760	metil-laurát		0,20		
1801	etil-laurát		1,74		
2030	triacetin				0,82

	Éterek				0,28
1598	gietilén glikol etil éter				0,28
	Savak	6,00	8,90	47,19	4,56
1276	2-oxopropánsav			0,70	
1468	ecetsav	1,45	4,71	43,64	3,10
1502	propánsav			0,86	
1577	butánsav		0,09	0,36	
1689	pentánsav	0,55	0,04	0,28	0,13
1793	hexánsav		0,48	0,68	0,55
2070	oktánsav	1,65	2,73		0,19
2078	szorbinsav		0,25		
2166	nonánsav	2,35	0,28	0,67	0,59
2273	dekánsav		0,32		
	Szénhidrogének		2,55		0,23
1031	2,4-dimetilpentán				0,23
1033	2,5,6-trimetildekán		0,15		
1057	6-metiltridekán		0,26		
1063	2,4-dimetilundekán		0,21		
1080	2,6,10-trimetildodekán		0,31		
1086	2,5-dimetiltridekán		0,42		
1118	5-(1-metilpropil)-nonán		0,90		
1130	3-metilundekán		0,17		
1166	3,4-dimetilundekán		0,13		
	Ismeretlen vegyületek		1,05	3,41	
Vegyületek száma:		12	53	35	39

8. Melléklet: A benzaldehid megjelenése a meggy és meggyes ízű szeletek illó frakciójában
(Forrás: saját szerkesztés)



9. Melléklet: A meggy és a meggyes szeletek aromaaktív vegyületei
(Forrás: saját szerkesztés)

Meggy

Név	Illatjelleg	Illatintenzitás
butanal	savanykás, gyümölcsös	gyenge
benzil-alkohol	tejsokoládé, édes, vanília	erős

CEBM meggy szelet

Név	Illatjelleg	Illatintenzitás
etil-butanoát	tejsokoládé	közepes
2,4-dimetilundekán -	zöld	gyenge
izoamil-acetát	gyümölcsös, meggy*	gyenge
metil-hexanoát	gyümölcsös, meggy*	gyenge
izoamil-alkohol	gyümölcsös, meggy*	gyenge
etil-hexanoát	gyümölcsös	gyenge
etil-oktanoát	gyümölcsös	gyenge
ecetsav	ismeretlen	közepes
furfural	pirított napraforgó mag	gyenge
<i>ismeretlen</i>	<i>pirított napraforgó mag</i>	<i>gyenge</i>
benzaldehyd	gyümölcsös, citrus, mandula	gyenge
pentil-oktanoát	kellemetlen	gyenge
4-metilbenzaldehyd	mandula, marcipán	közepes
<i>ismeretlen</i>	<i>lekvár, gyümölcsös</i>	<i>gyenge</i>
<i>ismeretlen</i>	<i>lekvár, gyümölcsös</i>	<i>gyenge</i>
hexánsav	gyümölcsös, bogyógyümölcs lekvár	erős
etil-laurát	gyümölcsös, bogyógyümölcs lekvár	erős
benzil-alkohol	gyümölcsös, egzotikus	közepes
β -jonon	virágos	erős
<i>ismeretlen</i>	<i>sült</i>	<i>gyenge</i>
γ -nonalaktón	édes, nugátos, karamell, kókusz	erős
p-ánizsaldehyd	fűszeres	közepes
metil-cinnamát	virágos	gyenge
nonánsav	virágos	erős

csúcs nem detektálható

SPBCSM csoki-meggy szelet

Név	Illatjelleg	Illatintenzitás
1,3-butándiol	ismeretlen	gyenge
2-pentanon	vajas	gyenge
ecetsav	ecet	gyenge
4-hidroxi-2-pentanon	főtt krumpli	gyenge
furfural	főtt krumpli	gyenge
<i>ismeretlen</i>	<i>földes</i>	<i>gyenge</i>
ismeretlen	savanykás	gyenge
<i>ismeretlen</i>	<i>gyümölcsös</i>	<i>gyenge</i>
vanillin	tejsokoládé	erős
ismeretlen	sült	közepes
piperonal	fűszeres	gyenge

Csúcs nem detektálható

SEBM meggy szelet

Név	Illatjelleg	Illatintenzitás
etil-izobutirát	ismeretlen	közepes
etil-butanoát	tejsokoládé	közepes
2-metil-1-propanol	csokoládé	gyenge
hexanal	zöld alma	közepes
izoamil-acetát	gyümölcsös	közepes
izoamil-izovalerát	gyümölcsös	gyenge
benzaldehyd	ismeretlen	gyenge
etil-benzoát	ismeretlen	gyenge
2-metilbenzaldehyd	mandula	erős
pentánsav	ismeretlen	közepes
hexánsav	gyümölcsös	erős
vanillin	tejsokoládé	közepes
etil-maltol	pékség, sült	erős
oktánsav	pékség, sült	erős

10. Melléklet: Az eper és az epres szeletek aromakomponensei
(Forrás: saját szerkesztés)

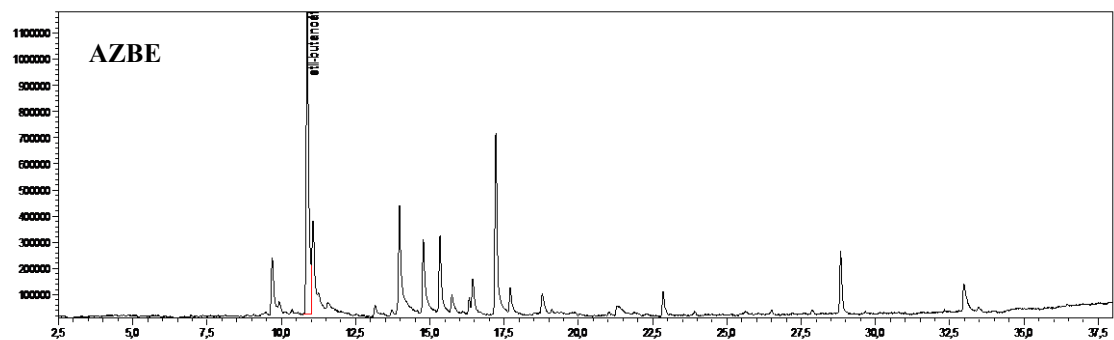
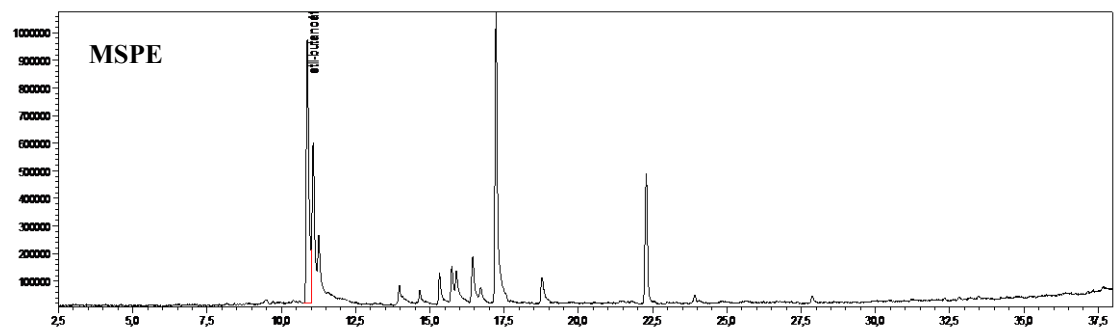
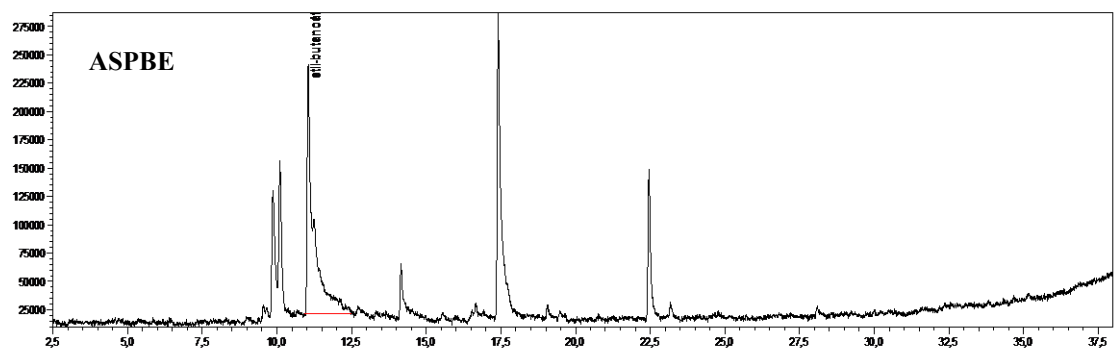
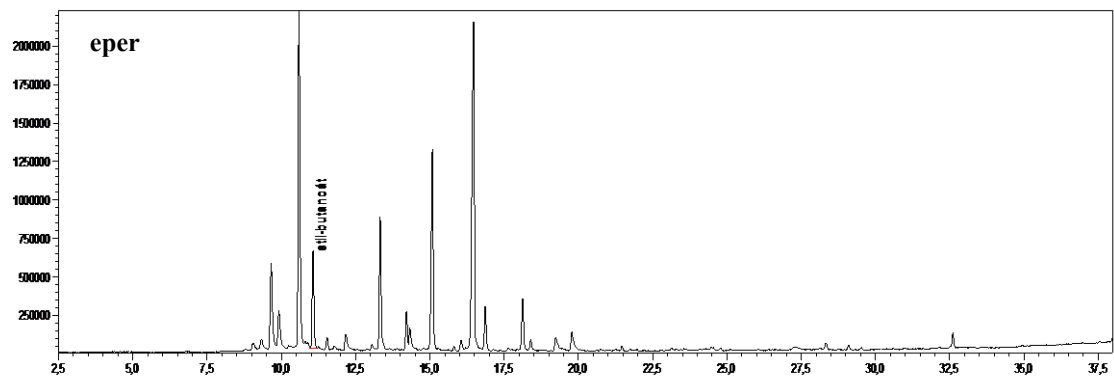
RI	Név	Terület%						
		eper	CEBE	ASPBE	AZBE	MSPE	ASSE	BTUSA
	Terpének	0,34	1,28		0,15		0,25	32,66
1093	β -pinén							0,43
1100	β -fellandré							0,12
1125	β -mircén							0,38
1128	cisz- β -ocimén						0,25	
1156	D-limonén		0,92		0,15			25,88
1163	β -terpineol		0,36					
1197	γ -terpinén							1,37
1222	p-cimén							1,53
1232	2-karén							1,72
1419	limonén epoxid							0,17
1521	linalool	0,26						0,09
1524	mentil-acetát							0,80
1663	α -terpinol							0,17
2012	transz-nerolidol	0,08						
	Kéntartalmú vegyületek						0,64	
1169	metil-tiobutanoát						0,23	
1894	dimetil-szulfon						0,41	
	Nitrogtartalmú vegyületek		0,16				0,12	
1309	2,6-dimetil-pirazin						0,12	
1934	2-acetilpirrol		0,16					
	Oxigéntartalmú heterociklusos vegyületek	0,56	2,24		0,04	3,29	0,04	0,36
1215	dihidro-2-metil-3-furanon		0,55					
1275	4-metil-2-pentil-1,3-dioxolán					3,10		
1429	furfural		0,69					
1614	γ -butirolakton		0,42					
1646	2-furánmetanol	0,09						
1676	5-metil-2-furánmetanol		0,16					
1759	5-Hidroximetilfurfural (HMF)	0,28						
1808	4-metil-2-fenil-1,3-dioxolán		0,23					
1986	etil-maltol							0,08
2095	γ -dekalakton		0,19		0,04	0,19	0,04	0,28
2230	3,5-dihidroxí-6-metil-2,3-dihidro-4H-piran-4-on	0,19						
	Benzolgyűrűs vegyületek		4,25		8,80	2,72	0,43	0,27
1176	3-fenil-2-propénsav, 2-metil-2-propenil észter						0,14	
1501	benzaldehyd		3,74		1,47			
1707	benzil-acetát				0,50			
1837	benzil-alkohol		0,26		4,28	0,20		
1886	feniletil-alkohol				0,16			

2035	<i>transz</i> -fahéjaldehid				2,05	0,26	0,23	
2042	metil-cinamát		0,25		0,34	2,26	0,06	0,27
	Alkoholok	8,84	12,27	50,79	20,85	36,15	40,70	8,58
1022	etil-alkohol	0,04	2,85	11,26	1,06			0,10
1282	2-heptanol	0,08						
1309	5-etil-2-heptanol			1,14				
1318	1-hexanol	3,56	0,36		2,50	4,35		
1329	<i>transz</i> -3-hexen-1-ol	0,12	1,83					
1352	<i>cisz</i> -3-hexen-1-ol	0,22		29,75	14,37	26,21	31,71	7,82
1373	<i>transz</i> -2-hexen-1-ol	4,65			1,82			0,66
1489	2,3-butándiol		1,48		0,45		0,79	
1534	1-oktanol	0,17						
1543	propilén-glikol		4,64	8,64	0,24	5,59	7,97	
	Aldehidek	6,07			1,48	3,09		
980	acetaldehid	0,71						
1088	hexanal	0,90			1,48	3,09		
1202	<i>transz</i> -2-hexenal	4,46						
	Ketonok	0,31	0,57		0,98	0,44	2,72	3,74
990	aceton					0,44	0,64	0,37
1003	2-butanon							0,09
1157	5-metil-2-hexanon						0,30	
1162	2-heptanon	0,31			0,98			
1251	3-hidroxi-2-butanon (acetoin)		0,57				0,88	
1271	1-hidroxi-2-propanon (acetol)						0,90	
1287	6-metil-5-hepten-2-on							3,28
	Észterek	80,10	51,08	45,52	64,73	45,77	48,10	51,13
995	metil-acetát	6,38	0,97					
1006	etil-acetát	2,51	9,36	9,05	5,31	0,32	10,19	
1011	etil-propanoát		0,35					
1013	metil-izobutirát	0,54						
1037	metil-butanoát	22,87						14,31
1046	metil-2-metilbutanoát	0,10						
1050	metil-3-metilbutanoát	0,25						
1057	etil-butanoát	7,54	1,31	29,03	26,03	22,79	10,76	3,13
1065	etil-2-metilbutanoát	0,14	1,13	2,99	5,38	8,96	23,15	1,46
1069	etil-3-metilbutanoát		0,55			5,00		0,65
1077	butil-acetát	0,76						
1093	izoamil-acetát		0,50					
1101	pentánsav, etil-észter		0,68					
1106	metil- <i>transz</i> -2-butenoát	1,55						
1145	etil- <i>transz</i> -2-butenoát	0,31						
1157	metil-hexanoát	8,85	0,47					10,14
1169	metil-(2 <i>E</i>)-2-metil-2-butenoát	0,13						
1183	butil-butanoát	0,20						
1197	etil-hexanoát	2,81	4,40	3,56	10,43	1,99	2,85	

1220	izoamil-butanoát					1,51		
1235	hexil-acetát	7,22			6,30			2,17
1238	metoxiecetsav, pentil-észter		1,62					
1238	3-hexen-1-ol, acetát		0,60					
1250	izo-amil-izovalerát				5,43	2,08		13,12
1278	<i>cisz</i> -3-hexen-1-ol, acetát	0,18			1,34	3,12		4,09
1297	<i>transz</i> -2-hexen-1-ol, acetát	14,39			0,21			
1304	etil-laktát		0,23	0,89	0,93		0,93	
1331	oktánsav, metil-észter		3,16					
1364	<i>transz</i> -2-hexenil n-propionát	0,04						
1378	oktánsav, etil-észter		19,38					
1383	hexil-butirát	0,64						
1417	<i>cisz</i> -3-hexenil-butirát				0,25			1,24
1426	acetol-acetát				0,11			
1440	<i>cisz</i> -3-hexenil-valerát							0,60
1446	<i>transz</i> -2-hexenil-butirát	1,03						
1447	oktil-acetát	0,30						
1511	(2 <i>E</i>)-2-undecenil-acetát	0,12						
1523	1-metoxi-2-propil-acetát		0,57		0,43		0,22	
1584	etil-4-oxopentanoát				1,79			
1593	dekánsav, etil-észter		3,24					
1594	hexil-hexanoát	0,11						
1602	oktil-butanoát	0,07						
1614	oktil-2-metilbutanoát	0,10						
1631	metil-izovalerát				0,37			
1632	dietilén glikol butil éter acetát		0,34					
1633	oktil-3-metilbutanoát	0,04						
1635	dietil-szukcinát							0,22
1655	<i>transz</i> -2-hexenil-hexanoát	0,14						
1746	<i>cisz</i> -3-hexenil-laktát				0,29			
1757	dodekánsav, metil-észter		0,38					
1798	dodekánsav, etil-észter		1,58					
1803	oktil-hexanoát	0,07						
1818	ciklobutánkarboxilsav, oktil-észter	0,07						
2016	izopropil-mirisztát	0,53						
2026	triacetin				0,13			
2255	2-etilhexil-szalicilát	0,11						
	Savak	3,78	25,20	3,12	2,97	8,54	6,32	3,25
1421	ecetsav	2,56	14,13	1,25	2,01	2,90	4,10	1,02
1483	propánsav		0,24					
1489	hangyasav	0,30						
1544	2-metilpropán sav	0,06						
1575	butánsav		0,53	0,74			1,30	0,13
1631	2-metilbutánsav		2,03			4,47		0,34
1827	hexánsav	0,70	0,88	0,74	0,36	0,65	0,50	0,49

1911	heptánsav				0,26			
2027	oktánsav	0,09	5,31	0,39	0,17	0,34	0,31	0,48
2076	szorbinsav		0,84					0,66
2119	nonánsav	0,07	0,41		0,17	0,18	0,11	0,13
2171	dekánsav		0,83					
	Szénhidrogének		2,46					
1074	3-metildekán		0,37					
1084	6-metildodekán		0,81					
1104	2,6-dimetilundekán		0,17					
1116	5-metilundekán		0,73					
1122	5-(1-metilpropil)-nonán		0,13					
1127	3-metil-5-propilnonán		0,17					
1133	5-butilnonán		0,08					
	Ismeretlen vegyületek						0,68	
1029	ismeretlen						0,40	
1634	ismeretlen						0,28	
Vegyületek száma:		54	47	13	37	23	28	38

11. Melléklet: Az etil-butanoát megjelenése az eper néhány eperes ízesítésű szelet illó frakciójában
(Forrás: saját szerkesztés)



12. Melléklet: Az eper és az eperes szeletek aromaaktív vegyületei
(Forrás: saját szerkesztés)

Eper

Név	Illatjelleg	Illatintenzitás
acetaldehid	zöld	gyenge
metil-butanoát	gyümölcsös, vajas	erős
metil-2-metilbutanoát	vanília	erős
metil-3-metilbutanoát	vanília	erős
etil-butanoát	vanília	erős
etil-2-metilbutanoát	eper, gyümölcsös*	erős
butil-acetát	eper, gyümölcsös*	erős
metil-hexanoát	növényi, savanykás	gyenge
etil-hexanoát	gyümölcsös	közepes
<i>transz</i> -2-hexenal	gyümölcsös	közepes
hexil-acetát	ismeretlen	gyenge
3-hexen-1-ol, acetát	gombás, földes	gyenge
<i>cisz</i> -3-hexen-1-ol	növényi	gyenge
<i>transz</i> -2-hexenil n-propionát	zöld	gyenge
linalool	virágos	gyenge
hexánsav	gyümölcsös	gyenge
izopropil-mirisztát	sült, édes, lekvár	erős

CEBE eper szelet

Vegyület	Illatjelleg	Illatintenzitás
etil-alkohol	nugát, édes	gyenge
etil-propanoát	tejsokoládé	gyenge
<i>ismeretlen</i>	<i>zöld, növényi</i>	<i>gyenge</i>
ismeretlen	gyümölcs, aszalt meggy	közepes
etil-butanoát	gyümölcs, aszalt meggy	közepes
etil-2-metilbutanoát	zöld alma	közepes
izoamil-acetát	gyümölcs	gyenge
2,6-dimetilundekán	gyümölcs	gyenge
3-metil-5-propilnonán	gomba	gyenge
ismeretlen	zöld alma	gyenge
β -terpineol	gyümölcs, alma	gyenge
etil-hexanoá	ecet, savanyú	gyenge
dihidro-2-metil-3-furanon	ismeretlen	közepes
<i>ismeretlen</i>	<i>földes</i>	<i>közepes</i>
<i>ismeretlen</i>	<i>földes</i>	<i>gyenge</i>
3-hexen-1-ol	virág	gyenge
2,3-butándiol	kellemetlen, savanyú, izzadság	erős
butánsav	almalé	erős
<i>ismeretlen</i>	<i>virág</i>	<i>gyenge</i>
2-metilbutánsav	vaj	erős
hexánsav	pékség, sült	erős
<i>ismeretlen</i>	<i>virág</i>	<i>gyenge</i>
oktánsav	fűszeres	közepes
szorbinsav	virág	közepes

Csúcs nem detektálható

ASPBE eper szelet

Vegyület	Illatjelleg	Illatintenzitás
etil-butanoát	gyümölcsös	erős
etil-2-metilbutanoát	eper*	közepes
etil-hexanoát	gyümölcsös	gyenge
<i>cisz-3-hexen-1-ol</i>	zöld alma	gyenge
<i>ismeretlen</i>	<i>sült kenyér</i>	<i>gyenge</i>
<i>ismeretlen</i>	<i>sült kenyér</i>	<i>gyenge</i>
oktánsav	pékség, sült	erős

Csúcs nem detektálható

AZBE eper szelet

Vegyület	Illatjelleg	Illatintenzitás
etil-butanoát	édes, gyümölcsös, alma	erős
etil-2-metilbutanoát	gyümölcsös, alma	közepes
hexanal	gyümölcsös, alma	közepes
etil-hexanoát	gyümölcsös	közepes
<i>cisz-3-hexen-1-ol, acetát</i>	gomba	közepes
<i>cisz-3-hexen-1-ol</i>	zöld alma	közepes
metil-izovalerát	savanyú, kellemetlen	gyenge
<i>ismeretlen</i>	<i>fűszeres, fahéj</i>	<i>gyenge</i>
hexánsav	gyümölcsös	erős
oktánsav	pékség, sült	erős
metil-cinnamát	virágos	közepes
γ -dekalakton	gyümölcsös	gyenge

Csúcs nem detektálható

MSPE eper szelet

Vegyület	Illatjelleg	Illatintenzitás
<i>ismeretlen</i>	<i>gyümölcs, eper*</i>	<i>gyenge</i>
etil-butanoát	édes	közepes
etil-2-metilbutanoát	eper*	közepes
etil-3-metilbutanoát	gyümölcs, eper*	erős
hexanal	gyümölcs	gyenge
<i>cisz-3-hexen-1-ol</i>	zöld alma	közepes
<i>ismeretlen</i>	<i>fahéj</i>	<i>gyenge</i>
oktánsav	pékség, sült	erős
metil-cinnamát	virág	gyenge
γ -dekalakton	gyümölcs	gyenge

Csúcs nem detektálható

ASSE eper szelet

Vegyület	Illatjelleg	Illatintenzitás
ismeretlen	zöld, savanykás	gyenge
etil-butanoát	csokoládé	közepes
etil-2-metilbutanoát	gyümölcs, eper*	erős
etil-hexanoát	gyümölcs	gyenge
<i>cisz-3-hexen-1-ol</i>	zöld alma	közepes
<i>ismeretlen</i>	<i>pörkölt dió</i>	<i>gyenge</i>
<i>ismeretlen</i>	<i>pörkölt dió</i>	<i>gyenge</i>
2,3-butándiol	pékség, sült	gyenge
<i>ismeretlen</i>	<i>pékség, sült</i>	<i>gyenge</i>

butánsav	savanyú, kellemetlen	gyenge
ismeretlen	savanyú	gyenge
dimetil-szulfon	csokoládé	gyenge
oktánsav	pékség, sült	közepes

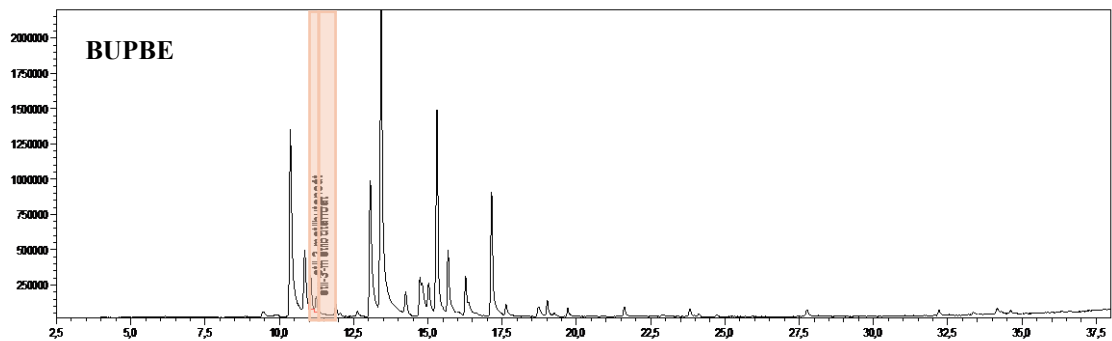
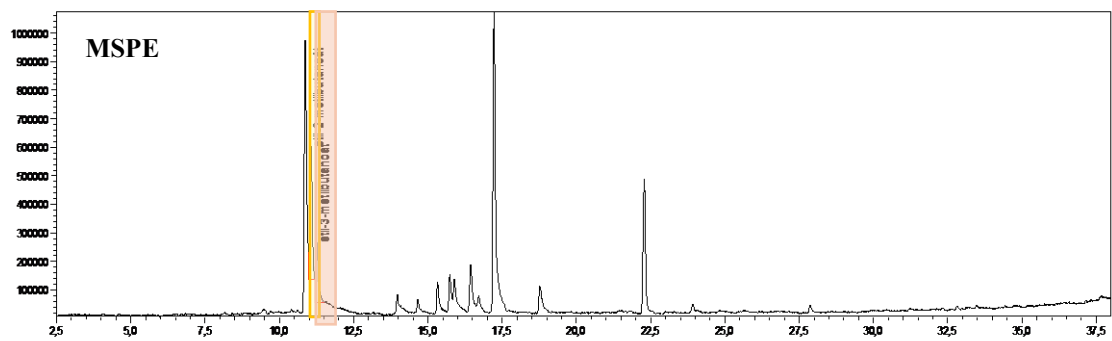
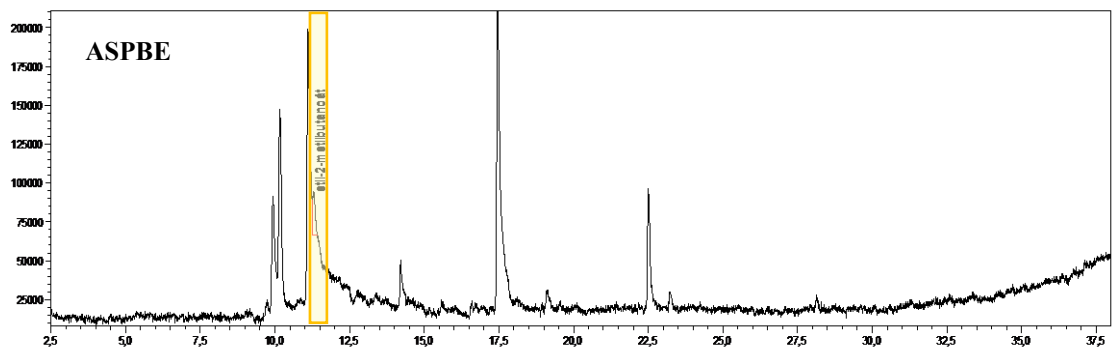
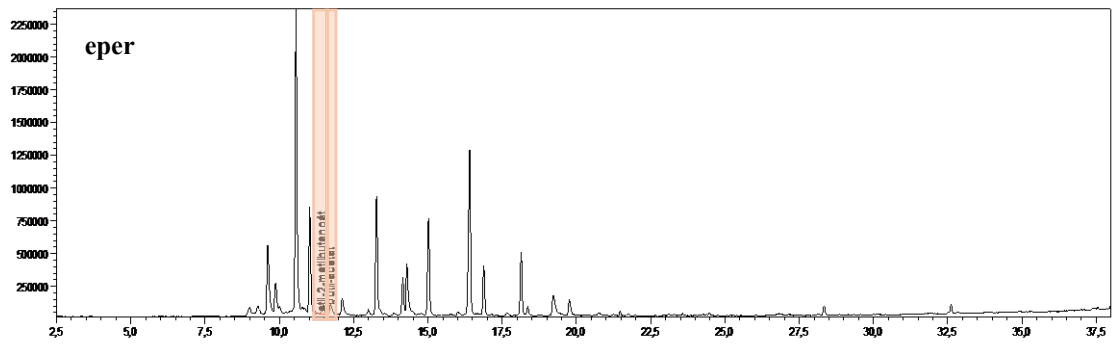
Csúcs nem detektálható

BUPBE eper szelet

Vegyület	Illatjelleg	Illatintenzitás
etil-butanoát	gyümölcs	gyenge
etil-2-metilbutanoát	eper*	erős
etil-3-metilbutanoát	eper*	erős
metil-hexanoát	ismeretlen	gyenge
<i>cisz</i> -3-hexenil-acetát	gyümölcs, citrom	közepes
<i>cisz</i> -3-hexen-1-ol	zöld	közepes
ecetsav	zöldborsó	gyenge
limonén epoxid	ismeretlen	gyenge
<i>ismeretlen</i>	<i>zöld, nyers</i>	<i>gyenge</i>
oktánsav	gyümölcs	erős
szorbinsav	pékség, sült	erős
nonánsav	fűszeres, virágos	közepes
γ -dekalakton	gyümölcs, kajszi, őszibarack	erős

Csúcs nem detektálható

13. Melléklet: Eper aromajellegű illatvegyületek megjelenése a kromatogramokon
(Forrás: saját szerkesztés)



14. Melléklet: A magyar gyártású tücskös szeletek és a tücsökpör aromakomponensei
(Forrás: saját szerkesztés)

RI	Név	Terület%			
		por	CEBE	CEBM	CPBCS
	Terpének	6,92	1,28	0,89	0,97
1156	D-limonén	6,92	0,92	0,75	0,97
1163	β -terpineol		0,36		
1820	α -jonon			0,11	
1903	β -jonon			0,03	
	Nitrogéntartalmú vegyületek	6,22	0,16		6,42
1252	metil-pirazin				2,01
1272	etil-pirazin				0,47
1307	2,5-dimetil-pirazin				2,16
1366	2-etil-6-metil-pirazin				0,43
1390	trimetil-pirazin				0,49
1457	tetrametil-pirazin				0,86
1742	acetamide	6,22			
1934	2-acetilpyrrol		0,16		
	Oxigéntartalmú heterociklusos vegyületek		2,24	3,11	
1215	dihidro-2-metil-3-furanon		0,55		
1429	furfural		0,69	0,85	
1549	5-metilfurfural			1,36	
1614	γ -butirolakton		0,42	0,12	
1676	5-metil-2-furánmetanol		0,16		
1808	4-metil-2-fenil-1,3-dioxolán		0,23	0,27	
1996	γ -nonalakton			0,51	
2095	γ -dekalakton		0,19		
	Benzolgyűrűs vegyületek	7,72	4,25	31,20	4,68
1513	benzaldehyd	7,72	3,74	30,19	4,11
1643	4-metilbenzaldehyd			0,18	
1837	benzil-alkohol		0,26	0,48	
1889	feniletal-alkohol				0,57
2012	4-metoxibenzaldehyd (p-ánizsaldehyd)			0,07	
2042	metil-cinnamát		0,25	0,14	
2100	eugenol			0,14	
	Alkoholok	2,72	12,27	3,37	22,11
965	ciklobutanol				0,77
1002	etil-alkohol		2,85	1,67	
1098	2-pentanol				4,93
1104	4-metil-2-heptanol				0,81
1116	1-butanol				1,22
1164	izoamil-alkohol			0,07	0,76
1203	1-pentanol				0,33
1268	2-heptanol				0,15
1288	1-hexanol		0,36		2,68
1323	cisz-3-hexenol		1,83	0,36	

1455	1,2,3-butántriol		0,27		
1489	2,3-butándiol		0,54		2,71
1525	2,3-butándiol		1,48		1,42
1545	propilén-glikol	2,72	4,64	1,27	2,15
1773	1,2,3-butántriol		0,30		
2246	glicerin				4,18
	Aldehidek	18,79			14,12
1002	3-metilbutanal	9,03			14,12
1079	hexanal	9,76			
	Ketonok			0,17	10,50
991	aceton				7,04
1010	2-butanon				3,46
1241	3-hidroxi-2-butanon (acetoin)			0,17	
	Észterek	16,82	51,08	48,76	3,98
982	metil-acetát		0,97	0,31	
992	etil-acetát		9,36	4,70	0,72
1011	etil-propanoát		0,35	0,14	
1044	etil-butanoát		1,31	1,01	
1049	izoamil-acetát			0,98	
1052	etil 2-metilbutanoát		1,13		1,58
1060	etil 3-metilbutanoát		0,55		
1093	izoamil-acetát		0,50		
1101	etil-pentanoát		0,68		
1143	metil-hexanoát		0,47	0,27	
1179	etil-hexanoát		4,40	4,92	
1211	izoamil-butanoát			0,46	
1229	ecetsav, hexil észter				0,42
1238	metoxiecetsav, pentil-észter		1,62		
1259	<i>cisz</i> -3-hexenil-acetát		0,60	0,15	
1276	etil-heptanoát			0,10	
1282	etil-laktát		0,23	0,09	
1331	metil-oktanoát		3,16	2,41	0,49
1385	etil-oktanoát	6,76	19,38	27,35	0,33
1410	etil 3-hidroxibutirát	3,64			
1568	2-hidroxi-1-metiletil-acetát			0,13	
1599	etil-dekanoát	6,42	3,24	3,61	
1619	pentil-oktanoát			0,19	
1632	dietilén-glikol, butil éter acetát		0,34		
1648	dietil-szukcinát				0,44
1757	metil-laurát		0,38	0,20	
1798	etil-laurát		1,58	1,74	
	Savak	37,13	25,20	8,90	35,74
1391	ecetsav	25,37	14,13	4,71	18,50
1486	propánsav	1,45	0,24		0,28
1527	2-metilpropánsav				2,12
1575	butánsav		0,53	0,09	0,46

1616	2-metilbutánsav		2,03		
1617	3-metilbutánsav	2,06			8,49
1689	pentánsav			0,04	0,48
1791	hexánsav		0,88	0,48	0,96
1990	oktánsav	2,84	5,31	2,73	1,74
2076	szorbinsav		0,84	0,25	2,46
2081	nonánsav		0,41	0,28	
2182	dekánsav	5,41	0,83	0,32	0,25
	Szénhidrogének	3,68	2,46	2,55	
1033	2,5,6-trimetildekán			0,15	
1057	6-metiltridekán			0,26	
1063	2,4-dimetilundekán			0,21	
1074	3-metildekán		0,37		
1080	2,6,10-trimetildodekán			0,31	
1084	6-metildodekán		0,81		
1086	2,5-dimetiltridekán			0,42	
1104	2,6-dimetilundekán		0,17		
1116	5-metilundekán		0,73		
1122	5-(1-metilpropil)-nonán		0,13	0,90	
1127	3-metil-5-propilnonán		0,17		
1130	3-metilundekán			0,17	
1133	5-butilnonán		0,08		
1166	3,4-dimetilundekán			0,13	
1199	5-metil-5-propilnonán	3,68			
	Ismeretlen vegyületek		1,06	1,05	1,48
1030	ismeretlen		0,54		
1045	ismeretlen				0,37
1103	ismeretlen			0,93	
1129	ismeretlen				0,53
1148	ismeretlen		0,08		
1227	ismeretlen		0,02		
1524	ismeretlen			0,12	
1565	ismeretlen		0,42		
1641	ismeretlen				0,58
Vegyületek száma:		15	59	55	43

15. Melléklet: A magyar gyártású tücskös szeletek és a tücsökpor aromaaktív vegyületei
(Forrás: saját szerkesztés)

Magyar gyártótól származó tücsökpor

Név	Illatjelleg	Illatintenzitás
3-metilbutanal	ismeretlen	gyenge
<i>ismeretlen</i>	pörkölt, égett	gyenge

Csúcs nem detektálható

CEBE eper szelet

Vegyület	Illatjelleg	Illatintenzitás
etil-alkohol	nugát, édes	gyenge
etil-propanoát	tejsokoládé	gyenge
<i>ismeretlen</i>	<i>zöld, növényi</i>	<i>gyenge</i>
ismeretlen	gyümölcs, aszalt meggy	közepes
etil-butanoát	gyümölcs, aszalt meggy	közepes
etil 2-metilbutanoát	zöld alma	közepes
izoamil-acetát	gyümölcs	gyenge
2,6-dimetilundekán	gyümölcs	gyenge
3-metil-5-propilnonán	gomba	gyenge
ismeretlen	zöld alma	gyenge
β -terpineol	gyümölcs, alma	gyenge
etil-hexanoát	ecet, savanyú	gyenge
dihidro-2-metil-3-furanon	ismeretlen	közepes
<i>ismeretlen</i>	<i>földes</i>	<i>közepes</i>
<i>ismeretlen</i>	<i>földes</i>	<i>gyenge</i>
<i>cisz</i> -3-hexenol	virág	gyenge
2,3-butándiol	kellemetlen, savanyú, izzadság	erős
butánsav	almalé	erős
<i>ismeretlen</i>	<i>virág</i>	<i>gyenge</i>
2-metilbutánsav	vaj	erős
hexánsav	pékség, sült	erős
<i>ismeretlen</i>	<i>virág</i>	<i>gyenge</i>
oktánsav	fűszeres	közepes
szorbinsav	virág	közepes

Csúcs nem detektálható

CEBM meggy szelet

Név	Illatjelleg	Illatintenzitás
etil-butanoát	tejsokoládé	közepes
2,4-dimetilundekán	zöld	gyenge
izoamil-acetát	gyümölcsös, meggy*	gyenge
metil-hexanoát	gyümölcsös, meggy*	gyenge
izoamil-alkohol	gyümölcsös, meggy*	gyenge
etil-hexanoát	gyümölcsös	gyenge
etil-oktanoát	gyümölcsös	gyenge
ecetsav	ismeretlen	közepes
furfural	pirított napraforgó mag	gyenge
<i>ismeretlen</i>	<i>pirított napraforgó mag</i>	<i>gyenge</i>
benzaldehyd	gyümölcsös, citrus, mandula	gyenge
pentil-oktanoát	kellemetlen	gyenge
4-metilbenzaldehyd	mandula, marcipán	közepes
<i>ismeretlen</i>	<i>lekvár, gyümölcsös</i>	<i>gyenge</i>
<i>ismeretlen</i>	<i>lekvár, gyümölcsös</i>	<i>gyenge</i>
hexánsav	gyümölcsös, bogyósgyümölcs lekvár	erős
etil-laurát	gyümölcsös, bogyósgyümölcs lekvár	erős

benzil-alkohol	gyümölcsös, egzotikus	közepes
β -jonon	virágos	erős
<i>ismeretlen</i>	<i>sült</i>	<i>gyenge</i>
γ -nonalaktan	édes, nugátos, karamell, kókusz	erős
p-ánizsaldehid	fűszeres	közepes
metil-cinnamát	virágos	gyenge
nonánsav	virágos	erős

Csúcs nem detektálható

CPBCS csokoládé szelet

Név	Illatjelleg	Illatintenzitás
2-butanon	ismeretlen	gyenge
3-metilbutanal	csokoládé, karamell	közepes
<i>ismeretlen</i>	<i>nugátos, édes</i>	<i>gyenge</i>
ismeretlen	alma	közepes
2-etil-6-metil-pirazin	földes	gyenge
trimetil-pirazin	ecet	gyenge
<i>ismeretlen</i>	<i>földes</i>	<i>gyenge</i>
2-metilpropánsav	kellemetlen, savanyú	közepes
butánsav	ismeretlen	gyenge
3-metilbutánsav	gyümölcsös	közepes
<i>ismeretlen</i>	<i>gyümölcsös, kajszi</i>	<i>erős</i>

Csúcs nem detektálható

16. Melléklet: A cseh gyártású tücskös szeletek és a tücsökpor aromakomponensei
(Forrás: saját szerkesztés)

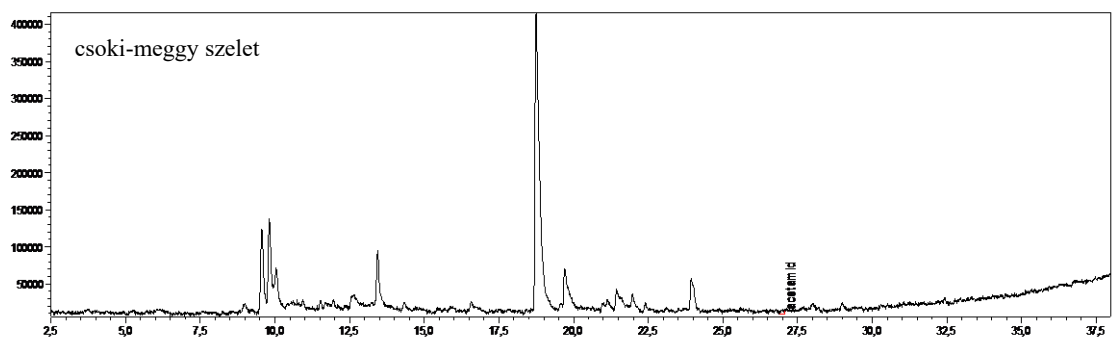
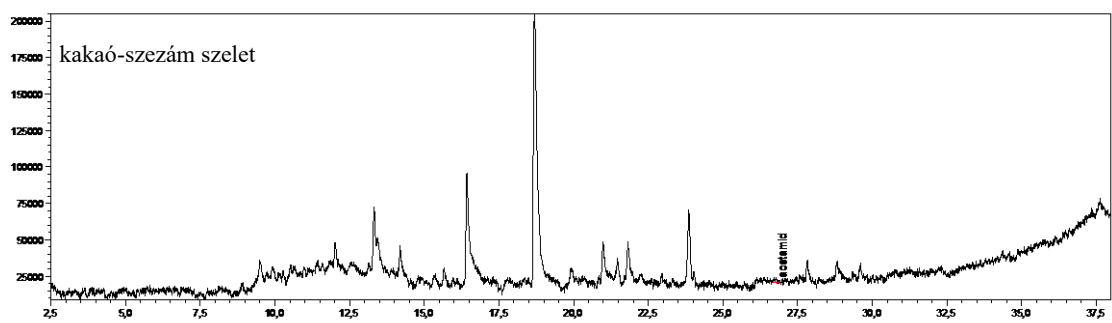
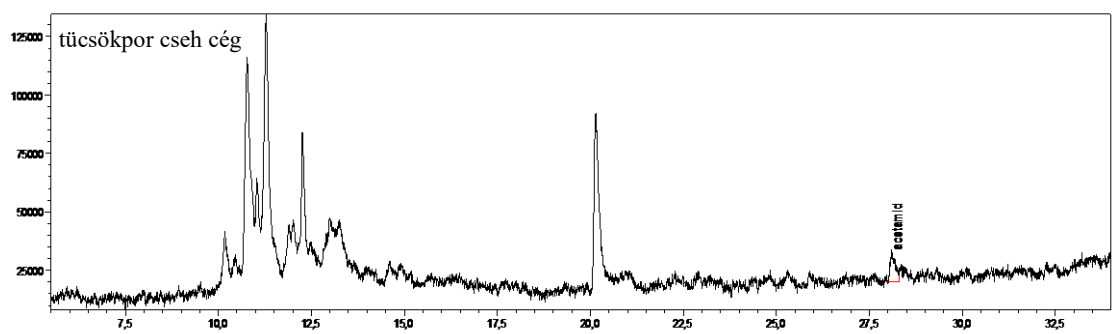
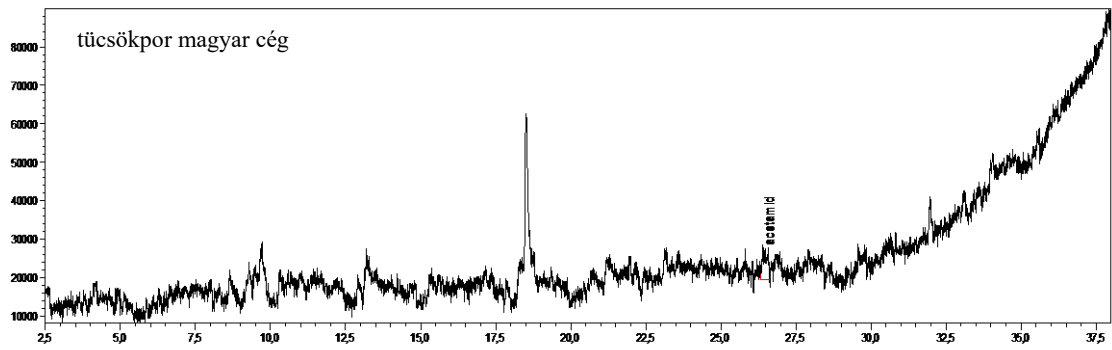
RI	Név	Terület%				
		por	csoki-narancs	csoki-meggy	kakaó-szezám	mogyoróvaj-fahéj
	Terpének	0,59	90,81	0,58	3,06	6,31
1054	α -pinén			0,58		0,83
1072	D-limonén	0,59	75,59		2,21	
1128	β -mircén		8,73			
1166	eukaliptol					1,01
1172	1,6-dihidrokarveol				0,85	
1235	α -terpinolén		0,10			
1423	limonén epoxid		0,58			
1458	α -kubebén		0,06			
1499	linalool		1,06			1,76
1540	<i>transz</i> -citrál		0,10			
1561	β -kariofillén					1,87
1570	4-terpineol		0,11			
1590	<i>cisz</i> -dihidrokarvon		0,27			
1596	p-ment-1-en-9-al		0,14			
1608	<i>transz</i> -dihidrokarvon		0,25			
1636	α -kariofillén					0,40
1666	α -terpineol		0,20			0,44
1686	4,11,11-trimetil-8-metilénbicyclo[7.2.0]undec-4-én		0,13			
1725	dihidrokarveol		0,10			
1735	α -kurkumén		0,45			
1801	<i>cisz</i> -karveol		1,60			
1831	<i>transz</i> -karveol		0,06			
1852	5-izopropenil-2-metilenciklohexanol		0,09			
1974	4-izopropenil-1-metil-1,2-ciklohexándiol		0,90			
2191	8-hidroxilinalool		0,29			
	Nitrogéntartalmú vegyületek	2,01	0,04	0,51	3,72	3,45
1294	2,6-dimetilpirazin					3,22
1388	trimetil-pirazin				0,56	
1454	tetrametil-pirazin				2,42	
2331	acetamid	2,01	0,04	0,51	0,74	0,23
	Oxigéntartalmú heterociklusos vegyületek		1,00	9,88	1,90	0,73
1176	2-pentilfurán					0,73
1233	dihidro-2-metil-3(2H)-furanon			0,37		
1435	furfural		0,72	6,08		
1561	5-metil-2-furánkarboxaldehid		0,05	0,76		
1604	tetrahidro-2,5-dimetilfurán				0,64	
1622	δ -valerolakton			0,51		
1623	γ -butirolakton		0,23	2,16	1,26	
	Benzolgyűrűs vegyületek		0,79	6,25	3,75	19,45

1104	etilbenzol					1,16
1218	1,4-dimetil-2-etilbenzol					2,20
1226	o-cimén		0,14			
1511	6-(hidroxi-fenil-metil)-2,2-dimetil-ciklohexanon		0,65			
1521	benzaldehyd			3,65		13,65
1857	benzil-alkohol			0,69	1,87	1,03
1890	feniletil-alkohol			1,20	1,88	
2044	<i>transz</i> -fahéjaldehyd			0,17		1,14
2099	eugenol					0,27
2212	piperonal			0,54		
	Alkoholok	38,45	0,11	12,83	33,24	6,41
705	2-etilbutanol	1,49				
728	etil-alkohol	32,64				
914	2-butiloktanol	3,52				
957	ciklobutanol					1,07
1015	1,3-butándiol			3,14		
1081	2-metil-1-propanol (izobutanol)			0,61	1,01	
1100	2-pentanol			0,52	0,52	
1143	pentanol	0,80		0,85	1,99	1,73
1166	3-metil-1-butanol (izoamil alkohol)			4,57	4,93	0,62
1265	2-heptanol				2,48	
1305	1-hexanol			1,22	14,99	
1329	<i>cisz</i> -3-hexen-1-ol		0,11			
1508	2,3-butándiol			0,62	3,59	
1545	propilén-glikol					1,98
1545	2,3-butándiol			1,30	3,73	1,01
	Ketonok	3,25	0,05	11,96		5,78
688	5-metil-2-hexanon	0,96				
993	1-hidroxi-2-propanon (acetol)			7,83		4,03
1043	2-heptanon	2,29		0,23		1,22
1129	<i>transz</i> -3-penten-2-on			2,84		
1255	3-hidroxi-2-butanon (acetoin)			0,61		0,53
1292	6-metil-5-heptén-2-on		0,05			
1438	4-hidroxi-2-pentanon			0,45		
	Aldehydekek		0,27	0,25	2,43	20,91
1011	3-metilbutanal				1,34	1,68
1025	pentanal					1,31
1088	hexanal			0,25		17,92
1246	oktanal		0,19			
1358	nonanal				1,09	
1462	dekanal		0,08			
	Észterek	13,80	0,59	7,46	2,58	6,93
680	izopropenil-acetát	7,94				
986	metil-acetát		0,50			
1004	etil-acetát			7,21		0,33

1047	izobutil-acetát			0,25		
1103	izoamil-acetát				1,62	
1226	hexil-acetát				0,96	
1324	propil-triklóracetát	0,24				
1352	metil-triklóracetát	4,71				
1379	etil-oktanoát					3,15
1380	etil-triklóracetát	0,91				
1582	etil-citrát					0,96
1595	etil-dekanoát					1,79
1799	dodekánsav etil-észter					0,70
2021	triacetin		0,09			
	Éterek					3,37
1001	propil-glicidil-éter					3,37
	Savak	12,97	6,34	47,19	42,74	20,92
1276	2-oxopropánsav			0,70		
1371	ecetsav	11,06	6,28	43,64	33,31	13,64
1502	propánsav			0,86	0,77	0,66
1522	2-metilpropánsav				2,17	
1595	butánsav			0,36	0,82	
1629	3-metilbutánsav				3,77	
1706	pentánsav			0,28		0,52
1832	2-metilpropánsav	1,05				
1999	oktánsav		0,06		0,60	1,54
2062	3-metilpentánsav	0,54				2,21
2107	nonánsav			0,67		1,38
2172	dekánsav					0,44
2441	dodekánsav	0,32		0,68	1,30	0,53
	Szénhidrogének	21,12			1,42	1,70
640	2,4-dimetilpentán	1,51				
656	3,4-dimetilheptán	12,35				
821	5-etil-2-metiloktán	4,61				
889	3-metildekán	2,65				
967	3-metilhexán					1,04
978	2,4-dimetilheptán					0,66
1110	3,4-dimetilheptán				1,42	
	Egyéb vegyületek	1,72				
797	kloroform	1,72				
	Ismeretlen vegyületek	6,09		3,41	5,16	4,04
784	ismeretlen	1,84				
840	ismeretlen	1,22				
954	ismeretlen	1,10				
1055	ismeretlen					0,64
1117	ismeretlen					1,85
1155	ismeretlen					0,57
1169	ismeretlen			1,18		

1187	ismeretlen				0,36	
1240	ismeretlen					0,98
1252	ismeretlen				1,26	
1502	ismeretlen	1,93				
1635	ismeretlen			2,00	0,85	
1726	ismeretlen				2,69	
2009	ismeretlen			0,23		
Vegyületek száma:		25	34	38	33	46

17. Melléklet: Az acetamid megjelenése a tücsökporok és néhány energiaszelet illó profiljában
(Forrás: saját szerkesztés)



18. Melléklet: A cseh gyártású tücskös szeletek és a tücsökpor aromaaktív vegyületei
(Forrás: saját szerkesztés)

Cseh gyártótól származó tücsökpor

Név	Illatjelleg	Illatintenzitás
izopropenil-acetát	ismeretlen	gyenge
etil-alkohol	ismeretlen	gyenge
ismeretlen	növényi	gyenge
etil-triklóracetát	sült, égett	erős
<i>ismeretlen</i>	<i>főtt burgonya</i>	<i>gyenge</i>
<i>ismeretlen</i>	<i>savanyú</i>	<i>gyenge</i>

Csúcs nem detektálható

SPBCSN csoki-narancs szelet

Név	Illatjelleg	Illatintenzitás
<i>ismeretlen</i>	<i>gyümölcsös</i>	<i>gyenge</i>
oktanal	narancs*	közepes
ecetsav	savanykás	gyenge
furfural	csokoládé	gyenge
α -kubebén	földes	gyenge
dekanal	földes	gyenge
linalool	virágos	gyenge
<i>cisz</i> -karveol	gyümölcsös, alma	gyenge
<i>ismeretlen</i>	<i>tejcsokoládé</i>	<i>gyenge</i>
oktánsav	pékiség, sült	gyenge
<i>ismeretlen</i>	<i>savanykás, növényi</i>	<i>gyenge</i>

Csúcs nem detektálható

SPBCSM csoki-meggy szelet

Név	Illatjelleg	Illatintenzitás
1,3-butándiol	ismeretlen	gyenge
2-heptanon	vajas	gyenge
ecetsav	ecet	gyenge
4-hidroxi-2-pentanon	főtt krumpli	gyenge
furfural	főtt krumpli	gyenge
<i>ismeretlen</i>	<i>földes</i>	<i>gyenge</i>
ismeretlen	savanykás	gyenge
<i>ismeretlen</i>	<i>gyümölcsös</i>	<i>gyenge</i>
vanillin	tejcsokoládé	erős
ismeretlen	sült	közepes
piperonal	fűszeres	gyenge

Csúcs nem detektálható

SPBKSZ kakaó-szezám szelet

Név	Illatjelleg	Illatintenzitás
3-metilbutanal	ismeretlen	gyenge
1-hexanol	gyümölcsös	gyenge
trimetil-pirazin	zöld	gyenge
<i>ismeretlen</i>	<i>főtt burgonya</i>	<i>gyenge</i>
tetrametil-pirazin	földes	gyenge
propánsav	zöld, nyers	gyenge
3-metilbutánsav	savanyú, kellemetlen	közepes
ismeretlen	savanyú, kellemetlen	közepes
feniletil-alkohol	virágos	gyenge
<i>ismeretlen</i>	<i>sült</i>	<i>közepes</i>

Csúcs nem detektálható

SPBMF mogyoróvaj-fahéj szelet

Név	Illatjelleg	Illatintenzitás
pentanal	gyümölcsös	gyenge
hexanal	zöld	közepes
acetol	ismeretlen	gyenge
2,6-dimetilpirazin	pörkölt földimogyoró	gyenge
etil-oktanoát	zöld, nyers zöldborsó	közepes
<i>ismeretlen</i>	<i>pörkölt földimogyoró</i>	<i>közepes</i>
linalool	virágos	közepes
3-metilbutánsav	savanyú, kellemetlen	erős
pentánsav	növényi	gyenge
<i>ismeretlen</i>	<i>fahéj</i>	<i>gyenge</i>
2-metilpropánsav	gyümölcsös	erős
<i>ismeretlen</i>	<i>csokoládé, mogyoróvaj</i>	<i>gyenge</i>
oktánsav	sült, karamella	közepes
eugenol	gyümölcsös	gyenge

Csúcs nem detektálható

Köszönetnyilvánítás

Szeretném őszinte hálámat kifejezni konzulensemnek, **Dr. Csóka Mariann**-nak, aki szakmai útmutatásával, támogató hozzáállásával és türelmével jelentős mértékben hozzájárult szakdolgozatom elkészítéséhez. Értékes tanácsai, iránymutatásai és építő jellegű visszajelzései hatalmas segítséget nyújtottak munkám megvalósítása során és a dolgozat végleges formájának kialakításában.

Köszönöm!

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függeléke: A MATE egységes szakdolgozat / diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

4.2. sz. melléklet: Nyilatkozat a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről (módosítva: 2025. október 16.)

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről

A hallgató neve: Ritzl Blanka

A Hallgató Neptun kódja: IDYO9S

A dolgozat címe: Energiaszelelek érzékszervi tulajdonságainak jellemzése

A megjelenés éve: 2025

A konzulens intézetének neve: Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

A konzulens tanszékének a neve: Táplálkozástudományi Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem. Továbbá kijelentem, hogy a dolgozat elkészítése során alkalmazott mesterséges intelligencia-eszközök (pl. szöveggenerálás, nyelvi javítás, fordítás, adatelemzés) használata nem helyettesítette a saját kutatási és alkotói munkámat, azok alkalmazását a források között vagy a módszertani részben feltüntettem, és a szakmai-etikai elvárásoknak megfelelően jártam el.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlanul állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkorai szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitóri rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitóri rendszerében.

Kelt: 2025 év november hó 07 nap

Ritzl Blanka
Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függeléke: A MATE egységes szakdolgozat /
diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

4.1. sz. melléklete: Konzulensi nyilatkozat

NYILATKOZAT

Ritzl Blanka (név) (hallgató Neptun azonosítója: IDYO9S)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az
irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól
tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő
védésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: 2025 év november hó 07 nap



belső konzulens

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	Ritzl Blanka
Neptun-kódja:	IDYO9S
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb:
Tantárgy neve/kódja*:	Szakdolgozat
A munka címe:	Energiaszoletok érzékszervi tulajdonságainak jellemzése

* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

I. TÁBLÁZAT: Asszisztensi vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrekció, ötletelés stb.)

(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)
fordítás, nyelvi korrekció	Google Gemini, ChatGPT-5 (díjmentes változat)	

II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)

(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka mellékletében való csatolása szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-	Az érintett fejezet /	A prompt-naplót

	eszköz neve, verziója, elérhetősége	ábra / táblázat pontos sorszáma	tartalmazó melléklet bejegyzésének sorszáma
-	-	-	-

3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

Pi. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használatára engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....

.....

.....

.....

4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helytállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

Kelt: Bóly, 2025. november 7.

Ritzl Blanka

.....
Hallgató aláírása

Csiba Mariann

.....
Konzulens/Témavezető aláírása