



DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

BELOVAI JUDIT

KAPOSVÁRI EGYETEM

AGRÁR- ÉS KÖRNYEZETTUDOMÁNYI KAR

DOI:10.17166/KE2016.008

2016



KAPOSVÁRI EGYETEM

AGRÁR- ÉS KÖRNYEZETTUDOMÁNYI KAR

Mezőgazdasági Termékfeldolgozás és Minősítés Tanszék

A Doktori Iskola vezetője:

PROF. DR. KOVÁCS MELINDA

az MTA levelező tagja

Témavezetők:

DR. SZABÓ ANDRÁS, egyetemi tanár, az MTA doktora

DR. BÁNÁTI DIÁNA, Ph.D.

A ZSÍRSÁVÖSSZETÉTEL MÓDOSÍTÁSÁNAK HATÁSA A PÁRIZSI MINŐSÉGÉRE

Készítette:

BELOVAI JUDIT

KAPOSVÁR

2016



1 BEVEZETÉS	7
1.1 Kutatási előzmények	8
2 IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	10
2.1 Funkcionális élelmiszerek	10
2.2 A húсок- és húскészítmények táplálkozás-élettani szempontból optimális zsírsavösszetétele.....	14
2.3 A zsírok szerepe a humán táplálkozásban	17
2.3.1 Az ω -6 és ω -3 arány jelentősége	21
2.4 A zsírsavak.....	22
2.4.1 A telítetlen zsírsavak fizikai tulajdonságai	24
2.4.2 A telítetlen zsírsavak metabolizmusa	25
2.4.3 Az α -linolénsav és élettani szerepe.....	30
2.5 A sertéshús és sertészsír zsírsavprofilja, annak fajtánkénti, testtájankénti változatossága.....	32
2.5.1 A sertéshús zsírsavprofiljának takarmányozási úton való módosíthatósága, az erre alkalmazható zsírsavforrások.....	38
2.6 A Magyarországon széles körben fogyasztott sertés húskészítmények áttekintése és azok zsírsavösszetétele.....	45
2.6.1 A sertéshús készítmények zsírsavprofiljának gyártástechnológia során alkalmazható módosítási lehetőségei és annak hatása a termék minőségére.....	49
3 DISSZERTÁCIÓ CÉLKITŰZÉSEI.....	59
4 ANYAG ÉS MÓDSZER	60
4.1 Kereskedelmi forgalomban kapható párizsik vizsgálata	60
4.2 A Párizsi alaprecept kidolgozása	60
4.2.1 Folyékony szója- és napraforgó lecitin alapú kiegészítés	63
4.2.2 Szilárd szójalecitin és darált lenmag por alapú kiegészítés.....	64
4.2.3 Szója- és lenolaj alapú kiegészítés	64
4.3 Zsírsavanalízis	65
4.4 Szerkezetvizsgálat.....	66
4.4.1 Állománymérés TPA állományprofil analízis módszerével	66
4.4.2 Állománymérés Warner-Bratzler cella alkalmazásával.....	66
4.5 Színmérés	67



4.6	Érzékszervi bírálat	68
4.7	Elektronikus orr vizsgálat	69
4.8	Nedvességtartalom meghatározás	70
4.9	Kollagén-tartalom meghatározás	70
4.10	Zsírtartalom meghatározás	70
4.11	Tárolás	71
4.12	Adatelemzés	71
5	EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK	73
5.1	A zsírsavanalízis eredménye	73
5.1.1	A kereskedelmi forgalomból beszerzett párizsi minták összehasonlítása ...	73
5.1.2	A mintapárizsik összetevőinek zsírsavanalízise	74
5.1.3	Folyékony szója- és napraforgó lecitin alapú kiegészítés	76
5.1.4	Szilárd szójalecitin és darált lenmag por alapú kiegészítés	78
5.1.5	Szója- és lenolaj alapú kiegészítés	79
5.1.6	A 3 %-os és 6 %-os kiegészítéssel készült minták zsírsavprofiljának összehasonlítása a kereskedelmi forgalomban kapható párizsikkal	81
5.2	Szerkezetvizsgálatok	84
5.2.1	A kereskedelmi forgalomból beszerzett párizsi minták összehasonlítása ...	84
5.2.2	Folyékony szója- és napraforgó lecitin alapú kiegészítés	85
5.2.3	Szilárd szójalecitin és darált lenmag por alapú kiegészítés	87
5.2.4	Szója- és lenolaj alapú kiegészítés	90
5.2.5	A 3 %-os és 6 %-os kiegészítéssel készült minták reológiai tulajdonságainak összehasonlítása a kereskedelmi forgalomban kapható párizsikkal	92
5.3	Szín mérés	94
5.3.1	A kereskedelmi forgalomból beszerzett párizsi minták összehasonlítása ..	94
5.3.2	Az alaprecept kidolgozása	96
5.3.3	Folyékony szója- és napraforgó lecitin alapú kiegészítés	98
5.3.4	Szilárd szójalecitin és darált lenmag por alapú kiegészítés	102
5.3.5	Szója- és lenolaj alapú kiegészítés	106
5.3.6	A 3 %-os és 6 %-os kiegészítéssel készült minták színének összehasonlítása a kereskedelmi forgalomban kapható párizsikkal	110
5.4	Érzékszervi bírálat	114



5.4.1	A kereskedelmi forgalomból beszerzett párizsi minták összehasonlítása	114
5.4.2	Az alaprecept kidolgozása	117
5.4.3	Folyékony szója- és napraforgó lecitin alapú kiegészítés	119
5.4.4	Szilárd szójalecitin és darált lenmag por alapú kiegészítés	123
5.4.5	Szója- és lenolaj alapú kiegészítés	127
5.5	Az elektronikus orral kapott elemzése és értékelése	131
5.5.1	A kereskedelmi forgalomból beszerzett párizsi minták összehasonlítása	131
5.5.2	Folyékony szója- és napraforgó lecitin alapú kiegészítés	132
5.5.3	Szilárd szójalecitin és darált lenmag por alapú kiegészítés	135
5.5.4	Szója- és lenolaj alapú kiegészítés	137
5.5.5	A 3 %-os és 6 %-os kiegészítéssel készült minták elektronikus orral kapott eredményeinek összehasonlítása a kereskedelmi forgalomban kapható párizsikkal	139
5.6	Nedvességtartalom meghatározása	142
5.6.1	A kereskedelmi forgalomból beszerzett párizsi minták összehasonlítása	142
5.6.2	Folyékony szója- és napraforgó lecitin alapú kiegészítés	143
5.6.3	Szilárd szójalecitin és darált lenmag por alapú kiegészítés	144
5.6.4	Szója- és lenolaj alapú kiegészítés	144
5.7	Zsírtartalom meghatározása	144
5.8	Kollagén tartalom meghatározása	145
6	KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK	147
7	ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK	151
8	ÖSSZEFOGLALÁS	152
9	SUMMARY	158
10	KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS	164
11	IRODALOMJEGYZÉK	165
12	A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK	183
13	A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉN KÍVÜL MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK	185
14	SZAKMAI ÖNÉLETRAJZ	186
15	MELLÉKLET	187



1 BEVEZETÉS

Napjainkat rohanó világban éljük, amely egészséges embert kíván. Ehhez olyan életvitel szükséges, amely nagymértékben hozzájárul az egészségünk megőrzéséhez, és nem csak a rendszeres testmozgást foglalja magába, hanem az egészséges, egészséget támogató és azt megőrző élelmiszerek fogyasztását is. A dietetikai trendek kialakítása során az elsődleges cél az egészség megőrzése és ezzel egy új piaci szegmenst nyit az élelmiszeripar előtt (TÖRŐCSIK, 2006). Ennek köszönhető, hogy az élelmiszeripar olyan innovatív iparággá alakult, amely évről évre újabb és újabb termékeket állít elő a fogyasztói megelégedettség növelésére és a fenti célok megvalósítására.

Fontos megjegyezni, hogy az egészség- és élelmiszer-tudomány rohamosan fejlődik és számos új kutatási eredmény lát napvilágot, amelyek esetenként ellentmondanak egymásnak. Ezért is vélekednek megosztottan a kutatók/dietetikusok az élelmiszerekről és azok hatásáról az emberi szervezetre. A médiumok sajnos nem minden esetben a megfelelő forrásból származó eredményeket használják fel a fogyasztók informálására. Sok kritika éri a mai élelmiszergyártókat és magát az élelmiszeripart is, mert túlzott mértékben alkalmaz adalékanyagokat a termék-előállítás során. A fogyasztók fenntartással vannak ezen anyagok használatával kapcsolatban, még akkor is, ha ezek az élelmiszerbiztonsági előírásoknak való megfelelést segítik.

A funkcionális élelmiszerek többnyire olyan pozitív hatással bíró komponenseket tartalmaznak, amelyek a szervezetbe jutva jótékony hatást gyakorolnak annak működésére, jelentős mértékben képesek hozzájárulni az egészséges állapot eléréséhez, illetve megőrzéséhez, és ezen tulajdonságuknak köszönhetően vásárolják meg a fogyasztók azokat.

A funkcionális élelmiszerek fejlesztése és előállítása az utóbbi évtizedben



az egyik legdinamikusabban fejlődő iparággá nőtte ki magát. Ezzel a termékcsoporttal egy új profitábilis szegmens nyílt meg az élelmiszergyártók számára, akik újabb és újabb ötletek megvalósítására tesznek kísérletet a funkcionális élelmiszer-előállítás területén. Esetenként az előállítási folyamatot nem ők dolgozzák ki, csak adaptálják azokat. Ennek tükrében tartottam fontosnak, hogy olyan új funkcionális terméket állítsak elő, amelyet az élelmiszeripar is felhasználhat a későbbiekben, és amelynek hazánkban jelentősebb hagyományai vannak.

1.1 Kutatási előzmények

A fejlődő táplálkozástudományak és a fogyasztók erősödő egészségtudatos viselkedésének hatására fontosabbá vált az élelmiszerek, azon belül pedig a hőkezelt húskészítmények, mint a vörösáruk (pl.: párizsi, virsli) beltartalmi paramétereinek mérése (PÉNZES, 2008). Mindamelllett számos negatív hír jelenik meg a médiában a húskészítmények összetételével és készítésével kapcsolatban (pl.: vörös húsok rákkeltő hatásúak (OOSTINDJER ÉS MTSAL, 2014)).

Az állati eredetű élelmiszerek nélkülözhetetlen táplálóanyagokat tartalmaznak az emberi szervezet számára. Gazdag makro- és mikroelem tartalmuknak köszönhetően fogyasztásuk a teljes értékű étrendhez hozzá tartozik. Egy felnőtt embernek napi 0.8 g fehérje/testtömeg kg fogyasztása szükséges, amelynek körülbelül felét ajánlott állati eredetű fehérjével fedezni (BILSBOROUGH ÉS MANN, 2006). Hazánkban a sertéshús-fogyasztás 24 kg/fő évente (KSH, 2015), amely kiegészül még a húskészítmények fogyasztásával. A húskészítmények magyar viszonylatban a leggyakrabban fogyasztott élelmiszerek között szerepelnek, ezért kiemelt fontosságú, hogy ezen termékek zsírsavösszetétele is megfelelő legyen.



A külföldi tudományos szaklapokban számos publikáció jelenik meg évről évre, amelyekben a húskészítmények zsírsavprofiljának optimalizálásáról számolnak be. Többnyire a termékek elkészítésekor telítetlen zsírsavakban gazdag növényi olajokat alkalmaznak ezen cél elérése érdekében. Magyarországon a húskészítmények ezen jellegű módosításával még csak kevesen foglalkoztak. 2001-ben a Szegedi Tudományegyetemen, szakdolgozat keretein belül kísérleteztek a kenőmájás receptúrájának módosításával (50 %-ban helyettesítették a sertészsírt napraforgóolajjal) (Kozák, 2001). Az Országos Húsipari Kutató Intézetben is végeztek hasonló kísérleteket, ahol a kenőmájás és a felvágott készítése során csökkentették a zsír mennyiségét és haleredetű összetevőkkel (olaj és liszt) helyettesítették ki azokat különböző koncentrációban. A halíz elfedése érdekében jelentősebb mennyiségű fűszernövényt használtak, amely sajnos nem fedte el kellően a felvágott esetében a halízt. A kiegészített kenőmájás kellemes ízkarakterisztikájának köszönhetően gyarapíthatta volna hazánkban a funkcionális húskészítmények csoportját, erre sajnálatos módon nem kerülhetett sor a gyártó cég felszámolása miatt (http://www.ohki.hu/tevekenysegunk/hazai_kutatasok/zsirsav.pdf). A Puru kft. a hazai felvágottak csoportját egy egyedi termékkel (halpárizsi) bővítette, viszont ez a termék nem volt sikeres a fogyasztók körében, így a gyártását és piaci forgalmazását rövid időn belül megszüntették.

A párizsi az 1960-as évektől kezdődően van jelen a hazai táplálkozásban. Kedveltségének egyik oka, hogy megfizethető a fogyasztók számára. A párizsi kedvező árának köszönhetően a magyar fogyasztók körében közkedvelt terméknek számít, és napi rendszerességgel kerül a háztartásokban, közétkeztetésben az asztalra. Ezért tartottam fontosnak, hogy olyan terméket állítsak vizsgálataim középpontjába, amely a fogyasztók körében is kedvelt.



2 IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1 Funkcionális élelmiszerek

Megérteni a táplálék és az egészség közötti kapcsolatot, mindig is kihívást jelentett a tudományos életben. Az 1980-as években, Japánban kezdtek el foglalkozni legelőször a speciális összetevőkkel kiegészített termékekkel, amelyek fiziológiai szempontból előnyös tulajdonságokkal rendelkeznek (HARDY, 2000; KWAK ÉS JUKES, 2001; STANTON ÉS MTSAL., 2005). 1984-ben japán kutatók megalkották a funkcionális élelmiszer fogalmát. Ezen termékcsoport definiálásával már többen próbálkoztak (ROBERFROID, 2002), de máig nem létezik egységesen elfogadott definíciója (ALZAMORA ÉS MTSAL., 2005). 1991-ben a japán Egészségügyi és Jóléti Minisztérium megalkotta a FOSHU (Food for Specified Health Uses) elnevezést erre a termékcsoporra. Ezek a termékek egy új, a gyakorlatban megvalósítható lehetőséget biztosít arra, hogy az elfogyasztott élelmiszer hozzásegítse a fogyasztót az „egészséges állapothoz”, amely a jó közérzetet és a különböző betegségek kockázatának csökkentését eredményezi (BHAT ÉS BHAT, 2011). A fogyasztók egyre inkább hisznek abban, hogy az ételek közvetlen hatást gyakorolnak az egészségükre (MOLLET ÉS ROWLAND, 2002; YOUNG, 2000) és nemcsak az étvágyuk kielégítése és a szükséges tápláló anyagok elfogyasztása a cél, hanem hogy a táplálkozással kapcsolatba hozható betegségek kialakulását megakadályozzák, a fizikai és mentális egészségüket megszilárdítsák (MENRAD, 2003; ROBERFROID, 2000; NIVA, 2007). A legtöbb ember anélkül szeretne egészségesen táplálkozni, hogy étkezési szokásait nagymértékben meg kelljen változtatnia. Ez a tény lendíti előre a funkcionális élelmiszerek piaci pozícióját, azaz az élelmiszer tápanyagtartalma és összetétele megváltozik, de érzékszervi tulajdonságaiban nem tér el a megszokottól (BECKER ÉS KYLE, 1998).



A funkcionális élelmiszerek lefedik a gyógyhatású, probiotikus és mesterséges élelmiszerek fogalmát és igazoltan jelentős mennyiségben tartalmaznak biológiailag aktív vegyületeket (DROZEN ÉS HARRISON, 1998) azért, hogy kedvező hatást gyakoroljanak a szervezetben lejátszódó folyamatokra. Bármely élelmiszer átalakítható funkcionális élelmiszerré, például ha a kedvezőtlen hatást kiváltó összetevője (allergén) eltávolításra kerül, vagy kedvező hatású komponenssel (vitaminok, ásványi anyagok) dúsítjuk az élelmiszert, vagy esetleg eredetileg az élelmiszerben nem lévő (antioxidáns) összetevőt adunk hozzá jelentősebb mennyiségben. Szintén funkcionális élelmiszer állítható elő, ha a túlzott mennyiségben jelenlevő makrotápanyagot (zsír) kedvező hatású tápanyagra cseréljük le (inulin, oligoszacharid). A funkcionális élelmiszerek fogyasztása nem igényel orvosi felügyeletet, nem minősülnek gyógyszernek (ZSARNÓCZAY, 2001). Napjainkban az élelmiszert gyártó cégek olyan előrelépést tettek ezen termékek fejlesztésében, hogy egyetlen élelmiszer összetettebb hatással rendelkezik (SLOAN, 2004). Az elmúlt húsz évben már nem csak a funkcionális vegyületek mennyiségének növelésével tették egészségesebbé a termékeket, hanem a károsnak ítélt összetevők, mint a cukor, a zsír és a só csökkentésére irányuló változtatásokat is bevezettek a gyártás során (BHAT ÉS BHAT, 2011).

Kezdetben vitaminokkal (C- és E-vitamin, folsav) és/vagy ásványi anyagokkal (cink, vas és kalcium) dúsított élelmiszereket gyártottak (SLOAN, 2000). Ezt követően áttértek azon termékek előállítására, amelyeket különböző mikrotápanyagokkal egészítettek ki, mint az ω -3 zsírsavak, a fitoszterol és az oldható rostfrakciók (SLOAN, 2002). A funkcionális élelmiszerek közé sorolható néhány baktériumtörzs, növényi- és állati termék, amelyek már eredeti állapotukban is tartalmaznak egészséget elősegítő, fiziológiailag aktív vegyületeket, a hagyományosnak számító tápanyagokon kívül. Tartalmazhatnak pre- és probiotikumok, amelyek a bélflóra megfelelő



működését segítik elő (BHAT ÉS BHAT, 2011). A legtöbb új formula a tejtermékek, a növényi alapú termékek piacán jelentek meg (MENRAD, 2003; KOTILAINE ÉS MTSAL., 2006), de néhány termék már a húsipar oldaláról is képviselteti magát a piacon (halpárizsi, Puru Kft.). Számptalan funkcionális vegyületet tartalmaznak a húsok, de mégis új irányvonalat ad a húsipar számára, hogy módosíthatják a nyers vagy a késztermék zsírsavösszetételét vagy akár a rost, antioxidáns vagy probiotikum, stb. tartalmát is (JIMENEZ-COLMENERO ÉS MTSAL., 2001; MENDOZA ÉS MTSAL., 2001; SCOLLAN, 2007). A húskészítményekhez az összetevőket a feldolgozás szakaszábanl van lehetőség hozzáadni (BHAT ÉS BHAT, 2011).

A húsok és húskészítmények fontos szerepet játszanak a táplálkozásában, ezért is lényeges, hogy hozzájáruljanak az emberi szervezet egészséges állapotának fenntartásához (NESTLE, 1999). A hús különösen értékes ω -3 zsírsav-, B₁₂-vitamin-, fehérje- és biológiai szempontból fontos vas-forrás (BENDER, 1992), ezáltal a hús maga is funkcionális élelmiszer. Mint minden élelmiszernek, a húsnak és húskészítményeknek is van olyan összetevője, amely adott feltételek mellett negatív hatást fejt(het) ki az egészségre. Egyes komponensek az élő állat tenyésztése során halmózódnak fel, mint a zsír, a koleszterin, a környezetből származó mérgező anyagok maradványai, vagy esetleg gyógyszermaradványok. Más káros komponensek pedig a gyártási folyamat során válnak összetevővé, amelyeket technológiai, érzékszervi (só, nitritek, foszfát, stb.) vagy élelmiszerbiztonsági szempontból adnak a termékhez. További káros alkotók jelenhetnek meg a gyártási folyamatból származó fertőtlenítőszer vagy detergens maradványok, amelyek toxikus vegyületekké alakulhatnak át (pl.: hőkezelés hatására). A tárolás során, a lipidperoxidáció folyamán megjelenő, vagy a csomagoláson keresztül bejutó anyagok is rendelkezhetnek káros hatással. Így, mint minden más élelmiszer szektorban, itt is cél a káros összetevőket (természetes eredetű vagy más oknál fogva jelenlevő anyagok) teljesen kizárni, vagy legalábbis csökkenteni



azokat, és mindemellett növelni a szervezetre pozitív hatást kifejtő alkotóelemek mennyiségét. Olyan stratégiákat kell kidolgozni, amelyek összekapcsolják az állattenyésztést, a nyers/alapanyag-kezelést és új készítmények kifejlesztését ezen cél elérése érdekében (JIMENEZ-COLMENERO ÉS MTSAL., 2001).

A vágóállat húsának alkotói módosíthatóak (zsírtartalom, fehérjetartalom, E-vitamin szint, zsírsavösszetétel, stb.) a genetikai szelekcióval, a tápanyag és a takarmányozás kombinálásával, a növekedési hajlam változtatásával, vagy az állat immunitásának növelésével (BASS ÉS MTSAL.,1990; BYERS ÉS MTSAL, 1993; HAY ÉS PRESTON, 1994). Számos lehetőség áll rendelkezésre, hogy különféle funkcionális élelmiszert állítsunk elő (JIMENEZ-COLMENERO, 2000). Az elmúlt években jelentős változás következett be a vágott test összetételében a genetikai módosítások eredményeképpen, így meglehetősen nagymértékben csökkent a hús zsírossága és emelkedett a telítetlen zsírsavak százalékos aránya (HAY ÉS PRESTON, 1994; MORRISSEY ÉS MTSAL.,1998). Az előállítási folyamat során például a látható-, illetve a kevésbé hozzáférhető zsír eltávolításával csökkenthető a zsírtartalom, így egészségesebb élelmiszer kerül előállításra. Legegyszerűbb módja ennek a bontás során, az intermuszkuláris zsír eltávolítása fizikai úton. A húskészítmények esetében a bekeveréskor is történhet változtatás, például egy kedvezőtlen hatással bíró összetevő mennyiségét csökkentik (zsír, só, nitrit, stb.), vagy egy kedvező hatással bíró alkotót adnak a keverékhez (rost, növényi eredetű fehérje, egyszeresen- és többszörösen telítetlen zsírsavak, antioxidánsok). Fontos, hogy az új húskészítmény a megfelelő előállítási technológiával készüljön, és megfelelő érzékszervi és beltartalmi paraméterekkel rendelkezzen, illetve az élelmiszerbiztonság törvényi szabályzásainak meg kell felelnie. Nagyon nehéz az összes követelménynek megfelelni, amelyet a referencia mintától is elvárnak (JIMENEZ-COLMENERO ÉS MTSAL., 2001). Számos csökkentett zsírtartalmú húskészítményt fejlesztettek már, de csak néhány esetben



fordítottak figyelmet arra, hogy az hozzáadott értékkel is rendelkezzen. A húskészítmények jó alapot szolgáltatnak a funkcionális élelmiszerek csoportjának bővítésére, hiszen kiegészíthetők növényi eredetű proteinekkel, rostokkal, antioxidánsokkal, pro-és prebiotikus anyagokkal, zsírsavakkal. Használtak már a gyakorlatban ételmi rostot (zab), cukorrépát, szójababot, almát, borsót és probiotikus baktériumokat ezen termékekben.

2.2 A húsok- és húskészítmények táplálkozás-élettani szempontból optimális zsírsavösszetétele

Táplálkozás élettani szempontból a hús és húskészítmények jelentik az emberi szervezet számára szükséges zsírsavak egyik legjelentősebb forrását. Az elmúlt 20 évben a hús és húskészítmények fogyasztása globális növekedést mutatott párhuzamosan a népességnövekedéssel (WORLD HEALTH ORGANISATION, 2003). A hús a tejjel és a tejtermékekkel együtt az energia bevitelnek a 25 %-át adj, a telített zsírsavbevitelnek (SFA) pedig majdnem a felét fedezik a termékek (HENDERSON ÉS MTSAL., 2003). Az állati termékeket egészségügyi szempontból sok kritika éri, mivel magas a telített zsírsavtartalmuk, illetve esetenként *transz*-zsírsav tartalmuk, melyeknek egészségkárosító hatást tulajdonítanak. Ez a megállapítást nem teljesen helytálló, mivel a vakkénsav (*transz*-11 C18:1) a prekursora a konjugált linolsav (CLA) fő izomerjének (*cisz*-9, *transz*-11 CLA) a szövetekben, amiről bizonyították, hogy számos pozitív hatása van (inhibitora a karcinogenezisnek és az érszűkületnek, immunerősítő).

A hús és húskészítmények biztosítják az egyszeresen telítetlen zsírsavakat (MUFA) és a többszörösen telítetlen zsírsavak (PUFA) közül az ω -3 és ω -6 zsírsavakat a szervezet számára (WOOD ÉS FEARON, 2009). Emiatt a húsiparral szemben elvárás lett, hogy olyan termékeket állítson elő, amelyek a kiegyensúlyozott táplálkozáshoz szükséges zsírsavösszetétellel



rendelkeznek. Ezért azon tudományos kutatások száma, amelyek a húsok és húskészítmények zsírsavösszetételének optimalizálására, javítására irányulnak, ugrásszerűen megnőtt az elmúlt évtizedben (WOOD ÉS MTSAL., 2003). A zsírsavösszetétel módosítható az állatok takarmányozásán keresztül, ahol különféle magas telítetlen zsírsavtartalmú olajos magot, illetve takarmánykiegészítőt adnak a takarmánykeverékhez, aminek eredményeképpen az állati termékekben (tojás (CACHALDORA ÉS MTSAL., 2008), tej (GULATI ÉS MTSAL., 2002), hús (SARDI ÉS MTSAL., 2006) megemelkedik a telítetlen zsírsavak mennyisége. A húskészítményekben az előállítás során is emelhető a telítetlen zsírsavak aránya például különféle telítetlen zsírsavtartalmú növényi olajokkal (MARQUEZ ÉS MTSAL., 1989; PARK ÉS MTSAL., 1989; LIU ÉS MTSAL., 1991; PANERAS ÉS MTSAL., 1998). Cél tehát az UFA/SFA arány növelése és az ω -6/ ω -3 arány csökkentése, viszont a telítetlen zsírsavak arányának növelésével megváltozhat a termék érzékszervi tulajdonsága és eltarthatósága is (WOODS ÉS FEARON, 2009), amely általában problémaként jelenik meg.

A húsok zsírtartalma és a zsírsavösszetétele extrém módon változékony paraméter, ami számos tényezőtől függ, úgy, mint a faj, fajta, vágási súly, vágási kor, genetikai adottságok, takarmányozás és az anatómiai felépítés (GOUTEFONGEA ÉS DUMONT, 1990; DORADO ÉS MTSAL., 1999), amely tényezők eltérő mértékű zsírdepozíciót és zsírsavösszetételt is eredményeznek. A húsokban az összes zsírsav ~ 40 %-a telített zsírsav, másik ~ 40 %-a egyszerűen telítetlen zsírsav és ~ 2-25 %-a többszörösen telítetlen zsírsav. Az olajsav (*cisz*-9 C18:1) az egyik fő zsírsavalkotója a húsok zsírtartalmának, amely az össz-zsírsav 30 %-át teheti ki. A kérődző állatok szöveteiben a zsírsavprofil jóval komplexebb, mint a monogasztrikus állatok esetében. Nagyobb mennyiségben tartalmaznak *transz*-zsírsavakat, páratlan szénatomszámú zsírsavakat (C15-C17), oldallánccal rendelkező (elágazó láncú) zsírsavakat és konjugált kettős kötéssel rendelkező zsírsavakat. Ez az



összetettség a bendőben élő mikroorganizmusoknak köszönhető. A húspan lévő telített zsírsavak származhatnak takarmányból, a bendőben lejátszódó zsírsavtelítési folyamatokból, glükózból és acetátból szintetizálódhatnak a májban. Az egyszerűen telítetlen zsírsavak a zsírszövetben képződnek többnyire, telített zsírsavakból, deszaturáz enzim segítségével. A kérődzők és a monogasztrikus fajok között jelentős eltérés van a többszörösen telítetlen zsírsavak arányában a szövetekben és a húspan egyaránt. A monogasztrikusok esetében az takarmányból származó zsírsavak szinte változatlanul épülnek be a zsírszövetbe. A kérődzők bendőjében viszont a mikroorganizmusok hidrogénezéssel telítik a zsírsavakat. Ez a mikrobiológiai aktivitás eredményezi azt, hogy a takarmányból származó többszörösen telítetlen zsírsavak kisebb mértékben (<10 %) jelennek csak meg a szövetekben (CHOW, 2007). ENSER ÉS MTSAL. 1996-ban összehasonlító vizsgálatot végeztek, amelyben a marha, a bárány és a sertés azonos húsrészeinek zsírsav-kompozícióját hasonlították össze (1. táblázat). Megfigyelték, hogy a C18:2 ω -6 zsírsav jelentős mennyiségben (14,2 %) fordult elő a sertéshúspan, emiatt az PUFA:SFA arány (0,58) és ω -6/ ω -3 arány (7,22) is magasabb. A kérődző állatok húspanban kedvezőbb az ω -6/ ω -3 arány (2,11=marha, 1,32=bárány), amely az alacsonyabb C18:2 ω -6 zsírsavtartalomnak (2,42=marha, 2,7=bárány) és a viszonylag magas ω -3 arányak köszönhető (WOOD ÉS MTSAL., 2003).

Vizsgálták a sertés és a marha *musculus longissimus* komplex lipidjeinek és foszfolipidjeinek összetételét. Egy nagyságrenddel magasabb a sertésben a neutrális lipideken belül a C18:2 ω -6 zsírsav mennyisége (10,10 %), míg a foszfolipidek esetében a C18:2 ω -6 zsírsav mennyisége (30,20 %) csak kétszerese a marha *longissimus*ában található értéknek (12,89 %). RULE ÉS MTSAL. (2002) eredményei alapján, a csirke esetében magas a 18:2 ω -6 zsírsav mennyisége (17,0 w/w %), amely a mellhús összes zsírsavtartalmának



17 %-át teszi ki. Erre a tényre alapozta az amerikai sertésipar a sertéshúsnak a „másik fehér hús” elnevezését.

1. táblázat: Kiskereskedelemben vásárolt marha bélszín, bárány és sertés karaj zsírsav összetétel (ENSER ÉS MTSAL., 1996)

Zsírsav	Zsírsav %		
	Marha	Bárány	Sertés
C12:0	0,08	0,31	0,12
C14:0	2,66	3,3	1,33
C16:0	25	22,2	23,2
C16:0 <i>cisz</i> ^b	4,54	2,2	2,71
C18:0	13,4	18,1	12,2
C18:1 <i>transz</i> ^b	2,75	4,67	n. a.
C18:0 <i>cisz</i> -9	36,1	32,5	32,8
C18:0 <i>cisz</i> -11	2,33	1,45	3,99
C18:2 ω -6	2,42	2,7	14,2
C18:3 ω -3	0,7	1,37	0,95
C20:3 ω -6	0,21	0,05	0,43
C20:4 ω -6	0,63	0,64	2,21
C20:5 ω -3	0,28	0,45	0,31
C22:4 ω -6	0,04	n. a.	0,23
C22:5 ω -3	0,45	0,52	0,62
C22:6 ω -3	0,05	0,15	0,39
Σ zsírsav (g/100g izom)	3,8	4,9	2.2

n.a.: Nincs adat

a: Az eredmény 50 minta /fajtát jelent

b: Összes izomer

2.3 A zsírok szerepe a humán táplálkozásban

A zsírok a táplálóanyagok azon fő csoportját képezik, amelyek az utóbbi időben a kutatások középpontjába kerültek a zsírfogyasztási szokások átalakulásának köszönhetően. A szív- és érrendszeri megbetegedések (CDV), főképpen a koszorúér betegség a vezető halálozási okok a fejlett országokban, melyek kialakulásához számos tényező hozzájárul. Az egyik kritikus faktora a táplálkozás, azon belül is a túlzott zsírfogyasztás. Ennek okán különböző egészségmegőrző programokat indítanak, hogy a táplálkozási szokásokat az egészséges irányába mozdítsák el. A jelenlegi ajánlások jelentősebb



mennyiségű ω -3 zsírsav fogyasztását támogatják, különösképpen az eikozapentaén (EPA) és a dekozahexaén (DHA) zsírsavakét (KRIS-ETHERTON ÉS MTSAL., 2002; KRIS-ETHERTON ÉS MTSAL., 2003).

A zsírok különféle szerepet töltenek be az emberi táplálkozásban. Energiát szolgáltatnak (39 kJ/g energiatartalommal rendelkeznek), illetve építőköveik egyes szöveteknek, hormonoknak és epesavaknak. A zsírok elősegítik a zsírolható vitaminok (A, D, K, E) felszívódását, illetve raktározódását és nem utolsósorban a sejtmembránok felépítésének nélkülözhetetlen elemei. Az emberi testben, a belső szervek köré rakódva, azoknak mechanikai védelmet biztosítanak épp úgy, mint a bőr alatti rétegek, amik még termoregulációs szerepet is betöltenek (KOVÁCS, 1999). Egy felnőtt ember körülbelül 85 g zsírt fogyaszt el naponta, leginkább trigliceridek formájában. A táplálékban a leggyakoribb zsírsavak a telített, az egyszerűen telítetlen és a többszörösen telítetlen zsírsavak.

A szív- és érrendszeri megbetegedések kialakulása a telített zsírsavfogyasztással hozható kapcsolatba. Ezzel szemben a telítetlen zsírsavaknak pozitív hatást tulajdonítanak egészségügyi szempontból (FERNANDES ÉS VENKATRAMAN, 1993; SIMOPOULOS, 1991; SIMOPOULOS, 2002, STEWART ÉS MTSAL., 2001). A tudományos irodalom és a táplálkozási tanácsok között lehet ellentmondás (HOENSELAAR, 2012), különösen azok között, amelyek az emberekkel végzett kutatási eredményeket foglalják össze és nem tárnak fel egyértelmű összefüggést a telített zsírsavak fogyasztása és a CDV és/vagy a koszorúér megbetegedések között (FEINMAN, 2010; MICHA ÉS MOZAFFARINA, 2010). Lényegében nincs elegendő támogató tanulmány jelenleg, így nem egyértelmű, hogy a zsírsavak hogyan is hatnak egészen pontosan az emberi egészségre. Az egyszerűen telítetlen zsírsavakról ismert, hogy védenek a CVD kialakulásától (KRIS-ETHERTON, 1999; GILLINGHAM ÉS MTSAL., 2011). A legújabb kutatási eredmények nem egyértelműsítik a



többszörösen telítetlen zsírsavak jótékony egészségügyi hatása (RUSSO, 2009; POUDYAL ÉS MTSAL, 2011), mivel FRITSCHÉ (2008) ÉS CZERNICHOW ÉS MTSAL. (2010) kutatásaiban a PUFA csoportjába tartozó ω -6 zsírsavak negatív hatását igazolták. A főbb epidemiológiai vizsgálatok a többszörösen telítetlen zsírsavak szívvédő hatását, illetve az ω -6/ ω -3 arány klinikai szerepét felülvizsgálta (HIBBELN ÉS MTSAL, 2006; ERKKILÄ ÉS MTSAL, 2008; GRIFFIN, 2008). Fordított összefüggést véltek felfedezni a PUFA/SFA aránya és CVD kialakulása között, ami arra utal, hogy az SFA helyettesítése PUFA-kal,- a kiegyensúlyozott étrend mellett,- képes minimalizálni a CVD kialakulásának kockázatát (OH ÉS MTSAL, 2005). A PUFA megnövelt bevitelével annak jótékony hatása fokozható.

A zsírfogyasztási szokások nagyon eltérőek a világban. Japánban a jelentős hal- és növényi olaj (pl.: repce- és szójaolaj) fogyasztásnak köszönhetően az összes energiabevitel,- ami zsírból származik,- csak 26 % és kedvező (4:1) az ω -6/ ω -3 zsírsav arány is (SUGANO ÉS HIRAHARA, 2000). Az Egyesült Államok és Nyugat-Európa közel azonos mértékben fogyaszt zsírt, amely 31 és 43 energia % között változik, ehhez képest a balti országokban ez 42-44 % (POMERLEAU ÉS MTSAL, 2001). Hazai vonatkozásban, a '90-es években az összes energia bevitel 38 %-a származhatott zsírból, a telített zsírsavak ennek a 14-15 energia %-át tették ki (ANTAL ÉS GAÁL, 1998). A fenti tudományos eredmények tükrében pontosításra kerültek a hazai ajánlások, amelyeket a 2. táblázat foglal össze.



2. táblázat: Táplálkozási ajánlások az egyes zsírsavak bevitelére (ZSÉDELY, 2008)

	Antal és Gaál, 1998	Zajkás, 2004
	energia %	
Napi energia bevitel zsírokból	30	15-30
Telített zsírsavak (SFA)	10	<10
Egyszeresen telítetlen zsírsavak	12	5-10
Többszörösen telítetlen zsírsavak	6-8	6-10
Linolsav (ω -6 zsírsavak)	1	5-8
α -linolénsav (ω -3 zsírsavak)	0,2	1-2
EPA és DHA bevitel	-	1-2
Transz-zsírsavak	-	< 1
PUFA/SFA	0,8	0,8

Az adatok összehasonlításával megállapítható, hogy az új ajánlások kevesebb zsír fogyasztását javasolják (15-30 energia %), mindemellett a zsír minősége is fontossá vált. Helyet kapott a többszörösen telítetlen zsírsavak közül az EPA és DHA fogyasztásának ajánlása, illetve a transz-zsírsavak bevitelének minimalizálása, és lényegessé vált az ω -6/ ω -3 hányados is. Az EFSA (Európai Élelmiszerbiztonsági Hivatal) által meghatározott zsírbeviteli ajánlás a napi energiabevitel 20-35 %-a. Kísérletekkel bizonyították, hogy ezen tartományon belüli zsírfogyasztás esetében nem lép fel tápanyaghiány, illetve a vérben lévő lipidek koncentrációjára vagy a testtömegre nem gyakorol negatív hatást. Továbbá az EFSA közleménye (2010) arra is rávilágít, hogy a magasabb zsíradékbeviteli értékek az elfogyasztott élelmiszer típusától és a fizikai aktivitás szintjétől függően nem feltétlenül hatnak kedvezőtlenül az emberi szervezetre vagy a testtömegre, de a telített zsírsavak és a transz-zsírsavak mennyiségét szükségeszerű minimalizálni. A linolsavból elegendő 4 energia %-ot bevinni a szervezetbe, az α -linolénsavból pedig 0.5 energia %-ot. Az eikozapentaénsavak (EPA) és a dekozahexaénsavak (DHA) javasolt mennyisége együttesen egy egészséges felnőtt számára 250 mg. Ajánlatos a telített zsírsavakat telítetlen zsírsavakra



lecsereľni (VOEDINGSAANBEVELINGEN VOOR BELGIË, 2000; EFSA, 2010; MOZAFFARIAN ÉS MTSAL., 2010; ASTRUP ÉS MTSAL., 2011).

2.3.1 Az ω -6 és ω -3 arány jelentősége

Kutatási eredményekre alapozva megállapítható, hogy a szervezetbe bevitt zsírsavak mennyiségén és minőségén túl fontos a zsírsavak aránya is. A PUFA/SFA arány mellett az ω -6/ ω -3 hányados is lényeges. Az ω -6/ ω -3 arány jelentősége abban rejlik, hogy a linolsav és az α -linolénsav metabolizmusa során versengés alakulhat ki a szubsztrátok között a metabolizmusokban közös enzimekért. Másrészről a linolsavból, valamint az α -linolénsavból képződő metabolitok (arachidonsav, illetve EPA és DHA) és az ezekből képződő eikozanoidok ellentétes szerepet tölthetnek be a szervezetben (ZSÉDELY, 2008). Tehát igen kedvezőtlen hatást gyakorolhat az anyagcsere-folyamatokra ezen arány eltolódása (HU ÉS MTSAL., 2001). Az élelmiszerekben az ideális értéket 3-5:1 értékek között határozták meg (WOOD ÉS MTSAL., 2004; WAHRBURG, 2004). Hazánkban ez az érték 28-30:1 (BARNA, 2006).

Fontos megjegyezni, hogy eltérő eredmények is publikálásra kerültek ebben a témában. GRIFFIN (2008) azt a megállapítást tette, hogy a magas ω -6/ ω -3 arány nem emeli jelentősen a szív- és érrendszeri megbetegedések kialakulásának kockázatát. Korábbi tanulmányok alátámasztják ezt az állítást (GOYENS ÉS MTSAL., 2006; STANLEY ÉS MTSAL., 2007). STANLEY ÉS MTSAL. (2007) abban látják a fő problémát ezen arány használatával kapcsolatban, hogy nem tesz különbséget az α -linolénsav és a metabolikusan még aktívabb EPA/DHA között. GRIFFIN (2008) szerint az ω -6/ ω -3 arány nem szignifikánsan tér el a táplálkozási szokásokat tekintve, de javasolt a hosszú szénláncú ω -3 telítetlen zsírsavak „előformáinak” nagyobb mértékű fogyasztása. GOYENS ÉS MTSAL. (2006) eredményeikkel megerősítették ezt. Továbbá GRIFFIN (2008) megállapította, hogy az élelmi linolénsav hatással



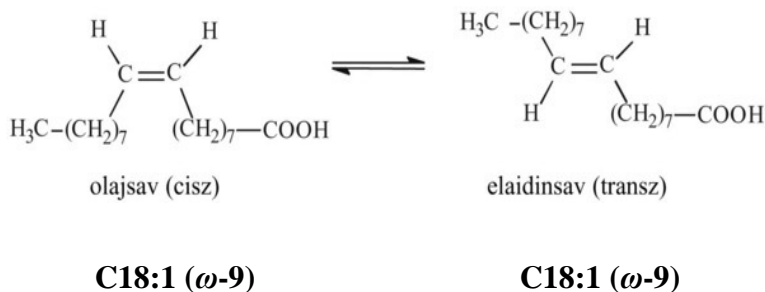
van az α -linolénsav átalakulására a szervezetben. BRENNÁ ÉS MTSÁI. (2009) által végzett kísérletben az α -linolénsav hosszú szénláncú telítetlen zsírsavvá való átalakulása visszaesett a magas ételmi linolénsav tartalomból eredően. Tehát véleményük szerint a hosszú szénláncú ω -3 zsírsavak „helyzete” javítható a nagyobb mennyiségű, táplálékkal bevitt hosszú szénláncú ω -3 zsírsavak fogyasztásával vagy az ω -6 telítetlen zsírsavak fogyasztásának minimalizálásával, viszont a kettő együtt talán a leghatékonyabb módja ennek.

2.3 A zsírsavak

A zsírsavak az élő szervezetben és a természetben szabad és kötött formában is előfordulnak. A zsírsavak a lipidek, azon belül pedig az összetett lipidek építőkövei, és annak a kisebbik frakcióját teszik ki. Az állati zsiradékok és növényi olajok jelentős része trigliceridekből áll, amely a glicerín és az észteresítő zsírsavak összekapcsolódásából alakul ki. Az észteresítő zsírsavak jellemzője, hogy legtöbbször páros szénatom számúak, elágazást ritkán tartalmaznak. Ha kettős kötést tartalmaznak, az főleg *cisz* állásban helyezkedik el. Természetes előfordulásukat tekintve három típusról beszélhetünk a zsírsavak esetében attól függően, hogy hány kettős kötés található a láncban. Eszerint megkülönböztetünk telített (Saturated Fatty Acid, SFA), egyszeresen telítetlen (Monounsaturated Fatty Acid, MUFA) és többszörösen telítetlen zsírsavakat (Polyunsaturated Fatty Acid, PUFA). Az esszenciális zsírsavak azok, amelyeket a szervezetünk nem tud előállítani és azokat csak táplálékkal, külső forrásból vagyunk képesek a szervezetbe juttatni. Nélkülözhetetlen a jelenlétük a szervezet, azon belül a sejtmembránok megfelelő működéséhez. Esszenciális zsírsavak az emberi szervezet számára a linolsav (C18:2 ω -6) és az α -linolénsav (C18:3 ω -3). Ezek a többszörösen telítetlen zsírsavakat a növények és fitoplanktonok képesek előállítani, még a halak és az emlősök számára azok esszenciális zsírsavaknak

számítanak. A szervezetben végbemenő metabolizmus során,- különböző enzimek segítségével-, a szénlánc hosszabbá válik, illetve a deszaturáz enzimek hatására további kettős kötések alakulnak ki (RUSTAN ÉS DREVON, 2005).

A telítetlen zsírsavak (UFA) csoportjába tartozó egyszeresen telítetlen zsírsavak telítetlen kötése a zsírsavláncban különböző helyen alakulhat ki. A 16-22 szénatomból álló telítetlen zsírsavak kettős kötés többnyire *cisz* állású, tehát a hidrogén ionok „azonos oldalon találhatóak” (1. ábra), azonos irányba mutatnak. A *transz*-izomerekhez képest a *cisz* izomerek kevésbé stabilak termodinamikai szempontból, ezért a *cisz*-izomerek olvadáspontja alacsonyabb, mint a *transz*-izomereké vagy akár a telített formájuké (RUSTAN ÉS DREVON, 2005). A *transz*-zsírsavak főleg bakteriális eredetűek. Jellemző rájuk, hogy a szénlánc lineárisabb a *cisz* sorhoz viszonyítva, ezáltal a molekula merevebb, emiatt magasabb az olvadáspontja (pl.: az elaidinsavé 44 °C, 1. ábra). Fő forrásai a hidrogénezett növényi olajok (pl.: margarinok). Úgy vélik, a *transz*-zsírsavak emelik a szív-és érrendszeri megbetegedések kialakulásának kockázatát (SUN ÉS MTSAL., 2007). Az élelmiszeripari hidrogénezés során a *transz*-zsírsavak aránya és előfordulása is megemelkedik (DEFILIPPIS ÉS SPERLING, 2006).



1. ábra: A *cisz*- és a *transz*-zsírsavak szerkezete (DÁNIELNÉ, 2007)



A többszörösen telítetlen zsírsavakon belül további három csoportot különíthetünk el, az ω -9 (pl.: C20:3 ω -9, Mead sav), az ω -6 és ω -3 zsírsavak csoportját (DEFILIPPIS ÉS SPERLING, 2006). Az ω -3 zsírsavak esetében az első kettős kötés a harmadik és negyedik szénatom között alakul ki az ω -szénatomtól (metil-terminális) számítva, míg az ω -6 zsírsavakat tekintve az első telítetlen kötés a hatodik szénatom után található.

Az ω -6 zsírsavak közül két zsírsav az emberi táplálkozás szempontjából kiemelt helyen szerepel. Ez az arachidonsav, amely a húspanban található meg és a linolsav (C18:2 ω -6), ami pedig a növényi olajokban, magvakban és a diófélékben fordul elő. A linolsavat a szervezet képes a deszaturáz és elongenáz enzimek segítségével arachidonsavvá alakítani.

Az ω -3 zsírsavak forrásának a tengeri halakat és a tenger gyümölcseit tartják, amelyek eikozapentaén- (EPA), a dekozapentaén (DPA) és a dekozahexaén savakban (DHA) gazdagok. Az α -linolénsav (ALA),- amely ezek előanyaga,- nagy mennyiségben a diófélékben, egyes növényi olajokban és a növények leveleiben található meg. Ezt a zsírsavat is ugyanaz a deszaturáz enzimszisztéma képes EPA-vá, majd pedig DHA-vá alakítani, mint amelyik a linolsavat arachidonsavvá (DEFILIPPIS ÉS SPERLING, 2006).

2.4.1 A telítetlen zsírsavak fizikai tulajdonságai

A telítetlen zsírsavak nem csak szerkezetükben, de fizikai tulajdonságaikban is eltérnek a telített zsírsavaktól. Ami közös bennük, hogy nátriummal vagy káliummal alkotott sóik vízben gyengén oldódnak. A vízdékonyságukat, különösképpen a hosszabb szénláncú zsírsavak esetében, nagyon gyakran nehéz meghatározni. Ezen kívül hajlandók asszociálódni, ezáltal micellákká és monomolekuláris réteggé összeállni. A micellákká alakuló, vízben diszpergált lipidszármazékok fizikai tulajdonságai



gyorsan változnak, illetve a micellák kialakulását a lipid koncentráció is befolyásolja. A kritikus micella koncentráció nem állandó érték, hanem egy szűk koncentráció tartományt jelent, amit jelentősen befolyásol más ionok jelenléte és a hőmérséklet (RUSTAN ÉS DREVON, 2005). A zsírsavak könnyen kivonhatók apoláros oldószerekkel oldatokból és szuszpenziókból a pH csökkentésével és a töltés nélküli karboxil-csoport átalakításával. Az alkáli fémsókkal alkotott formájuk (szappan) vízdékonysága a pH emelkedésével növekszik. A szappanoknak fontos tulajdonsága, hogy kolloidképzők és felületaktív ágensek.

A zsírsavak szerkezete befolyásolja az olvadáspontot. A szénlánc hossza és a *cisz* kettős kötések alacsonyabb olvadáspontot eredményeznek. Továbbá a zsírsavak olvadáspontja függ attól, hogy a lánc egyenes vagy elágazó, illetve páratlan vagy páros a szénatomszáma. (Az utóbbi magasabb olvadáspontot eredményez.) A telített zsírsavak stabilak, amíg a telítetlen zsírsavak hajlamosak oxidálódni (több kettős kötés, jelentősebb oxidatív hajlam). A telítetlen zsírsavak rendelkeznek azzal a képességgel a telítetlen kötéseik révén gyorsan oxidálódnak, így pl. a hús eltarthatóságát megváltoztathatják, különös tekintettel az avasság és a szín változására, illetve az ízre (WOOD ÉS MTSAL., 2003). Az antioxidánsok alkalmazásával csökkenthető a zsírsavak oxidatív hajlama.

2.4.2 A telítetlen zsírsavak metabolizmusa

Az emésztés során a szabad zsírsavak és a monogliceridek a patkóbélben szívódnak fel. A bélepithel sejtekben a szabad zsírsavak ismét észteresítődnek triacilgliceridekké, amik a bélepithel sejtek bazális membránján át kerülnek a véráramba a kilomikronok részeként. A keringésben az albuminhoz kötődve (szabad zsírsavként), vagy mint a



lipoproteinek részeként vannak jelen. A szabad zsírsavak felszívódása a sejtekbe főleg zsírsavkötő fehérjéken keresztül történik a plazmamembránban, illetve az intracelluláris transzportjukkor. A szabad zsírsavak aktiválása már azelőtt megtörténik, mielőtt az acetyl-CoA-kötő fehérjén keresztül „megérkeznek” a mitokondriumba vagy a peroxisómába a β -oxidációhoz, vagy az endoplazmás retikulumba a különböző lipidek észterifikációjához. Az acetyl-CoA vagy az egyes szabad zsírsavak kötődhetnek transzkripciós-faktorokhoz annak érdekében, hogy a génexpressziót szabályozzák vagy hogy biológiailag aktív származékokká (pl.: eikozanoidok) alakuljanak. (A glükóz a lipogenezisben alakul át zsírsavvá (RUSTAN ÉS DREVON, 2005)).

A különböző élelmiszerek fogyasztásakor a szervezetbe kerülő esszenciális zsírsavak, mint az ω -6 és ω -3 zsírsavak is triglicerid formában mennek keresztül az emésztésen, amely kedvez az abszorpciónak, a transzportnak a vérben és a későbbi inkorporációnak a szövetekbe (például: az agyba, retinába, szívbe). Az esszenciális zsírsavak jellemzően nem a trigliceridekben raktározódnak el. Természetesen ideiglenesen raktározódhatnak koleszterin-észterekben, amelyeket a későbbi metabolizmus során a szervezet felhasznál (WIJENDRAN ÉS MTSAL, 2004). Az észterezésnek egy másik formája a foszfolipid forma, amely különösképpen fontos az ω -6 és az ω -3 zsírsavak teljes szerkezet-funkcióját tekintve, mivel ezek a membránalkotók alakítják ki a szerkezetét a sejtmembrán lipid jelentős hányadának. Ami fontos, hogy a linolsav és az α -linolénsav egy nagy energiájú formába képesek átalakulni (zsíracyl-CoA), amely elősegíti a táplálék eredetű telítetlen zsírsavaknak a konverzióját. A konverzió során deszaturáció és lánchosszabítás történik, leginkább a májban, esetenként más szövetekben (HOLUB, 2002).



Az egyes zsírsavak, amelyek megjelennek az emberi szervezet sejtjeiben és szöveteiben, közvetlenül élelmiszerekből és/vagy a szervezetben lejátszódó biológiai szintézisből származhatnak. Az emberi testben jelentősebb arányban a következő zsírsavak fordulnak elő (3. táblázat):

3. táblázat: A főbb élettani zsírsavak az emberi testben
(WIJENDRAN ET AL., 2004)

Fiziológiás Zsírsavak Táplálék eredetű	<i>de-novo</i> szintézis
<i>A) Telített</i>	
C14:0	igen
C16:0	igen (<i>de-novo</i>)
C18:0	igen (16:0 hosszabbításából)
<i>B) Egyszeresen telítetlen (MUFA)</i>	
<i>cisz</i> -C18:1 ω -9	igen (C18:0 ω -9 deszaturációjából)
<i>transz</i> -C18:1 ω -11	nem (csak bakteriális úton az utóbélben)
<i>C) Többszörösen telítetlen (PUFA)</i>	
C18:2 ω -6, LA	nem (esszenciális zsírsav)
C18:3 ω -3, ALA	nem (esszenciális zsírsav)
C20:4 ω -6, AA	igen*
C20:5 ω -3, EPA	igen**
C22:6 ω -3, DHA	igen**

*Szükséges hozzá a metabolikus prekursor (linolénsav) jelenléte

** Szükséges hozzá a metabolikus prekursor (α -linolénsav) jelenléte (korlátozott átalakítása az α -linolénsavnak EPA+ DHA-vá)

A *cisz,cisz,cisz*-9,12,15-oktadekatriénsav vagy más néven α -linolénsav szerves alkotója néhány növényi olajnak (4. táblázat). A 1930-as évek elején fedezték fel az α -linolénsavat és a linolsavat (C18:2 ω -6) egy patkányokkal végzett kísérletben (BURR ÉS BURR, 1930), de csak az 1980-as években tisztázták az élettani szerepüket (HOLMAN ÉS MTSAL, 1982; HOLMAN, 1998).

Az α -linolénsavat a hosszú láncú ω -3 zsírsavak esszenciális prekursorának nevezik, mert ebből a vegyületből alakulnak ki lánc-hosszabbítással és polideszaturációval. Az emlősök szervezete nem képes kettős kötést kialakítani a *metil* végződéshez közel eső végen ω -3 és ω -6 pozícióban, csak a kilencedik szénatom után, amely messzebb helyezkedik el a *metil* végződéstől. Az ω -3 (linolénsav, ALA) és az ω -6 (linolsav, LA) (2.



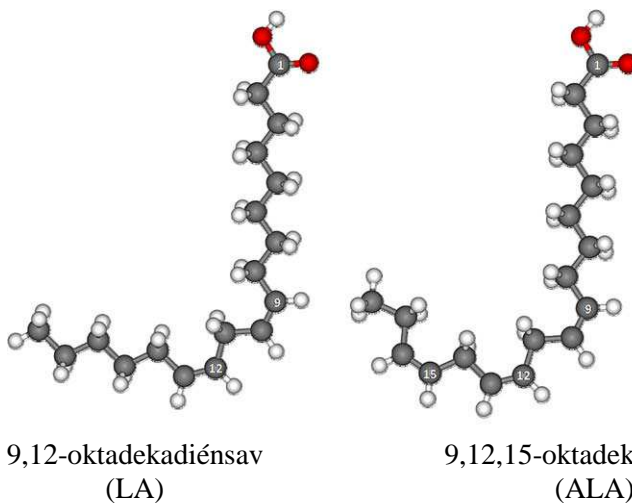
ábra) zsírsavak *de novo* szintézise az emlősök és madarak szervezetében nem lehetséges, ezért táplálékkal kell bevinni azokat.

4. táblázat: α -linolénsavat tartalmazó növények (BARCELÓ-COBLIJN ÉS ERIC J. MURPHY, 2009)

Hétköznapi megnevezés	A gazdanövény tudományos megnevezés	g ALA/100 g ^A
Lenmag	Linum usitatissimum	22,8
Lenmagolaj		53,3
Kínai Bazsalikom (Perilla)	Perilla frutescens	58,0
Spanyol zsálya mag	Salvia hispanica	17,6
Magvas gomborka (sárgarepce)	Camelina sativa	38,0
Repce olaj	Brassica campestris	9,1
Szójaolaj	Glycine max	6,8
Nyers, zöld szójabab		0,4
Dió	Juglans regia	9,1
Mocsári hamvas szeder	Rubus chamaemorus	1,2
Fekete áfonya	Vaccine corymbosum	0,8
Vörös áfonya	Vaccinium vitis-idaea	0,2

^A mag, olaj, bogyó stb.

Az α -linolénsavat a hosszú láncú ω -3 zsírsavak esszenciális prekursorának nevezik, mert ebből a vegyületből alakulnak ki lánc-hosszabbítással és polideszaturációval. Az emlősök szervezete nem képes kettős kötést kialakítani a *metil* végződéshez közel eső végen ω -3 és ω -6 pozícióban, csak a kilencedik szénatom után, amely messzebb helyezkedik el a *metil* végződéstől. Az ω -3 (linolénsav, ALA) és az ω -6 (linolsav, LA) (2. ábra) zsírsavak *de novo* szintézise az emlősök és madarak szervezetében nem lehetséges, ezért táplálékkal kell bevinni azokat.

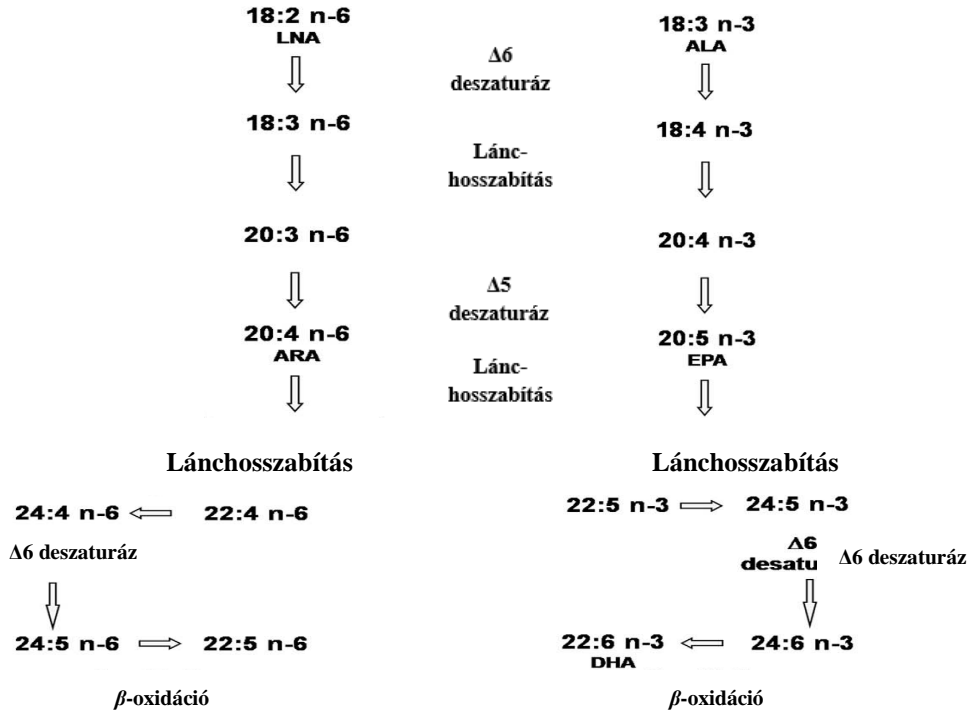


2. ábra: A linolsav és az α -linolénsav 3D-s molekulaszervezete
(BARCELO-COBLIJN ÉS MURPHY, 2009)

Az α -linolénsavnak két útja lehet a metabolizmus folyamatában. Egyik a β -oxidáció és a szénatomok oxidatív hasznosítása energianyerésre (DEMAR ÉS MTSAL, 2005; IGARASHI ÉS MTSAL, 2007a; IGARASHI ÉS MTSAL, 2007b; POUMES-BALLIHAUT ÉS MTSAL, 2001; RAPOPORT ÉS MTSAL, 2007). A másik során lánchosszabbítással és deszaturálással hosszabb szénláncú zsírsavvá alakítja át azt a szerveget (MENARD ÉS MTSAL, 1998) (3. ábra).

Az α -linolénsav metabolizmusáról szóló tanulmányok többnyire arra fókuszálnak, hogy „durván” megbecsüljék,- feltéve, ha az átalakul,- elegendő-e a végső mennyisége, hogy fenntartsa a megfelelő DHA szintet a szövetekben. Kevesebb jelentőséget tulajdonítanak az EPA és DPA zsírsavak felhalmozódásának az α -linolénsav metabolizmusa során, viszont ezen zsírsavak (leginkább az EPA) pozitívan befolyásolják a sejtműködést (SMITH, 2005). Tehát az α -linolénsav jelentős hatékonysággal inkorporálódik és alakul tovább hosszabb ω -3 zsírsavakká (BARCELO-COBLIJN ÉS MTSAL, 2003; BARCELO-COBLIJN ÉS MTSAL, 2005). Ezenkívül bizonyított, hogy a zsírsav-felhalmozódás szövetfüggő (BARCELO-COBLIJN ÉS MTSAL, 2005), így

felvetődik a kérdés, vajon a zsírsav metabolizmus szövet-specifikus-e a hosszabb ω -3 zsírsavak esetében (például a DHA).



3. ábra: A linolsav és az α -linolénsav a metabolizmus folyamatában (BARCELÓ-COBLIJN ÉS MURPHY, 2009)

2.4.3 Az α -linolénsav és élettani szerepe

Az élelmiszer eredetű zsírsavak, különösképpen az EPA és DHA kapcsolata a szív- és érrendszeri megbetegedések kialakulásával a kései '70-es években kezdett felszínre kerülni (ALBERT ÉS MTSAL, 2005). Azóta a legtöbb figyelem az EPA és DHA jótékony hatására irányul a szív- és érrendszeri megbetegedésekkel kapcsolatban (LEMAITRE, 2003). Az ω -3 zsírsavak iránti érdeklődés a grönlandi eszkimóknál tett megfigyelésen alapul, mivel náluk a szív- és érrendszeri megbetegedések (CDV) előfordulási gyakorisága nagyon alacsony, köszönhetően a nagymértékű



halhús-fogyasztásnak. Ezt epidemiológiai vizsgálatokkal és kísérletekkel is alátámasztották (DEFILIPPS ÉS SPERLING, 2005). A DHA-nak és az EPA-nak az egészségügyi hatását már korábban kezdték vizsgálni, mint az α -linolénsavét, viszont egyre nagyobb az érdeklődés az α -linolénsav metabolizmusának megértése iránt. Az ω -3 zsírsavak szívét védő hatásai között van például az antiaritmiás hatása, a gyulladáscsökkentő-, az alacsony vérnyomásra gyakorolt kedvező hatása (BALK ÉS MTSAL., 2006). Egyelőre nem teljesen tisztázott még a mechanizmus, amin keresztül a DHA, az EPA és α -linolénsav kifejti jótékony hatását. Bizonyított tény, hogy az α -linolénsav előnyös hatást fejt ki az IKs ioncsatornára közvetlenül (GUIZY ÉS MTSAL., 2008) és a nukleáris receptorokra, mint a PPAR (peroxisome proliferator-activated receptors) vagy RXR (9cis-retinoid X receptor) (DE URQUIZA ÉS MTSAL., 2000).

A DHA nagy mennyiségben van jelen a központi idegrendszerben is, különösképpen a szinaptikus plazmamembránban (FOOT ÉS MTSAL., 1982) és a fotoreceptor sejtekben (ANDERSON ÉS MTSAL., 1974). Az emlősökben az ARA és DHA felhalmozódásának az időszaka függ az állatfajtól. A patkányoknál a DHA felhalmozódás embrionális korban és a születés utáni 3 hétben történik (GREEN ÉS YAVIN, 1998). Az embernél az utolsó trimeszterben és a születés utáni 6-10 hónapban termelődik és halmozódik fel a célszervekben (CLANDININ ÉS MTSAL., 1980a; CLANDININ ÉS MTSAL., 1980b), de ez az anyagcsere- és a fejlődési ütem gyorsasága által befolyásolt. A DHA gyors akkumulálódásának oka, hogy a DHA az idegrendszer és a látás kifejlődéséhez szükséges (CARLSON, 1999). Az ω -3 zsírsav hiánya biokémiai változásokat idéz elő, amely során az agyban és a retinában a DHA aránya csökken, a DPA tartalom pedig növekszik (LIN ÉS MTSAL., 1994). Megváltozik az enzimaktivitás (HARGREAVES ÉS CLANDININ, 1987), romlik a tanulási képesség (WAINWRIGHT ÉS MTSAL., 1991), és zavart viselkedést és emelkedett vízfogyasztást okoz (REISBICK ÉS MTSAL., 1992;



REISBICK ÉS MTSAL.,1994). Tehát a DHA nagymértékben befolyásolja a fejlődést. Az újszülöttek esetében 200 mg/nap a szükséges napi bevétel (KOLETZKO ÉS MTSAL., 2008).

2.5 A sertéshús és sertészsír zsírsavprofilja, annak fajtánkénti, testtájankénti változatossága

Fogyasztói szempontból a zsír nem sorolható a hús legnépszerűbb alkotói közé manapság, mivel egészségtelennek tartják azt. A zsírszövetben vagy izmokban előforduló zsírok és zsírsavak jelentősen meghatározzák a hús minőségét és a hús tápértékét (WOOD ÉS MTSAL., 2008). A sertészsírnak közel 75 %-a közvetlenül a bőr alatti részben található meg, úgynevezett szubkután zsír formájában, a maradék 25 %-a pedig az izmok közötti, ún. intermuszkuláris zsírként jelenik meg. A zsír mennyisége és minősége nagymértékben függ az állat fajtától, fajtájától, korától, ivarától, takarmányozásától és természetesen magától a húsrésztől is (CSAPÓ, 2004).

A hús zsírsavösszetétele összefügg a genetikai tényezőkkel (faj, fajta), ezzel magyarázható a nagy diverzitás. A kérődzők húsának zsírsavösszetételét az emésztésélettani sajátosságuk határozza meg főképpen, ezáltal több telített zsírsavat deponálnak, mint a monogasztrikus állatok. Az örökletesség és a genetikai korreláció hatását bizonyos zsírsavak mennyiségét tekintve már becsülték több tanulmányban is (DESMET ÉS MTSAL., 2004). Egy spanyol tanulmányban Ibériai és Lapály sertéseket kereszteztek. A genetikai vizsgálatok során elsőként mutatták ki, hogy a 4. kromoszómán található QTL (quantitative trait locus) jelentős hatással bír a zsírsavkompozícióra a szubkután zsírszövetekben, főleg a linolsav tartalomra (PEREZ-ENCISO ÉS MTSAL., 2000). ZHANG ÉS MTSAL. (2006) kísérletet végeztek fajtatiszta Yorkshire (n = 436), Duroc (n = 353), Hampshire (n = 218), Spotted (n = 187), Chester White (n = 173), Poland China (n = 124), Berkshire (n = 256),



és Lapály (n = 187) sertéssel. Céljuk volt a takarmányozás, az ivar és a halotán gének hatásának becslése a zsírsavösszetételre. Kimutatták, hogy a takarmányozásnak szignifikáns hatása van az egyes zsírsavak koncentrációjára és az összlipid tartalomra. A Duroc sertésszöveiteinek volt a legmagasabb az összes telített zsírsavtartalma (400,5 g/100g). Az egyszeresen telítetlen zsírsav koncentráció a Poland China (510,6 g/100g) sertésben volt a legmagasabb az összes sertésfajta közül, kivéve a Spotted fajtát (510,02 g/100g). Az többszörösen telítetlen zsírsavtartalma a Hampshire (130,8 g/100g), Lapály (130,2 g/100g) és Yorkshire (130,1 g/100g) fajtáknak volt a legmagasabb. Az ivar esetében a kocasüldőket és ártányokat összehasonlítva azt találták, hogy az ártányoknak magasabb a telített és egyszeresen telítetlen zsírsav koncentrációja, de alacsonyabb a többszörösen telítetlen zsírsavak mennyisége. A halotán pozitív genotípus volt a fő oka a százalékos zsírsavösszetételbeli eltérésnek. Az allélt hordozó genotípusokban alacsonyabb volt a telített és egyszeresen telítetlen zsírsavak mennyisége, viszont a PUFA mennyiség jelentősen magasabb volt. Végző konklúzióként bizonyították, hogy a genetikai adottságok és az ivar erősen befolyásolják a zsírsavösszetételt (ZHANG ÉS MTSAL, 2006). CSAPÓ ÉS MTSAL. (1999) összehasonlító kísérletet végeztek, amely során a hazánkban honos fajták közül választottak ki néhányat (Mangalica, Mangalica x Duroc F1, Magyar nagyfehér x Magyar lapály F1 (Kontroll)) a vizsgálatra, hogy összevessék azok zsírsavösszetételét és a zsír koleszterintartalmát a hosszú hátizomban. Összességében nem találtak szignifikáns különbséget sem a telített-, a telítetlen- és az esszenciális zsírsavtartalomban, sem pedig a koleszterintartalomban. Továbbá kiemelték, hogy a sertésszírnak magas az olajsavtartalma (43,6-44,8 %) és linolsav tartalma (10,6-11,5 %) egyaránt. Ezzel ellentétben SZABÓ ÉS FARKAS (2002) azonos tartási- és takarmányozási körülmények között hizlalt tíz eltérő genotípusú sertésfajtát és keresztezési konstrukciót (Magyar nagyfehér hússertés, Magyar lapály, Duroc, Pietrain,



Cornwall, Szőke mangalica, Vörös mangalica, Duroc x Mangalica F1, Duroc x Mangalica F2, Duroc x Cornwall). A genotípusok között a zsírsavarányban (telített és telítetlen zsírsavak) statisztikailag igazolható eltérést találtak. SUZUKI ÉS MTSAI. (2003) húsminőségre kiterjedő vizsgálatot végeztek 37 tiszta vérvonalú Berkshire, illetve Duroc sertéssel, illetve ezeket keresztezték Berkshire x Duroc kannal és Duroc x Lapály kocával. A Berkshire fajta több szubkután és hasüri zsírt akkumulált, illetve kisebb volt a hosszú hátizom, de több intramuszkuláris zsír épült be, mint a Durocnál. A Berkshire szignifikánsan több telített zsírsavat akkumulált és alacsonyabb volt a telítetlen zsírsavak mennyisége. Ezen túlmenően nem volt genetikai eltérés, mégis a Duroc esetében magasabb volt az olajsav mennyisége. A keresztezett egyedek zsírsav koncentrációja a szubkután és intramuszkuláris zsírrétegben megegyezett. Azonosítható különbség van a Berkshire és Duroc fajta között a zsír minőségét tekintve úgy, mint a keresztezett egyedek között is. ZHENG ÉS MTSAI. 2015-ben megjelent cikkükben arról számoltak be, hogy az Erhualian sertéseknek magasabb zsírdepozíciós erélyük van, mint a Nagy fehér sertésnek. Többek közt vizsgálták az egyes fajtákban a szubkután rétegben lejátszódó zsírdepozíciós folyamatokat a korai posztnatalis szakaszban. Kimutatták, hogy az Erhualian fajtának statisztikailag igazolhatóan ($P < 0,05$) magasabb volt a szérum triglicerid koncentrációja. A hormonszenzitív lipázt, a zsírszöveti triglicerid lipáz mRNS expressziót és a lipáz aktivitást tekintve viszont jelentősen alacsonyabb volt a szint, mint a Nagy fehér fajtában. MARTINO ÉS MTSAI. (2014) a tenyésztés hatását vizsgálták a hús zsírtartalmára és a zsírsavprofiljára vonatkozóan. 100 hibrid sertésen végezték el a kísérleteket három csoportban. Az intenzív nagyüzemi tenyésztést, a szabad tartásos tenyésztést és az organikus sertés tenyésztést hasonlították össze. Az első csoport nagy növekedési eréllyel rendelkezett, de a másik két csoport esetében az eikozénsav ($C20:1\omega-9$) mennyisége növekedett meg. Az organikus sertés tenyésztés esetében sikerült sovány húst



előállítani magas oxidatív stabilitással. Az organikus sertéstenyésztés rendszere elősegíti és növeli a biodiverzitást, a környezeti fenntarthatóságot és javítja az élelmiszer-minőséget, így nem csak a genetikai adottságok határozzák meg a zsírdepozíciót és a zsírsavösszetételt. CAMERON ÉS MTSAL. (2000) a genotípust, a takarmányozást és a takarmányozás-genotípus kölcsönhatását vizsgálták a neutrális zsírok és az intramuszkuláris zsír foszfolipidjének zsírsavösszetételére vonatkozóan. A Nagy fehér fajtájú sertéseket eltérő lizin kiegészítésű takarmánnyal etették. Megállapították, hogy a takarmányozás hatása jelentősebb volt, mint a genetikai adottságoké, így a sertések megfelelő takarmányozásával elérhető az optimális ω -6/ ω -3 zsírsavarány, amellyel a serteshús az egészséges táplálkozás egy meghatározó részévé válhat. DESMET ÉS MTSAL. 2004-ben publikált cikkükben konklúzióképpen azt írták le, hogy a zsírosság mértéke hatással van a zsírsavösszetételre. A zsírosodás növekedésével gyorsabban emelkedik a telített és az egyszeresen telítetlen zsírsavtartalom, ez csökkenti a relatív PUFA tartalmat és a PUFA/SFA arányt is. A sertés esetében az intramuszkuláris zsír hatással volt a PUFA/SFA arányra, illetve a zsírszint befolyásolta az ω -6/ ω -3 arányt, de inkább a takarmányozás okozta a zsírsavösszetételben az eltérést, amely a fajták és a genotípusok eltérő zsírosodási hajlamával hozható összefüggésbe (DESMET ÉS MTSAL., 2004). WOOD ÉS MTSAL. (2004) Berkshire, Duroc, Nagy fehér és Tamworth sertésfajtákat 12 héten keresztül normál takarmányon tartották. A Berkshire és Tamworth lassabban növekedett, könnyebbek és zsírosabbak voltak, mint a Duroc és a Nagy fehér. A karaj foszfolipid tartalma közel azonos volt a négy fajta esetében, viszont a neutrális lipid és az összlipid mennyisége a Duroc és Berkshire esetében volt a legmagasabb. A foszfolipid aránya az összlipidet tekintve a Berkshire-ben 18,8; Duroc-ban 23,8; Nagy fehérben 38,9 és Tamworth-ban 31,7. Az olajsav (*cisz*-9 C18:1) és a linolsav (C18:2 ω -6) aránya a teljes zsírra vonatkoztatva megfelelt az általuk előre kalkulált



értékeknek, kivétel a Duroc esetében, ahol az olajsav aránya alacsonyabb volt, még a linolsavé magasabb volt az elvártnál. Ennek lehetséges magyarázata, hogy némileg magasabb volt a foszfolipid részarány a Duroc karajhúsában, ami kapcsolatba hozható a „vörösebb” izomrostok arányával a többi típushoz képest (CHANG ÉS MTSAL., 2003).

A karkasz és a hús inter- és intramuszkuláris zsírtartalma jelentőséggel bír a fogyasztói és a technológia minőség szempontjából is (BABINSZKY ÉS HALAS, 2000). A zsíreloszlás tulajdonképpen a testzsírnak a különböző szövetekben való megjelenése (pl.: izomban az inter- és intramuszkuláris zsír). Ezen túl értelmezhető a húsban a „zsírmegoszlás” is, azaz az egyes izomcsoportokba épült zsír mennyisége (HALAS ÉS BABINSZKY, 2006). A zsírbeépülés mértéke jól kontrollálható a genotípus és a sertések táplálóanyag felvételén keresztül. A sertés monogasztrikus állatfaj, és ennek köszönhetően a takarmány zsírsavtartalmát képes változatlan formában beépíteni az egyes testrészeibe. A beépülés mértéke természetesen nem csak a takarmány zsírsavösszetételének köszönhető, hanem a takarmány más alkotói is hatással vannak arra, mint a fehérjetartalom és aminosavösszetétel is. Az ORSZÁGOS HÚSIPARI KUTATÓ INTÉZET által vizsgált és közölt adatok alapján a sertés testtájak közül az oldalasnak volt a legmagasabb a zsírtartalma és a karajnak volt a legalacsonyabb, amely utóbbi százalékos értékben kifejezve nem érte el az 1 %-ot sem (5. táblázat).

A zsírsavösszetételben mind minőségi, mind mennyiségi eltérés lehetséges. A sertés egyes testtájainak zsírsavösszetételét mutatja a 6. táblázat. A karajban az olajsav mennyisége volt a legmagasabb (52,83 %), míg a többi zsírsav százalékos mennyisége a legalacsonyabb volt ezen a testtájon. Az α -linolénsav és a linolsav a szalonnában volt a legmagasabb részarányban, ezért is válik puhábbá a szalonna a magas telítetlen zsírsavtartalommal rendelkező takarmány etetésének hatására. A



rendelkezésre álló adatok alapján megállapítható, hogy a karajban volt a legalacsonyabb (0,15) a PUFA/SFA arány.

5. táblázat: Sertés testtájainak zsír és koleszterin-tartalma
(http://www.ohki.hu/ohki_archivum/tevekenysegunk/hazai_kutatasok/koleszterinvizsg.pdf)

Testtáj megnevezése	Zsírtartalom (%)	Koleszterin-tartalom (mg/100 g)
Comb I. o.	5,32	61,42
Comb II. o	10,55	56,96
Karaj	0,91	51,09
Tarja	17,75	55,46
Oldalas	23,03	50,09
Dagadó	6,29	64,98
Nyessedék	27,54	64,4
Fejhús	20,88	112

6. táblázat: A sertés testtájainak zsírsavprofilja (ENSER ÉS MTSAL., 2000; GONZÁLEZ-MARTÍN ÉS MTSAL., 2005; MILINSKI ÉS MTSAL., 2007;ROBLES ÉS MTSAL., 2003)

Zsírsav típus	Longissimus				
	lumborum	Szalonna	Karaj	Sonka	Dagadó
%					
C12:0	0,08	0,09	0,07	-	-
C14:0	1,08	1,28	1,30	0,86	1,33
C16:0	21,5	21,7	23,64	23,78	23,79
C16:1	2,6	1,9	3,73	1,35	2,63
C17:0	-	0,54	0,16	0,39	-
C17:1	-	-	0,21	0,27	-
C18:0	12	13,2	11,09	15,00	11,59
C18:1	33,58	35,22	52,83	42,13	45,12
C18:2 ω -6	17,3	20,2	5,42	13,73	11,36
C18:3 ω -6	-	-	-	0,28	-
C18:3 ω -3	0,91	1,90	0,36	0,51	0,67
C20:1	0,54	0,78	0,99	0,69	0,78
C20:2 ω -6	-	-	-	0,56	-
C20:3 ω -6	0,56	-	-	-	-
C20:4 ω -6	3,9	0,23	-	0,25	-
C20:4 ω -3	-	0,03	-	-	-
C20:5 ω -3	0,36	0,05	-	-	-
C22:0	-	-	-	0,10	-
C22:4 ω -6	0,43	-	-	0,11	-
C22:5 ω -3	0,85	0,19	-	-	-
C22:6 ω -3	0,34	0,08	-	-	-
PUFA:SFA arány	0,51	0,54	0,15	0,39	-
ω -6/ ω -3 arány	8,61	8,91	-	29,48	-



2.5.1 A sertéshús zsírsavprofiljának takarmányozási úton való módosíthatósága, az erre alkalmazható zsírforrások

A takarmányozással történő zsírsavprofil módosításával már régóta foglalkoznak (JAKOBSEN, 1999),- de kevesebb figyelmet szenteltek kezdetben a hosszabb szénláncú PUFA zsírsavaknak. Amióta az egészségtudatos táplálkozás középpontba került, azóta ez is gyakrabban képezi a kutatások tárgyát. A téma aktualitását támasztja alá számos tudományos közlemény, amelyekben célként szerepel a többszörösen telítetlen zsírsavak, különösképpen az ω -3 zsírsavak mennyiségének növelése különböző állatfajok esetében. Elsősorban különböző állatfajok és fajták PUFA/SFA hányadosát szerették volna minél inkább közelíteni az optimálishoz ($0,7 <$), és az ω -6/ ω -3 arányt az ideálisra (<5) csökkenteni. Kiemelt figyelem irányul a konjugált linolénsav izomerjeire, különösen a *cisz*-9,*transz*-11 és a *transz*-10,*cisz*-12 zsírsavakra. Az intramuszkuláris zsír nem választható el a hústól, ezért ezzel együtt kerül fogyasztásra, nem úgy, mint az intermuszkuláris zsír. Ezen kívül a többszörösen telítetlen zsírsavak is itt deponálódnak, ezért is bír nagyobb jelentőséggel ez a zsír raktározási forma. A takarmányozási kísérletekben számos takarmánynövényt teszteltek már arra vonatkozóan, hogy hogyan változtatják meg az adott állatfaj szöveti zsírsavösszetételét. Egy korai tanulmányban ELLIS ÉS ISBELL (1926) szójabab etetésével növelte a sertés bőr alatti zsírszövetében a C18:2 ω -6 zsírsav mennyiségét 1,9 %-ról 30 %-ra. WARNANTS ÉS MTSAL. (1999) szintén vizsgálta a takarmányhoz 15 %-ban hozzáadott szójabab (full-fat) hatását a sertés szövetek zsírsavösszetételére, amelyet különböző ideig (0, 2, 4, 6, 8 hét) etettek, 5 vizsgálati csoporttal. Eredményképpen közölték, hogy a szalonnában a linolsav, a linolénsav, az eikozadiénsav, az arachidonsav és az összes többszörösen telítetlen zsírsav mennyisége szignifikánsan növekedett ($P < 0,01$) az etetési idő hosszának növelésével, viszont a 6 és 8 hétig történő etetés esetében közel azonos értékeket mértek ezen zsírsavakat tekintve. A



kéthetente történő biopsziás minta alapján megállapították, hogy az első 2 hétben történt jelentős növekedés a PUFA tartalom vonatkozásában.

Az etetési kísérletekben a repcemag is kifejezetten jó takarmánykiegészítőnek bizonyult. A repcemag körülbelül 40 %-ban tartalmaz olajat és 20 %-ban nyersfehérjét (CASTELL ÉS FALK, 1980). BUSBOOM ÉS MTSAL. 1991-ben 61 sertést vizsgáltak eltérő takarmányozás mellett, amely során a kontroll csoportot szójaalapú takarmányon nevelték, a kísérleti csoportokat pedig 20 % egész repcemag, illetve 20 % darált repcemag tartalmú takarmánnyal etették 8 héten keresztül. 9, véletlenül kiválasztott sertés karajhúsát, illetve a bőralatti szalonna rétegét analizálták. A kísérleti sertések esetében magasabb ($P < 0,05$) volt a telítetlen zsírsavak aránya (MUFA, PUFA). A repceetetés jelentős mértékben képes megemelni a telítetlen zsírsavak mennyiségét, viszont statisztikailag igazolható különbség csak a linolénsav esetében volt. WARNANTS ÉS MTSAL. (1996) szintén repcemag etetéssel kísérleteztek, hogy meghatározzák azt a maximális PUFA tartalmat, amely még nem okoz negatív eltérést a szalonna állagában, eltarthatóságában. Továbbá vizsgálták ezen telítetlen zsírsavak beépülését az intramuszkuláris zsírba is. A 7 %-os repcemag tartalomtól kezdődően a hátszalonna vastagsága csökkent, illetve rózsaszínes színváltozás volt megfigyelhető. Az emse malacok esetében a szalonna állaga puhább lett és az emelkedő telítetlen zsírsav koncentráció ezt csak még inkább lágyította.

HARTMAN ÉS MTSAL. 1985-ben a napraforgómagot választották, mint takarmánykiegészítő zsírsavforrást. *Ad libitum* etetéssel végezték a kísérletüket, amelyben az első csoport esetében 0 %, 5 %, 10 %, vagy 20 %-ban keverték napraforgómagot a takarmányba, még a másik csoportban 0 %, 2,5 %, 5 %, 10 %-ban került hozzáadásra a napraforgómag a takarmányhoz. Egyenes arányban növekedett ($P < 0,1$) az összes többszörösen telítetlen zsírsavak százalékos aránya a kiegészítés mértékével. A szubkután zsírréteg



vastagságában eltérés mutatkozott a napraforgómag mennyiségének emelésével és a mirisztin-, a palmitin-, a sztearin-, olaj- és a linolsav mennyiségében ($P < 0,1$). MARCHELLO ÉS MTSAL. (2006) szintén vizsgálták a napraforgómag hatását. A szója-árpa keverékből előállított takarmányt 13,26 és 39 %-ban egészítették ki napraforgómaggal. Végeredményben csökkent a telített (mirisztinsav, palmitinsav és sztearinsav) és telítetlen zsírsavak (palmitoleinsav, olajsav és linolénsav) mennyisége minden egyes vizsgált testtájon, de nem minden esetben volt szignifikáns az eltérés. Javaslatképpen 13 % körül ajánlják a napraforgómag adagolását a takarmányhoz.

A lenmag az egyik leggyakrabban alkalmazott takarmány-kiegészítő a magas ω -3 zsírsav tartalmának köszönhetően. ROMANS ÉS MTSAL. 1995(a)-ben 48 emse és ártány malacot takarmányoztak 0 %, 5 %, 10 % vagy 15 % darált lenmaggal kiegészített takarmánnyal, 25 napig, a vágást megelőzően. A lenmaggal történő takarmányozás nem volt hatással a gyártást befolyásoló tulajdonságokra vagy a vágott test jellemzőire. Az α -linolénsav és az eikozapentaénsav mennyisége (mg/g szövet) emelkedett ($P < 0,01$) mindkét ivar szalonnarétegében. A kísérletüket folytatták a lenmaggal (ROMANS ÉS MTSAL., 1995b). 15 %-ban adták a lenmagot a takarmányhoz 7, 14, 21, illetve 28 napon át, szintén a vágást megelőzően. Az α -linolénsav, az arachidonsav és az eikozapentaénsav mennyisége, illetve százalékos aránya szignifikánsan növekedett ($P < 0,001$) mind a hátszalonnában, mind a vese körüli zsírban, továbbá a dekozahexaénsav mennyiség is növekedett a szalonnában a lenmag etetés hatására. 1999-ben MATTHEWS ÉS MTSAL. egész lenmagot etettek sertésekkel. Ezt 0, 50 és 100 g/kg mennyiségben adták a takarmányhoz, amelyek konstans olajtartalma 60 g/kg volt. Az α -linolénsav szintje megnövekedett minden szövetben a lenmagnak köszönhetően. A vérben, a májban és a vesében jelentősen megemelkedett az eikozapentaénsav mennyisége, amíg a dekozapentaénsav koncentrációja a húsban, a májban és a vesében növekedett meg. A zsírsavösszetétel változásával módosult az ω -

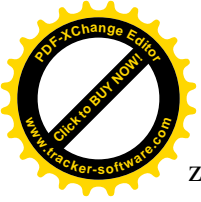


$6/\omega-3$ arány is. TURNER ÉS MTSAI. 2014-ben megjelent közleményében arról számoltak be, hogy a takarmányhoz 0 %, 5 % és 10 %-ban hozzáadott lenmag milyen hatást gyakorolt a sertések szöveti zsírsavösszetételére. A kanadai törvények szerint a címkén akkor tüntethető fel az $\omega-3$ zsírsavtartalom, ha azt 300 mg/100 g feletti mennyiségben tartalmazza az adott termék, amelyet már 5 %-os lenmagetetés mellett elértek a sovány húsrészekben, és ami négyszerese volt a kontroll mintáénak ($P<0,001$). A magasabb lenmag-kiegészítés esetében a zsírosodás is jelentősebb volt ($P<0,001$). ENSER ÉS MTSAI. (2000) kísérletük során kétféle takarmányozást alkalmaztak. Az eltérés a két takarmány összetétele között az volt, hogy a kontroll takarmány 1,9 g/kg α -linolénsavat tartalmazott (ALA), a kísérleti takarmány 10 g/kg linolsav és 4 g/kg α -linolénsav tartalommal rendelkezett, amit a lenmag hozzáadásával értek el. A kiegészítés hatásaként elmondható, hogy a zsírszövetben és a húsban (izomban) növekedett a C18:3 $\omega-3$ zsírsav mennyisége, különösképpen foszfolipid frakcióban. Az extra mennyiségű C18:3 $\omega-3$ zsírsav átalakulásából származó C20-22 $\omega-3$ többszörösen telítetlen zsírsavak szintje is emelkedett a foszfolipidekben.

További zsírsavforrások lehetnek a különféle olajok, amelyek eltérő mértékben tartalmazzák az esszenciális zsírsavakat. Jó linolénsav forrás lehet a repceolaj, amely 7-11 %-ban tartalmaz α -linolénsavat. Ez magasabb, mint amit a szójabab- vagy a búzacsíraolajban mértek (7 %). Más hagyományos olajok, mint a kukorica- vagy a napraforgóolaj, alacsony α -linolénsav tartalommal rendelkeznek (<1 %). A dióolaj jelentős mennyiségben tartalmaz α -linolénsavat (10 %), de az említett olaj ritkán kerül a takarmányba. Az olajperilla a leggazdagabb a linolénsavban, 64 %-a az összes zsírsavtartalomnak. A lenmagolaj 53 %-ban tartalmaz linolénsavat. A repceolaj és a szójaolaj kiemelkedő mennyiségben tartalmazzák linolénsavat, mégis magas az $\omega-6/\omega-3$ arányuk, mivel a linolsavtartalmuk is jelentős. Emiatt nem válhatnak igazán jó $\omega-3$ zsírsavforrássá. MILLER ÉS MTSAI.



(1990); STRZETELSKI ÉS MTSAL. (2001), illetve BEAULIEU ÉS MTSAL (2002) is igazolták ezt a tényt etetési kísérletükben, amikor az említett olajokat alkalmazták lenolajjal szemben, és vizsgálták az intramuszkuláris zsírszövet összetételét. FONTANILLAS ÉS MTSAL. (1997) kísérletében sertéseket takarmányoztak lenolajjal, olíva törköly olajával és hidrogénezett olajjal. A lenmaggal etetett sertések húsában magasabb volt a linolénsav mennyisége, illetve az EPA és a DPA is jelentős mennyiségben deponálódott az intramuszkuláris zsírban, mivel a lenmagolajban lévő trigliceridek könnyedén szívódnak fel az emésztőrendszerben (NELSON ÉS ACKMAN, 1988). Az egész lenmag esetében az olaj maghéjjal védett, így nehezebben (vagy egyáltalán nem) hozzáférhető az emésztőenzimek számára. REY ÉS MTSAL. (2001) sertéstakarmányozás kiegészítésére alkalmazták a lenolajat 0,5 %-ban, 1,5 %-nyi olívaolajjal vagy napraforgóolajjal kombinálva, 42 napig. A 0,5 %-ban hozzáadott lenolaj mennyisége jelentősen emelte az összes ω -3 zsírsav mennyiségét ahhoz képest, mint amikor csak szimplán adták a takarmányhoz az olívaolajat vagy a napraforgóolajat. Ebben a tanulmányban beszámolnak a DHA mennyiségének növekedéséről is, amely ellentmond FONTANILLAS ÉS MTSAL. (1997) vizsgálatának, akik nagyobb mennyiségben adagoltak linolénsavat a takarmányhoz, viszont a DHA szintben nem találtak eltérést a kontroll csoporthoz viszonyítva. TEYE ÉS MTSAL. (2006a, 2006b) pálmamag olajjal egészítették ki takarmányt, amelynek kifejezetten magas a laurinsav (C12:0), a mirisztinsav (C14:0) és sztearinsav (C18:0) tartalma. Ezen kívül még szójaolaj is került a takarmányba, amely ω -6 (C18:2 ω -6) zsírsavban gazdag. A takarmánynak a legjelentősebb hatása a zsírszövetben és a húsban a C12:0, C14:0 (ennek nagyon alacsony volt a mennyisége) és a C18:2 ω -6 zsírsavak arányára volt, viszont a C16, C18 telített és egyszeresen telítetlen zsírsavakra alig volt hatással. Ez az eredmény alátámasztja azt a tényt, hogy laurinsav és mirisztinsav főleg a táplálékból származik és a C18:2 ω -6 kizárólag táplálék eredetű lehet. A szójababolajnak nyilvánvaló hatása volt a



zsírszövetben lévő C18:2 ω -6 zsírsav mennyiségére volt. A húsban ennek a zsírsavnak az aránya alacsonyabb. Takarmányozásra a lenmagolaj szintén felhasználható. HOZ ÉS MTSAI. (2003) által végzett etetési kísérletben a magas lenmagolaj tartalom magasabb α -linolénsav és ω -3 zsírsav szintet eredményezett. Erről az eredményről számolt be VÁCLAVKOVÁ ÉS BEČKOVÁ (2007) is. A sertések etetése napraforgó-, repce-, és sáfrányos szeklice olajjal emelte az egyszerűen telítetlen zsírsavtartalmat a húsban (ST. JOHN ÉS MTSAI., 1986; MILLER ÉS MTSAI., 1990).

A kísérleteket nem csak szimpla növényi olaj vagy mag etetéssel végezték. A telítetlen zsírsavak nagyon érzékenyek az oxidációs folyamatokra, amelyek jelentős érzékszervi hibát képesek előidézni. Ezért különféle antioxidánsok, vitaminok adagolásával stabilabbá tehetők a magas telítetlen zsírsavtartalommal rendelkező állati termékek. Erre vonatkozóan végezték TIKK ÉS MTSAI. (2008) kísérletet a pálmaolajjal és a repcemag etetéssel egyidejűleg. 3 %-os kiegészítésben α -tokoferol hozzáadása mellett az egyes kiegészítések hatását mérték fel az érzékszervi tulajdonságokra. Eredményként közölték, hogy a takarmányozás befolyásolja az érzékszervi tulajdonságokat (például: eltérő illat, utóíz, textúra), illetve az egyes testtájak kémiai összetételét. A repcemag etetés esetében szignifikánsan magasabb volt a C18:3 ω -3, C20:3 ω -3, C20:5 ω -3, C22:5 ω -3 (PUFA) és C18:0 (SFA), C18:1 ω -9c, C20:1 ω -9 (MUFA) zsírsavak mennyisége a pálmaolaj esetében mért értékekhez viszonyítva. A pálmaolajjal etetett sertések *longissimus dorsi* C14:0, C16:0, C17:0 (SFA) és C20:3 ω -6, C20:4 ω -6, C22:4 ω -6 (PUFA) zsírsavtartalma volt jelentősebb. A zsírsavak raktározódása negatív hatású is lehet különböző termékek készítésekor, mint például a Pármai sonka, mert az érlelés során a külső zsírréteg avasodása komoly probléma. ROSENVOLD ÉS ANDERSEN (2003) szakirodalmi cikkben összegyűjtötték, hogy milyen faktorok lehetnek hatással a sertéshús minőségére, és arra jutottak, hogy az E-vitamin a javasolt napi bevitelhez képest nagyobb mennyiségben adagolva

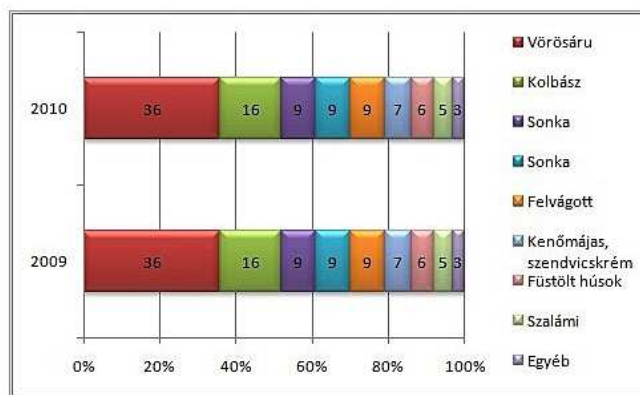


(pl.: 200 mg/kg) a friss húst és húskészítményeket védi a lipidperoxidációtól. Szintén megállapították, hogy az E-vitamin kiegészítés a marhahús színének megtartását és a lipidek stabilitását segítette elő, még a sertéshúsnál csak a szint stabilizálta. Az E-vitamin kiegészítés hatása a sertéshús minőségére más szempontból vizsgálva nem releváns. Néhány esetben számoltak be arról, hogy az E-vitamin kiegészítés növelte a hús létartó képességét. Mások viszont nem találtak összefüggést a víztartókéesség és az E-vitamin között.

Takarmánykiegészítésre használható még a halliszt és halolaj is, mint ω -3 zsírsav forrás, de nem adhatók tetszőleges mértékben a takarmányhoz, mivel nem csak a takarmány érzékszervi tulajdonságait rontja, de az állat húsanak is csökkentheti az élvezeti értékét. HOWE ÉS MTSAL. (2002) egy kísérlet keretein belül vizsgálták a PorcOmega takarmány-kiegészítőt a sertés és baromfitakarmányozásban egyaránt, amely stabilizált tonhallisztból készült és jelentős DHA forrásként szolgált. A húsban 10 %-os kiegészítés esetén 7-szeresére növekedett a linolénsav mennyisége, legfőképpen a DHA tartalom és a főzőpróba során még nem jelentkezett mellékíz és halszag. SARDI ÉS MTSAL. (2006) egy tanulmányban írnak arról, hogy a hizlalási fázis utolsó szakaszában a takarmányhoz száraz, DHA-ban gazdag (17,1 g/100 g) tengeri algakészítményt (*Schizochytrium* sp.-ből nyert) adtak két koncentrációban, két lépésben. Az egyik esetben 2,5 g/kg-ot adagoltak a takarmányhoz 8 héten keresztül, a másik esetben 2,5 vagy 5,0 g/kg-ot 4 hétig. A *longissimus dorsi* izom DHA tartalma szignifikánsan növekedett a tengeri algával kiegészített takarmánynak köszönhetően a kontrollhoz viszonyítva. A legmagasabb DHA tartalmat az 5 g tengeri alga/kg kiegészítéssel érték el. Nem volt szignifikáns a különbség a 8 hétig tartó 2,5 g/kg kiegészítéssel kapott eredmény és a 4 hétig tartó 5 g/kg-os kiegészítés között.

2.6 A Magyarországon széles körben fogyasztott sertés húskészítmények áttekintése és azok zsírsavösszetétele

Magyarországon a húskészítmények fogyasztása jelentős. Ezt támasztja alá az tény is, hogy a THE NIELSEN COMPANY (2012) által folyamatosan mért 90 élelmiszer kategória közül a húskészítmény fogyasztási gyakoriságát tekintve az első helyen állt. Szintén a THE NIELSEN COMPANY (2008) adatai alapján, az önkiszolgáló szegmensben a legnagyobb forgalmú vörösáruk fogyasztási aránya 8 %-os növekedést mutatott 2006-2007 között. Kiemelném a párízsit, amely a naponta fogyasztott hústermékek közül a harmadik leggyakrabban fogyasztott termék volt (8,1 %) 2008-ban (SÜLLŐ, 2008). Ezzel szemben 2010-ben már a THE NIELSEN COMPANY felmérése alapján, a hazai kiskereskedelemből vásárolt húskészítmények közül a legtöbbször a vörösárukat vásárolták (36 %), majd ezt követte a kolbász, amely az eladások 16 %-át képezte. Kisebb részt képviselnek a szalámi, sonka, felvágott és egyéb húskészítmények (4. ábra).



4. ábra: A húskészítmények piaci alakulás Magyarországon (THE NIELSEN COMPANY, 2010)



Évről évre növekszik azon tudatos vásárlók száma, akik már nem csak az élelmiszer élvezeti értékét és árát tartják fontosnak, hanem az adott termék egészségre gyakorolt hatását is. Ezért növekvő tendenciát mutat az alacsony zsírtartalmú húsok és húskészítmények fogyasztása, amelyet a feldolgozás során szem előtt tartanak.

Az egyes húskészítmények különböző mértékben tartalmazhatnak zsírokat (7. táblázat), illetve azok összetétele is változhat. Ez nagymértékben függ az alapanyag zsírsavösszetételétől, illetve a gyártási technológiától, vagy akár az alkalmazott recepttől is. A triglicerid tartalmú élelmiszerek zsírsavösszetétele iránti érdeklődést a táplálkozási ajánlások, a fogyasztói elvárások és az élelmiszeripar piaci stratégiája együttesen indukálta. A húsok és a húsból készült termékek esetében a hús zsírral való átszőtsége jelentős mértékben befolyásolja a fizikokémiai tulajdonságokat, úgy, mint a rugalmasságot, textúrát, az ízérzetet, és a lédúságot (RUIZ ÉS MTSAL., 2002). A fizikokémiai tulajdonságok pedig közvetlenül befolyásolják az érzékszervi elfogadhatóságot és minőséget (OLIVARES ÉS MTSAL., 2010).

A zsírtartalom hatással van a kolbászfélék nedvességvesztésére, javítja az érzékszervi tulajdonságokat, mint az ízt és a színt (WIRTH, 1988). Az acil-láncú zsírsavak kémiai szerkezete és mennyisége is befolyásolja a hústartalmú élelmiszerek az eltarthatóságát. A gliceridek acil-láncú zsírsavprofiljának becslése fontos az eltérő étrendek szempontjából is, ezzel lehetőséget adva jó minőségű élelmiszerek ipari előállítására (SICILIANO ÉS MTSAL., 2013).



7. táblázat: Hazai húsipari termékek zsírtartalma
(http://www.mtk.nyme.hu/~food/int-hu/tej/szov/letoltes/7_Eloadas.ppt)

Termék megnevezése	Zsírtartalom %
Vörösárufélék (párizsi, virsli, krinolin, szafaládé)	23-26
Felvágottak:	
Sonka	9
Olasz, Soproni, Veronai, Csabai, Vadász, Kedvenc	29-35
Zala	23
Mortadella	30
Sajtos mortadella	30
Dunakanyar	40
Lengyel, Megyeri	35
Mecsek	20-23
Börzsöny	40
Szalonnás húskészítmények (Hot-dog, Fokhagymás, Tisza, Somogyi)	41-60
Hússajtók (Disznó-, bőr,-véres, nyári sajt)	32
Főtt, füstölt Kolbászfélék (Cserkész, Lecsó, Csípős, Debreceni)	30-35
Sütnivaló hurkafélék (májjas, véres, tüdős)	28
Hideg hurkafélék (Bácskai, Rába májas és véres, Tübingiai, Bakonyi, Gubacsi, Sertésfej-pástétom, Pápai és Nyeltes)	31
Kenhető húskészítmények (Kenő-, Tomi, Soproni-, Aranymájjas)	32-40
Májjas készítmények (májkrémek)	20-22
Füstölt száraz kolbászok (Csabai, Ló, Markói, Gyulai, Diák, Paraszt)	46-48,5
Nyers füstölt kolbászok	38-40
Szalámifélék (Téli, Turista, Csemege)	48
Húspástétomok (Májsajt, Májpástétom)	26
Formában főtt pácolt hústermékek:	
Rakott marhanyelv és Mágnássajt	25
Préselt sonka	9
Gépsonka zsírborítású	15
Hőkezelt szárított hústermékek (Nyári turista, Göcsej felvágott, Úttörő szárazkolbász)	44
Gyorsított érlelésű félszáraz kolbászok (pl.: Zalai paprikás)	40-42



A hazai húskészítmények zsírtartalmát összefoglaló 7. táblázatban látható élelmiszereknek kifejezetten magas a zsírtartalma. Ezért indokolt a megfelelő zsírsavösszetétel és zsírsavarány. Ennek megvalósítására irányuló kísérletek száma emelkedő tendenciát mutat.

SCHMID ÉS MTSAL. 2009-ben folytatott tanulmányukban különböző húskészítményeket vizsgáltak zsírsavösszetétel szempontjából (8. táblázat). Az összes zsírsavtartalmat tekintve az 15,8 g és 22,6 g között alakult 100 g termékre vonatkoztatva. A telített zsírsav 5,1 g és 9,0 g között mozgott, amely esetében a palmitinsav (C16:0) és a sztearinsav (C18:0) mennyisége kiemelkedő volt. Az egyszerűen telítetlen zsírsavak mennyisége (7,5 g-10,8 g) csak épphogy magasabb volt, mint a telített zsírsavaké. Az egyszerűen telítetlen zsírsavak közül az olajsav (C18:1 *cisz*-9) mennyisége volt jelentős az egész terméket tekintve. A többszörösen telítetlen zsírsavak koncentrációja 1,6 g-2,3 g volt és a linolsav (C18:2 *cisz*-9, *cisz*-12) töltötte be a domináns többszörösen telítetlen zsírsav szerepét. A zsírsavcsoportok eloszlási aránya a termék összes zsírtartalmára vonatkoztatva: 32,4-40 % telített, 46-50 % egyszerűen telítetlen és 9-14,8 % többszörösen telítetlen zsírsav. A PUFA/SFA arány 1-1,5 között megfelelő a humán étrendben (MAID-KOHNERT, 2002). A friss húsban és húskészítményekben a PUFA/SFA arány gyakran ezen érték alatt van, a magas telített zsírsavtartalomnak köszönhetően (ENSER ÉS MTSAL, 1996; JAKOBSEN, 1999). A vizsgált termékeket tekintve egyik sem tér el ettől a tendenciától.

8. táblázat: Különböző húskészítmények zsírsav csoportjainak mennyisége g/100 g termékre vonatkoztatva (SCHMID ÉS MTSAL., 2009)

Zsírsav csoport	Sütni való kolbász			
	Cervelat	(borjú)	Párizsi	Bécsi kolbász
Rövidláncú zsírsavak	0,03 ±0,01	0,03 ±0,01	0,03 ±0,01	0,03 ±0,01
Közepesláncú zsírsavak	6,37 ±1,00	6,51 ±0,79	6,56 ±0,84	6,09 ±0,41
Hosszúláncú zsírsavak	13,68 ±2,17	13,43 ±1,32	13,85 ±2,28	13,11 ±0,85
Telített zsírsavak	8,20 ±1,31	7,89 ±0,97	8,21 ±1,12	7,79 ±0,49
Telítetlen zsírsavak	11,40 ±1,86	11,61 ±1,14	11,76 ±1,96	10,96 ±0,76
MUFA	9,68 ±1,67	9,68 ±0,91	10,16 ±1,58	9,68 ±0,66
PUFA	1,72 ±1,67	1,93 ±0,25	1,60 ±0,45	1,59 ±0,16
∑ zsírsav CLA nélkül	0,24 ±0,03	0,30 ±0,09	0,24 ±0,04	0,23 ±0,04
∑ zsírsav CLA-val	0,28 ±0,03	0,38 ±0,11	0,29 ±0,05	0,27 ±0,05
ω-3 zsírsavak	0,18 ±0,02	0,22 ±0,04	0,18 ±0,03	0,18 ±0,02
ω-6 zsírsavak	1,51 ±0,19	1,65 ±0,20	1,39 ±0,42	1,39 ±0,14
∑ zsírsav	20,08 ±3,18	19,97 ±2,11	20,44 ±3,11	19,23 ±1,24

Zsírsav csoport	Sütni való kolbász			
	Fasírozott	(sertés)	Sertés kolbász	Baromfi párizsi
Rövidláncú zsírsavak	0,07 ±0,02	0,05 ±0,00	0,06 ±0,01	0,05 ±0,01
Közepesláncú zsírsavak	7,37 ±0,54	6,23 ±0,30	7,47 ±1,65	5,53 ±1,41
Hosszúláncú zsírsavak	15,17 ±1,15	12,62 ±0,67	14,84 ±3,75	10,21 ±2,96
Telített zsírsavak	8,77 ±0,70	7,36 ±0,36	9,03 ±2,24	5,11 ±1,36
Telítetlen zsírsavak	12,83 ±1,00	10,59 ±0,59	12,28 ±3,08	9,82 ±2,94
MUFA	10,82 ±0,81	8,79 ±0,40	10,38 ±2,58	7,48 ±2,34
PUFA	2,01 ±0,20	1,80 ±0,24	1,90 ±0,51	2,34 ±0,61
∑ zsírsav CLA nélkül	0,21 ±0,04	0,18 ±0,03	0,26 ±0,10	0,18 ±0,05
∑ zsírsav CLA-val	0,26 ±0,04	0,22 ±0,04	0,31 ±0,11	0,20 ±0,06
ω-3 zsírsavak	0,24 ±0,03	0,21 ±0,03	0,22 ±0,06	0,26 ±0,06
ω-6 zsírsavak	1,76 ±0,18	1,59 ±0,21	1,68 ±0,45	2,08 ±0,55
∑ zsírsav	22,61 ±1,68	18,90 ±0,96	22,36 ±5,41	15,79 ±4,36

2.6.1 A sertéshús készítmények zsírsavprofiljának gyártástechnológia során alkalmazható módosítási lehetőségei és annak hatása a termék minőségére

A takarmányozással történő zsírsavprofil módosítás hátránya, hogy rendkívül hosszadalmas, mivel az állatnak el kell érnie a vágósúlyát, illetve a siker egyáltalán nem garantált, hiszen csak a vágás és feldolgozás után derül ki, hogy mennyire volt a kezelés hatékony. Nemcsak az állat



takarmányozásával lehetséges a húskészítmények zsírsavösszetételének módosítása, hanem a termék gyártásakor is. Egy alacsony zsírtartalmú termék fejlesztésekor figyelembe kell venni a nyersanyagot (sovány vagy ismert összetételű hús), a nem hús-eredetű összetevőket (fűszer vagy növényi eredetű új komponens), a gyártási és előállítási folyamatot is (zsírhelyettesítés vagy -kiegészítés) (KEETON, 1994; JIMÉNEZ COLMENERO, 1996), és más egyéb faktorokat, amelyek kapcsolatban állnak a termék jellemzőivel. Ezen tulajdonságok közé tartoznak az egyes termékcsoportok (pástétomok, virslik, párizsik) esetében az előre meghatározott jellemzők, a kívánt végső összetétel (zsír-, fehérje-, só tartalom), és gyártási folyamat (főzés, füstölés, szárítva érlelés). A zsírsavprofil módosítása történhet a zsír mennyiségének csökkentésével, természetesen ezzel egyidőben a mennyiségi zsírsavprofil is változik. Egy másik lehetőség, ha a telített állati zsírsavakat helyettesítjük telítetlen zsírsavakkal. A halolajok (ω -3 többszörösen telítetlen zsírsavban gazdag olajok egyike) és a növényi olajok (részlegesen hidrogénezett kukorica-, gyapotmag-, pálma-, földimogyoró-, szója-, magas olajsavtartalmú napraforgó-, és olívaolaj) alkalmazhatók a zsírsavösszetétel változtatására az olyan termékek esetében, mint a pástétomok és kolbászok (MARQUEZ ÉS MTSAL, 1989; PARK ÉS MTSAL, 1989; LIU ÉS MTSAL, 1991; PANERAS ÉS MTSAL, 1998, MUGUERZA ÉS MTSAL, 2001).

PARK ÉS MTSAL (1989) magas olajsav tartalmú napraforgóolaj és halolaj hozzáadásával emelték a virsli MUFA és ω -3 PUFA tartalmát. A napraforgóolaj kiegészítéssel 34-62 %-ban sikerült megnövelni az olajsavtartalmat és jelentősen javítani a MUFA/FSFA arányt. PANAREAS ÉS BLOUKAS (1994) alacsony zsírtartalmú virsli készítmények olíva-, kukorica-, napraforgó- és szójaolaj felhasználásával. Az olaj-kiegészítés hatására 40-45 %-kal csökkent a SFA és csökkent a kalória és koleszterin tartalom is. Az olaj típusa nem befolyásolta jelentősen a zsírsavösszetételt ($P > 0,05$). Az olívaolajjal készült minták 41,8 %-kal magasabb MUFA tartalommal



rendelkeztek. Az egyéb magolajjal készült termékek esetében pedig a PUFA tartalom növekedett meg. A szójaolaj fokozott adagolásával a linolénsav mennyisége emelkedett. Az olívaolaj egyszeresen telítetlen zsírsavakban gazdag. A magas biológiai értékének köszönhetően fogyasztásával csökkenthető a szív megbetegedésének és a mellrák kialakulásának kockázata (PAPPA ÉS MTSAI., 2000). MUGUERZA ÉS MTSAI. (2001) spanyol kolbászt készítettek 0-30 %-ban előre emulgeált olívaolajjal. A termék olajsav és a linolsav tartalma növekedett, ezzel szemben annak koleszterintartalma csökkent. Az eredmények tükrében egy olyan zsírhelyettesítőt látnak az olívaolajban, amely legalább 25 %-ban adva a termékhez emeli annak táplálkozási „státuszát”. Más alternatíva az iparilag módosított növényi olajok (IVOs) alkalmazása, amelyek telítetlen zsírsavtartalma magas és szobahőmérsékleten is folyékony halmazállapotúak. Használhatók, mint zsírhelyettesítők például virsliben vagy a török szalámban (sucuk) anélkül, hogy az érzékszervi tulajdonságokat megváltoztatnák. VURAL ÉS MTSAI. (2004) virsliben helyettesítették a marhafaggyút 10 %-ban IVOs-kal (60-100 %), amely palma-, gyapotmag- és olívaolaj keverékéből állítottak össze. Ez ahhoz vezetett, hogy jelentősen megnövekedett az olajsav, a linolsav tartalom és a PUFA/SFA arány javult anélkül, hogy a megjelenés, a szín, a textúra, az íz és más érzékszervi tulajdonságok megváltoztak volna. YILMAZ ÉS MTSAI. (2002) arról számoltak be, hogy az így előállított virsli egészségesebbé vált a magas telítetlen és esszenciális zsírsavtartalomnak köszönhetően, amely a napraforgóolajból származott. A kísérleti virslinek nem alakult ki negatív érzékszervi tulajdonsága. ANSORENA ÉS ASTIASARÁN (2004) a szalonna mennyiségét csökkentették száraz érlelt kolbászban. Kiegészítésként lenolajat alkalmaztak, amelynek hatására csökkent az ω -6/ ω -3 arány (14,0-ről 2,1-re). VALENCIA ÉS MTSAI. (2006) fermentált száraz kolbászt készítettek, halolaj hozzáadásával. Az ω -6/ ω -3 arányt sikerült 13,9-ről 2,9-re lecsökkenteni, viszont a kontroll mintához képest eltérést csak a színben



találtak. Hasonló termékfejlesztést végeztek CÁCERES ÉS MTSAI. 2008-ban. Hagyományos, alacsony zsírtartalmú, főtt Mortadellát állítottak elő halolajjal kiegészítve és különböző aspektusból vizsgálták. A halolajat kazeinnel és vízzel emulgeálták felhasználás előtt, majd 1-6 %-ban adták a masszához. Így az ω -3 zsírsavak aránya megnövekedett a halolajjal kiegészített Mortadella esetében, illetve az ω -6/ ω -3 arány elérte a 2-es értéket, amely az egészségesnek számító tartományba esett. LÓPEZ-LÓPEZ ÉS MTSAI. 2009-ben végzett kutatásukban a virslit hínár (5 %) és/vagy olívaolaj (50 %) hozzáadásával módosították, majd vizsgálták az eltarthatóságot, a mikrobiológiai-, fizikai- és érzékszervi tulajdonságokat. A hínár hozzáadásával a víz- és a zsírkötő képesség javult, viszont a világossági (L) és vörösségi (a^*) érték csökkent ($P < 0,05$). A reológiai értékek növekedést mutattak ($P < 0,05$). Az olívaolaj hatását vizsgálva ezek a tulajdonságok kevésbé tértek el a kontroll mintától. Az érzékszervi tulajdonságokat tekintve az olívaolajjal készült kísérleti minta a kontrollnak megfelelő tulajdonságokkal bírt, ezzel szemben a hínárral kiegészített minták kevésbé voltak elfogadhatóak érzékszervi szempontból, köszönhetően a hínár karakteres ízének. BERASATEGI ÉS MTSAI. 2011-ben új receptet dolgozott ki a vörösáru típusú húskészítmények előállítására, amelyeket ω -3 zsírsavval (8,75 % lenolaj) dúsítottak. Az oxidáció csökkentésére a butil-hidroxi anizol (BHA) került hozzáadásra. Növekedett az ω -3 zsírsavak mennyisége, különösképpen az α -linolénsav tartalom, ezzel ellentétben csökkent az ω -6/ ω -3 zsírsavarány (17,3-ról 1,9-re). A BHA és lenolaj hozzáadásával csökkent a peroxidszám és TBAR szám, illetve magas antioxidáns kapacitással rendelkeztek a minták. IGNÁCIO ÉS MTSAI. (2012) szintén vörösáru típusú felvágottat egészítették ki lenolajjal és gyógynövények-fűszerek keverékével. Vizsgálták, hogy milyen hatást gyakorol a kiegészítés a zsírsavprofilra és az érzékszervi tulajdonságokra. A megnövelt PUFA tartalom hatására megnövekedett a termékek oxidatív romlásra való hajlama, amely a minőség



romlásához vezet. Ahhoz, hogy minimalizálásra kerüljön ez a minőségbeli romlás, a természetes antioxidáns adagolása megoldást jelenthet. Kísérletükben új formulát próbáltak ki. 7,2 % szalonna, 10,8 % lenolaj és 0,5 % gyógynövény-fűszer keverékét alkalmazták. A fűszernövények között volt a rozmaring, koriander, fehérbors, jamaica növény, majoránna, zsálya és kakukkfű, amelyek a keverékbe kerültek. Vizsgáltak olyan mintát is, amelyhez nem adtak gyógynövényt vagy fűszert. A zsírsavprofil tekintve a PUFA tartalom 70 %-kal emelkedett és 47 %-kal csökkent a telített zsírsavtartalom a kontroll mintához képest. Továbbá csökkent az ω -6/ ω -3 arány is 9,06-ről 0,4-re a lenolaj kiegészítés hatására. SALCEDO-SANDOVAL ÉS MTSAL. (2013) három ω -3 zsírsavban gazdag olaj keverékét próbáltak ki virsli kiegészítésére. Az olajkeverék lenolajból (37,87 %), olívaolajból (44,39 %) és halolajból (17,74 %) állt össze, amelynek keverési arányát az ω -6/ ω -3 zsírsavarány is befolyásolta. A kiegészítés eredményeképpen az ω -6 mennyisége felére csökkent, illetve közel egy nagyságrendnyivel emelkedett a virsli ω -3 zsírsavtartalma. Ennek hatására az ω -6/ ω -3 arány 9,61-ről 0,76-ra csökkent le. 2014-ben BEILOUNE ÉS MTSAL. egy kísérlet keretein belül vörösáru típusú húskészítménynek csökkentették a zsírsav tartalmát (15 %, 30 %, 45 %), illetve olívaolajjal végeztek zsírhelyettesítést (3 %, 6,5 %, 10 %). Továbbá az emulgálószer hozzáadásának hatékonyságát is felmérték a 10 %-os olívaolaj kiegészítés esetében. A kémiai analízis nem mutatott jelentős különbséget a minták között a fehérje- és zsírtartalmat, valamintna és zsírsavprofil vizsgálva. Figyelemre méltó, hogy a 6,5 %-os olívaolaj kiegészítéssel készült főtt húskészítmény elérte a WHO által ajánlott zsírsavösszetételi értéket ($(\text{PUFA}+\text{MUFA})/\text{SFA} \geq 2$).

A zsírsavprofil módosításával amellet, hogy a zsírsavösszetétel ideálissá válik, egyidejűleg negatív tulajdonságok is jelenhetnek meg. Többek között a lipoxidáció az egyik fő romlási folyamat (PREEDY ÉS MTSAL., 2013), mértéke és nagysága a húsból készült termékekben számos tényezőtől függ,



például ha fénynek, oxigénnek, hőnek vagy anti- és pro-oxidánsoknak van kitéve a termék. A zsírsavak főzés hatására bekövetkező lipidperoxidációja a Maillard reakcióban keletkező termékekkel együttesen hatást gyakorolnak az ízre. Az oxidáció eredménye a színváltozás is, ahol a vörös oximioglobin oxidációja következtében barna színű metmioglobinná alakul. Számos tanulmány igazolja, hogy a lipioxidáció termékei előidézhetik a pigmentoxidációt és fordítva. A lipioxidáció igen magas korrelációt mutat a pigment oxidációval. Továbbá a lipidperoxidációt befolyásolja a hús zsírtartalma, a benne lévő zsírsavak telítetlenségi foka és a benne lévő enzimek aránya. Ezen faktorok mellett más folyamatok is károsíthatják a sejtmembránt, amely elősegíti a pro-oxidánsok és a telítetlen zsírsavak kölcsönhatását. Az esszenciális zsírsavak minőségi romlása a tápanyagtartalom veszteséssel (A- és E-vitamin) együttesen eredményezi a húskészítmény biológiai értékének csökkenését (JIMENEZ-COLOMENERO ÉS MTSAL., 2001).

PARK ÉS MTSAL. (1989) által készített virsli esetében a zsír mennyiségének csökkentése minimális hatással volt az emulzió stabilitására, a reológiai értékekben növekedést tapasztaltak, és csökkenést a lédúságban. A magas MUFA és ω -3 PUFA tartalmú, 5 % halolajat tartalmazó virsli alacsony érzékszervi pontokat kapott, köszönhetően jellegzetes halízének. Az érzékszervi tulajdonságokat tekintve és a műszeres textúra profilanalízis szerint is, a zsírtartalom csökkentése problémát okozott a textúra esetében. BISHOP ÉS MTSAL. 1993-ban végzett kísérletében a vörösáru típusú felvágottakban csökkentették a zsír mennyiségét és helyettesítették azt víz hozzáadásával, továbbá előre emulgeált olaj, illetve zsír adagolásával készítették el a mintákat. A nagyobb mennyiségű víz hatására a keménységi érték emelkedett, még az emulgeált zsír vagy olaj kiegészítés hatására puhábbá váltak azok. A módosított vörösáru típusú felvágottak esetében az ízben és a kedveltségben nem találtak különbséget, de a bírálók lédúságra



adott pontszámai magasabbak voltak a több víz hozzáadásával készült minta esetében. Sötétebbé váltak a minták a kiegészítés hatására, kivétel a kukoricaolaj kiegészítés alkalmazásakor. A kontroll mintának volt a legmagasabb a vörösségi értéke, viszont az emulgeált zsír kiegészítés csökkentette azt. PANERAS ÉS BLOUKAS (1994) által előállított szójaolaj-kiegészítéssel készült virsli sötétebb vörös színnel rendelkezett és a kihozatal 6-7,2 %-kal esett vissza. Keményebbé és kevésbé levesessé vált a késztermék, mint a kontroll. Negatív hatással volt a szójaolaj adagolása az eltarthatóságra. A lipidoxidáció eredményeképpen avasodás lépett fel a termékéletkor előrehaladtával. Az érzékszervi bírálat során viszont negatív értékelést kapott a szójaolaj kiegészítéssel készült termék. Szintén a lipidperoxidáció eredménye az illat karakterisztikájának változása, amely során az illó komponensek (aldehidek, ketonok és alkoholok) mennyisége megnövekszik, -különösképpen az alacsony illat-küszöbértékkel rendelkezők (aldehidek vagy ketonok), ezáltal az illó komponensek aránya is megváltozik. SEVERINI ÉS MTSAL. (2003) kísérletében extra szűz olívaolajat használtak fel a szalámban szalonna helyettesítésére. Eredményeik alapján a módosított összetételű termékek esetében a kémiai, a fizikai és az érzékszervi tulajdonságokat tekintve nem volt jelentős eltérés a kontroll mintához képest, a vízaktivitás és a keménység kivételével. Az olívaolaj-kiegészítés emelte a telítetlen zsírsavtartalmat, de az eltarthatóságot nem rontotta, feltehetően a tokoferolok és polifenolok antioxidáns hatásának köszönhetően. Az érzékszervi tulajdonságokat tekintve nem volt érzékelhető a különbség a kontroll és a módosított minták között. A kiegészítésre vagy helyettesítésre alkalmazott olajoktól függően, a termékben eltérések jelenhetnek meg a kontroll mintához képest, beleértve az érzékszervi tulajdonságokat, de ezt a különbséget elfogadhatóbbá teszi az a tény, hogy alacsony zsírtartalmú a termék (JIMÉNEZ COLMENERO, 1996). CÁCERES ÉS MTSAL. (2008) halolajjal kiegészített Mortadellájának lipidperoxidációt (TBARS index) tekintve nem volt



különbség a kontrollhoz képest. Enyhén növekedett a keménység és a nyíróerő a magasabb halolaj-kiegészítésű termékek esetében. A késztermékeket 90 nap hűtőtárolás után is vizsgálták, de hasonló eredményeket kaptak, mint a friss minták esetében. A késztermékek mikrostruktúrájáról elektronmikroszkóppal (SEM) készített felvételek alapján megállapították, hogy a kiegészített minták struktúrája sokkal tömörebb és kompaktabb volt. Érzékszervi tulajdonságait tekintve nem találtak eltérést a kontroll mintához képest. MUGUERZA ÉS MTSAL. (2002) azt bizonyították, hogy 20 %-ban helyettesítve a szalonnát olívaolajjal a szín világosodik és sárgábbá válik. A terméknek megfelelő volt az illata és az íze is, de a megjelenése eltért a megszokottól. Ugyanez a kutatócsoport (MUGUERZA ÉS MTSAL., 2003) számolt be a 20 %-ban olívaolaj helyettesítéssel készült görög kolbással végzett kísérletükről, amelyben a lipidperoxidációs folyamat szignifikánsan lassult és statisztikailag igazolhatóan növekedett a MUFA tartalom. A MUGUERZA ÉS MTSAL. (2001) által készített spanyol kolbász érzékszervi tulajdonságai (textúra és szín) tekintetében a hagyományos módon gyártott termékeknek megfelelt. ANSORENA ÉS ASTIASARÁN (2004) kutatásában a lenolajjal kiegészített száraz, érlelt kolbászban minimális mértékben módosult az íz. PAPPÁ ÉS MTSAL. (2000) a virsliben olívaolajjal helyettesítették a sertés szalonnát 0-100 %-ban. A 100 %-os helyettesítéssel készült virsli volt a legkevésbé kedvelt, de a színe nem tért el a megszokottól.

SÁNCHEZ-ESCALANTE ÉS MTSAL. (2000) újszerű közelítésben almát alkalmaztak a zsírcsökkentett vörösáru típusú húskészítmény kiegészítésére, mivel az alma magas sav- és antioxidáns tartalommal rendelkezik. A húskészítményben csökkentették a zsírt és helyette almapürét adtak hozzá. Vizsgálatuk tárgyát képezte a kémiai, a fizikai és az érzékszervi tulajdonságok változása. A nedvességtartalom 56 %-ról 63 %-ra emelkedett az almapürével készült minta esetében. A reológiai tulajdonságokra nem volt hatással az alma kiegészítés, viszont a világossági érték ($P < 0,05$)



alacsonyabb lett. Az érzékszervi bírálat során az alma kiegészítésből eredően édesebb volt a módosított minta. A kedveltséget tekintve az összes érzékszervi tulajdonságra megfelelő értékelést adtak a bírálók. CHOI ÉS MTSAI. (2013) kutatásában a virsli készítéséhez felhasznált szalonnát részben helyettesítették napraforgóolaj (0 %, 5 %, 10 %, 15 %, és 20 %), illetve 2 % növényi rost (Makkoli üledék) keverékével. A nedvesség- és hamutartalom, a világossági értékkel egyetemben magasabb volt a zsírcsökkentett virslik esetében, a reológiai-, a vörösségi- és sárgássági értékek pedig alacsonyabbak voltak a kontroll mintához képest. 2014-ben BEILOUNE ÉS MTSAI. által elkészített zsírcsökkentett, illetve olívaolajjal kiegészített vörösáru jellegű terméket vizsgálták a textúra, a vízkötőképesség és a szín tekintetében. A kontroll mintához képest a textúra és a vízkötőképesség a zsírcsökkentett és az olívaolajjal kiegészített minták esetében is nagyon hasonló volt, de a színt erősen befolyásolta a kiegészítés. A zsírcsökkentés vörösebb terméket eredményezett, az olívaolajjal történő helyettesítésnél pedig a sárgássági érték emelkedett. A végtermék esetében az érzékszervi bírálat is megerősítette, hogy a növényi olaj-kiegészítés erősen befolyásolta a termék színét. IGNÁCIO ÉS MTSAI. (2012) által készített lenolaj, fűszerek és gyógynövények felhasználásával készített vörösáru típusú felvágottja az érzékszervi bírálaton az íz esetében magasabb pontszámot kapott a gyógynövény és fűszer kiegészítésnek köszönhetően. A lenolajjal vagy lenolaj nélkül készült mintákra adott érzékszervi pontszámok között nem volt jelentős eltérés.

A PUFA tartalom növekedése a húskészítményekben eredményezhet nemkívánatos érzékszervi tulajdonságokat a lipo-oxidatív illó komponensek megnövekedett mennyiségének köszönhetően. A lipoxidáció persze csökkenthető különféle antioxidánsok hozzáadásával, mint a butil-hidroxi-anizol (BHA) vagy butil-hidroxi-toluol (BHT), vagy az E-vitamin, megőrizve ezzel a termék elfogadott érzékszervi tulajdonságait (PREEDY ÉS MTSAI.



2013). Előszeretettel alkalmazzák az α -tokoferolt (E-vitamin) a zsír és a szín oxidációs folyamatának késleltetésére. BERASATEGI ÉS MTSAL. (2011) lenolajjal és a butil-hidroxi-anizol (BHA) hozzáadásával készített vörösáruk esetében bizonyították, hogy az új formulának hasonló volt a megítélése, mint kontroll mintának. A 45 %-os zsírcsökkentéssel és a 30 %-os zsírcsökkentés mellett 2 % olívaolaj kiegészítéssel készültet tartották a legjobbnak a bírálók. Ezek a termékek az egészséges táplálkozással egyensúlyt tartanak a csökkent energiatartalmuknak köszönhetően. Következésképpen a zsírcsökkentés (45 %-ig) és a zsírhelyettesítés (10 %-ig) nem befolyásolja negatívan az érzékszervi tulajdonságokat, ráadásul javítja a tápanyagösszetételt.

Egy húskészítmény zsírsavösszetételének módosításakor az összes lehetséges negatív és esetleges pozitív hatást figyelembe kell venni ahhoz, hogy a fogyasztók által is elfogadott terméket állítsunk elő.



3 A DISSZERTÁCIÓ CÉLKITŰZÉSEI

Doktori munkám témájaként a párizsi ω -6 és ω -3 zsírsavakkal történő kiegészítését választottam, hogy a sertés zsírszalonna mennyiségét csökkentsem úgy, hogy különféle növényi eredetű kiegészítésekkel (növényi olaj, növényi mag, lecitin) pótolom. Céлом volt, hogy a zsírsavprofil optimalizáljam és mindeközben a késztermék fizikai és érzékszervi tulajdonságai ne változzanak meg jelentősen, esetleg kedvezőtlenül. Ennek megfelelően a következő célokat tűztem ki:

- I. A kereskedelmi forgalomban kapható különböző ár-kategóriájú és minőségű párizsi termékek összehasonlító vizsgálata. A vizsgált paraméterek statisztikai elemzése.
- II. Alaprecept kidolgozása, amely a további vizsgálatok alapját képezheti és a kontroll minta szerepét töltheti be.
- III. Az első módosított párizsiminták eltérő típusú és koncentrációjú folyékony lecitinnel való kiegészítése és összehasonlítása kémiai, fizikai és érzékszervi szempontból.
- IV. A második modell termékek elkészítése szilárd, poralapú lecitin és darált lenmag por kiegészítéssel és összehasonlítása kémiai, fizikai és érzékszervi szempontból.
- V. A harmadik modell termék elkészítése szója- és lenolaj kiegészítéssel és összehasonlítása kémiai, fizikai és érzékszervi szempontból.
- VI. A 3 és 6 %-os kiegészítésekkel készült minták összevetése a kereskedelmi forgalomban kapható, eltérő ár- és minőségi kategóriába eső termékekkel.



4 ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálatok a Kaposvári Egyetem Állattudományi Kar, Mezőgazdasági Terméfeldolgozás és Minősítés Tanszék Technológiai Laboratóriumában és a herceghalmi Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet Élettani Osztályán történtek.

4.1 Kereskedelmi forgalomban kapható párizsik vizsgálata

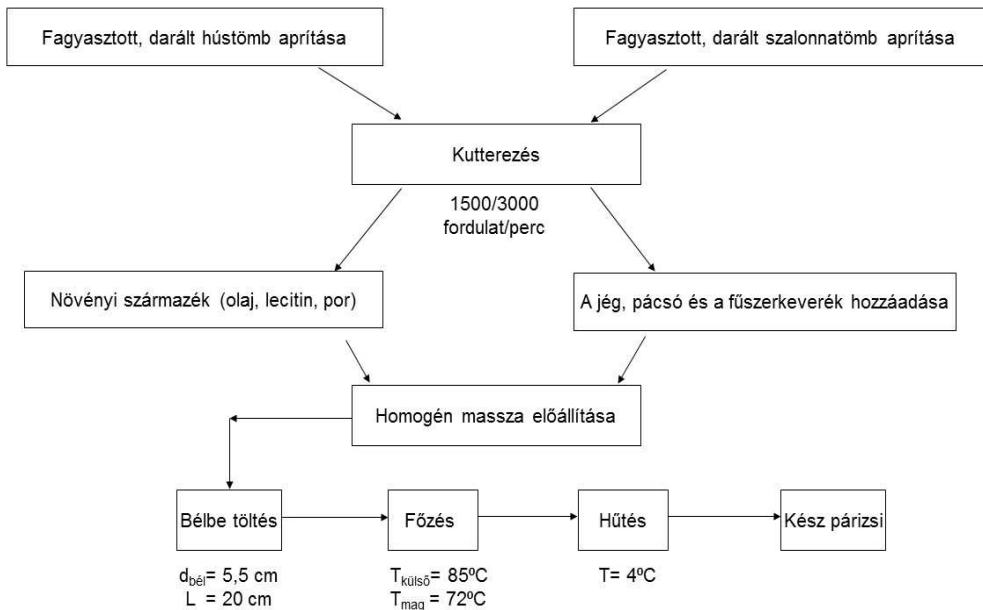
Az öt különböző sertés-párizsi mintát helyi üzletekből szereztem be (1. melléklet). Fontos szempont volt, hogy árban (2. melléklet) és minőségben eltérő mintákat válasszak ki. A párizsikat rúdiban (egészben, teljes csomagolással) vásároltam meg, hogy az összetevőkről (3. melléklet) informálódjak. A párizsik esetében márkánként két-két rudat vásároltam. A minták összetételükben nagymértékben megegyeztek, eltérés az alapanyagok mennyiségében és a hozzáadott adalékanyagokban volt (sűrítőanyagok, szőlőcukor, savanyúságot szabályzó anyag stb.) (lásd: 3. melléklet).

4.2 Párizsi alaprecept kidolgozása

Első lépésben az alapreceptet dolgoztam ki, hogy biztosítsam az összehasonlíthatóságot az egyes kísérleti egységeken belül és azok között. Az összetevők (sertés hátszalonna, sertés karaj, párizsi fűszerkeverék) mennyiségének változtatásával kísérleteztem. A próbapárizsik elkészítése során a szalonna, a hús és a fűszerkeverék mennyiségének hatását vizsgáltam a termék érzékszervi tulajdonságaira (szín, íz, illat, konzisztencia). Az előállítás folyamata az 5. ábrán és a felhasznált összetevők mennyisége a 9. táblázatban láthatóak. A keverés napján felapírtottam a még fagyos hozzávalókat, majd a kutterbe helyeztem. A keverés második fázisában,

mikor már a hús- és szalonna kellőképpen elkeveredett hozzáadtam a jeget, a pácsót (ProFood kft., 4. melléklet) és a fűszert (ProFood kft., 5. melléklet). Ezt követően addig folytattam a kutterezést, amíg homogén egységgé össze nem állt a keverék (1. kép). Az állag és a homogenitás elérése érdekében folyamatosan mérnem kellett a massa hőmérsékletét, mivel ha az $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ fölé emelkedik, akkor a végtermékben fázisszétválás következhet be, amely a zsír kiválását eredményezi (6. melléklet). Így a kutterezést 2 percenként leállítottam és ellenőriztem egy szúróhőmérővel a massa hőmérsékletét a következő mérési pontokban (1. kép):

- a keverőedény fala mentén,
- a keverőkés tartótengelye mellett,
- illetve a két pont között.



5. ábra: a párizsi előállításának folyamata

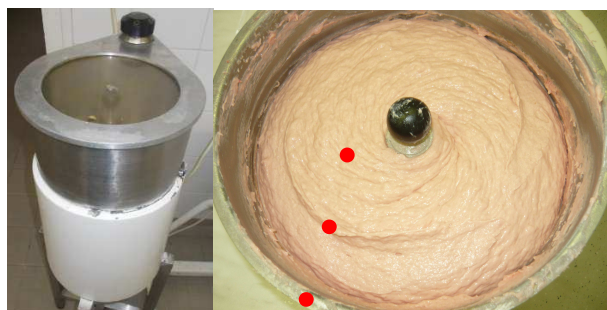
A kész masszát 55 mm átmérőjű, 20 cm hosszú, vízgőzáteresztő bélbe töltöttük, majd 72 °C maghőmérséklet eléréséig (60 percig) történt a hőkezelés, 85 °C-on főző-füstölő szekrényben. Legvégül 4 °C-ra hűtöttem le a mintákat és azokat 1-28 napig hűtve tároltam, folyamatos hőmérséklet ellenőrzés mellett.

9. táblázat: Az alaprecept kidolgozásakor kipróbált receptek

Mintakód	Zsírszalonna (g)	Sertés karaj (g)	Jég (g)	Fűszerkeverék (g)	Nitrites pácsó (g)
1	400 (40 %)	450 (45 %)	150 (15 %)	10 (1 %)	20 (2 %)
2*	450 (45 %)	400 (40 %)	150 (15 %)	10 (1 %)	20 (2 %)
3	500 (50 %)	350 (35 %)	150 (15 %)	10 (1 %)	20 (2 %)
4	400 (40 %)	450 (45 %)	150 (15 %)	20 (2 %)	20 (2 %)
5	400 (40 %)	450 (45 %)	150 (15 %)	40 (4 %)	20 (2 %)

*A választott párizsi recept („Kontroll”)

Az íz intenzitást, a sós ízt nitrites-pácsó (ProFood kft.) hozzáadásával fokoztam, amelynek más pozitív hatását is kihasználtam a termék minőségét tekintve, mivel a nitrites-pácsó nem csak a termék mikrobiológiai stabilitását segíti elő, de a mioglobint a nitritek segítségével egy stabilabb formává, nitróz-amiglobinná alakul át, így a húskészítmények tovább megőrzik a vöröses színüket (CASSENS, 1990).



1. **kép:** A kutter, illetve a kutterezés során a hőmérséklet mérésének pontjai a keverőedényben



4.2.1 Folyékony szója- és napraforgó lecitin alapú kiegészítés

Az első kiegészítést szója- és napraforgó lecitinnel (Cargill kft.) végeztem. A minták eltérő százalékban tartalmazták (0 % (kontroll), 1,5 %, 3 %, 6 %) a kiegészítéshez használt lecitineket a teljes zsírszalonna mennyiségéhez viszonyítva (1200 g =100 %) (10. táblázat). Lényeges megjegyezni, hogy a hozzáadott lecitin mennyiségével csökkentettem a zsírszalonna mennyiségét a receptben, így a zsíradék mennyisége állandó maradt a késztermékben, viszont annak zsírsavösszetétele változott. Az elkészítéshez a már **4.2. fejezetben** kidolgozott receptet és előállítási folyamatot alkalmaztam.

10. táblázat: A lecitin-kiegészítéshez felhasznált alapanyagok mennyisége

Mintakód	Karaj (g)	Szalonna (g)	Jég (g)	Szójalecitin (g)	Napraforgó lecitin (g)	Fűszer (g)	Pácsó (g)	Kiegészítés mértéke * (%)
1 (Kontroll)	1350	1200	450	0		30	60	0
	(45 %)	(40 %)	(15 %)	(0 %)		(1 %)	(2 %)	
2	1350	1182	450	18		30	60	1.5
	(45 %)	(39,4 %)	(15 %)	(0,6 %)		(1 %)	(2 %)	
3	1350	1164	450	36		30	60	3
	(45 %)	(38,8 %)	(15 %)	(1,2 %)		(1 %)	(2 %)	
4	1350	1128	450	72		30	60	6
	(45 %)	(37,6 %)	(15 %)	(2,4 %)		(1 %)	(2 %)	
5 (Kontroll)	1350	1200	450		0	30	60	0
	(45 %)	(40 %)	(15 %)		(0 %)	(1 %)	(2 %)	
6	1350	1182	450		18	30	60	1.5
	(45 %)	(39,4 %)	(15 %)		(0,6 %)	(1 %)	(2 %)	
7	1350	1164	450		36	30	60	3
	(45 %)	(38,8 %)	(15 %)		(1,2 %)	(1 %)	(2 %)	
8	1350	1128	450		72	30	60	6
	(45 %)	(37,6 %)	(15 %)		(2,4 %)	(1 %)	(2 %)	

*A százalékos értékek a zsírhelyettesítés mértékére vonatkoznak, nem az egész termékre.

4.2.2 Szilárd szójalecitin és darált lenmag por alapú kiegészítés

A folyékony lecitin kiegészítést követte a szilárd kiegészítés, amely esetében szójalecitin port (Cargill kft.) és darált lenmagot (Cargill kft.) alkalmaztam a zsír helyettesítésére. A 11. táblázatban az egyes mintáknak látható az összetétele.

11. táblázat: A szilárd kiegészítéshez felhasznált alapanyagok mennyisége

Mintakód	Karaj (g)	Szalonna (g)	Jég (g)	Szójalecitin (g)	Darált lenmag por (g)	Fűszer (g)	Pácsó (g)	Kiegészítés mértéke* (%)
1 (Kontroll)	1350	1200	450	0		30	60	0
	(45 %)	(40 %)	(15 %)	(0 %)		(1 %)	(2 %)	
2	1350	1182	450	18		30	60	1.5
	(45 %)	(39,4 %)	(15 %)	(0,6 %)		(1 %)	(2 %)	
3	1350	1164	450	36		30	60	3
	(45 %)	(38,8 %)	(15 %)	(1,2 %)		(1 %)	(2 %)	
4	1350	1128	450	72		30	60	6
	(45 %)	(37,6 %)	(15 %)	(2,4 %)		(1 %)	(2 %)	
5 (Kontroll)	1350	1200	450		0	30	60	0
	(45 %)	(40 %)	(15 %)		(0 %)	(1 %)	(2 %)	
6	1350	1182	450		18	30	60	1.5
	(45 %)	(39,4 %)	(15 %)		(0,6 %)	(1 %)	(2 %)	
7	1350	1164	450		36	30	60	3
	(45 %)	(38,8 %)	(15 %)		(1,2 %)	(1 %)	(2 %)	
8	1350	1128	450		72	30	60	6
	(45 %)	(37,6 %)	(15 %)		(2,4 %)	(1 %)	(2 %)	

*A százalékos értékek a zsír helyettesítés mértékére vonatkoznak, nem az egész termékre.

4.2.3 Szója- és lenolaj alapú kiegészítés

Legvégül a folyékony len-, illetve szójaolaj kiegészítést végeztem. Ebben az esetben 3 %, 6 % és 9 %-os kiegészítéssel készítettem el a mintáimat (12. táblázat).

12. táblázat: Az olaj kiegészítéshez használt alapanyagok mennyisége az egyes minták esetében

Mintakód	Karaj (g)	Szalonna (g)	Jég (g)	Szójaolaj (g)	Lenolaj (g)	Fűszer (g)	Pácsó (g)	Kiegészítés mértéke * (%)
1 (Kontroll)	1350	1200	450	36		30	60	0
	(45 %)	(40 %)	(15 %)	(1,2 %)		(1 %)	(2 %)	
2	1350	1164	450	72		30	60	3
	(45 %)	(38,8 %)	(15 %)	(2,4 %)		(1 %)	(2 %)	
3	1350	1128	450	108		30	60	6
	(45 %)	(37,6 %)	(15 %)	(3,6 %)		(1 %)	(2 %)	
4	1350	1092	450	36		30	60	9
	(45 %)	(36,4 %)	(15 %)	(1,2 %)		(1 %)	(2 %)	
5 (Kontroll)	1350	1200	450		0	30	60	0
	(45 %)	(40 %)	(15 %)		(0 %)	(1 %)	(2 %)	
6	1350	1164	450		36	30	60	3
	(45 %)	(38,8 %)	(15 %)		(1,2 %)	(1 %)	(2 %)	
7	1350	1128	450		72	30	60	6
	(45 %)	(37,6 %)	(15 %)		(2,4 %)	(1 %)	(2 %)	
8	1350	1092	450		108	30	60	9
	(45 %)	(36,4 %)	(15 %)		(3,6 %)	(1 %)	(2 %)	

*A százalékos értékek a zsírhelyettesítés mértékére vonatkoznak, nem az egész termékre

4.3 Zsírsvanalízis

A zsírok extrakcióját FOLCH ÉS MTSAL (1957) módszere szerint végeztem. Az egyes mintákból ~ 300 mg-ot mértem be Erlenmeyer lombikba, majd 20 ml 2:1 metanol:kloroform elegyben homogenizáltam azokat. Az elegy elkészítéséhez ultra-tiszta oldószereket (Sigma-Aldrich, Schnelldorf, Németország) alkalmaztam és 0,01 w:v %-os butil-hidroxi-toluolt adtam hozzá antioxidánsként. A zsírokból sav-katalizált (H₂SO₄) módszerrel állítottam elő zsírsav metil-észtereket (CHRISTIE ÉS HAN, 2010). A módszer kvantitatív, amelyhez nonadekánsav (C19:0) belső standardot használtam.

A gázkromatográfiás mérés a korábbi Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet Élettani Osztályán (Herceghalom) történt. A méréseket Shimadzu 2010 gázkromatográfiás berendezéssel végezték el, amely SP-2380 (Supelco, Bellefonte, USA) típusú kapilláris kolonnával (30 m x 0,25 mm belső átmérő x 0,20 µm) és lángionizációs detektorral (FID 2x10⁻¹¹) volt felszerelve. A gázkromatográfiás körülmények a következők voltak: injektor hőmérséklete: 270 °C, detektor hőmérséklete: 300 °C, hélium áram: 28 cm /



sec. A hőprogram a következő volt: 80-205 °C: 2,5 °C / perc, 5 perc 205 °C, 205-250 °C-10 °C / perc, 5 perc 250 °C-on. Az egyes zsírsavak azonosításához ismert összetételű zsírsav standard keveréket (Mixture ME100 (90-1100, Larodan Fine Chemicals AB, Svédország)) használtak. Az analízis során elvégeztük a sertés karaj, a sertés hátszalonna és a kiegészítéshez használt növényi részek zsírsavanalízisét is. A minta-előkészítést a Kaposvári Egyetem Állattudományi Kar, Mezőgazdasági Terméelfeldolgozás és Minősítés Tanszék Technológiai Laboratóriumában végeztem el.

4.4 Szerkezetvizsgálat

Az állománymérést a textúra profilanalízis (TPA) és a Warner-Bratzler nyíróerő meghatározásával végeztem Zwick Roell Z005 berendezéssel (Zwick Roell GmbH, Ulm, Németország). A minták 4 °C-on kerültek mérésre, hogy biztosítsuk az összehasonlíthatóságot.

4.4.1 Állománymérés TPA állományprofil analízis módszerével

A párizsi mintákból 2,5 cm átmérőjű és 1 cm magasságú henger alakú próbatestet vágtam ki, amelyet magasságának 50 %-ig nyomtam össze. Párizsi mintákból rudanként 3 próbatestet vágtam. A minták összevetésére az 50 %-os kompresszióhoz szükséges erőt ($1_{st}F_{max}$, N) használtam fel és $F_{50\%}$ -ként jelöltem.

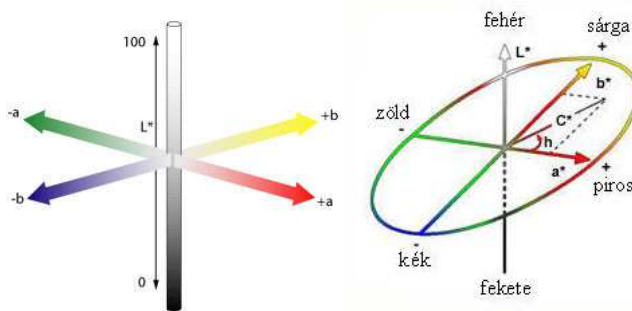
4.4.2 Állománymérés Warner-Bratzler cella alkalmazásával

A Warner-Bratzler nyíróerő értékének ($1_{st}F_{max}$, N) meghatározásával szintén a textúra jellemzését tettem lehetővé, amely esetében 1,5 cm átmérőjű henger alakú próbatestet vágtam ki a rúd párizsiból, majd a cella segítségével

a teljes átvágásig metszettem. Rudanként 3 próbatestet készítettem. A speciális mozgó penge hossza 100 mm, szélessége 70 mm és vastagsága 2 mm, amelyben egy 60 °-os csúcshögű fordított V alakú kivágás látható. A cella rögzített részének oldalán kialakított vezetősínben mozog a penge végig és a cella alján található részbe illeszkedve megtörténik a próbatest teljes átvágása. A keresztfej sebessége 200 mm/perc volt, a mintavételi frekvencia 10 pont/sec volt.

4.5 Színmérés

A mérés alapjául az ún. CIE Lab színrendszer (6. ábra) szolgált (GENÉVE, 1924). A rendszernél a színpontokat az $L^*-a^*-b^*$ térbeli koordináta rendszerben kerülnek ábrázolásra. Az a^*-b^* síkon az a^* és b^* féltengelyek az alábbi színezeteket jelentik: $+a^*$ a piros, $-a^*$ a zöld, $+b^*$ a sárga, $-b^*$ a kék. Az L^* a világossági tényező, amely a b^* síkra merőlegesen értelmezendő (COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE, 1976).



6. ábra: A CIE Lab színrendszer térbeli megjelenítése, valamint egy pont koordinátáinak jelölése



A színinger különbséget (ΔE^*) ABRIL ÉS MTSAI (2001) szerint határoztam meg (13. táblázat):

$$\Delta E^* = \sqrt{((\Delta L)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2)}$$

13. táblázat: A színinger-különbségek tartománya

Amennyiben ΔE^* értéke:	
Színkód	0,0-0,5 – nincs különbség,
	0,5-1,5 – alig észrevehető különbség,
	1,5-3,0 – észrevehető különbség,
	3,0-6,0 – jól látható különbség,
	6,0-12(<) – nagy színkülönbség.

A színmérést minden esetben a párizsi friss metszslapján végeztem Minolta Chroma Meter CR-300 készülékkel (Minolta Corporation, Tokyo, Japán). A méréseket egy párizsi szelet két oldalán háromszori ismétléssel végeztem el a fényforrás ráhelyezésével (D65).

4.6 Érzékszervi bírálat

A kereskedelmi forgalomban kapható párizsik és az alaprecept kidolgozásakor elkészített minták érzékszervi bírálatát a Kaposvári Egyetem Állattudományi Kar, Mezőgazdasági Terméfeldolgozás és Minőség Tanszék Technológiai Laboratóriumában végeztem el, ahol a Magyar Szabványnak megfelelő (MSZ 7304-2:1977) előkészítő helységben készítettem elő a mintákat. 13 bíráló (egyetemi hallgató és dolgozó) minősítette a minták érzékszervi tulajdonságait (szín, illat, íz, állomány). A bírálók minden egyes mintából kaptak kóstolót, amelyek randomizált kóddal ellátott minták voltak. Ezeket az általam összeállított kérdőív alapján (7. és 8. mellékletek) kellett a 0-100-ig terjedő ún. strukturálatlan skálán (100 mm hosszú) differenciálniuk (MSZ 7304-5:1980). Továbbá a szín, az állomány,



az illat és az íz mellett a kedveltségre irányuló kérdést is megfogalmaztam. A kiegészített minták aromaprofil vizsgálatát során a következő tulajdonságokat értékelték a bírálók: metszéslap színintenzitás, illat, fűszerek illata, rágásnál rugalmasság, rágásnál nedvességtartalom, rágásnál zsírosság, sós íz, főtt-pácolt húspép íze, fűszeres íz, idegen szag és íz, valamint kedveltség.

4.7 Elektronikus orr vizsgálat

A méréseket Alpha MOS α Fox 4000 e-nose (Alpha MOS, Toulouse, Franciaország) berendezésen végeztem. A műszer három fő egységből áll: egy automata mintakezelőből (AutoSampler), amely a mintavételt végzi (összesen 64 minta kezelésére alkalmas), egy elektronikus egységből (Fox Analyzer), ami tartalmazza a szenzorokat (18 keresztszelektív, fénoxid-MOS-szenzor) és azok jeleit az RS-porton keresztül a harmadik egység, a vezérlő softvert (AlphaSoft 12,3) futtató számítógép háttértárolójára tölti. A műszer levegőellátását TOC-generátor szolgáltatja. A mérés során a műszer szenzoroként méri a minta okozta ellenállás-változást, majd megadja a relatív ellenállás-változást, ami az alapvonal ellenállástól való eltérés és az alapvonal ellenállás hányadosa ($\Delta R/R_0$). A mérésekhez többszöri ismétléssel (5-15x) 1 g-ot mértem be a mintákból egy 20 cm³-es mintatartó üvegbe, majd mintavételi teflonkupakkal (szeptum) lezártam. Az elektronikus orr a mintákat mérés előtt 40 °C-on 2 percig inkubálta, majd 3000 μ l mennyiségű mintát 2 s alatt 1500 μ l/s sebességgel injektált a műszer szenzorterébe. A két perces mérési periódusok közé 18 perces regenerációs fázist iktattam be.



4.8 Nedvességtartalom meghatározás

A kereskedelmi forgalomban kapható párizsik és az általam elkészített minták nedvességtartalmát az MSZ ISO 1442:2000 szabvány alapján határoztam meg. 100-300 mg mintát 105 °C-on szárítószekrényben tömegállandóságig szárítottam, majd visszamértem.

$$\text{Nedvességtartalom (w/w \%)} = (w_1 - w_2) * 100 / w_1$$

w_1 = bemért minta tömege (g)

w_2 = száraz minta tömege (g)

A méréseket háromszori ismétlésben végeztem el az egyedi mintákon.

4.9 Kollagén-tartalom meghatározás

A kollagén speciális tulajdonsága, hogy aminosavai rendkívül szabályosan helyezkednek el (glicin-prolin-X vagy glicin-X-hidroxi-prolin, ahol X bármely aminosav lehet). Emiatt a laboratóriumi meghatározás során a hidroxi-prolin-tartalom mérést vesszük alapul (Guba, 1988). Ezt a mérést a kereskedelmi forgalomban kapható minták esetében volt fontos meghatározni, mivel a minták tartalmaztak bőrkét és egyéb más, magas kollagén tartalommal rendelkező nem húseredetű anyagot. A hidroxi-prolin tartalmat MSZ:ISO 3496:2000 határoztam meg spektrofotometriásan. A méréseket háromszori ismétlésben végeztem el.

4.10 Zsírtartalom meghatározás

A párizsik zsírtartalma legfeljebb 23 % lehet (MAGYAR ÉLELMISZEREKÖNYV, 2008). FOLCH ÉS MTSAI. (1957) extrakciós módszerével határoztam meg a minták zsírtartalmát. A mintákból darálást követően analitikai mérlegen ~300 mg-ot mértem be és 4 tizedes pontossággal



jegyeztem fel azt, majd 10 ml kloroform:metanol 2:1 vol/vol arányú elegyével homogenizáltam a mintákat. Ezt követően leszűrtem és ~ 2 ml fiziológiás sóoldatot adtam a mintákhoz. Vortexelés után 10 perc centrifugálás (1000 g) következett a fázisszétválasztás érdekében. A vizes fázis eltávolítása után a szerves fázist 55-60 °C-on, rotációs vákuumbepárlón bepároltam, majd 65 °C-ra szárítószekrénybe helyeztem és tömegállandóságig szárítottam azokat. Végül analitikai mérlegen 4 tizedes jegy pontossággal visszamértem a lombikokat, majd a következő egyenlet alapján kiszámoltam a zsírmennyiséget:

$$\text{Zsír tartalom (w/w \%)} = (w_1 - w_2) * 100 / w_1$$

w_1 = bemért minta tömege (g)

w_2 = kivont zsír tömege (g)

A méréseket háromszori ismételtsben végeztem el az egyedi mintákon.

4.11 Tárolás

A tárolási kísérlet elvégzéséhez minden egyes mintavételi napon egy új rúd párizsit használtam fel. A tárolási kísérlet során 5 mintavételi időpontot határoztam meg, amely 7 naponként történt (0. nap, 7. nap, 14. nap, 21. nap, 28. nap).

4.12 Adatelemzés

Adataim értékeléséhez az SPSS 8.0. for Windows statisztikai programot használtam. Minden esetben a primer mérési adatállományból először a kétszeres szórástávolságon kívüli értékek kizárását végeztem el, majd a fennmaradó értékekkel normalitásvizsgálatot végeztem (Shapiro-Wilk teszt).



Varianciaanalízist végeztem általános lineáris modellel (GLM, post hoc Tukey teszttel) a tárolásra, illetve a kiegészítés mértéke, mint faktorok bevonásával a zsírsavprofilra, a reológiai mérésekre, a színmérésre, az érzékszervi bírálatra, a nedvességtartalomra, a zsírtartalomra.

A párizsi minták osztályozása mind az érzékszervi bírálat értékei, mind pedig az elektronikus orr által adott jelek esetében diszkriminancia analízissel végeztem, illetve a felállított osztályozó függvényeket kereszt-validációs módszerrel teszteltem.



5 EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

5.1 A zsírsavanalízis eredménye

5.1.1 A kereskedelmi forgalomból beszerzett párizsi minták összehasonlítása

Az egészséges táplálkozáshoz a MUFA és a PUFA zsírsavak járulnak hozzá jelentősebb mértékben, illetve az alacsonyabb ω -6/ ω -3 arány az elvárt a fogyasztott élelmiszerekkel szemben (~ 4 , WOOD ÉS MTSAL., 2004). A vásárolt sertéspárizsi minták zsírsavanalízise során kapott eredményeket foglalja össze a 14. táblázat. A zsírsavprofil alapján elmondható, hogy a vásárolt párizsiminták szignifikánsan eltértek a zsírsavösszetételüket tekintve. A IV-es párizsinak 39,47 w/w % volt az egyszeresen telítetlen zsírsavaránya, viszont a többszörösen telítetlen zsírsavaránya a legalacsonyabb (16,09 w/w %) volt. Az ω -3 zsírsavak részarányában szignifikáns eltérést nem tapasztaltam, ezzel szemben a III-as minta ω -6 zsírsav aránya jelentősen eltért a többi mintától. Az ω -6/ ω -3 arányt tekintve az I-es párizsi rendelkezett a legalacsonyabb értékkel (15,06), de ez is jelentősen elmarad az egészségesnek tartott 4-es értéktől.

14. táblázat: A kereskedelmi forgalomból beszerzett sertéspárizsi minták zsírsavprofilja (w/w %)

Zsírsav	I		II		III		IV		V	
	w/w %									
C14:0	1,60	a	1,62	a	1,19	a	1,55	a	1,49	a
C16:0	29,03	b	28,19	a	27,08	a	28,63	ab	28,28	a
C16:1 ω-7	3,21	a	3,05	a	4,65	b	3,58	ab	2,84	a
C18:0	15,08	c	14,35	b	10,59	a	13,35	ab	14,86	bc
C18:1 ω-9	32,61	b	31,92	b	28,52	a	34,79	c	33,13	bc
C18:2 ω-6	14,08	a	16,31	b	23,98	c	13,88	a	14,97	ab
C18:3 ω-3	1,29	a	1,28	a	1,36	a	1,00	a	1,00	a
C20:1 ω-9	0,87	a	0,91	a	0,66	a	1,10	ab	1,18	ab
C20:2 ω-6	0,54	a	0,61	a	0,43	a	0,58	a	0,69	a
C20:3 ω-6	0,10	a	0,12	a	0,11	a	0,11	a	0,11	a
C20:3 ω-3	0,15	b	0,15	b	0,08	a	0,12	ab	0,14	b
C20:4 ω-6	0,34	a	0,45	a	0,54	a	0,40	a	0,38	a
Σ SFA	45,71	b	44,16	b	38,86	a	43,53	b	44,63	b
Σ MUFA	36,69	b	35,88	ab	33,83	a	39,47	c	37,15	b
Σ PUFA	16,50	a	18,92	b	26,50	c	16,09	a	17,29	b
PUFA/SFA	0,36	a	0,43	a	0,68	a	0,37	a	0,39	a
Σ ω-3	1,44	a	1,43	a	1,44	a	1,12	a	1,14	a
Σ ω-6	15,06	a	17,49	a	25,06	b	14,97	a	16,15	a
ω-6/ω-3 arány	10,46	a	12,23	a	17,40	b	13,37	a	14,17	ab

abc: Szignifikáns különbség a párizsi minták között ($P < 0,05$)

5.1.2 A mintapárizsik összetevőinek zsírsavanalízise

A nyersanyagok zsírsavösszetétele nagymértékben befolyásolja a végső zsírsavösszetételt. A 15. táblázat foglalja össze a kísérlet során felhasznált nyersanyagok zsírsavprofilját. A sertés karaj és a hátszalonna tartalmazta a legtöbb telített és egyszeresen telítetlen zsírsavat. A növényi részek többszörösen telítetlen zsírsavakat tartalmaztak nagy mennyiségben. Az ω -3 zsírsavak tekintetében a szója- (59,37 w/w %) és a lenolaj (31,88 w/w %) emelkedett ki. Mindkét folyékony lecitin nagy mennyiségben tartalmaz ω -6 zsírsavakat, amely hatására az ω -6/ ω -3 arány kevésbé kedvező, legfőképpen a napraforgó lecitin (407,65) esetében kaptam rendkívül magas arányt. Maga



a lecitin jelentősen növeli a telítetlen zsírsavak mennyiségét, és jó antioxidáns (SARUDI ÉS MTSAL., 2004).

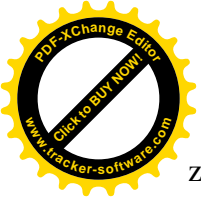
15. táblázat: A minta párizsik alapanyagainak zsírsavösszetétele (w/w %)

Nyersanyag	Sertés karaj	Szalonna	Szójalecitin	Napraforgó lecitin	Szójalecitin por	Lenmag por	Szójaolaj	Lenolaj
Zsírsav	w/w%							
C14:0	1,52 c	1,55 c	0,47 b	0,10 a	0,53 b	0,60 b	0,08 a	0,05 a
C16:0	27,9 c	26,7 c	17,52 b	9,79 a	20,12 bc	5,60 a	9,03 a	5,78 a
C16:1 ω-7	3,99 d	2,74 c	0,24 ab	0,11 a	0,48 b	0,07 a	0,10 a	0,07 a
C18:0	14,5 c	14,0 b	3,75 a	3,91 a	4,50 a	2,99 a	3,45 a	3,74 a
C18:1 ω-9	36,3 c	34,3 c	14,4 a	18,1 b	9,90 a	16,12 ab	16,11 ab	12,9 a
C18:2 ω-6	10,6 a	16,1 a	56,9 c	67,3 d	59,65 c	14,89 a	65,08 d	44,79 b
C18:3 ω-3	0,52 a	1,09 a	5,90 b	0,17 a	5,96 b	59,34 d	5,14 b	31,85 c
C20:1 ω-9	0,89 b	0,86 b	0,16 a	0,14 a	0,14 a	0,14 a	0,16 a	0,15 a
C20:2 ω-6	0,41 bc	0,67 c	0,01 a	n.a.	0,01 a	0,05 a	0,03 a	0,05 a
C20:3 ω-6	0,25 bc	0,11 b	0,02 a	0,03 a	0,02 a	0,03 a	n.a.	0,03 a
C20:3 ω-3	0,09 ab	0,16 b	n.a.	n.a.	n.a.	0,03 a	n.a.	0,03 a
C20:4 ω-6	1,77 a	0,35 b	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
C20:5 ω-3	0,07 a	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
C22:5 ω-3	0,23 b	0,09 a	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
C22:6 ω-3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,05 a	n.a.
Σ SFA	43,85 c	42,28 c	22,17 b	14,12 ab	25,00 b	9,19 a	12,55 ab	9,57 a
Σ MUFA	41,17 c	37,87 c	0,29 a	0,11 a	10,52 b	16,33 b	16,37 b	13,12 b
Σ PUFA	14,83 a	19,41 a	77,34 c	85,67 d	65,64 b	74,34 c	70,46 c	76,9 c
PUFA/SFA	0,34 a	0,46 a	3,49 b	6,07 bc	2,63 b	8,09 c	5,61 bc	8,04 c
Σ ω-3	0,91 a	1,35 a	5,9 d	0,17 a	5,96 b	59,37 c	5,20 b	31,88 c
Σ ω-6	13,03 a	17,2 b	56,93 c	67,3 d	59,68 c	14,97 a	65,11 d	44,87 cd
ω-6/ω-3	14,33 bc	12,74 b	9,65 ab	407,65 d	10,01 ab	0,25 a	12,52 b	1,41 a

n.a.: Nincs adat

abcd: szignifikáns különbség a nyersanyagok között ($P < 0,05$)

Figyelemreméltó a szójalecitin por ω-6 zsírsavtartalma is (59,68 w/w %), amely elsődlegesen linolsavból származik. Az eredmény közel azonos HILDITCH ÉS ZAKY (1942) által mért értékkel (55,00 w/w %). A darált lenmag por esetében a magas ω-3 (59,34 w/w %) tartalom volt jellemző, amely a linolénsavból származik. Az ω-6/ω-3 arány esetében a lenmag por 0,25-ös értéket mutatott, ami figyelemreméltó és a kísérletem tekintetében előremutató, hiszen emiatt várható volt, hogy a kiegészített minták ω-6/ω-3



zsírsavaránya is kedvezőbb lesz. Jelentős különbség volt a két kiegészítéshez használt olaj között is a telítetlen zsírsavakat és az ω -6/ ω -3 arányt tekintve. A lenmagolaj α -linolénsav tartalma majdnem egy nagyságrenddel nagyobb volt, mint a szójaolajé, ebből kifolyólag az ω -6/ ω -3 arány is alacsonyabb volt a lenmagolaj esetében.

5.1.3 Folyékony szója- és napraforgó lecitin alapú kiegészítés

Az alaprecept kidolgozását követően az első kiegészítést növényi eredetű (szója- és napraforgó) folyékony lecitinnel végeztem. Ehhez hasonló kísérletről a tudományos szaklapok még nem számoltak be, amely szerint a lecitint zsírsavforrásként adták volna a termékhez. A lecitint emulgeátorként alkalmazza az élelmiszeripar a mindennapokban, mivel a víz és zsírfázisok szétválását gátolja az élelmiszer gyártása során. A lecitin jelölésköteles, de a teljesen veszélytelen kategóriába tartozik az adalékanyagokat tekintve, mivel a szerkezet teljes mértékben hasznosítja (sőt, elő is állítja) azt.

A folyékony lecitin-kiegészítéssel készült párizsik zsírsavösszetételét 16. táblázatban mutatom be. Az összehasonlítás alapját minden esetben a kontroll elnevezésű minta jelentette, amelynek zsírsavösszetétele csak a húspanban lévő zsírokból és a szalonnából származott (15. táblázat).

Az emelkedő szójalecitin kiegészítés csökkentette a palmitinsav (C16:0) mennyiségét és növelte a linolsav (C18:2 ω -6) tartalmat, utóbbi esetben csak a kontroll mintához viszonyítva volt szignifikáns az eltérés, továbbá a gondoénsav (C20:1 ω -9) mennyiségében volt statisztikailag igazolható eltérés ($P < 0,05$). A zsírhelyettesítéssel sikeresen csökkentettem a telített és egyszeresen telítetlen (MUFA) zsírsavak arányát, és növeltem a többszörösen telítetlen zsírsavakét (csak a kontroll mintához képest volt magasabb az érték, az emelkedő lecitin-kiegészítés nem mutatott szignifikáns eltérést) és az

összes ω -6 zsírsavak arányát is. Az ω -6/ ω -3 arány magasabb volt a 3 %-os és 6 %-os kiegészítéssel készült minták esetében a kontrollhoz képest.

16. táblázat: A folyékony lecitinnel készült párizsik zsírsavösszetétele (w/w %)

Friss minta	Kontroll		1,5% Szójalecitin		3% Szójalecitin		6% Szójalecitin		1,5% Napraforgó lecitin		3% Napraforgó lecitin		6% Napraforgó lecitin		
Zsírsav	w/w %														
C14:0	1,53	a	A	1,50	a	1,47	a	1,51	a	1,47	A	1,41	A	1,44	A
C16:0	28,90	c	A	28,52	bc	28,21	ab	28,09	a	28,77	A	28,66	A	29,14	A
C16:1	2,68	b	A	2,56	ab	2,41	a	2,56	ab	2,51	A	2,47	A	2,47	A
C18:0	20,73	a	A	20,39	a	20,25	a	19,74	a	19,99	A	19,75	A	19,76	A
C18:1 ω -9	29,94	a	A	29,05	a	29,05	a	28,90	a	30,34	A	30,03	A	28,75	A
C18:2 ω -6	12,59	a	A	14,30	b	15,08	b	15,56	b	13,05	AB	14,00	BC	14,48	C
C18:3 ω -3	0,67	a	A	0,71	a	0,67	a	0,73	a	0,79	A	0,78	A	0,86	A
C20:1 ω -9	1,07	b	B	0,97	a	0,92	ab	0,91	a	0,99	A	1,05	AB	1,11	B
C20:4 ω -6	0,28	a	A	0,30	a	0,28	a	0,32	a	0,44	A	0,27	A	0,27	A
Σ SFA	51,94	b	A	51,31	ab	50,76	ab	50,21	a	51,01	A	50,63	A	51,25	A
Σ UFA	48,06	a	A	48,69	ab	49,24	ab	49,79	b	48,99	A	49,37	A	48,75	A
Σ MUFA	33,71	a	A	32,58	ab	32,44	a	32,38	a	33,91	A	33,51	A	32,35	A
Σ PUFA	14,34	a	A	16,11	b	16,80	b	17,40	b	15,08	AB	15,87	B	16,40	B
Σ ω -3	0,77	a	A	0,81	a	0,77	a	0,83	a	0,89	A	0,88	A	0,95	A
Σ ω -6	13,57	a	A	15,30	b	16,03	b	16,58	b	14,19	AB	14,98	B	15,45	B
ω -6/ ω -3 arány	17,67	a	A	18,81	ab	20,86	bc	20,03	c	16,06	A	16,98	A	16,21	A

abc: szignifikáns eltérés a kontroll és a minta között szójalecitin esetében ($P < 0,05$)

ABC: szignifikáns eltérés a kontroll és a minta között napraforgó lecitin esetében ($P < 0,05$)

A napraforgó lecitin kiegészítés során a részleges zsírhelyettesítés szignifikánsan növelte a linolsavtartalmat az emelkedő lecitin-kiegészítéssel párhuzamosan éppúgy, mint a többszörösen telítetlen zsírsavak és az összes ω -6 tartalmat is ($P < 0,05$). A jelentős ω -6 zsírsav adagolása negatívan befolyásolta az ω -6/ ω -3 arányt a termékben, amelynek mennyiségét tovább növelte a hús és zsírszalonna ω -6 zsírsavtartalma is, amelyekről bebizonyosodott az előzetes zsírsavanalízisek alapján (15. táblázat), hogy magas ω -6 tartalommal rendelkeznek. Nem volt meghatározva közvetlenül, de az előállítási folyamat során (72 °C főzés) a többszörösen telítetlen zsírsavak erősen oxidálódhattak. A nyers napraforgó lecitin ω -6/ ω -3 aránya valószínűsíthetően a hőkezelés hatására bekövetkező oxidációból eredően nem volt visszanyerhető, mivelhogy a legtöbb többszörösen telítetlen zsírsav



(amelyek nagy mennyiségben jelen vannak a napraforgó lecitinben) jóval érzékenyebbek a lipidperoxidációra.

Az elvégzett zsírsavprofil vizsgálat alapján 100 g párizsi 6 % napraforgó lecitin kiegészítés esetében 28 %-át fedezi a linolsav napi ajánlott mennyiségnek (IOM, 2005).

5.1.4 Szilárd szójalecitin és darált lenmag por alapú kiegészítés

A szójalecitin por az élelmiszeriparban gyakran alkalmazott anyag, amelyet antioxidánsként, emulgeátorként adnak a termékekhez. A lenmag az egészséges táplálkozás egyik alapvető elemévé vált az elmúlt években. Az emelkedő lecitinpor-kiegészítéssel készült párizsik zsírsavösszetételét a 17. táblázatban mutatom be.

A lecitinpor-kiegészítés hatása a zsírsavprofilra nem volt jelentős mértékű. Az ω -6 zsírsav mennyisége emelkedett a lecitinpor mennyiségével egyenes arányban, az ω -6/ ω -3 arányra viszont nem volt jelentős hatással a kontroll mintához viszonyítva. Ezzel szemben a lenmagpor-kiegészítés hatását vizsgálva megállapítható, hogy az ω -3 zsírsavak mennyisége jelentősen növekedett a mintákban, ezen belül is az α -linolénsav mennyisége volt kiugró mértékű. Az ω -6/ ω -3 arány optimális értékét (4) a 6 %-os kiegészítéssel (6,82) megközelítettem.

Tehát a 6 %-os lenmagpor-kiegészítéssel készült párizsiból 10 dkg elfogyasztásával fedezhető az ω -3 zsírsavak ajánlott napi bevitelének közel a fele.

17. táblázat: A szójalecitin- és lenmagporral készült párizsik zsírsavösszetétele (w/w %)

Friss minta	Kontroll		1,5% Szójalecitin por		3% Szójalecitin por		6% Szójalecitin por		1,5% Lenmag por		3% Lenmag por		6% Lenmag por		
Zsírsav	w/w %														
C14:0	1,31	a	A	1,22	a	1,19	a	1,17	a	1,27	A	1,22	A	1,15	A
C16:0	25,03	a	A	25,01	a	24,42	a	25,18	a	24,66	A	24,27	A	24,33	A
C16:1 ω -7	2,39	a	A	2,25	a	2,29	a	2,17	a	2,45	A	2,28	A	2,17	A
C18:0	12,71	a	A	12,97	a	12,34	a	12,53	a	12,27	A	12,03	A	12,32	A
C18:1 ω -9	41,24	b	AB	39,81	a	40,80	ab	39,18	a	41,23	AB	40,04	A	39,95	A
C18:2 ω -6	12,36	a	A	12,56	a	13,63	ab	14,24	b	12,37	A	13,98	AB	13,33	AB
C18:3 ω -3	0,57	a	A	0,59	a	0,57	a	0,65	a	0,90	A	1,28	AB	1,94	B
C20:1 ω -9	0,62	a	A	0,64	a	0,67	a	0,68	a	0,65	A	0,64	A	0,72	A
C20:2 ω -6	0,44	a	A	0,43	a	0,46	a	0,45	a	0,47	A	0,49	A	0,50	A
C20:3 ω -6	0,08	a	A	0,08	a	0,08	a	0,08	a	0,08	A	0,08	A	0,08	A
C20:3 ω -3	0,08	a	A	0,08	a	0,07	a	0,08	a	0,08	A	0,07	A	0,07	A
C20:4 ω -6	0,29	a	A	0,28	a	0,28	a	0,25	a	0,27	A	0,29	A	0,25	A
C20:5 ω -3	0,01	a	A	0,01	a	0,01	a	0,01	a	0,01	A	0,01	A	0,01	A
C22:5 ω -3	0,06	a	A	0,06	a	0,06	a	0,06	a	0,06	A	0,06	A	0,05	A
Σ SFA	39,73	a	A	39,95	a	38,74	a	39,64	a	38,87	A	38,32	A	38,58	A
Σ MUFA	46,26	b	AB	45,81	b	46,01	b	44,48	a	46,74	B	45,27	A	45,05	A
Σ PUFA	13,92	a	A	14,12	a	15,19	ab	15,85	b	14,27	A	16,29	B	16,26	B
PUFA/SFA	0,35	a	A	0,35	a	0,39	a	0,40	a	0,37	A	0,43	A	0,42	A
Σ ω -3	0,73	a	A	0,75	a	0,72	a	0,81	a	1,06	AB	1,43	AB	2,08	B
Σ ω -6	13,19	a	A	13,37	a	14,47	ab	15,04	b	13,21	A	14,86	AB	14,18	AB
ω -6/ ω -3 arány	18,07	a	D	17,83	a	20,10	b	18,57	ab	12,46	C	10,39	B	6,82	A

abcd: szignifikáns különbség a nyersanyagok között ($P < 0,05$)

5.1.5 Szója- és lenolaj alapú kiegészítés

A 18. táblázatban látható a kiegészített párizsi minták zsírsavprofilja, tömegszázalékban feltüntetve. A tárolás csak minimálisan befolyásolta a zsírsavprofilt ezért ennek eredményét nem közlöm. A részleges olaj-helyettesítés hatása eltérő zsírsavprofilokat eredményezett a modell termékekben. A többszörösen telítetlen zsírsavak aránya mindkét olaj-kiegészítés esetében jelentős emelkedést mutatott. A lenolaj-kiegészítés hatékonyabb eszköz az optimális zsírsavösszetétel elérésére, mint a szójaolaj. A szójaolaj esetében az ω -6 zsírsavak is tekintélyes arányban voltak jelen,

ezért nem tudtam jelentősen csökkenteni az ω -6/ ω -3 arányt. A növekvő olajkiegészítés csökkentette az ω -6/ ω -3 arányt, főleg a lenolajjal történő kiegészítéskor, ahol a 9 %-os kiegészítéssel (9 %-ban helyettesíttem a szalonnát lenolajjal) elértem az ω -6/ ω -3 arányra megadott optimális 4-es értéket (WOOD ÉS MTSAL., 2004; TAKEUCHI ÉS MTSAL., 2008). Ez a termék közel 70 mg PUFA-t és 13 mg ω -3 zsírsavat tartalmazott grammonként. Számos irodalmi forrás alapján a FAO (2008) által ajánlott mennyisége az ω -3 zsírsavaknak 0,25 – 2 g/nap, amiből 1,1-1,6 g/nap a megengedett napi bevitele az α -linolénsav prekursorának (IOM 2005).

Ha a 9 %-os lenolaj kiegészítéssel készült modell-párizsiból 100 g-ot elfogyasztunk, akkor képesek vagyunk fedezni a napi ajánlott ω -3 mennyiséget. A 10 dkg párizsi megfelel a magyarországi fogyasztási szokásoknak.

18. táblázat: Az egyes párizsi minták mennyiségi és minőségi zsírsavprofilja (w/w %)

Friss minta	Kontroll		3% Szójaolaj		6% Szójaolaj		9% Szójaolaj		3% Lenolaj		6% Lenolaj		9% Lenolaj		
Zsírsav	w/w %														
C14:0	1,45	ab	AB	1,42	ab	1,45	ab	1,27	a	1,37	A	1,31	A	1,23	A
C16:0	26,78	ab	B	26,22	ab	25,04	a	25,14	a	25,96	AB	24,93	A	24,37	A
C16:1 ω -7	2,57	a	A	2,48	ab	2,43	ab	2,24	a	2,47	AB	2,32	A	2,15	A
C18:0	15,65	b	B	15,00	b	14,46	a	13,87	a	14,59	AB	14,25	A	14,46	A
C18:1 ω -9	33,77	a	A	32,74	a	33,6	a	32,04	a	32,96	A	32,01	A	33,07	A
C18:2 ω -6	14,52	a	A	17,32	b	18,69	bc	19,57	c	16,78	B	17,00	B	17,17	B
C18:3 ω -3	0,85	a	A	1,09	a	1,26	a	1,26	a	2,08	B	3,48	BC	3,94	C
C20:1 ω -9	1,08	a	A	0,94	a	1,00	a	0,96	a	0,95	A	0,9	A	0,96	A
C20:2 ω -6	0,72	a	AB	0,68	a	0,68	a	1,06	ab	0,72	A	0,66	A	0,63	A
C20:3 ω -6	0,12	a	A	0,12	a	0,11	a	0,11	a	0,12	A	0,12	A	0,11	A
C20:3 ω -3	0,16	a	A	0,16	a	0,16	a	0,14	a	0,17	A	0,15	A	0,14	A
C20:4 ω -6	0,42	ab	B	0,41	ab	0,39	ab	0,34	a	0,39	AB	0,38	AB	0,33	A
C20:5 ω -3	n.a.			n.a.		n.a.		n.a.		0,02	A	0,02	A	0,01	A
C22:5 ω -3	0,11	a	A	0,1	a	0,1	a	0,09	a	0,1	A	0,1	A	0,09	A
Σ SFA	43,88	b	B	42,64	ab	40,36	a	40,88	a	41,92	A	40,48	A	40,07	A
Σ MUFA	37,42	ab	AB	37,03	ab	36,16	a	35,24	a	36,38	A	35,24	A	36,18	A
Σ PUFA	16,91	a	A	19,88	b	21,38	b	22,57	c	20,37	B	21,9	B	22,42	C
PUFA/SFA	0,39	a	A	0,47	a	0,53	ab	0,55	ab	0,49	A	0,54	AB	0,56	AB
Σ ω -3	1,13	a	A	1,35	a	1,52	a	1,49	a	2,37	AB	3,85	B	4,18	B
Σ ω -6	15,79	a	A	18,53	b	19,86	bc	21,08	c	18,00	B	19,04	B	18,24	B
ω -6/ ω -3 arány	14,02	a	B	13,71	a	13,1	a	14,12	a	7,61	AB	4,95	A	4,36	A

n.a.: Nincs adat

abcd: szignifikáns különbség a nyersanyagok között ($P < 0,05$)



Más zsírsavforrások is hozzájárul(hat)nak a napi javasolt zsírsavbevétel fedezéséhez, így az alacsonyabb kiegészítéssel készült párizsik is elegendők az α -linolénsav szükséglet fedezésére. WOOD ÉS MTSAI. (2004) szerint az optimális emberi étkezés során felvett összes energiatartalom 30 %-a legyen zsír, amely egyaránt tartalmazzon telített zsírsavakat és a többszörösen telítetlen/telített zsírsav arány értéke magasabb legyen, mint 0,4. A 9 %-os lenolaj-kiegészítésben nem teljesül maradéktalanul ez az elvárás, de a készítmény megközelítette azt (40 % a telített zsírtartalom és 0,56 a telítetlen/telített zsírsavarány, míg a kontroll minta távolabb esett ezen elméleti értéktől (44 % telített zsírtartalom). Viszont a kontroll minta PUFA/SFA zsírsavaránya megfelelő volt az optimális értékhez viszonyítva. A növényi olaj használatának az volt a hátránya, hogy a telítetlen és meghosszabbított zsírsavak (C22<) különösképpen hiányoztak a mintából, pedig azok számított napi bevétele 0,2 g/nap (FAO, 2008).

5.1.6 A 3 %-os és 6 %-os kiegészítéssel készült minták zsírsavprofiljának összehasonlítása a kereskedelmi forgalomban kapható párizsikkal

A 3 %-os kiegészítések összevetésekor statisztikailag igazolható eltérést tapasztaltam a sztearinsav (19. táblázat), az olajsav, a linolsav és α -linolénsav mennyiségében is, továbbá az ω -3, az ω -6 zsírsavak mennyiségében és ebből eredőleg az ω -6/ ω -3 arányban is jelentős különbség volt az egyes kiegészítéseket tekintve. A kereskedelmi forgalomban kapható párizsik magasabb telített és szignifikánsan alacsonyabb telítetlen zsírsavtartalommal rendelkeztek, tehát egy kedvezőtlenebb zsírsavösszetétellel rendelkeztek, noha az ω -6/ ω -3 arány nem kifejezetten támasztja ezt alá. A lenolaj kiegészítéssel értem el a legalacsonyabb ω -6/ ω -3 arány és a legmagasabb linolénsav tartalmat, illetve ω -6 és ω -3 zsírsavtartalmat.

19. táblázat: 3 %-os kiegészítéssel készült kísérleti párizsik zsírsav eredményeinek összevetése a kereskedelmi forgalomban kapható párizsikéval (w/w %)

Zsírsav	3% Szójalecitin		3% Napraforgó lecitin		3% Szójalecitin por		3% Lenmag por		3% Szójaolaj		3% Lenolaj		III	V		
	w/w%															
C14:0	1,47	a	1,41	a	1,22	a	1,22	a	1,42	a	1,37	a	1,55	a	1,49	a
C16:0	28,21	b	28,66	b	25,01	a	24,27	a	26,22	a	25,96	a	28,63	b	28,28	b
C16:1 ω-7	2,41	a	2,47	a	2,25	a	2,28	a	2,48	a	2,47	a	3,58	b	2,84	a
C18:0	20,25	b	19,75	b	12,97	a	12,03	a	15,00	ab	14,59	ab	13,35	a	14,86	ab
C18:1 ω-9	29,05	a	30,03	a	39,81	b	40,04	b	32,74	a	32,96	a	34,79	ab	33,13	ab
C18:2 ω-6	15,08	ab	14,00	a	12,56	a	13,98	a	17,32	b	16,78	ab	13,88	a	14,97	ab
C18:3 ω-3	0,67	a	0,78	a	0,59	a	1,28	ab	1,09	ab	2,08	b	1,00	ab	1,00	ab
C20:1 ω-9	0,92	a	1,05	ab	0,64	a	0,64	a	0,94	a	0,95	a	1,10	ab	1,18	ab
C20:2 ω-6	n.a		n.a		0,43	a	0,49	a	0,68	ab	0,72	b	0,58	a	0,69	ab
C20:3 ω-6	n.a		n.a		0,08	a	0,08	a	0,12	a	0,12	a	0,11	a	0,11	a
C20:3 ω-3	n.a		n.a		0,08	a	0,07	a	0,16	b	0,17	b	0,12	a	0,14	ab
C20:4 ω-6	0,28	a	0,27	a	0,28	a	0,29	a	0,41	ab	0,39	a	0,40	ab	0,38	a
C20:5 ω-3	n.a		n.a		0,01	a	0,01	a	n.a		0,02	a	n.a		n.a	
C22:5 ω-3	n.a		n.a		0,06	a	0,06	a	0,10	b	0,10	b	n.a		n.a	
Σ SFA	50,76	b	50,63	b	39,95	a	38,32	a	42,64	a	41,92	a	43,53	a	44,63	ab
Σ MUFA	49,24	b	49,37	b	45,81	ab	45,27	ab	37,03	a	36,38	a	39,47	a	37,15	a
Σ PUFA	32,44	c	33,51	c	14,12	a	16,29	a	19,88		20,37	ab	16,09	a	17,29	a
PUFA/SFA	16,80	b	15,87	b	0,35	a	0,43	a	0,47	a	0,49	a	0,37	a	0,39	a
Σ ω-3	0,77	a	0,88	a	0,75	a	1,43	a	1,35	a	2,37	b	1,12	a	1,14	a
Σ ω-6	16,03	ab	14,98	a	13,37	a	14,86	a	18,53	b	18,00	b	14,97	a	16,15	ab
ω-6/ω-3 arány	20,86	c	16,98	bc	17,83	bc	10,39	ab	13,71	b	7,61	a	13,37	b	14,17	b

abcd: Szignifikáns különbség a párizsi minták között ($P < 0,05$)

n.a.: nincs adat

A 6 %-os kiegészítéssel készült mintákat összevetve a kereskedelmi forgalomban beszerzett mintákkal, ugyanazon tendenciát követi (20. táblázat), amit a 3 %-os kiegészítés esetében tapasztaltam. A lenolajjal kiegészítéssel sikerült inkább csökkenteni az ω -6/ ω -3 arányt, amely már jóval közelebb áll el az elvárt, optimális értékhez, viszont érdemes megemlíteni, hogy a lenmagporos kiegészítés megközelítette a lenolaj hatékonyságát. A kereskedelmi forgalomban kapható minták nem különböztek jelentősen a többi kiegészítéssel készült mintától, de mindenképpen javult a telítetlen zsírsavarány a kereskedelmi párizsikhöz képest.

20. táblázat: 6 %-os kiegészítéssel készült kísérleti párizsik zsírsav eredményeinek összevetése a kereskedelmi forgalomban kapható párizsikéval (w/w %)

Zsírsav	6% Szójalecitin		6% Napraforgó lecitin		6% Szójalecitin por		6% Lenmag por		6% Szójaolaj		6% Lenolaj		III	V		
	w/w%															
C14:0	1,51	a	1,44	a	1,17	a	1,15	a	1,45	a	1,31	a	1,55	a	1,49	a
C16:0	28,09	b	29,14	b	25,18	a	24,33	a	25,04	a	24,93	a	28,63	b	28,28	b
C16:1 ω-7	2,56	a	2,47	a	2,17	a	2,17	a	2,43	a	2,32	a	3,58	b	2,84	a
C18:0	19,74	b	19,76	b	12,53	a	12,32	a	14,46	ab	14,25	ab	13,35	a	14,86	ab
C18:1 ω-9	28,90	a	28,75	a	39,18	c	39,95	c	33,60	b	32,01	b	34,79	bc	33,13	b
C18:2 ω-6	15,56	ab	14,48	a	14,24	a	13,33	a	18,69	b	17,00	ab	13,88	a	14,97	a
C18:3 ω-3	0,73	a	0,86	a	0,65	a	1,94	ab	1,26	ab	3,48	b	1,00	a	1,00	a
C20:1 ω-9	0,91	a	1,11	ab	0,68	a	0,72	a	1,00	a	0,90	a	1,10	a	1,18	ab
C20:2 ω-6	n.a		n.a		0,45	a	0,50	a	0,68	a	0,66	a	0,58	a	0,69	a
C20:3 ω-6	n.a		n.a		0,08	a	0,08	a	0,11	a	0,12	a	0,11	a	0,11	a
C20:3 ω-3	n.a		n.a		0,08	a	0,07	a	0,16	b	0,15	b	0,12	a	0,14	b
C20:4 ω-6	0,32	a	0,27	a	0,25	a	0,25	a	0,39	a	0,38	a	0,40	a	0,38	a
C20:5 ω-3	n.a		n.a.		0,01	a	0,01	a	n.a		0,02	a	n.a		n.a	
C22:5 ω-3	n.a		n.a.		0,06	a	0,05	a	0,10	b	0,10	b	n.a		n.a	
Σ SFA	50,21	c	51,25	c	39,64	a	38,58	a	40,36	ab	40,48	ab	43,53	b	44,63	b
Σ MUFA	49,79	d	48,75	d	44,48	c	45,05	c	36,16	a	35,24	a	39,47	ab	37,15	a
Σ PUFA	32,38	d	32,35	d	15,85	a	16,26	a	21,38	b	21,90	b	16,09	a	17,29	a
PUFA/SFA	17,40	b	16,40	b	0,40	a	0,42	a	0,53	a	0,54	a	0,37	a	0,39	a
Σ ω-3	0,83	a	0,95	a	0,81	a	2,08	b	1,52	ab	3,85	b	1,12	ab	1,14	ab
Σ ω-6	16,58	a	15,45	a	15,04	a	14,18	a	19,86	b	19,04	b	14,97	a	16,15	a
ω-6/ ω-3 arány	20,03	c	16,21	b	18,57	c	6,82	a	13,10	b	4,95	a	13,37	b	14,17	b

abcd: Szignifikáns különbség a párizsi minták között ($P < 0,05$)

n.a.: nincs adat

5.2 Szerkezetvizsgálatok

A textúra a fogyasztói megítélésnek egyik fontos befolyásoló tényezője. A kiváló minőségű termék tulajdonságai közé tartozik a jó szeletelhetőség, rugalmasság továbbá az, hogy se túl puha, se túl kemény ne legyen a termék (MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV, 1-3/13-1 FEJEZET, 2004). Ezen tulajdonságok függenek a nyersanyag minőségétől, különösképpen az állati eredetű zsír mennyiségétől (KEETON, 1994).



5.2.1 A kereskedelmi forgalomból beszerzett párizsi minták összehasonlítása

Az állomány profilanalízis módszerével a textúrabeli különbségek kimutathatók. A keménységre az első összenyomás során keletkezett maximális erőből következtettem, amelyet $F_{50\%}$ -kal (N) jelöltem. Az eredményeket a 21. táblázatban foglaltam össze. A műszeres állományvizsgálat során szignifikáns különbséget találtam az adott deformáció előidézéséhez szükséges erő (keménység) vonatkozásában ($P < 0,05$). A vizsgált minták eredményei alapján a legkeményebb a VI-es sertés párizsi volt (73,87 N), míg a „legpuhább” pedig az I-es sertés párizsi (45,51 N).

21. táblázat: Az öt sertés párizsi állományprofil analízis (TPA) vizsgálata

Minta	$F_{50\%}$ (N)	szórás
I	45,51 ±	4,06 a
II	63,36 ±	4,52 b
III	49,50 ±	3,92 a
IV	73,87 ±	2,41 b
V	67,19 ±	2,51 b

ab: Szignifikáns különbség a párizsi minták között ($P < 0,05$)

A Warner-Bratzler nyíróerő értékének meghatározásakor az egységnyi felületre kifejtett erő (nyíróerő, N) mértékében nem volt igazolható eltérés a minták között (22. táblázat) ($P > 0,05$).

22. táblázat: Az öt sertés-párizsi Warner-Bratzler nyíróerő vizsgálata

Minta	F_{WB} (N)	szórás
I	3,28 ±	0,35 a
II	3,73 ±	0,35 a
III	3,51 ±	0,76 a
IV	4,57 ±	1,48 a
V	4,60 ±	0,34 a

a: Szignifikáns különbség a párizsi minták között ($P < 0,05$)



5.2.2 Folyékony szója- és napraforgó lecitin alapú kiegészítés

A folyékony lecitin kiegészítéssel készült minták esetében mindkét vizsgálattal (TPA, Warner-Bratzler nyíróerő) kimutatható volt a különbség, illetve a 28 napig tartó tárolás is hatással volt a párizsik állományára. Az állomány profilanalízis módszerével kapott értékeket és azok statisztikai értékelését a 23. táblázat foglalja össze. A szójalecitinnel történő kiegészítés esetében az emelkedő lecitin koncentráció alacsonyabb keménységi értéket eredményezett a kontroll mintához viszonyítva (23. táblázat). Ez a tendencia figyelhető meg a napraforgó lecitinnel kiegészített mintáknál is (23. táblázat). A két kiegészítést összevetve, a napraforgó lecitinnel készült párizsik esetében mért erőértékek alacsonyabbak voltak, mint a szójalecitin-kiegészítés esetében. Általában a szilárd zsírok helyettesítése folyékony olajokkal puhább állományt alakít ki (HUR ÉS MTSAL., 2008). Az eredményeimmel egybevág BLOUKAS ÉS MTSAL. (1997) által leírt kutatási eredmény is, amely esetében a zsírt extra szűz olívaolajjal helyettesítették 5-10 %-ban a kolbászokban és szintén a keménység csökkenését állapították meg.

A Warner-Bratzler nyíróerő mérésének eredményeit a 24. táblázat foglalja össze. Hasonló megállapításra jutottam, mint a textúra profilanalízis elemzése során. Az emelkedő lecitin koncentráció a párizsi-mintákban csökkenő nyíróerőt idézett elő. A napraforgó lecitinnel kiegészített minták nyíróereje alacsonyabb volt, így egy könnyebb átvághatóság jellemezte a mintákat.

23. táblázat: A textúraprofil (TPA) változása a lecitin kiegészítés és tárolás hatására a termékekben

Kontroll		1,5% Szójalecitin		3% Szójalecitin		6% Szójalecitin						
F _{50%}		N										
Tárolási nap	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás				
1.	81,01	± 1,12	c A	58,28	± 2,76	ab A	42,69	± 4,73	a A	45,72	± 2,50	a A
7.	96,23	± 2,59	c AB	64,16	± 1,91	ab A	57,34	± 3,28	a AB	59,28	± 1,97	a AB
14.	107,98	± 1,96	c B	71,63	± 1,06	ab AB	64,14	± 5,63	a AB	67,78	± 3,16	a AB
21.	116,91	± 4,89	c B	91,91	± 4,98	ab B	86,84	± 2,81	a B	82,43	± 2,77	a BC
28.	127,73	± 4,54	c C	103,12	± 4,00	b C	93,04	± 4,71	ab BC	81,20	± 1,65	a BC
Kontroll		1,5% Napraforgó lecitin		3% Napraforgó lecitin		6% Napraforgó lecitin						
F _{50%}		N										
Tárolási nap	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás				
1.	81,25	± 4,88	c A	42,85	± 0,68	b A	39,75	± 3,06	ab A	22,95	± 1,25	a A
7.	95,07	± 2,55	d B	57,15	± 1,25	c A	48,15	± 4,16	a AB	37,00	± 4,43	a AB
14.	109,15	± 2,28	c B	69,38	± 4,06	b AB	52,31	± 2,19	ab AB	45,93	± 1,90	a B
21.	116,99	± 1,54	b BC	77,84	± 2,02	ab AB	62,88	± 5,56	a B	65,09	± 2,29	a BC
28.	126,50	± 1,65	c C	101,42	± 4,33	b B	75,96	± 1,70	a BC	78,21	± 4,89	a C

ABC: szignifikáns különbség ($P < 0,05$) a tárolási napok között

abcd: szignifikáns különbség ($P < 0,05$) a kontroll és a lecitinnel kiegészített minták között

24. táblázat: A Warner-Bratzler nyírőerő változása a lecitin kiegészítés és tárolás hatására a termékekben

Kontroll		1,5% Szójalecitin		3% Szójalecitin		6% Szójalecitin						
F _{WB}		N										
Tárolási nap	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás				
1.	5,75	± 0,28	c A	4,89	± 0,83	bc A	4,00	± 0,61	ab A	3,69	± 0,58	a A
7.	5,60	± 0,17	d A	5,87	± 0,66	d A	4,41	± 0,21	bc AB	4,25	± 0,06	a AB
14.	7,34	± 1,47	c A B	5,52	± 1,31	ab c	4,64	± 0,48	ab c	4,67	± 0,47	a B
21.	8,27	± 0,35	c A B	5,29	± 1,22	b A	5,23	± 1,04	b BC	4,99	± 0,16	a B
28.	9,46	± 1,90	c B	7,46	± 0,88	ab A	5,67	± 0,73	ab C	5,20	± 0,70	a C
Kontroll		1,5% Napraforgó lecitin		3% Napraforgó lecitin		6% Napraforgó lecitin						
F _{WB}		N										
Tárolási nap	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás				
1.	5,78	± 0,46	c A	3,89	± 0,65	ab c	2,68	± 0,29	a A	2,25	± 0,26	a A
7.	5,63	± 0,13	d A	4,90	± 0,27	c A	3,41	± 0,25	a AB	3,04	± 0,12	a AB
14.	6,46	± 0,53	c A	5,25	± 2,22	ab c	3,53	± 0,74	ab AB	3,25	± 0,35	a AB C
21.	8,30	± 0,57	c A B	5,55	± 1,39	bc A B	4,66	± 0,82	ab BC	4,06	± 0,94	a BC
28.	9,74	± 1,89	c B	5,70	± 1,33	ab B	4,85	± 0,05	ab C	4,73	± 0,64	a C

ABC: szignifikáns különbség ($P < 0,05$) a tárolási napok között

abcd: szignifikáns különbség ($P < 0,05$) a kontroll és a lecitinnel kiegészített minták között



A hűtve tárolás hatására a minták erő, illetve nyíróerő értékei növekedtek, feltételezhetően a minták nedvességtartalmának csökkenésével hozható összefüggésbe. A 4 °C-on történő tárolási kísérletben elért eredmények a textúra tekintetében megegyeznek azzal, amit ANDRES ÉS MTSAI. (2006, 2009) írtak le. CANDOGAN ÉS KOLSARICI (2003) szintén igazolták, hogy az alacsony zsírtartalmú marha virsli és baromfi kolbász állagát tekintve keményebbé váltak a tárolás hatására. SRINIVASSANE (2011) szintén hasonló eredményekről számolt be disszertációjában.

5.2.3 Szilárd szójalecitin és darált lenmag por alapú kiegészítés

Az állomány profilanalízis módszerével kapott értékeket és azok statisztikai értékelését a 25. táblázat foglalja össze. A szójalecitin porral történő kiegészítés esetében az emelkedő koncentráció hatására az erő értéke csökkent a kontroll mintához viszonyítva (25. táblázat). A lenmag por esetében a kontroll mintához viszonyítva keményebb mintákat kaptam (25. táblázat), viszont az emelkedő por koncentrációval a keménység ebben az esetben is csökkent. Összevetve a két kiegészítési formát, a lenmag porral készült minták esetében mért $F_{50\%}$ értékek magasabbak voltak, mint a szójalecitin kiegészítés és a kontroll minta esetében.

A Warner-Bratzler nyíróerő mérésekor kapott értékeket a 26. táblázat foglalja össze. Közel azonos megfigyelést tettem, mint a textúra profilanalízis elemzése során. Az emelkedő lecitin-koncentráció a párizsimintákban csökkenő nyíróerőt eredményezett a kontrollhoz képest.

25. táblázat: A textúraprofil (TPA) változása a szójalecitin- és lenmag por kiegészítés és a tárolás hatására a termékekben

Kontroll		1,5% Szójalecitin por				3% Szójalecitin por				6% Szójalecitin por			
F _{50%}		N											
Tárolási nap	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	
1.	85,48 ± 4,78	b AB	82,39 ± 0,73	b A	74,68 ± 2,77	ab A	63,20 ± 4,89	a A					
7.	96,98 ± 2,20	b B	99,54 ± 4,98	b AB	95,68 ± 4,39	b AB	80,13 ± 4,61	a AB					
14.	100,87 ± 3,28	ab ABC	100,38 ± 1,59	ab ABC	99,53 ± 2,25	b AB	86,04 ± 1,96	b AB					
21.	112,83 ± 3,96	bc ABC	112,45 ± 0,77	bc ABC	100,88 ± 2,59	ab AB	90,08 ± 6,97	a AB					
28.	132,45 ± 4,08	b C	134,95 ± 3,43	b C	125,98 ± 3,98	a B	126,82 ± 4,49	a B					
Kontroll		1,5% Lenmag por				3% Lenmag por				6% Lenmag por			
F _{50%}		N											
Tárolási nap	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	
1.	85,11 ± 3,74	a AB	103,83 ± 4,90	c A	91,33 ± 5,09	b A	86,31 ± 4,05	a A					
7.	94,90 ± 3,50	ab B	107,92 ± 6,73	b A	93,43 ± 5,16	a AB	90,86 ± 4,49	a A					
14.	104,15 ± 3,54	ab ABC	119,69 ± 1,24	c A	106,37 ± 2,78	b BC	97,16 ± 1,76	a AB					
21.	113,17 ± 5,42	a ABC	131,25 ± 8,10	c AB	118,98 ± 1,59	b BC	115,06 ± 1,22	a B					
28.	138,71 ± 3,96	a C	170,68 ± 2,81	c B	152,10 ± 1,15	b ABC	151,65 ± 1,26	b ABC					

ABC: szignifikáns különbség ($P < 0,05$) a tárolási napok között

abcd: szignifikáns különbség ($P < 0,05$) a kontroll és a lecitinnel kiegészített minták között

26. táblázat: A Warner-Bratzler nyírőerő változása a szójalecitin- és lenmag por kiegészítés és a tárolás hatására a termékekben

Kontroll		1,5% Szójalecitin por				3% Szójalecitin por				6% Szójalecitin por			
FWB		N											
Tárolási nap	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	
1.	5,32 ± 0,50	b A	4,35 ± 0,64	ab A	4,35 ± 0,26	ab A	3,75 ± 0,34	a A					
7.	5,75 ± 0,61	b AB	5,76 ± 0,90	b AB	4,95 ± 0,24	ab A	4,30 ± 0,69	a A					
14.	6,04 ± 0,58	bc ABC	5,09 ± 0,25	ab AB	5,84 ± 0,83	abc AB	4,72 ± 0,30	a A					
21.	7,70 ± 0,20	bc BC	7,22 ± 0,66	bc C	6,39 ± 0,35	b AB	5,44 ± 0,60	a AB					
28.	10,17 ± 0,74	c C	7,96 ± 0,73	b BC	7,11 ± 0,63	b B	5,80 ± 0,77	a AB					
Kontroll		1,5% Lenmag por				3% Lenmag por				6% Lenmag por			
FWB		N											
Tárolási nap	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	
1.	5,32 ± 0,29	a A	5,99 ± 0,83	ab A	5,06 ± 0,52	a A	4,96 ± 0,41	a A					
7.	5,72 ± 0,12	a AB	6,91 ± 0,86	ab AB	5,21 ± 0,37	a A	5,22 ± 0,66	a A					
14.	6,08 ± 0,37	ab ABC	7,56 ± 0,90	b B	6,44 ± 0,72	ab AB	5,80 ± 0,77	a A					
21.	7,78 ± 0,55	bc BC	9,26 ± 0,32	c BC	6,82 ± 0,53	ab AB	6,27 ± 0,11	a AB					
28.	9,83 ± 0,70	b C	9,54 ± 0,98	b BC	9,01 ± 0,14	b C	7,74 ± 0,64	a AB					

ABC: szignifikáns különbség ($P < 0,05$) a tárolási napok között

abcd: szignifikáns különbség ($P < 0,05$) a kontroll és a lecitinnel kiegészített minták között



A 4 °C-on történő tárolás keményebbé tett a mintákat, ebben az esetben is a már említett nedvességtartalom veszteségnek köszönhetően. A 4 °C-on történő tárolási tesztben mért értékek egyeznek a folyékony lecitin kiegészítés által mutatott tendenciával.

Az élelmiszeripar a lecitint emulgeátorként alkalmazza. A lenmagot például fánkok, vagy édes sütemények előállításakor, illetve mogyoróízesítésű, alacsony gluténtartalmú péksüteményekben kerül felhasználásra. Muffin esetében az 50 %-os darált lenmag hozzáadása javította a formát, a puhaságot és a textúrát (ALPERS ÉS SAWYER-MORSE, 1996). A lenmag egy másik felhasználási formája a lenmag-gumi, amelyet szintén hasznosít ezen iparág és húskészítményekhez is alkalmazzák. A lenmag-gumival már régebb óta kísérleteznek, mint magával az egész lenmaggal. Előnye, hogy jóval alacsonyabb a viszkozitása, mint más természetes guminak (xantán gumi, vagy guar gumi) (QIAN, 2014). Ezzel a tulajdonságával potenciális adalékanyagként lép elő az élelmiszerek esetében (pl.: saláta dressing, juice alap, húskészítmények) (WILLIAMS ÉS PHILIPS, 2013).

A termék alaktartását tekintve a két mért érték alapján elmondható, hogy a szójalecitin- és lenmagpor-kiegészítéssel készült minták formatartása a kiegészítés mértékének növekedésével csökkent. Ez abból eredhet, hogy a szilárd szemcsék alkotta por összetevők nem tudtak olyan stabil és kemény szerkezetet kialakítani a többi komponenssel, mint amikor szalonnát alkalmaztam. STEENBLOCK ÉS MTSAI. (2001) arról számoltak be, hogy a virsliben a zsír helyettesítése zabrossal egy szilárdabb struktúrát eredményezett. CHOI ÉS MTSAI. (2015) a zsír mennyiségét csökkentette virsliben és a terméket rizskorpa rosttal egészítették ki. A zsírtartalom 12 %-os csökkentésével és 2 % rizskorpa rosttal kiegészítve hasonlóan jó



érzékszervi tulajdonságokkal rendelkező virslit állítottak elő, mint a kontroll minta.

A tárolási napokat figyelembe véve egyértelműen keményedtek a minták. HEO ÉS MTSAI. (2009) arról számoltak be, hogy a rosttal kiegészített virsli eltarthatósága a modellkísérletben nem különbözött jelentősen a kontroll mintától, amely megerősíti, hogy a virsli alapanyag növényi eredetű rostokkal, akár a lenmaggal történő dúsítása nincs jelentős hatással az eltarthatóságra.

5.2.4 Szója- és lenolaj alapú kiegészítés

Az állomány profilanalízis módszerével kapott értékeket a 27. táblázat foglalja össze. A műszeres állományvizsgálat során szignifikáns különbséget találtam az erő érték vonatkozásában a kiegészítési típusok és az emelkedő kiegészítési koncentrációk esetében is. A szója- és lenolajjal történő kiegészítés esetében az emelkedő koncentráció alacsonyabb erőértéket eredményezett a kontroll mintához viszonyítva (27. táblázat). Összevetve a két kiegészítési formát, a lenolajjal készült minták esetében mért erőértékek alacsonyabbak voltak, mint a szójaolaj kiegészítés esetében, habár az eltérés nem volt jelentős.

A Warner-Bratzler nyíróerő mérésének eredményeit a 28. táblázat tartalmazza. Az emelkedő olaj-koncentráció a párizsimintákban a Warner-Bratzler nyíróerő növekedést eredményezett a kontroll mintához viszonyítva. A szójaolaj kiegészítés nagyobb mértékben növelte a mért erőértékeket.

27. táblázat: A textúraprofil (TPA) változása az olaj-kiegészítés és tárolás hatására a termékekben

		Kontroll		3% Szójaolaj		6% Szójaolaj		9% Szójaolaj	
F _{50%}		N							
Tárolási nap	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	
1.	85,73 ± 3,56	b A	74,95 ± 3,54	ab A	65,39 ± 3,78	a A	56,67 ± 3,23	a A	
7.	97,57 ± 4,10	b AB	82,86 ± 3,65	ab A	81,64 ± 2,56	ab B	72,17 ± 2,61	a B	
14.	101,78 ± 2,31	b AB	84,36 ± 2,11	ab AB	84,88 ± 1,15	ab B	75,98 ± 1,67	a B	
21.	111,56 ± 3,67	b B	95,81 ± 4,09	ab B	91,23 ± 2,13	ab BC	83,45 ± 3,74	a BC	
28.	122,36 ± 2,99	b C	117,41 ± 2,88	ab C	111,39 ± 4,23	a C	107,13 ± 3,49	a C	

		Kontroll		3% Lenolaj		6% Lenolaj		9% Lenolaj	
F _{50%}		N							
Tárolási nap	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	
1.	86,65 ± 1,56	b A	69,31 ± 3,98	ab A	62,89 ± 1,59	ab A	51,11 ± 3,15	a A	
7.	97,02 ± 4,03	b A	76,15 ± 3,12	ab AB	72,11 ± 4,23	a A	67,05 ± 3,68	a AB	
14.	104,34 ± 3,15	b AB	85,53 ± 1,23	ab B	79,73 ± 0,98	a AB	76,48 ± 2,63	a B	
21.	113,87 ± 4,76	b B	93,69 ± 4,03	a B	89,13 ± 1,11	a B	87,85 ± 1,26	a B	
28.	123,25 ± 3,88	b C	112,82 ± 1,56	ab BC	94,57 ± 3,68	a C	91,19 ± 2,67	a C	

ABC: szignifikáns különbség ($P < 0,05$) a tárolási napok között

abcd: szignifikáns különbség ($P < 0,05$) a kontroll és az olajjal kiegészített minták között

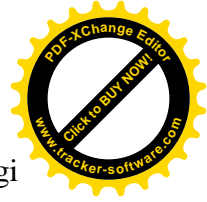
28. táblázat: A Warner-Bratzler nyíróerő változása az olaj-kiegészítés és tárolás hatására a termékekben

		Kontroll		3% Szójaolaj		6% Szójaolaj		9% Szójaolaj	
F _{WB}		N							
Tárolási nap	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	
1.	4,36 ± 1,03	a A	5,87 ± 0,82	ab A	5,39 ± 1,23	a A	7,38 ± 1,60	b A	
7.	5,54 ± 1,33	a A	6,87 ± 1,26	ab A	6,74 ± 1,09	a AB	8,28 ± 1,70	b A	
14.	6,87 ± 0,38	a A	7,70 ± 0,67	ab AB	6,88 ± 0,62	a AB	8,39 ± 0,55	ab A	
21.	7,13 ± 1,90	a A	7,85 ± 0,16	b AB	7,64 ± 0,65	b AB	9,04 ± 2,02	a A	
28.	11,38 ± 2,21	a B	13,24 ± 2,68	ab C	12,89 ± 2,36	a C	12,52 ± 1,81	a B	

		Kontroll		3% Lenolaj		6% Lenolaj		9% Lenolaj	
F _{WB}		N							
Tárolási nap	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	
1.	4,23 ± 1,03	a A	3,94 ± 0,31	a A	4,78 ± 0,51	a A	5,33 ± 0,29	a A	
7.	5,80 ± 1,33	a A	4,60 ± 0,22	a A	5,86 ± 1,13	a B	6,12 ± 0,63	a A	
14.	6,95 ± 0,38	a A	5,20 ± 0,71	b A	7,09 ± 0,69	b B	7,28 ± 0,43	ab A	
21.	7,01 ± 1,90	a A	7,19 ± 0,61	ab A	8,08 ± 0,98	b B	8,32 ± 1,26	b B	
28.	11,08 ± 2,21	a B	8,93 ± 1,23	a B	11,08 ± 0,60	a C	10,85 ± 1,00	a C	

abc: szignifikáns eltérés ($P < 0,05$) a kontroll és a szója- illetve lenolajjal kiegészített minták között

ABC: szignifikáns eltérés ($P < 0,05$) a tárolási napok között



A hűtve tárolás növelte a termékek erőértékeit. Az eddigi kiegészítésekhez mérten az olaj-kiegészítés eredményezte a „legpuhább” párizsikat. Ennek oka lehet, hogy még a lecitin állagjavító hatással rendelkezik, addig az olaj nem rendelkezik ilyen képességgel, így a folyékony állagú kiegészítő „puhább” textúrát eredményez.

A kétféle olaj kiegészítés is eltérést okozott a minták állagában. PELSER ÉS MTSAL., (2007) nagyon hasonló eredményeket közöltek cikkükben, amelyben arról írtak, hogy a 4,5 % lenolajjal kiegészített érlelt kolbász textúráját tekintve puhább állományú lett, mint a kontroll. Az 5-10 %-ban történő olívaolaj-kiegészítés az érlelt kolbászok keménységi értékét csökkentette, melyről SEVERINI ÉS MTSAL. (2003) is beszámoltak.

5.2.5 A 3 %-os és 6 %-os kiegészítéssel készült minták reológiai tulajdonságainak összehasonlítása a kereskedelmi forgalomban kapható párizsikkal

Az összehasonlítás alapját a Warner-Bratzler nyíróerő és a félmagasságig történő összenyomáshoz szükséges erő képezte. A kereskedelmi forgalomban kapható párizsikkal összevetve az általam készített próbapárizsikat megállapítható, hogy jelentősen távol esnek egymástól a termékek a két erőértéket alapul véve mind a 3 %-os (29. táblázat), mind a 6 %-os kiegészítést (30. táblázat) vizsgálva. A 3 %-os kiegészítéssel készült minták és a vásárolt párizsik reológiai tulajdonságaikat tekintve nagyon közel estek egymáshoz. A lenmaggal, a szójalecitin porral és a szójaolajjal készült minták tértek el a leginkább a kereskedelmi forgalomban beszerezhető párizsiktól.



29. táblázat: A 3 %-os kiegészítéssel készült párizsik reológiai tulajdonságainak összevetése a kereskedelemben kapható termékekkel

Minta	F _{50%} (N)	szórás	F _{WB} (N)	szórás
3% Szójalecitin	42,69 ±	4,73 a	4,00 ±	0,61 abc
3% Napraforgó lecitin	39,75 ±	3,06 ab	2,68 ±	0,29 abc
3% Szójalecitin por	74,68 ±	2,77 ab	4,35 ±	0,34 ab
3% Lenmag por	91,33 ±	5,09 b	5,06 ±	0,52 c
3% Szójaolaj	74,95 ±	3,54 b	5,87 ±	0,82 d
3% Lenolaj	69,31 ±	3,98 ab	3,94 ±	0,31 bc
III	49,50 ±	3,92 ab	3,51 ±	0,76 a
V	67,19 ±	2,51 ab	4,60 ±	0,34 abc

abcd: szignifikáns különbség a minták között ($P < 0,05$)

30. táblázat: A 6 %-os kiegészítéssel készült párizsik reológiai tulajdonságainak összevetése a kereskedelemben kapható termékekkel

Minta	F _{50%} (N)	szórás	F _{WB} (N)	szórás
6% Szójalecitin	45,72 ±	2,50 b	3,69 ±	0,58 bc
6% Napraforgó lecitin	22,95 ±	1,25 a	2,25 ±	0,26 ab
6% Szójalecitin por	63,20 ±	4,89 bcd	3,75 ±	0,34 abc
6% Lenmag por	86,31 ±	4,05 e	4,96 ±	0,41 abc
6% Szójaolaj	65,39 ±	3,78 de	5,39 ±	1,23 d
6% Lenolaj	62,89 ±	1,59 d	4,78 ±	0,51 c
III	49,50 ±	3,92 bc	3,51 ±	0,76 a
V	67,19 ±	2,51 cd	4,60 ±	0,34 abc

abcde: szignifikáns különbség a minták között ($P < 0,05$)

A 6 %-os kiegészítés esetében a szója- és lenolaj kiegészítés közelítette meg a leginkább a bírálók által kedvelt V-ös párizsit, amely egy magasabb kategóriás vörösáru a piacon. A lecitin kiegészítés az olcsóbb, gyengébb minőségű III-as párizsi reológiai tulajdonságaihoz helyezkedett el közelebb. A lenmag porral kiegészített minták rendelkeztek a legmagasabb erőértékekkel ($F_{50\%}=86,31$ N), ha az összenyomhatóságot vettem figyelembe, és ez a csoport a Warner-Bratzler nyírőerőt tekintve is magas értékkel rendelkezett. Nemcsak a zsírsavösszetételt, hanem a reológiai tulajdonságokat is figyelembe véve, ez a legígéretesebb kiegészítési formája a párizsinak vagy akár a vörösárunknak egyaránt.



5.3 Színmérés

A szín a termék egy fontos tulajdonsága, mivel az első benyomás kialakításában jelentős szerepet játszik, ezzel befolyásolva az eladhatóságot (ANSORENA ÉS ATIASARÁN, 2004)

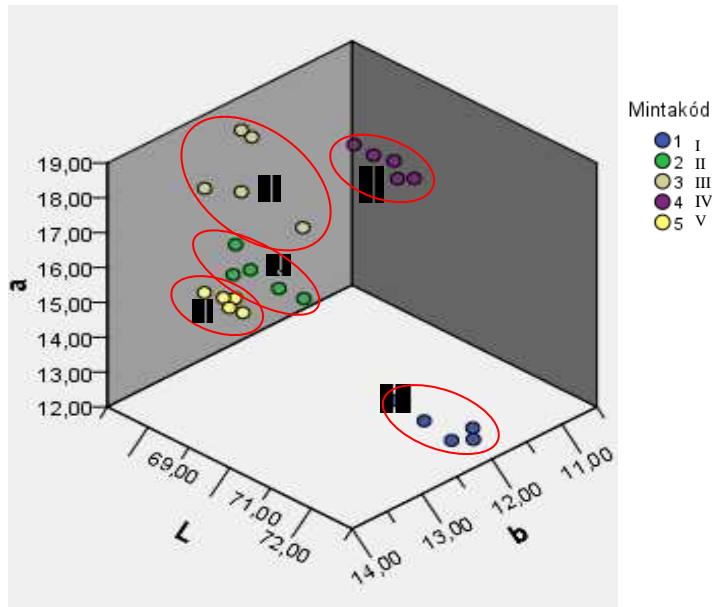
5.3.1 A kereskedelmi forgalomból beszerzett párizsi minták összehasonlítása

A kereskedelmi forgalomban kapható, ötféle párizsi minta Minolta ChromaMeterrel meghatározott L^* , a^* és b^* átlagértékei a 31. táblázatban láthatóak, illetve az L^* , a^* , b^* értékekből képzett koordinátákat ábrázoltam a 7. ábrán, 3D-s koordináta rendszerben. A világossági tényező (L^*) esetében a párizsi minták szignifikánsan különböztek egymástól. A színárnyalatokat tekintve a legalacsonyabb L^* értékkel (67,74) a III-as sertés-párizsi rendelkezett, míg a legmagasabb értékkel (72,15) az I-es (1. melléklet) minta rendelkezett. A vörösségi érték (a^*) alapján három csoportba volt sorolható az öt minta. A legvörösebb árnyalatú minta a III-as sertés-párizsi volt, míg ezzel szemben a legalacsonyabb értékkel az I-es minta rendelkezett. Megfigyelhető, hogy jelen esetben a világossági érték fordítottan arányos a vörösségi értékkel. A sárga árnyalat intenzitása (b^*) alapján az összes minta elkülönült egymástól. A koordináták elhelyezkedéséből arra lehet következtetni, hogy az I-es minta színét tekintve jelentősen eltért a másik négy mintától (7. ábra).

31. táblázat: Az öt párizsi L*, a*, b* értékeinek statisztikai elemzése

	L*		a*		b*	
I	72,15 ±0,66	c	12,66 ±0,19	a	12,20 ±0,18	a
II	68,33 ±0,70	ab	15,14 ±0,25	b	12,59 ±0,20	c
III	67,74 ±0,72	a	17,50 ±0,70	c	12,42 ±0,28	bc
IV	68,76 ±0,45	ab	17,04 ±0,25	c	11,03 ±0,13	a
V	69,09 ±0,33	b	15,74 ±0,18	b	13,51 ±0,15	d

abcd: Szignifikáns különbség a párizsi minták között ($P < 0,05$)



7. ábra: Az ötféle kereskedelmi forgalomban kapható sertés-párizsi L*, a* és b* értékei által kijelölt pontok elhelyezkedése egy 3D-s koordinátarendszerben

A minta vörösségi és világossági értékeit a masszához adott színezőanyag mennyisége nagymértékben befolyásolja. A sertés-párizsik elkészítésekor az összes gyártó színezőanyagként a kárminsavat alkalmazta, viszont a hozzáadott mennyiségéről információval nem rendelkezttem, de feltehetően ezen összetevő mennyiségbeli eltérése okozta a szignifikáns különbséget a vörösségi és világossági értékekben (2. melléklet).

A színinger-különbségek a 13. táblázat alapján értékeltem és jelenítettem meg a 32. táblázatban. Az értékek alapján adott minősítés több esetben a „jól látható”, illetve az „észrevehető különbség” kategóriába esett. A különbségek az összetételbeli eltérésekkel, illetve az alapanyagok mennyiségének változásával összefüggenek. Az I-es párizsi tért el a leginkább a vásárolt párizsiktól a színinger-különbséget tekintve. Az összetételi tábla alapján (2. melléklet) az V-ös és az I-es párizsi esetében a kárminsav az összetételi listában az utolsó helyen szerepelt mégis a színbeli eltérés jelentős, tehát a többi összetevő is hatással volt a szín kialakítására.

32. táblázat: Színinger-különbségek a vizsgált sertés-párizsik esetében

ΔE^*	I	II	III	IV	V
I		4,6	6,6	5,7	4,5
II	jól látható		2,4	2,5	1,3
III	nagy különbség	észrevehető		1,8	2,5
IV	jól látható	észrevehető	észrevehető		2,8
V	jól látható	alig észrevehető	észrevehető	észrevehető	

5.3.2 Az alaprecept kidolgozása

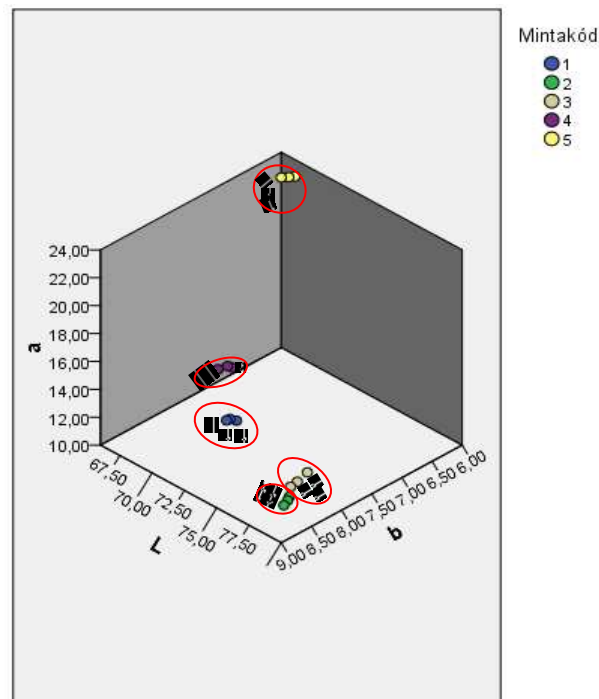
Az eredmények alapján a fűszerkeverék mennyiségének növelésével szignifikánsan csökkent a világossági és sárgássági érték, illetve növekedett a vörösségi érték (33. táblázat). Ennek oka, hogy maga a fűszerkeverék tartalmazta a színezőanyagot is (kárminvörös) (5. melléklet), így a növekvő koncentráció hatására nagyobb lett a vörösségi érték és csökkent a világossági érték. Az L^* , a^* és b^* koordináták által kijelölt pontok jól ábrázolják, hogy a 2-es és 3-as minták pontjai nagyon közel estek egymáshoz, következésképpen színben nagyon hasonlítottak. A legmagasabb fűszer koncentrációval rendelkező 5-ös minta jelentősen elkülönült a többi mintától, mint azt a statisztikai elemzés is igazolta (8. ábra).

33. táblázat: A párizsiminták CIE Lab színkoordinátáinak statisztikai elemzése

Mintakód	Színkomponens Fűszerkeverék (%)	L*		a*		b*				
		Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás			
1	1%	78,04	± 0,12	c	14,60	± 0,15	b	8,52	± 0,07	b
2	1%	78,64	± 0,11	d	11,85	± 0,10	a	8,61	± 0,07	b
3	1%	78,85	± 0,07	e	11,43	± 0,12	a	8,30	± 0,16	b
4	2%	73,05	± 0,10	b	17,75	± 0,11	c	8,43	± 0,10	b
5	4%	67,21	± 0,13	a	23,16	± 0,10	d	6,14	± 0,09	a

abede: Szignifikáns különbség a minták között ($P < 0,05$)

A színinger-különbségeket tekintve megfigyelhető (34. táblázat), hogy a 4-es és 5-ös minta esetében jelentős eltérés mutatkozott a színben a másik három receptúrához képest, szintén a magas fűszerkeverék arányának köszönhetően.



8. ábra: A párizsiminták CIE Lab színkoordinátái által kijelölt pontok

34. táblázat: A minták közti színinger-különbségek

ΔE*	1. minta	2. minta	3. minta	4. minta	5. minta
1. minta		2,8	3,3	5,9	14,0
2. minta	észrevehető		0,6	8,1	16,3
3. minta	jól látható	alig észrevehető		8,6	16,7
4. minta	jól látható	nagy különbség	nagy különbség		8,3
5. minta	nagy különbség	nagy különbség	nagy különbség	nagy különbség	

5.3.3 Folyékony szója- és napraforgó lecitin alapú kiegészítés

A lecitin hozzáadása befolyásolta a metszéspapír színét. Az L^* , a^* , és b^* értékeket tekintve jelentős volt az eltérés a kontroll és a kiegészített minták között (35. táblázat) ($P < 0,05$). A világossági érték (L^*) szignifikánsan növekedett. A vörösségi (a^*) érték az emelkedő lecitin koncentrációval egyidejűleg csökkent, míg a sárgássági érték (b^*) jelentősen nőtt. MOON ÉS MTSAL. (2012) ugyanerről számoltak be. A sertéspástétom vörösségi értéke csökkent az olívaolajjal történő kiegészítésnek köszönhetően, míg a világossági és sárgássági érték szignifikánsan növekedett. PANERAS ÉS MTSAL. (1998) szintén arról számoltak be, hogy az alacsony zsírtartalmú virsli vörösebb és sárgább színnel rendelkezett a kiegészítést követően. A 1,5 %-os lecitinkiegészítés jelentősen csökkentette a világossági értéket, viszont a 6 %-os lecitin koncentráció már megközelítette a kontroll minta világossági értékét (L^*).

A tárolás szintén színbeli eltolódást okozott (35. táblázat). A világossági érték a tárolás hatására csökkent, de vörösségi és sárgássági érték növekedett. A színváltozást a minták nedvességtartalmának csökkenése, illetve az esetleges lipidperoxidáció idézte elő. Hasonló eredményről számoltak be ANDRES ÉS MTSAL. (2009), PAPADIMA ÉS BLOUKAS (1999), a minták vörösségi és sárgássági értéke növekedett a módosított húskészítményeknél. PAPADIMA ÉS BLOUKAS (1999) a vörösségi érték változását a nitrozilmioglobinnak tulajdonította, amely a mioglobinnal

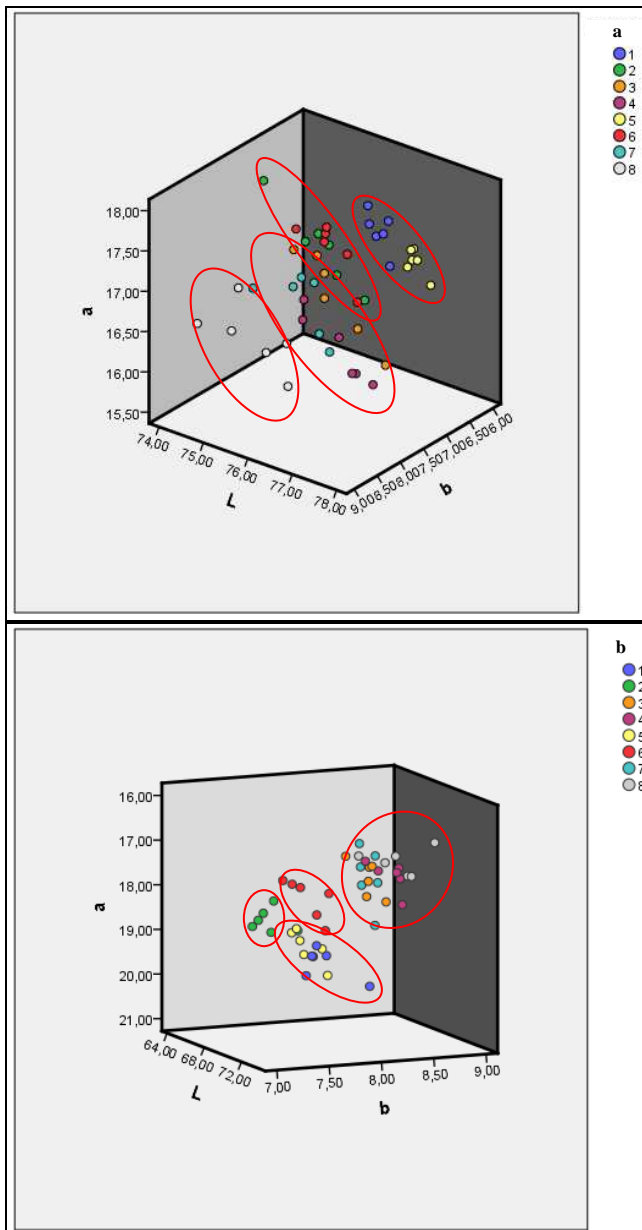
nitritekkel való reakciójából alakul ki. Kísérletem során a vörösségi érték változásában a mioglobinnal való oxidációja is szerepet játszhatott (SRINIVASSANE, 2011).

35. táblázat: A folyékony lecitin kiegészítéssel készült párizsi minták CIE Lab értékei – a tárolás és a kiegészítéstől függően

Tárolási nap	Mintakód	L*			a*			b*		
		Átlag	Szórás		Átlag	Szórás		Átlag	Szórás	
1	Kontroll	76,17 ± 0,18	b C	17,32 ± 0,25	c A	6,49 ± 0,06	ab A			
1	1,5% Szójalecitin	75,01 ± 0,55	a C	16,97 ± 0,47	bc A	6,67 ± 0,22	ab A			
1	3% Szójalecitin	75,82 ± 0,62	ab C	16,67 ± 0,48	ab A	7,13 ± 0,19	c A			
1	6% Szójalecitin	76,06 ± 0,45	b C	15,38 ± 0,37	a A	7,20 ± 0,15	c A			
1	Kontroll	76,83 ± 0,18	b C	16,98 ± 0,17	bc A	6,34 ± 0,10	a A			
1	1,5% Napraforgó lecitin	75,31 ± 0,39	ab A	16,75 ± 0,32	b A	6,78 ± 0,14	b A			
1	3% Napraforgó lecitin	75,86 ± 0,50	ab C	16,42 ± 0,30	ab A	7,34 ± 0,20	c A			
1	6% Napraforgó lecitin	76,11 ± 0,90	b B	15,48 ± 0,34	a A	7,85 ± 0,28	d A			
28	Kontroll	70,76 ± 1,12	a A	19,32 ± 0,55	d B	7,69 ± 0,29	a D			
28	1,5% Szójalecitin	71,50 ± 0,69	ab A	18,21 ± 0,33	bc B	7,20 ± 0,18	a C			
28	3% Szójalecitin	72,79 ± 0,94	ab A	17,44 ± 0,49	ab B	8,03 ± 0,18	b C			
28	6% Szójalecitin	72,94 ± 0,98	ab A	17,29 ± 0,42	a C	8,44 ± 0,19	b B			
28	Kontroll	70,49 ± 0,80	a A	18,86 ± 0,46	d C	7,56 ± 0,18	a D			
28	1,5% Napraforgó lecitin	72,02 ± 0,58	ab A	17,95 ± 0,52	bc C	7,42 ± 0,16	a B			
28	3% Napraforgó lecitin	72,51 ± 1,50	ab A	17,32 ± 0,79	ab B	8,06 ± 0,18	b B			
28	6% Napraforgó lecitin	72,77 ± 0,73	ab A	17,27 ± 0,36	a B	8,56 ± 0,25	b C			

abcd: szignifikáns különbség ($P < 0,05$) a minták között

ABCD: szignifikáns különbség ($P < 0,05$) a tárolási napok között az egyes minták esetében



9. ábra: A friss (a) és a 28. napon (b) mért CIE Lab koordináták ábrázolása 3D koordináta rendszerben folyékony lecitin kiegészítés alkalmazásakor

A friss, illetve a 28. napos minták CIE Lab koordinátái által kijelölt pontokat ábrázoltam 3D koordináta rendszerben (9a. és 9b. ábrák). Látható, hogy hogyan különülnek el az egyes mintacsoportok a színeredményeket tekintve. Főképpen a kontroll minták ezek távolabb a kiegészített mintáktól.

A 28. napos (9b. ábra) minták esetében a magas, illetve az alacsony koncentrációjú kiegészítés jobban elkülönült egymástól, mint a friss minták (9a. ábra) esetében. Tehát elmondható, hogy a kiegészítés mértéke hatással van a termékek szavatossági időn belüli tárolás során bekövetkező színváltozását.

36. táblázat: A minták közti színínger-különbségek

Tárolási Nap	AE*	Kontroll	1,5% Szójalecitin	3% Szójalecitin	6% Szójalecitin	Kontroll	1,5% Napraforgó lecitin	3% Napraforgó lecitin	6% Napraforgó lecitin
1	Kontroll		1,2	1,0	1,7	0,7	0,9	1,4	1,9
1	1,5% Szójalecitin	alig észrevehető		1,0	2,3	1,8	0,3	0,9	1,8
1	3% Szójalecitin	alig észrevehető	alig észrevehető		1,4	1,3	0,7	0,5	1,0
1	6% Szójalecitin	észrevehető	észrevehető	alig észrevehető		1,3	2,0	1,8	1,4
1	Kontroll	alig észrevehető	észrevehető	alig észrevehető	alig észrevehető		1,6	1,8	2,0
1	1,5% Napraforgó lecitin	alig észrevehető	nincs különbség	alig észrevehető	észrevehető	észrevehető		0,8	1,6
1	3% Napraforgó lecitin	alig észrevehető	alig észrevehető	nincs különbség	észrevehető	észrevehető	alig észrevehető		1,0
1	6% Napraforgó lecitin	Észrevehető	észrevehető	alig észrevehető	alig észrevehető	észrevehető	észrevehető	alig észrevehető	
28	Kontroll		1,5	2,9	3,0	0,9	2,2	2,7	3,1
28	1,5% Szójalecitin	alig észrevehető		1,8	2,0	0,7	0,8	1,6	2,1
28	3% Szójalecitin	észrevehető	alig észrevehető		0,3	2,1	1,0	0,3	0,4
28	6% Szójalecitin	észrevehető	észrevehető	nincs különbség		1,9	1,3	0,5	0,3
28	Kontroll	alig észrevehető	alig észrevehető	észrevehető	észrevehető		1,4	1,9	2,4
28	1,5% Napraforgó lecitin	észrevehető	alig észrevehető	alig észrevehető	alig észrevehető	alig észrevehető		0,9	1,3
28	3% Napraforgó lecitin	észrevehető	észrevehető	nincs különbség	nincs különbség	észrevehető	alig észrevehető		0,5
28	6% Napraforgó lecitin	jól látható	észrevehető	nincs különbség	nincs különbség	észrevehető	alig észrevehető	alig észrevehető	

A minták között fennálló színínger-különbségek mértékét a 36. táblázatban foglaltam össze. Az eredmények tükrében konklúzióként levonható, hogy a termékek közti különbségek az első három kategóriába voltak besorolhatóak. A kontroll mintához viszonyítva a folyékony lecitin-kiegészítés emelésével egyre jelentősebb mértékűvé vált a színínger-



különbség. A tárolási idő előrehaladtával a színinger-különbségek közti eltérések csak minimálisan változtak.

5.3.4 Szilárd szójalecitin és darált lenmag por alapú kiegészítés

A szójalecitin porral történő kiegészítéskor statisztikailag igazolható eltéréseket mutattam ki (37. táblázat) a színkoordináták között. A kontroll mintához hasonlítva a minták esetében mért értékeket elmondható, hogy az értékek alacsonyabbak voltak, viszont a világossági érték a kiegészítés mértékével párhuzamosan növekedett. A 28 napos tárolás végére minimálisra csökkent az eltérés a kontroll mintához képest. A vörösségi érték a kiegészítéssel fordított arányban változott, a sárgássági érték pedig egyenes arányban. A sárgássági érték növekedését és szignifikáns eltérését a kontrolltól az alapanyagként felhasznált szójalecitin por sárgás színe okozta. A lenmagpor-kiegészítésnél nagyon hasonló eredményeket kaptam. A szójalecitin-kiegészítéstől annyiban tért el, hogy a világossági érték a helyettesítés mértékének növekedésével csökkent. Ez esetben is a kiegészítéshez használt lenmagpor világos barna színe okozhatta a párizsik sötétedését. (A világos barna szín a lenmag sötétbarna héjja és a belsejében lévő maghús fehéres színéből alakult ki a darálás során). HUANG ÉS MTSAL. (2011) vizsgálatában a kínai típusú sertés-húskészítményhez zabkorpa kiegészítést alkalmaztak 3,5 % és 7 %-ban, amely minimális eltérést okozott a világossági értékben, a sárgássági érték növekedett, még a vörösségi érték csökkent. CENGIZ ÉS GOKOGLU (2006) citrus rosttal helyettesítették a zsírt, amelynek hatására a világossági érték megváltozott, a virsli sötétedését eredményezve ezzel. A másik két értékben (a^* és b^*) nem volt szignifikáns eltérés.

37. táblázat: A por-kiegészítéssel készült párizsi minták CIE Lab értékei
– a tárolás és a kiegészítéstől függően

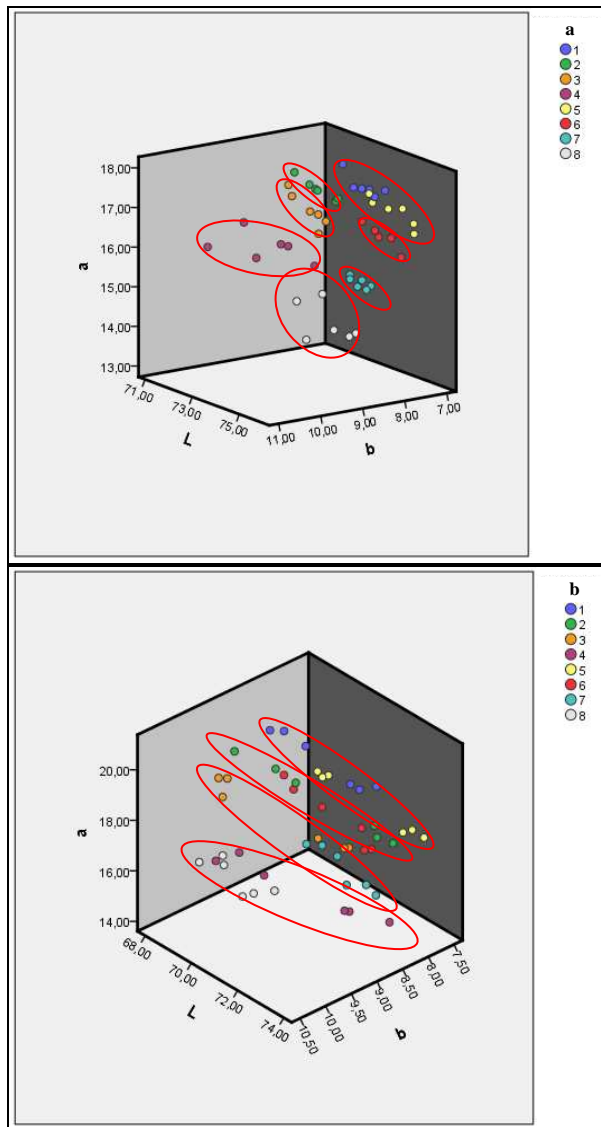
Tárolási nap	Minta	L*				a*				b*			
		Átlag	Szórás			Átlag	Szórás			Átlag	Szórás		
1	Kontroll	73,38	± 0,55	ab	B	17,37	± 0,23	e	A	6,49	± 0,12	a	A
1	1,5% Szójalecitin por	73,28	± 0,58	ab	B	17,18	± 0,19	e	A	6,67	± 0,16	a	A
1	3% Szójalecitin por	72,68	± 0,45	a	BC	16,79	± 0,38	de	A	7,13	± 0,15	ab	A
1	6% Szójalecitin por	72,40	± 0,72	a	AB	15,92	± 0,37	c	A	7,63	± 0,57	ab	A
1	Kontroll	73,64	± 0,73	ab	B	17,10	± 0,29	e	A	6,34	± 0,15	a	A
1	1,5% Lenmag por	74,48	± 0,70	cd	B	16,37	± 0,16	d	A	6,78	± 0,08	a	A
1	3% Lenmag por	74,15	± 0,21	cd	B	15,21	± 0,12	bc	A	7,34	± 0,16	ab	A
1	6% Lenmag por	73,61	± 0,91	bcd	C	14,18	± 0,41	a	A	8,01	± 0,26	b	A
28	Kontroll	70,54	± 2,25	b	A	19,60	± 1,11	c	C	8,40	± 0,41	a	D
28	1,5% Szójalecitin por	69,19	± 2,68	a	A	18,84	± 1,23	c	B	8,90	± 0,62	ab	B
28	3% Szójalecitin por	69,33	± 1,81	a	A	18,57	± 0,80	bc	C	9,48	± 0,50	bc	C
28	6% Szójalecitin por	69,99	± 2,33	ab	A	16,83	± 1,11	ab	B	9,87	± 0,84	c	B
28	Kontroll	70,54	± 1,86	b	A	19,45	± 0,97	c	B	8,50	± 0,46	a	C
28	1,5% Lenmag por	69,92	± 2,42	ab	A	18,51	± 1,19	bc	B	8,76	± 0,41	ab	C
28	3% Lenmag por	68,54	± 1,06	a	A	16,70	± 0,56	a	B	8,84	± 0,10	ab	C
28	6% Lenmag por	67,77	± 1,03	a	A	16,50	± 0,46	a	B	10,14	± 0,28	c	C

abcde: szignifikáns különbség ($P < 0,05$) a minták között

ABCD: szignifikáns különbség ($P < 0,05$) a tárolási napok között az egyes minták esetében

A CIE Lab koordináták 3D-s koordináta rendszerben történő ábrázolását követően, látható, hogy a friss minták jól elkülönülnek a kontrolltól, még a 28 napos tárolás utáni eredményeket tekintve már csak a kiegészítések mértéke alapján voltak könnyedén elhatárolhatóak a minták egymástól (10a. és 10b. ábrák).

A szilárd kiegészítéssel készült párizsi minták esetében a 28 napos tárolás jelentősen befolyásolta a színt. Összességében elmondható, hogy a világossági érték (L^*) a tárolási idő előrehaladtával csökkent, azaz a friss minta volt a legvilágosabb (70,54). A másik két paraméter (a^* és b^*) a tárolás hatására növekedett. Jelentős eltérés általában az utolsó tárolási nap és a friss minta között volt.



10. ábra: Az első (a) és a 28. napon (b) mért CIE Lab koordináták ábrázolása 3D koordináta rendszerben poralapú kiegészítés alkalmazásakor

A színinger-különbségeket a 38. táblázatban foglaltam össze. Az eredmények tükrében elmondható, hogy jelentősebb eltérések mutatkoztak a minták és a kontroll között, főképpen a magas koncentrációban alkalmazott lenmagporos kiegészítés esetében volt jelentős a színinger-különbség.

38. táblázat: A por kiegészítéssel készült minták közti színinger-különbségek

Tárolási Nap	ΔE*	Kontroll	1,5% Szójalecitin por	3% Szójalecitin por	6% Szójalecitin por	Kontroll	1,5% Lenmag por	3% Lenmag por	6% Lenmag por
1	Kontroll		0,3	1,1	2,3	0,5	1,8	3,2	4,5
1	1,5% Szójalecitin por	nincs különbség		0,8	2,0	0,4	1,7	2,9	4,3
1	3% Szójalecitin por	alig észrevehető	alig észrevehető		1,3	1,0	1,9	2,7	3,8
1	6% Szójalecitin por	észrevehető	észrevehető	alig észrevehető		2,0	2,2	2,0	2,7
1	Kontroll	nincs különbség	nincs különbség	alig észrevehető	észrevehető		1,3	2,7	4,1
1	1,5% Lenmag por	észrevehető	észrevehető	észrevehető	észrevehető	alig észrevehető		1,7	3,2
1	3% Lenmag por	jól látható	észrevehető	észrevehető	észrevehető	észrevehető	észrevehető		1,6
1	6% Lenmag por	jól látható	jól látható	jól látható	nincs különbség	jól látható	jól látható	észrevehető	
28	Kontroll		1,6	1,9	3,2	0,2	1,3	3,5	4,5
28	1,5% Szójalecitin por	észrevehető		0,7	2,4	1,5	0,8	2,2	3,0
28	3% Szójalecitin por	észrevehető	alig észrevehető		1,9	1,8	0,9	2,1	2,7
28	6% Szójalecitin por	jól látható	észrevehető	észrevehető		3,0	2,0	1,8	2,3
28	Kontroll	nincs különbség	alig észrevehető	észrevehető	észrevehető		1,2	3,4	4,4
28	1,5% Lenmag por	alig észrevehető	alig észrevehető	alig észrevehető	észrevehető	alig észrevehető		3,6	3,2
28	3% Lenmag por	jól látható	észrevehető	észrevehető	észrevehető	jól látható	jól látható		1,5
28	6% Lenmag por	jól látható	észrevehető	észrevehető	észrevehető	jól látható	jól látható	alig észrevehető	

A tárolási napokat figyelembe véve az azonos kiegészítések esetében csökkent a színinger-különbség, de azok még mindig az észrevehető, illetve jól látható kategóriába voltak sorolhatóak. A 6 %-os szójalecitin por kiegészítés esetében alakult ki jelentősebb színinger-különbség.



A por-alapú kiegészítés jelentősebb mértékben volt hatással a színre, mint a folyékony lecitin. Az emelkedő por koncentrációval az eltérés mértéke növelhető, de alacsonyabb koncentráció esetében a világossági érték minimális visszaesése volt megfigyelhető a kontroll mintához képest.

5.3.5 Szója- és lenolaj alapú kiegészítés

Számos tanulmány számol be arról, hogy az állati zsír helyettesítése növényi olajjal befolyásolja a húskészítmény színét. A zsír helyettesítése vagy kiegészítése növényi olajjal sötétebb színű terméket eredményezett a késztermékek esetében például a virslinél vagy az érlelt kolbásznál (AMBROSIADIS ÉS MTSAL., 2003; PANERAS ÉS BLOUKAS, 1994; BLOUKAS ÉS MTSAL., 1997). Az eredményeim alapján megállapítható, hogy a párizsi színére szintén hatással volt az olaj-kiegészítés (39. táblázat). Az olaj-koncentráció emelkedésével nőtt a világossági és sárgássági érték, a vörösségi érték pedig csökkent. A 9 %-os szójaolaj-kiegészítés eredményezte a legmagasabb sárgássági (9,24) értéket. A 3 %-os lenolaj-kiegészítés állt a legközelebb a kontroll mintához az L^* , a^* , b^* értékeket figyelembe véve, amelyet a színinger-különbség eredménye is megerősített (40. táblázat). BLOUKAS ÉS MTSAL. (1997), illetve MUGUERZA ÉS MTSAL. (2002) hasonló eredményt publikáltak. Sertésszalonnát helyettesítettek 10-20 %-ban olívaolajjal, érlelt kolbászokban. A lenolaj kiegészítéssel a szín tekintetében nagyon hasonlóak voltak a minták a kontrollhoz, eltérés csak a vörösségi értékben volt észlelhető. SRINIVASSANE (2011) a lenolaj és a kapszulázott halolaj vörösségi értékre gyakorolt szignifikáns hatását igazolta baromfi virsli esetében. PELSER ÉS MTSAL. (2007) arról számoltak be, hogy az érlelt kolbászban 10-20 %-os szalonna-helyettesítés nem okozott eltérést a vörösségi értékben és a világossági értékben, csak a sárgássági árnyalatban, amely az olaj-kiegészítés hatására növekedett a kontrollhoz

képest. A kapszulába zárt vagy előre emulgeált lenolaj alkalmazása a kolbász zsírsavösszetételének módosítására nem okozott színbeli eltérést (PELSER ÉS MTSAL., 2007; CACERES ÉS MTSAL., 2005).

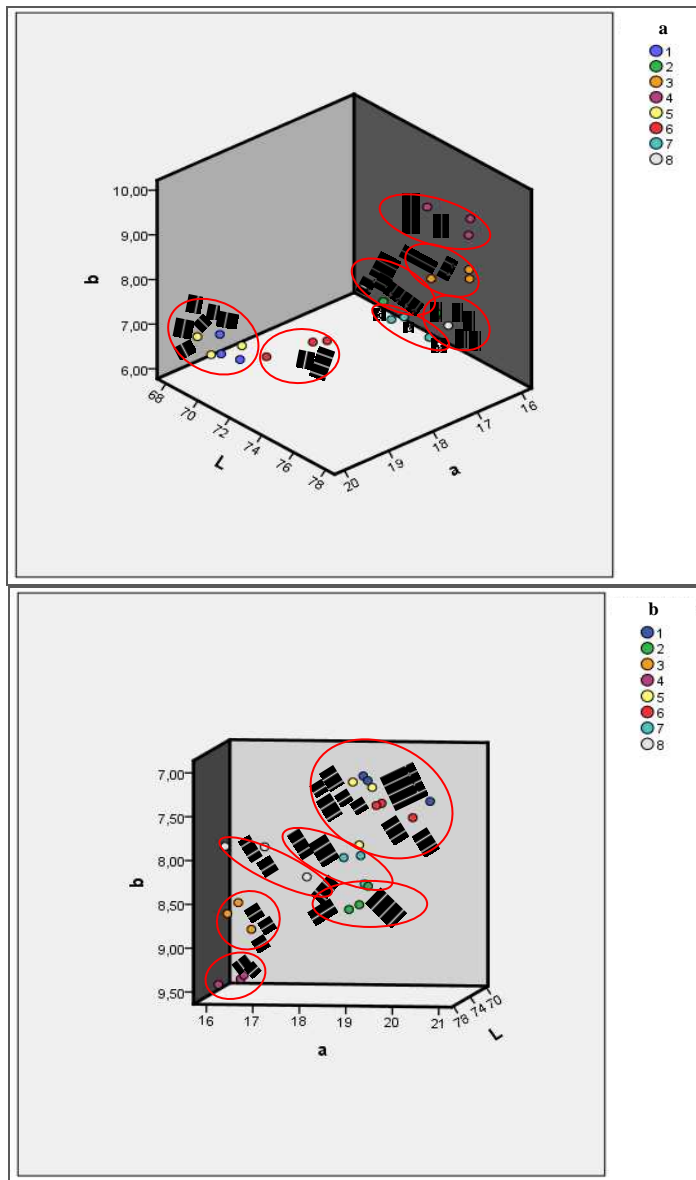
A tárolás szignifikánsan befolyásolta a színparamétereket (39. táblázat).. A tárolási kísérlet végén mért világossági (L^*), vörösségi (a^*) és sárgássági értékek (b^*) eltértek minden minta esetében a kiindulási értékhez képest. A világossági érték lecsökkent, amely a nedvességtartalom csökkenésével hozható összefüggésbe. A vörösségi érték (a^*) jelentősebb mértékben emelkedett a szójaolaj-kiegészítéssel készült mintáknál. Hasonló eredményeket közöltek ANDRES ÉS MTSAL. (2009), PAPADIMA ÉS BLOUKAS (1999), hogy a vörösségi és sárgássági értékek emelkedtek, illetve a világossági érték csökkent a tárolás hatására.

39. táblázat: A párizsi minták CIE Lab értékeinek változása a tárolás során

Tárolási nap	Minta megnevezése	L^*		a^*		b^*	
		Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás
1	Kontroll	74,78 ± 0,63	a B	18,94 ± 1,04	c A	7,20 ± 1,24	a A
1	3% Szójaolaj	75,52 ± 1,20	ab B	17,22 ± 0,27	ab A	7,58 ± 0,06	a A
1	6% Szójaolaj	75,57 ± 0,76	ab B	16,58 ± 0,23	a A	8,17 ± 0,13	ab A
1	9% Szójaolaj	76,09 ± 0,89	b B	16,42 ± 0,38	a A	9,24 ± 0,26	b A
1	Kontroll	74,52 ± 0,74	a B	18,65 ± 0,87	c A	7,23 ± 0,78	a A
1	3% Lenolaj	73,93 ± 0,15	a B	18,73 ± 0,67	bc A	6,81 ± 0,07	a A
1	6% Lenolaj	75,01 ± 0,91	ab B	17,28 ± 0,11	ab A	7,17 ± 0,15	a A
1	9% Lenolaj	76,84 ± 1,63	b B	17,11 ± 0,60	a A	7,22 ± 0,33	a A
28	Kontroll	69,14 ± 0,38	a A	20,10 ± 0,47	c B	7,93 ± 0,18	a AB
28	3% Szójaolaj	71,53 ± 0,78	a A	19,00 ± 0,57	bc B	8,67 ± 0,22	b B
28	6% Szójaolaj	73,29 ± 0,96	b A	17,55 ± 0,25	a B	9,83 ± 0,29	c B
28	9% Szójaolaj	74,11 ± 0,66	b AB	17,71 ± 0,27	a B	9,60 ± 0,26	d A
28	Kontroll	69,37 ± 0,95	a A	20,43 ± 0,32	c B	7,87 ± 0,65	a A
28	3% Lenolaj	71,54 ± 0,64	a A	19,48 ± 0,48	bc AB	8,16 ± 0,26	ab B
28	6% Lenolaj	72,82 ± 0,60	a A	18,84 ± 0,24	b AB	8,54 ± 0,30	b AB
28	9% Lenolaj	73,89 ± 0,53	b A	17,35 ± 0,38	a A	8,26 ± 0,16	ab AB

abc: szignifikáns különbség ($P < 0,05$) a minták között

AB: szignifikáns különbség ($P < 0,05$) a tárolási napok között az egyes minták esetében



11. ábra: A friss (a) és a 28. napon (b) mért CIE Lab koordináták ábrázolása 3D koordináta rendszerben olaj-kiegészítés alkalmazásakor

A friss, illetve a 28. napos minták CIE Lab koordinátái által kijelölt pontokat ábrázoltam 3D-s koordináta rendszerben (11a. és 11b. ábrák). Látható, hogy hogyan különülnek el az egyes mintacsoportok a színeredményeket tekintve. Nem minden esetben volt jól elhatárolhatóak a minták a térben kijelölt pontok alapján. A kontroll mintákhoz mind a friss

minta, mind pedig a 28 napos tárolást követően közel helyezkedett el a 3 %-os lenolaj-kiegészítés. A szójaolaj-kiegészítés emelésével a minták egyre inkább távolabb estek a kontroll mintától. A szójaolaj kiegészítésének erőteljesebb hatása van a színre, mint a lenolajnak.

A színinger-különbségeket a 40. táblázatban mutatom be. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a kontroll mintához viszonyítva többnyire észrevehető eltérés alakult ki a kiegészítés hatására. A 9 %-os szójaolaj kiegészítése jól látható színkülönbséget (3,50) eredményezett, még a 9 %-os lenolaj kiegészítéssel kisebb mértékű eltérés (2,76) alakult ki a mintákban.

40. táblázat: Az olaj kiegészítéssel készült minták közti színinger-különbségek

Tárolási nap	ΔE*	Kontroll	3% Szójaolaj	6% Szójaolaj	9% Szójaolaj	Kontroll	3% Lenolaj	6% Lenolaj	9% Lenolaj
1	Kontroll		1,91	2,67	3,50	0,39	0,96	1,68	2,76
1	3% Szójaolaj	észrevehető		0,87	1,93	1,78	2,32	0,66	1,37
1	6% Szójaolaj	észrevehető	alig		1,20	2,50	3,03	1,34	1,67
1	9% Szójaolaj	jól látható	észrevehető	alig		3,39	3,99	2,49	2,26
1	Kontroll	nincs különbség	észrevehető	észrevehető	jól látható		0,73	1,46	2,78
1	3% Lenolaj	alig	észrevehető	jól látható	jól látható	alig		3,36	3,36
1	6% Lenolaj	észrevehető	alig	alig	észrevehető	alig	jól		1,84
1	9% Lenolaj	észrevehető	alig	észrevehető	észrevehető	észrevehető	jól látható	észrevehető	
28	Kontroll		2,73	5,23	5,76	0,41	2,49	3,94	5,50
28	3% Szójaolaj	észrevehető		2,56	3,03	2,71	0,70	1,31	2,91
28	6% Szójaolaj	jól látható	észrevehető		0,87	5,24	3,09	1,88	1,69
28	9% Szójaolaj	jól látható	jól látható	alig		5,73	3,44	2,02	1,40
28	Kontroll	nincs különbség	észrevehető	jól látható	jól látható		2,39	3,86	5,48
28	3% Lenolaj	észrevehető	alig	jól látható	jól látható	észrevehető		3,17	3,17
28	6% Lenolaj	jól látható	alig	észrevehető	észrevehető	jól látható	jól		2,34
28	9% Lenolaj	jól látható	észrevehető	észrevehető	alig	jól látható	jól látható	észrevehető	



A tárolási napokat tekintve nagyobb színbeli eltérés alakult ki a kontroll és a kiegészített minták között. A magasabb olaj-koncentrációval rendelkező minták esetében nagyobb mértékű színingerbeli különbség volt tapasztalható a tárolás végére.

5.3.6 A 3 %-os és 6 %-os kiegészítéssel készült minták színének összehasonlítása a kereskedelmi forgalomban kapható párizsikkal

A színértékek összehasonlítása a 3 %-os, illetve 6 %-os kiegészítések és a vásárolt minták esetében a 41. táblázatban és a 42. táblázatban látható. A mért értékeket tekintve mindkét kiegészítési szinten jelentős eltérés volt mind a kiegészítések között, mind pedig a kereskedelmi forgalomban kapható párizsik között is. A világossági értékben (L^*) szignifikáns különbséget mértem a kiegészített minták és a megvásárolt minták között. A kereskedelmi forgalomban kapható minták esetében a világossági érték volt a legalacsonyabb ($III=67,74$; $V=69,09$). A folyékony lecitinnel készült termékek rendelkeztek a legmagasabb L^* értékkel. A szilárd kiegészítéssel készült minták ezek a legközelebb az üzletben vásárolt mintákhoz ezt a színparamétert tekintve. A 6 %-os kiegészítések esetében, a lenmagpor kiegészítést kivéve, megegyeztek a kereskedelmi forgalomban beszerezhető minta (V) vörösességi értékével (a^*). A sárgássági érték (b^*) a vásárolt minták esetében jelentősen eltért az általam készített mintáktól. A kiegészített minták esetében közel azonos sárgássági értéket mértem. Az eltérést az összetételbeli különbségek is okozhatták (pl.: bőrkepép).

41. táblázat: A 3 %-os kiegészítéssel készült párizsik színének összevetése a kereskedelemben kapható termékekkel

Minta megnevezése	L*			a*			b*		
3% Szójalecitin	75,82	± 0,62	e	16,67	± 0,48	bc	6,49	± 0,06	a
3% Napraforgó lecitin	75,86	± 0,50	de	16,42	± 0,30	cd	7,34	± 0,20	ab
3% Szójalecitin por	72,68	± 0,45	bc	16,79	± 0,38	cd	7,13	± 0,15	c
3% Lenmag por	74,15	± 0,21	cd	15,21	± 0,12	a	7,34	± 0,16	bc
3% Szójaolaj	75,52	± 1,20	cd	17,22	± 0,27	ef	7,58	± 0,06	c
3% Lenolaj	73,93	± 0,15	b	18,73	± 0,67	f	6,81	± 0,07	ab
III	67,74	± 0,72	a	17,50	± 0,70	de	12,59	± 0,28	d
V	69,09	± 0,33	a	15,74	± 0,18	ab	13,51	± 0,15	e

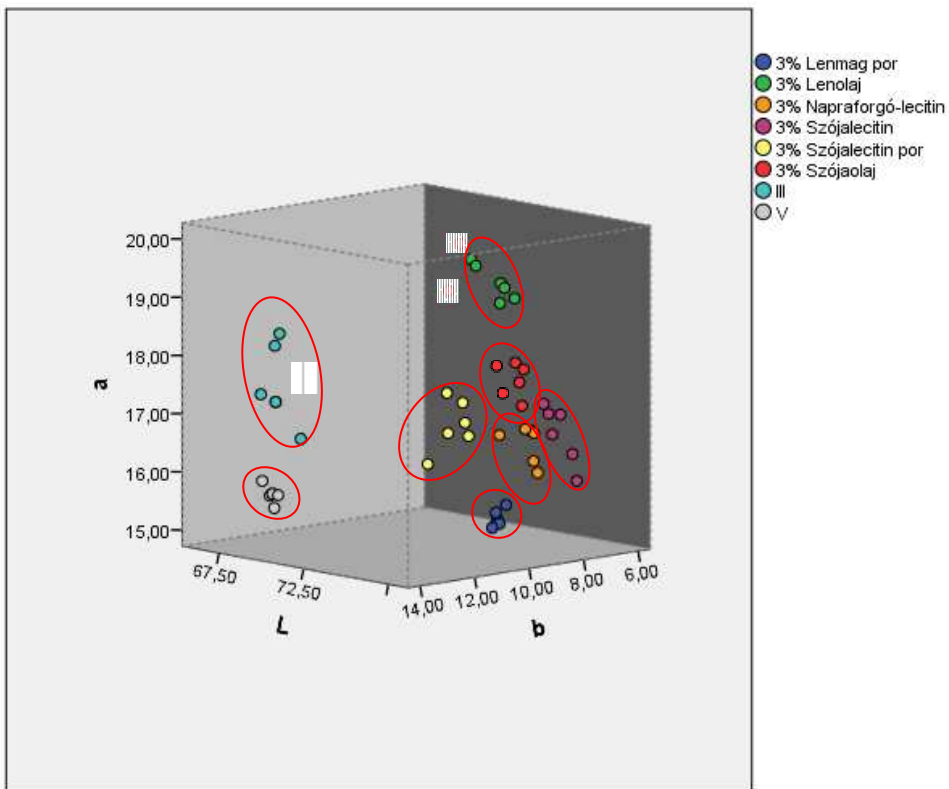
abcdef: Szignifikáns különbség a párizsi minták között ($P < 0,05$)

42. táblázat: A 6 %-os kiegészítéssel készült párizsik színének összevetése a kereskedelemben kapható termékekkel

Minta	L*			a*			b*		
6% Szójalecitin	76,06	± 0,45	f	15,38	± 0,37	b	7,20	± 0,15	a
6% Napraforgó lecitin	76,11	± 0,90	f	15,48	± 0,34	b	7,90	± 0,28	ab
6% Szójalecitin por	72,40	± 0,72	c	15,92	± 0,37	b	7,60	± 0,57	ab
6% Lenmag por	73,61	± 0,91	d	14,18	± 0,41	a	8,00	± 0,26	ab
6% Szójaolaj	75,57	± 0,76	e	16,58	± 0,23	b	8,20	± 0,13	b
6% Lenolaj	75,01	± 0,91	e	17,28	± 0,11	b	7,20	± 0,15	a
III	67,74	± 0,72	a	17,50	± 0,70	c	12,59	± 0,28	c
V	69,09	± 0,33	b	15,74	± 0,18	b	13,51	± 0,15	d

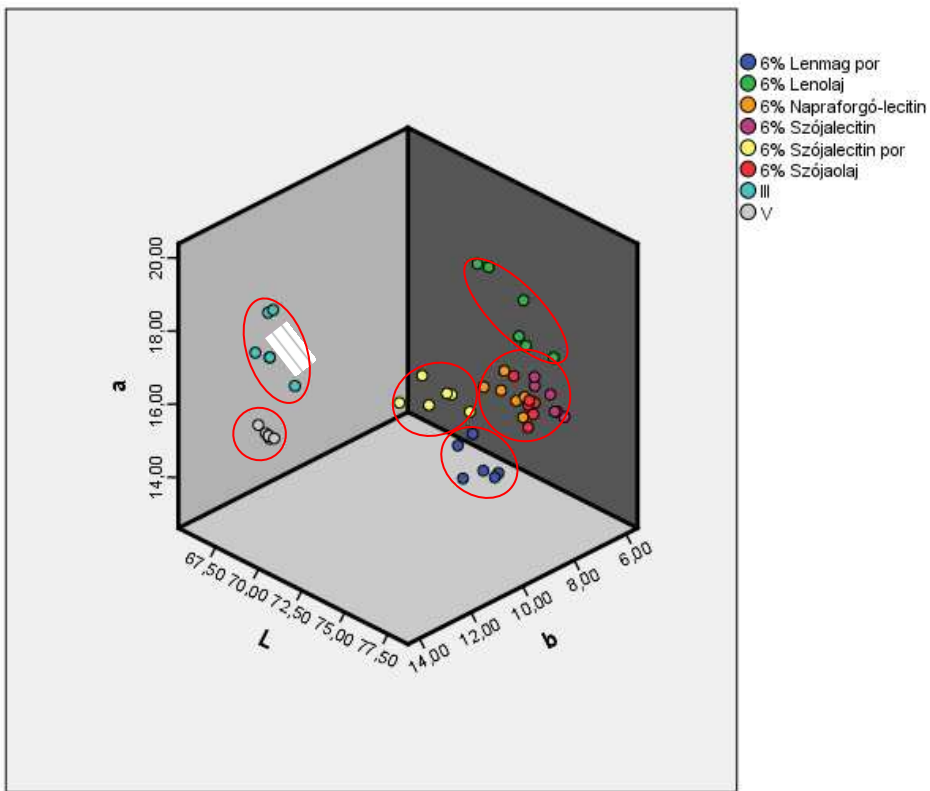
abcdef: Szignifikáns különbség a párizsi minták között ($P < 0,05$)

Az L*, a* és b* értékeket megjelenítve 3D koordináta rendszerben szintén az figyelhető meg (12. és 13. ábrák), hogy az általam készített párizsik színben jelentősen elkülönültek a vásárolt mintáktól. Az egyes kiegészítések is elkülönültek egymástól a háromdimenziós térben. A három kísérleti kiegészítésről (folyékony lecitin, por és olaj) határozottan állítható, hogy eltérő hatásuk van a szín kialakítására.



12. ábra: A kereskedelmi forgalomban vásárolt és a 3 %-os kiegészítéssel készült minták CIE Lab koordinátái

A színínger-különbségek kiszámított értékeit tartalmazzák a 43. táblázat és 44. táblázat. Szintén igazolást nyert, hogy jelentősen elkülönülnek a boltban kapható minták színínger-különbségüket tekintve, viszont a kiegészített minták esetében minimális volt a különbség.



13. ábra: A kereskedelmi forgalomban vásárolt párizsik és a 6 %-os kiegészítéssel készült minták CIE Lab koordinátái

43. táblázat: A 3 %-os és a kereskedelmi forgalomban kapható párizsik színíngyer-különbségeinek számolt értékek és meghatározása

	3% Szójalecítin	3% Napraforgó lecítin	3% Szójalecítin por	3% Lenmag por	3% Szójaolaj	3% Lenolaj	III	V
3% Szójalecítin		0,89	3,21	2,38	1,26	2,81	10,06	9,77
3% Napraforgó lecítin	alig észrevehető		3,21	2,09	0,90	3,06	9,64	9,18
3% Szójalecítin por	jól látható	jól látható		2,17	2,91	2,33	7,27	7,40
3% Lenmag por	észrevehető	észrevehető	észrevehető		3,57	3,57	8,49	8,00
3% Szójaolaj	alig észrevehető	alig észrevehető	észrevehető	jól látható		2,32	9,17	8,87
3% Lenolaj	észrevehető	jól látható	észrevehető	jól látható	észrevehető		8,44	8,79
III	nagy különbség	nagy különbség	nagy különbség	nagy különbség	nagy különbség	nagy különbség		2,47
V	nagy különbség	nagy különbség	nagy különbség	nagy különbség	nagy különbség	nagy különbség	észrevehető	

44. táblázat: A 6 %-os és a kereskedelmi forgalomban kapható párzsik színinger-különbségeinek számolt értékek és meghatározása

	6% Szójalecitin	6% Napraforgó lecitin	6% Szójalecitin por	6% Lenmag por	6% Szójaolaj	6% Lenolaj	III	V
6% Szójalecitin		0,66	3,72	2,85	1,62	2,17	10,05	9,41
6% Napraforgó lecitin	alig észrevehető		3,74	2,82	1,27	2,22	9,75	9,02
6% Szójalecitin por	jól látható	jól látható		2,15	3,28	2,98	6,87	6,75
6% Lenmag por	észrevehető	észrevehető	észrevehető		3,50	3,50	8,06	7,29
6% Szójaolaj	észrevehető	alig észrevehető	jól látható	jól látható		1,34	8,96	8,44
6% Lenolaj	észrevehető	észrevehető	észrevehető	jól látható	alig észrevehető		8,97	8,81
III	nagy különbség	nagy különbség	nagy különbség	nagy különbség	nagy különbség	nagy különbség		2,47
V	nagy különbség	nagy különbség	nagy különbség	nagy különbség	nagy különbség	nagy különbség	észrevehető	

Összességében a színmérés eredményeiből szignifikáns különbséget állapítottam a kereskedelmi forgalomban kapható párzsik és a kiegészített párzsik között.

5.4 Érzékszervi bírálat

A műszeres mérésekkel párhuzamosan a párizsi mintákat érzékszervi bírálat alá vontam.

5.4.1 A kereskedelmi forgalomból beszerzett párizsi minták összehasonlítása

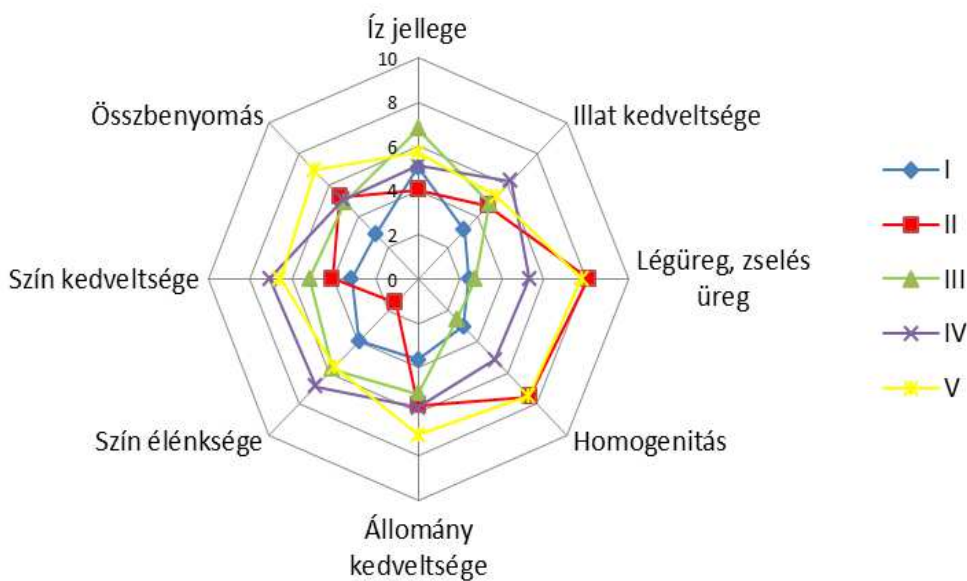
A kereskedelmi forgalomban beszerzett párizsiminták érzékszervi tulajdonságai között igazolható eltéréseket tapasztaltam. Szignifikáns eltérést volt az íz jellegében, az illatkedveltségben, a légüreg, zselés üreg megjelenésében, a homogenitásban, a színélénkségben, a színedveltségben, az állománykedveltségben, és az összbenyomásban ($P < 0,05$) (45. táblázat). Nem volt jelentős különbség a fűszerezettségben, az íz kedveltségben, az illat jellegében és az állomány rugalmasságában.

45. táblázat: A kereskedelmi forgalomban kapható párizsik érzékszervi bírálatának statisztikai eredménye

Mintakód	Íz jellege		Fűszerezettség		Íz kedveltsége		Illat jellege		Illat kedveltsége		Állomány rugalmassága	
	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás
I	5,05 ± 2,65	ab	5,87 ± 2,46	a	3,60 ± 2,07	a	6,05 ± 3,01	a	3,12 ± 2,07	a	3,58 ± 3,34	a
II	4,02 ± 2,69	a	3,97 ± 2,49	a	3,75 ± 2,53	a	4,49 ± 2,50	a	4,71 ± 2,53	ab	4,81 ± 2,12	a
III	6,79 ± 2,37	b	6,12 ± 2,05	a	5,84 ± 2,85	a	5,96 ± 2,41	a	4,82 ± 2,85	ab	6,10 ± 2,68	a
IV	5,12 ± 2,91	ab	4,35 ± 2,35	a	4,41 ± 2,91	a	5,32 ± 2,50	a	6,27 ± 2,91	b	4,81 ± 2,84	a
V	5,70 ± 1,66	ab	4,34 ± 2,43	a	6,29 ± 1,88	a	4,15 ± 2,69	a	5,28 ± 1,88	ab	5,21 ± 1,81	a

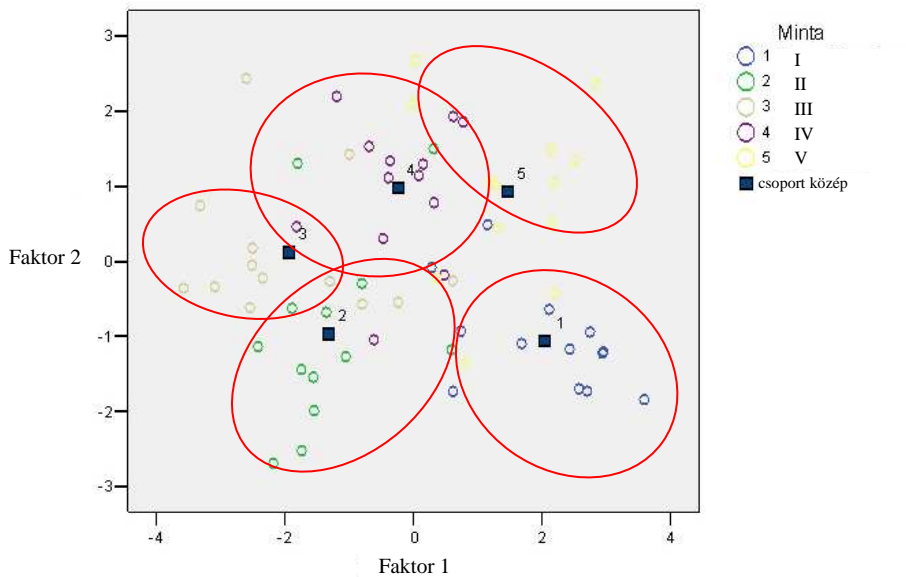
Mintakód	Légüreg, zselés üreg		Homogenitás		Állomány kedveltsége		Szín élénksége		Szín kedveltsége		Összbenyomás	
	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás
I	2,43 ± 2,47	a	3,05 ± 1,67	a	3,64 ± 2,86	a	3,96 ± 2,54	b	3,17 ± 2,86	a	2,83 ± 2,40	a
II	8,11 ± 1,18	c	7,51 ± 2,03	c	5,70 ± 2,49	ab	1,51 ± 1,56	a	4,06 ± 2,49	ab	5,26 ± 2,36	ab
III	2,72 ± 2,47	a	2,61 ± 1,68	a	5,18 ± 3,16	ab	5,75 ± 2,31	ab	5,15 ± 3,16	abc	4,92 ± 3,04	ab
IV	5,30 ± 1,79	b	5,18 ± 1,74	b	5,82 ± 2,76	ab	6,88 ± 1,77	b	7,05 ± 3,10	c	5,05 ± 3,14	ab
V	7,80 ± 1,38	c	7,45 ± 1,87	c	7,06 ± 1,60	b	5,62 ± 2,61	ab	6,56 ± 1,60	bc	6,95 ± 2,28	b

abc: szignifikán eltérés a párizsi minták között ($P < 0,05$)



14. ábra: A párizsi minták profildiagramja

Profildiagrammon (14. ábra) jelenítettem meg azon tulajdonságokat, amelyekben a minták szignifikánsan eltértek. A szín élénksége az V-ös párizsi mintára volt a legjellemzőbb, viszont a IV-es minta színe volt a legkedveltebb. Összbenyomásra az V-ös párizsi kapta a legmagasabb értékeket. Az I-es és II-es párizsi ízkedveltség tekintetében rendkívül alacsony pontszámokat értek el. A II-es párizsi tulajdonságaira a bírálók szinte minden tulajdonság esetben alacsony pontszámokat adtak.



15. ábra: Az egyes mintacsoportok panel adatokra alapozott diszkriminancia szerinti elkülönítésének eredménye

Az egyes párizsikhoz tartozó bírálati eredményeket diszkriminancia analízissel kívántam csoportba sorolni. A panel teszt adataival futtatott diszkriminancia analízis eredményeképpen 76,3 % és 49,1 %-os találati arányt értem el az osztályozó függvény kalibrációja és kereszt-validációs tesztje során. Utóbbi érték jelzi, hogy az érzékszervi vizsgálat eredményei alapján igen alacsony megbízhatósággal lehet pontosan meghatározni az egyes, vizsgálatba vont párizsi minták márkáját. A tapasztalt tévesztések



alapján a két, egymáshoz leginkább hasonlító termék a II-es és a III-as sertés-párizsi volt. Az eredményeket a 15. ábrán mutatom be. Az ábrán megjelenik az egyes csoportok közötti átfedés, ugyanakkor az I-es és III-as minta jól elkülöníthetőnek bizonyultak.

5.4.2 Az alaprecept kidolgozása

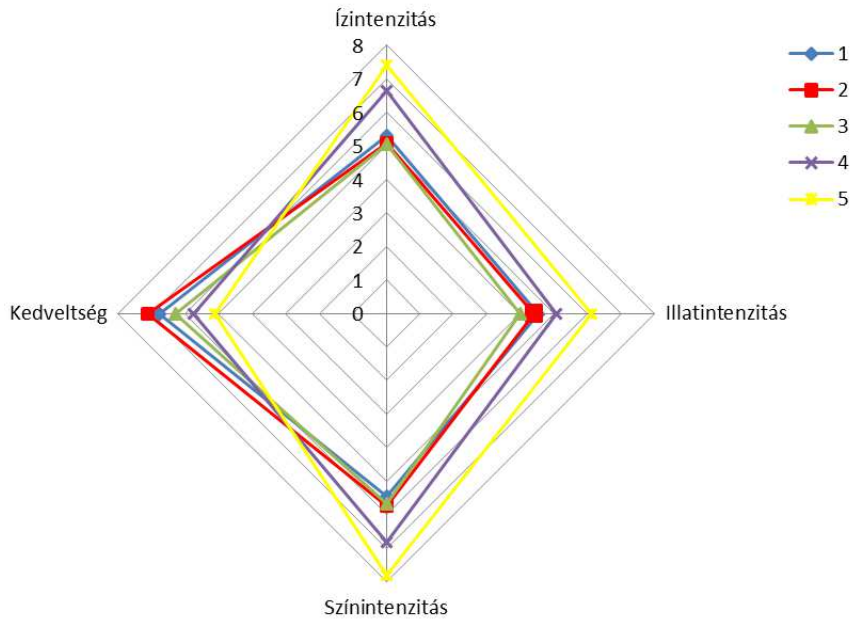
Az érzékszervi bírálat eredmény az alaprecept kiválasztásakor jelentős befolyással bírt. A vizsgált érzékszervi tulajdonságokban statisztikailag igazolható eltérést találtam (46. táblázat), kivéve az állományban ($P < 0,05$). A fő tulajdonság a kedveltség volt, amely alapján a 2-es számú bekeverést választottam a további kísérletem alapjául.

46. táblázat: Az egyes próbapárizsik érzékszervi bírálatának statisztikai eredménye

Mintakód	Ízintenzitás		Illatintenzitás		Színintenzitás		Állomány		Kedveltség	
	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás
1	5,31 ± 0,21	a	4,54 ± 0,56	ab	5,45 ± 0,22	a	6,45 ± 1,38	a	6,76 ± 0,37	c
2	5,09 ± 0,71	a	4,40 ± 0,48	ab	5,74 ± 0,23	a	6,28 ± 1,72	a	7,12 ± 0,52	d
3	5,04 ± 0,63	a	4,00 ± 0,11	a	5,68 ± 0,34	a	6,54 ± 1,25	a	6,30 ± 0,89	bc
4	6,64 ± 0,23	b	5,06 ± 0,62	b	6,81 ± 0,41	b	6,44 ± 0,86	a	5,76 ± 0,68	ab
5	7,39 ± 0,32	c	6,11 ± 0,66	c	7,83 ± 0,67	c	5,88 ± 1,49	a	5,11 ± 0,21	a

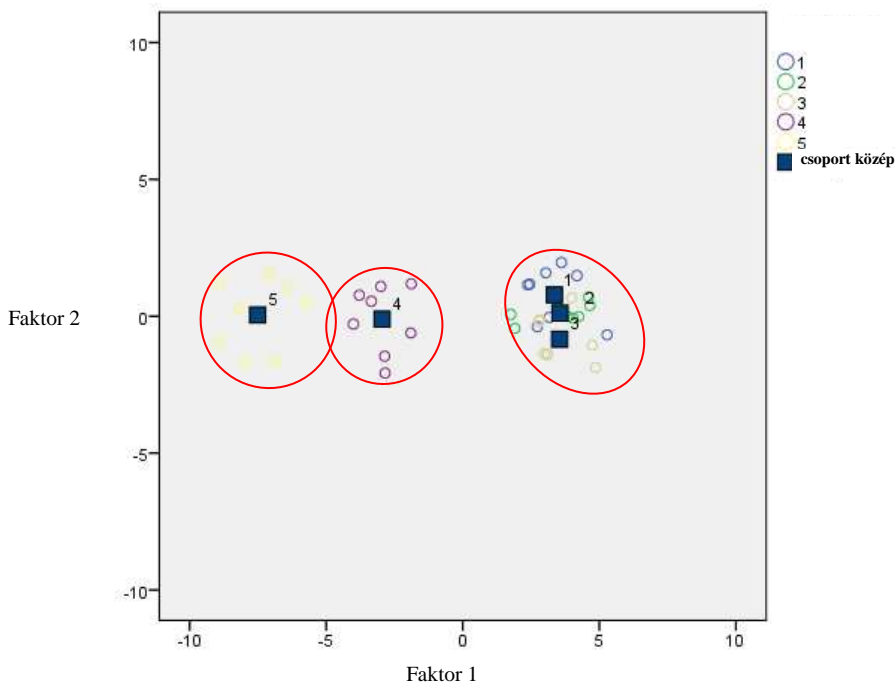
abcd: Szignifikáns eltérés a minták között ($P < 0,05$)

Az egyes tulajdonságokra adott átlagértékeket jelenítettem meg a profildiagramon (16. ábra). Látható, hogy bizonyos tulajdonságok (pl.: szín) esetében jelentős különbségek mutatkoztak az egyes minták között. Ennek oka az eltérő fűszersótartalom, amely emelkedő koncentrációban a masszához adva a késztermékben intenzívebb színt, illatot és ízt okoz. Ezt az eredményt a műszeres színmérés is alátámasztotta.



16. ábra: A párizsireceptek érzékszervi bírálata által kialakított profildiagram

A panel teszt adataival futtatott diszkriminancia analízis során 82,5 % és 57,5 %-os találati arányt értem el az osztályozó függvény kalibrációja és kereszt-validáció tesztje során (17. ábra). Utóbbi érték mutatja, hogy az érzékszervi vizsgálat eredményei alapján alacsony megbízhatósággal lehet megállapítani pontosan melyik bekeverésből származott a minta. A tapasztalt tévesztések alapján a három, 1 % fűszersót tartalmazó minták helyezkedtek el közel egymáshoz, amelyek esetében csak a hús és szalonna mennyiségében volt eltérés.



17. ábra: A diszkriminancia analízis eredménye az alaprecept kiválasztásához

5.4.3 Folyékony szója- és napraforgó lecitin alapú kiegészítés

Az érzékszervi bírálat során célom volt meghatározni a lecitin-kiegészítés hatását az érzékszervi tulajdonságokra. Az eredmények elemzésekor statisztikailag kimutatható eltérés találtam a kedveltség ($P < 0,05$), a rugalmasság ($P < 0,05$), és a zsírosság ($P < 0,05$) (47. táblázat) tulajdonságokban. A többi vizsgált érzékszervi tulajdonságot tekintve nem volt igazolható különbség.

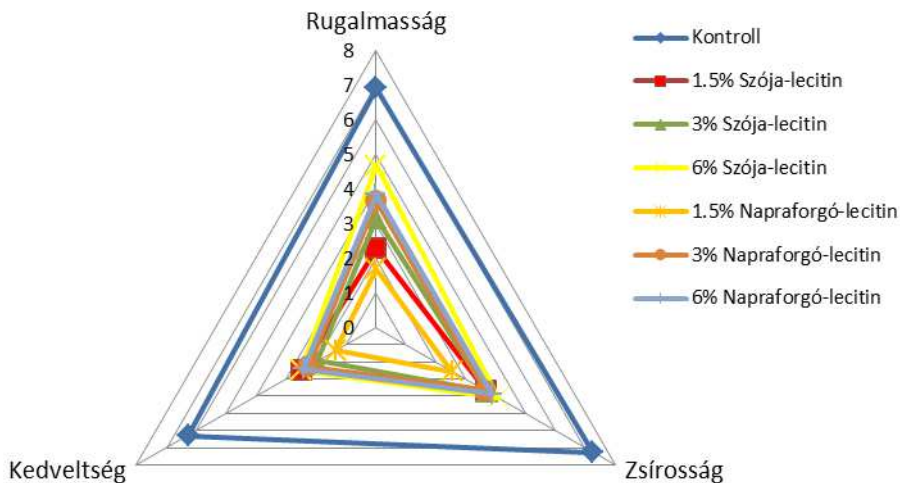
47. táblázat: A folyékony lecitin kiegészítéssel készült minták érzékszervi bírálatának statisztikai eredménye

Mintakód	Színintenzitás		Illatintenzitás		Fűszeres illat		Rugalmasság		Nedvesség		Zsírosság	
	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás
Kontroll	7,92	± 1,97	5,39	± 2,82	4,89	± 2,82	6,90	± 3,25	5,13	± 2,82	7,25	± 2,99
Szójalecitin 1.5%	6,37	± 2,88	4,37	± 2,36	3,93	± 2,46	2,27	± 1,59	5,30	± 2,36	3,69	± 2,97
Szójalecitin 3%	6,40	± 2,21	5,47	± 2,49	4,13	± 2,34	3,14	± 1,69	4,74	± 2,49	3,71	± 2,80
Szójalecitin 6%	7,06	± 2,12	5,48	± 2,52	4,21	± 2,77	4,66	± 1,95	4,37	± 2,52	4,09	± 2,45
Napraforgó lecitín 1.5%	6,26	± 3,32	5,25	± 3,40	4,92	± 3,44	1,68	± 1,89	4,73	± 3,40	2,56	± 3,26
Napraforgó lecitín 3%	6,81	± 2,09	5,27	± 2,55	3,68	± 2,74	3,65	± 2,52	4,71	± 2,55	3,64	± 3,27
Napraforgó lecitín 6%	6,85	± 2,42	5,39	± 2,70	4,30	± 2,94	3,83	± 3,07	4,23	± 2,70	3,88	± 2,54

Mintakód	Sós íz		Főtt-pácolt íz		Fűszeres íz		Idegen zamat		Kedveltség	
	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás
Kontroll	6,28	± 2,92	7,34	± 1,89	5,90	± 2,21	2,06	± 1,61	6,27	± 2,73
Szójalecitin 1.5%	5,223	± 2,66	5,34	± 2,78	4,84	± 2,44	3,48	± 3,13	2,48	± 1,84
Szójalecitin 3%	4,91	± 3,16	4,97	± 2,56	4,40	± 2,32	4,44	± 3,08	1,95	± 1,80
Szójalecitin 6%	5,101	± 2,35	5,59	± 2,33	4,20	± 2,37	4,55	± 3,03	2,51	± 1,75
Napraforgó lecitín 1.5%	4,207	± 3,06	5,25	± 3,37	4,19	± 3,12	4,74	± 4,05	1,34	± 1,61
Napraforgó lecitín 3%	4,769	± 2,43	5,64	± 3,04	4,32	± 2,90	4,12	± 3,57	2,27	± 2,10
Napraforgó lecitín 6%	4,083	± 2,70	4,98	± 3,23	3,66	± 2,95	5,33	± 3,71	2,42	± 2,51

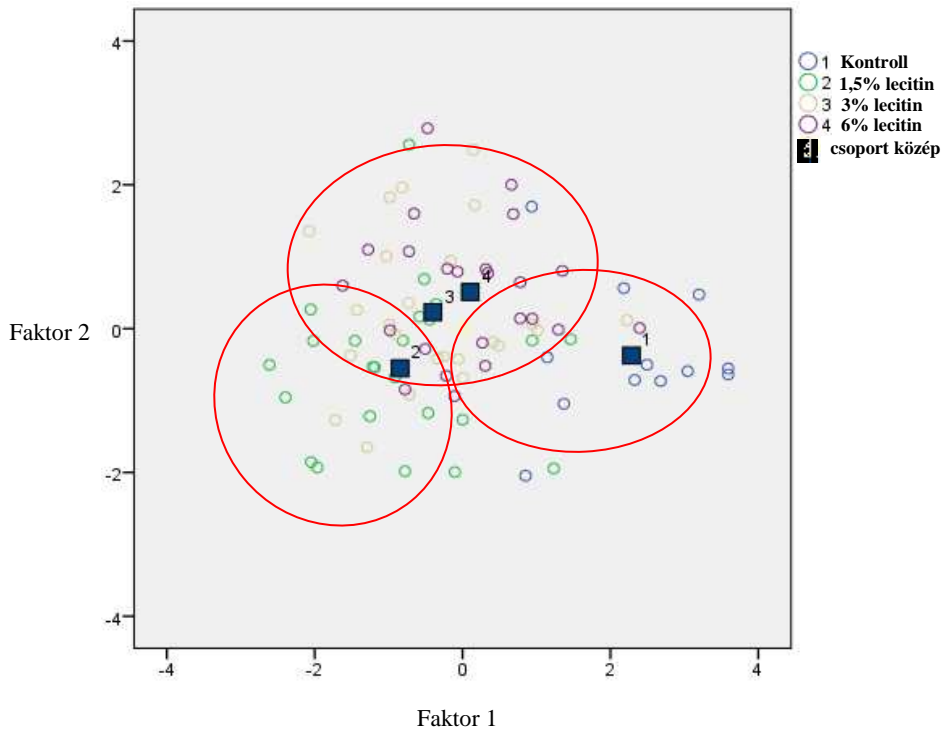
abc: Szignifikáns eltérés a minták között ($P < 0,05$)

Profildiaqramon (18. ábra) jelenítettem meg a mintacsoportok azon tulajdonságait, amelyekben szignifikáns eltérést mutatkozott. A 18. ábrán látható, hogy a növekvő lecitin-mennyiség általában csökkentette a fogyasztói megelégedettséget ($P < 0,05$). A kontroll minta volt a legkedveltebb a bírálók által adott értékelés alapján. A zsírosság érzete a lecitin kiegészítés hatására lecsökkent. Az érzékszervi bírálat is alátámasztotta a rugalmasságbeli ($P < 0,05$) különbséget, amelyet a reológiai vizsgálatok is igazoltak.

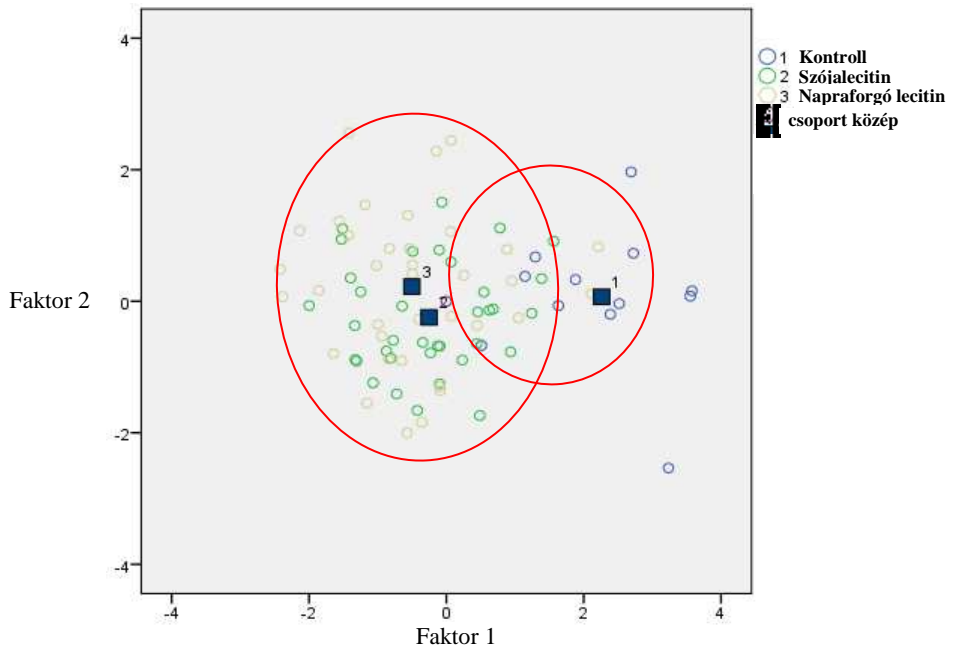


18. ábra: A profildiógram

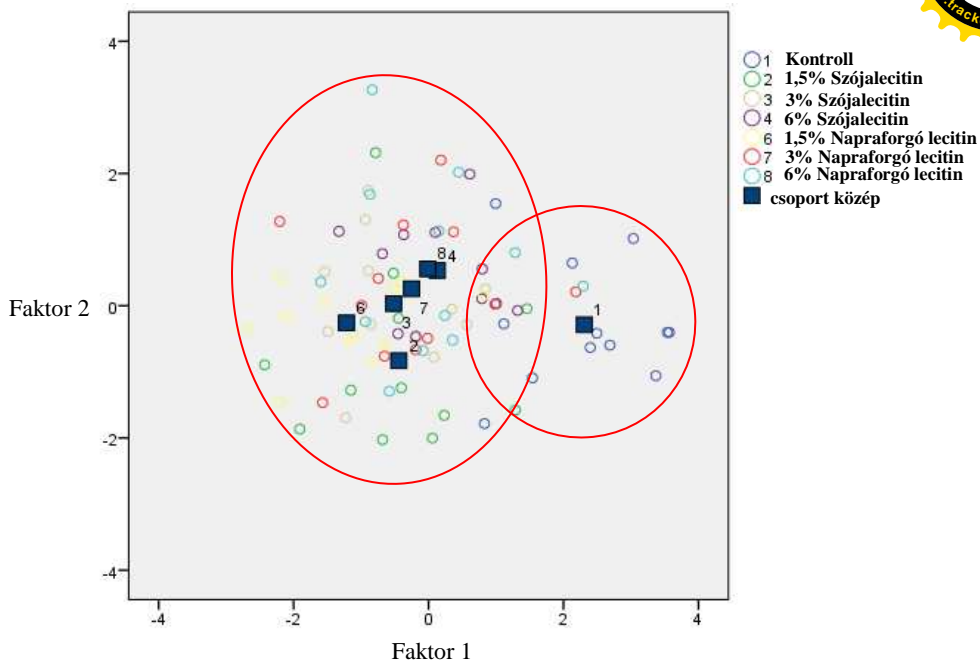
A koncentráció-szintre és kiegészítés típusára végzett diszkriminancia analízis eredményeit szemléltetem a 19. és 20. ábrákon. A koncentráció szintek szerinti osztályozó függvény kalibrációs pontossága (helyes osztályba sorolása) 57,1 %, kereszt-validációs találati aránya pedig 38,1 % volt. Ehhez képest a kiegészítés típusára végzett diszkriminancia analízis osztályozó értéke 60,7 %, és kereszt-validációs érték pedig 46,4 % lett. Az egyes kiegészítésekhez tartozó bírálati eredményekre alapozott diszkriminancia analízis elvégzése után (21. ábra), egyértelműen megállapítható, hogy a panel tesztre felállított osztályozó függvény eredménye nem kielégítő, mindössze csak 45,2 %, a kereszt-validáció pedig 20,2 %, amelyek rendkívül alacsony értékek. Tehát rossz hatásfokkal lehetséges az érzékszervi bírálati eredmények alapján elkülöníteni az egyes mintákat, a kiegészítés típusát vagy annak mértékét. Feltehetően a kiegészítés típusa és mértéke nem befolyásolja jelentősen az érzékszervi tulajdonságokat. A paneltagok képzésével a diszkriminancia analízis (DFA) eredménye javítható lenne.



19. ábra: A különböző lecitin-koncentráció szintek paneladatokra alapozott DFA szerinti elkülönítése



20. ábra: A kiegészítés típusok paneladatokra alapozott DFA szerinti elkülönítésének eredménye



21. ábra: Az egyes minták paneladatokra alapozott DFA szerinti elkülönítésének eredménye

5.4.4 Szilárd szójalecitin és darált lenmag por alapú kiegészítés

A szilárd kiegészítés alkalmazásakor statisztikailag alátámasztható eltérés volt a kedveltségben ($P < 0,05$), az illatintenzitásban ($P < 0,05$) és a rugalmasságban ($P < 0,05$) (48. táblázat). A reológiai tulajdonságbeli különbséget a műszeres vizsgálat eredményei is igazolták. A többi érzékszervi tulajdonságban nem volt igazolható különbség.

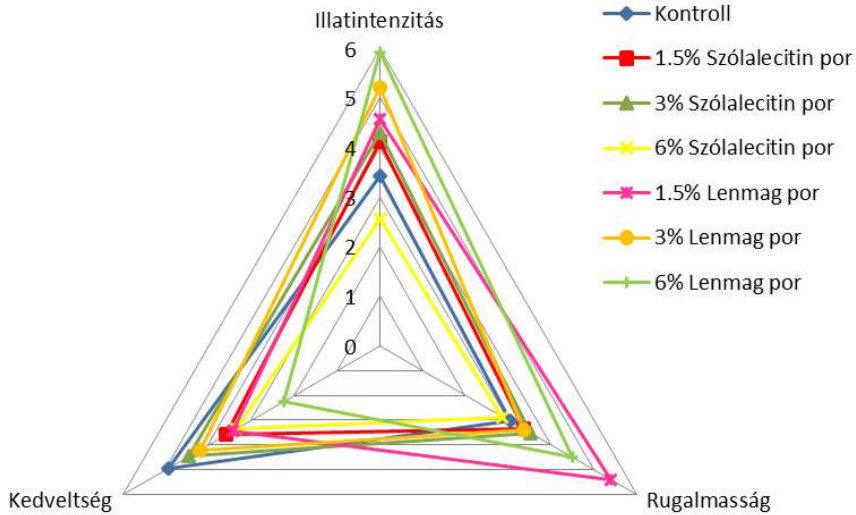
Szintén profildiaagramon (22. ábra) jelenítettem meg a tulajdonságokra adott pontszámok átlagértékeit. A 22. ábra jól mutatja, hogy a növekvő kiegészítési koncentrációval csökkent a kedveltség ($P < 0,05$). Ezesetben is a kontroll minta volt a legkedveltebb a bírálók által adott válaszok alapján. A lenmag kiegészítés jelentős mértékben emelte az illat érzetét, a szójalecitin porral ellentétben, amely az emelkedő koncentráció hatására csökkentette a minta ezen tulajdonságát. A bírálók értékelése alapján szignifikáns eltérést

mutattam ki a rugalmasságban ($P < 0,05$), amelyet a műszeres mérések is igazoltak. HUANG ÉS MTSAL. (2011) vizsgálatában a zabkorpa kiegészítés 3,5 % és 7 %-ban a húskészítmény esetében eltérést okozott a megjelenésben, az ízben, a textúrában, a színben és a kedveltségben egyaránt. HUGHES ÉS MTSAL. (1997) szintén zabkorpával és karragénnal helyettesítették a zsírt, amely az érzékszervi tulajdonságokat tekintve szintén befolyásoló volt. A zsír csökkentésével (30 %-ról 5 %-ra) a zabkorpa és karragén kiegészítés emelte a füstösség, fűszeresség és sósság érzetét és csökkentette az íz kedveltségét.

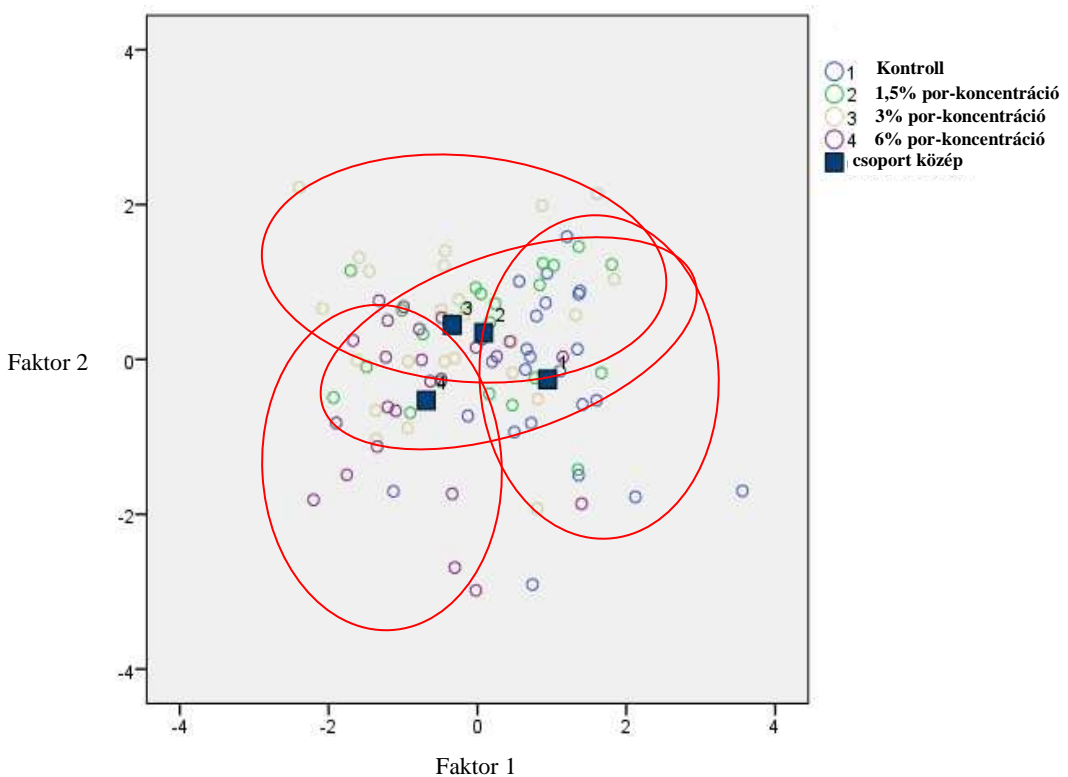
48. táblázat: A por kiegészítéssel készült minták érzékszervi bírálatának statisztikai eredménye

Mintakód	Színintenzitás		Illatintenzitás		Fűszeres illat		Rugalmasság		Nedvesség		Zsírosság	
	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás
Kontroll 1.5%	3,90 ±	2,34 a	3,43 ±	1,86 ab	2,81 ±	1,94 a	3,04 ±	1,86 ab	4,31 ±	1,76 a	4,65 ±	1,69 a
Szólalecitin por 3%	4,99 ±	1,87 a	4,11 ±	2,44 ab	3,63 ±	2,62 a	3,36 ±	2,18 ab	3,73 ±	1,73 a	4,97 ±	1,91 a
Szólalecitin por 6%	5,69 ±	2,32 a	4,31 ±	2,31 ab	2,98 ±	2,17 a	3,53 ±	1,90 ab	5,15 ±	2,14 a	4,01 ±	2,17 a
Szólalecitin por 1.5% Lenmag por 3%	4,70 ±	2,02 a	2,55 ±	2,65 a	4,40 ±	2,38 a	2,88 ±	1,88 a	3,86 ±	1,86 a	4,94 ±	1,65 a
3% Lenmag por	3,17 ±	1,38 a	4,58 ±	2,54 ab	4,65 ±	2,87 a	5,40 ±	2,37 b	5,47 ±	2,21 a	3,18 ±	1,85 a
6% Lenmag por	3,34 ±	2,21 a	5,21 ±	2,47 ab	3,82 ±	2,68 a	3,37 ±	2,40 ab	5,03 ±	2,76 a	3,41 ±	2,45 a
	3,38 ±	2,69 a	5,93 ±	2,17 b	4,33 ±	2,19 a	4,51 ±	2,57 ab	5,38 ±	2,34 a	3,38 ±	1,71 a
Mintakód	Sós íz		Főtt-pácolt íz		Fűszeres íz		Idegen zamat		Kedveltség			
	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás		
Kontroll 1.5%	5,01 ±	1,53 a	2,12 ±	1,82 a	3,32 ±	1,37 a	2,92 ±	2,55 a	4,94 ±	1,40 ab		
Szólalecitin por 3%	4,56 ±	1,69 a	4,56 ±	2,21 a	4,74 ±	1,97 a	3,68 ±	2,17 a	3,58 ±	2,26 a		
Szólalecitin por 6%	4,20 ±	2,21 a	2,22 ±	2,30 a	2,88 ±	1,23 a	4,22 ±	2,68 a	4,46 ±	2,20 a		
Szólalecitin por 1.5% Lenmag por 3%	4,41 ±	1,77 a	4,19 ±	2,86 a	4,28 ±	2,12 a	5,04 ±	2,40 a	3,35 ±	2,59 a		
3% Lenmag por	4,37 ±	2,18 a	3,10 ±	2,55 a	4,06 ±	2,14 a	3,78 ±	2,76 a	3,43 ±	1,68 a		
6% Lenmag por	4,91 ±	1,85 a	2,94 ±	2,81 a	4,43 ±	2,02 a	4,46 ±	2,77 a	4,19 ±	2,85 a		
	4,49 ±	2,28 a	3,88 ±	3,00 a	4,56 ±	2,55 a	5,46 ±	1,84 a	2,23 ±	2,20 a		

ab: Szignifikáns eltérés a minták között ($P < 0,05$)

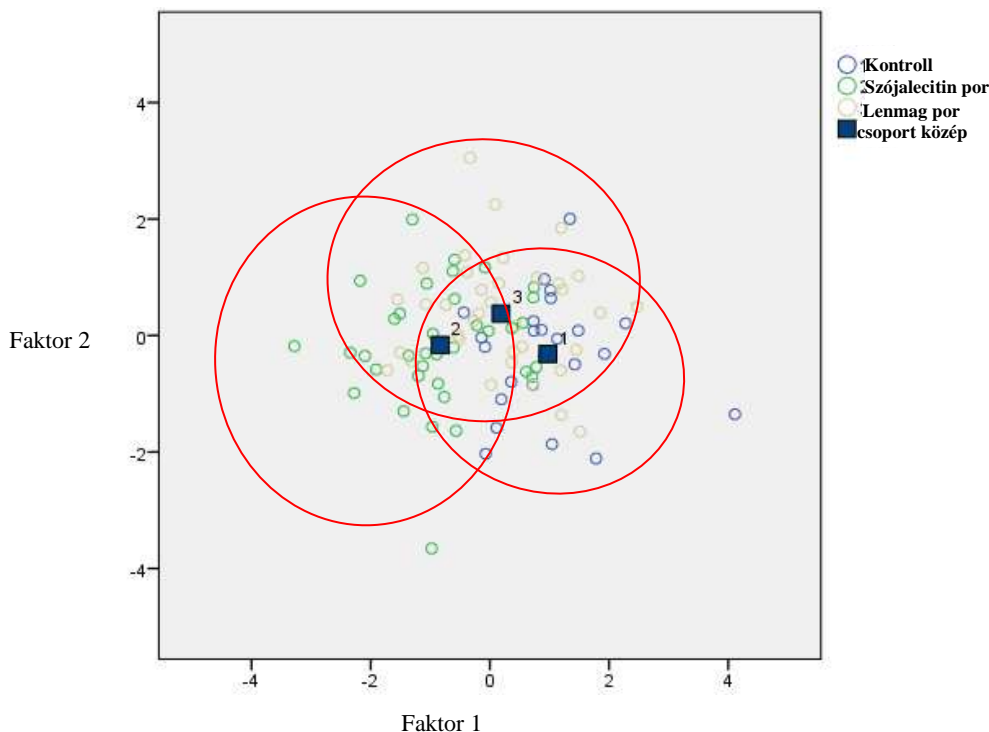


22. ábra: A lecitin és lenmag porral kiegészített minták profildiógramja



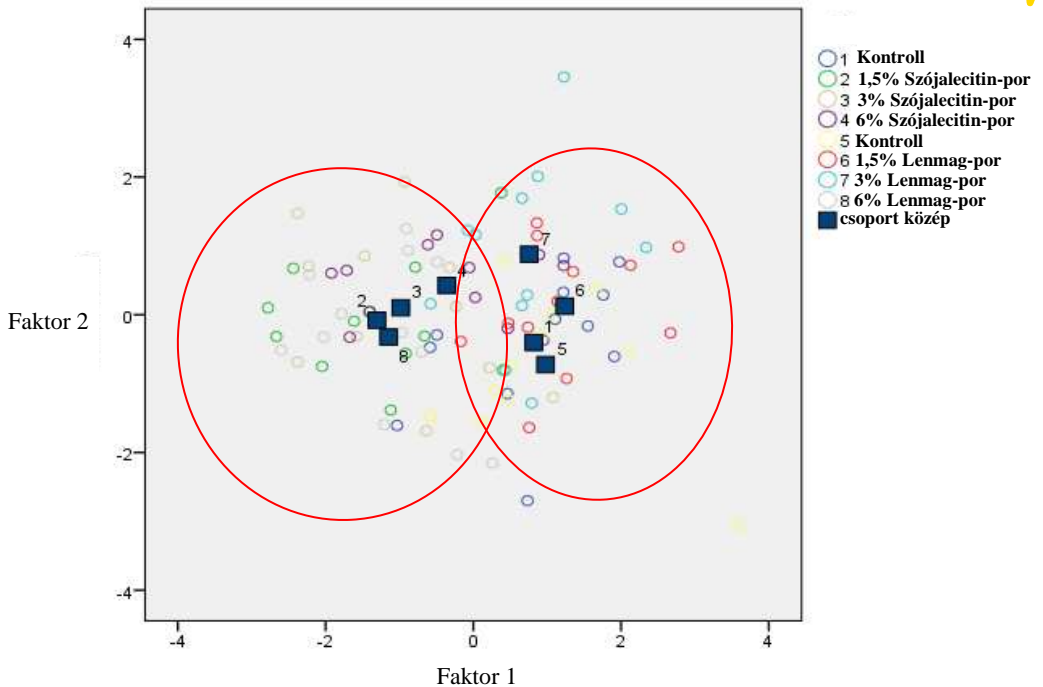
23. ábra: Az egyes koncentráció szintek paneladatokra alapozott DFA szerinti elkülönítésének eredménye

A koncentráció szintre és kiegészítés típusára irányuló diszkriminancia analízis eredményeit mutatom be a 23. és 24. ábrákon.



24. ábra: Az egyes kiegészítés típusok paneladatokra alapozott DFA szerinti elkülönítésének eredménye

A felállított osztályozófüggvény értéke a koncentráció szintek esetében 52,1 %, kereszt-validációs értéke pedig 29,2 % volt. Ehhez képest a kiegészítés típusára irányuló diszkriminancia analízis osztályozó értéke 55,2 %, és a kereszt-validációs értéke pedig 43,8 % lett. Az egyes kiegészítésekhez tartozó bírálati eredményekre alapozott diszkriminancia analízis elvégzése után (25. ábra), egyértelműen megállapítható, hogy a felállított osztályozó függvénnyel nem lehet kellő hatékonysággal csoportba sorolni a mintákat (45,8 %, KV:14,6 %), tehát ha érzékszervi bírálattal szeretnénk meghatározni a kiegészítés mértékét, típusát vagy beazonosítani a mintát, azt csak gyenge hatásfokkal tehetjük meg. Ezen a bírálók esetleges továbbképzése, specializálása javíthatna.



25. ábra: Az egyes minták paneladatokra alapozott DFA szerinti elkülönítésének eredménye

5.4.5 Szója- és lenolaj alapú kiegészítés

Az érzékszervi bírálat eredményei alapján statisztikailag igazolható eltérést találtam a kedveltségben ($P < 0,05$), az idegen zamatban ($P < 0,05$), és a fűszeres illatban ($P < 0,05$) (49. táblázat). A többi érzékszervi tulajdonságban nem volt igazolható a különbség.

A profildiagramon látható (26. ábra), hogy a 3%-os kiegészítéssel készült mintákat jobban kedvelték a bírálók, mint a kontroll mintát, amely az eddigi kísérleteimet tekintve jelentős előrelépés volt. A kiegészítés emelkedésével az idegen zamat érzete is egyre jelenőbb lett, illetve növelte a fűszeresillat érzetét. A kontroll mintához a 3 %-os lenolaj kiegészítés állt a legközelebb az érzékszervi bírálatot tekintve. MAKALA ÉS MTSAI. (2007), illetve SRINIVASSANE (2011) hasonló eredményekről számoltak be, mint amit jelen

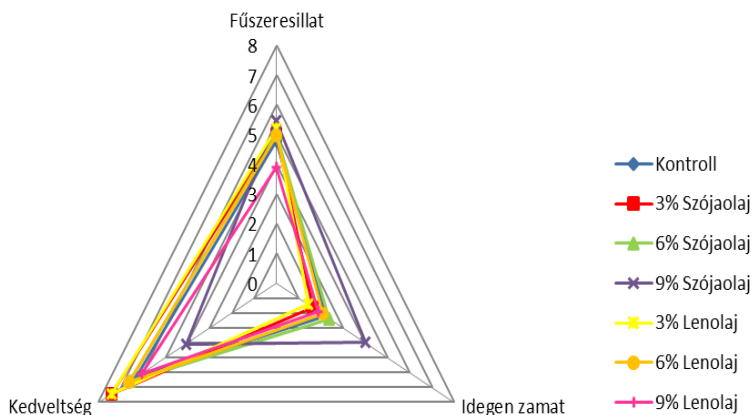
dolgozatban közöltem. A lenolaj kiegészítéssel készült vörösáru típusú hűskészítmény érzékszervi tulajdonságaiban nem tért el jelentősen a kontrolltól.

49. táblázat: A olaj kiegészítéssel készült minták érzékszervi bírálatának statisztikai eredménye

Mintakód	Színintenzitás		Illatintenzitás		Fűszeres illat		Rugalmasság		Nedvesség		Zsírosság	
	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás
Kontroll	4,69 ± 0,54	a	6,38 ± 2,23	a	4,79 ± 1,11	ab	5,49 ± 0,88	a	4,61 ± 0,58	a	5,38 ± 0,86	a
3% Szójaolaj	4,49 ± 0,48	a	7,46 ± 1,31	a	4,87 ± 0,56	ab	5,34 ± 0,46	a	4,79 ± 0,38	a	5,31 ± 0,54	a
6% Szójaolaj	4,62 ± 0,65	a	6,44 ± 2,62	a	5,03 ± 0,98	ab	5,43 ± 0,94	a	4,60 ± 0,63	a	5,40 ± 0,91	a
9% Szójaolaj	4,42 ± 0,66	a	6,33 ± 2,37	a	5,47 ± 0,98	b	5,49 ± 0,91	a	4,39 ± 0,93	a	5,78 ± 0,92	a
3% Lenolaj	4,79 ± 0,35	a	7,56 ± 1,51	a	5,20 ± 0,68	b	5,34 ± 0,80	a	4,65 ± 0,41	a	5,26 ± 0,43	a
6% Lenolaj	4,70 ± 0,49	a	7,45 ± 1,25	a	4,98 ± 1,08	ab	5,50 ± 0,64	a	4,75 ± 0,29	a	5,18 ± 0,63	a
9% Lenolaj	4,29 ± 0,70	a	7,30 ± 1,47	a	3,90 ± 1,38	a	5,80 ± 0,75	a	4,63 ± 0,44	a	5,36 ± 0,88	a

Mintakód	Sós íz		Főtt-pácolt íz		Fűszeres íz		Idegen zamat		Kedveltség	
	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás
Kontroll	5,53 ± 1,56	a	7,69 ± 1,42	a	4,84 ± 0,80	a	2,21 ± 2,26	a	6,32 ± 2,32	ab
3% Szójaolaj	5,93 ± 1,23	a	5,93 ± 1,21	a	5,40 ± 0,64	a	1,63 ± 1,56	a	7,43 ± 1,87	b
6% Szójaolaj	5,78 ± 1,19	a	7,48 ± 1,86	a	5,15 ± 0,99	a	2,39 ± 2,53	a	6,60 ± 1,87	ab
9% Szójaolaj	5,79 ± 1,91	a	6,51 ± 2,47	a	5,40 ± 1,74	a	4,00 ± 2,73	b	4,08 ± 2,34	a
3% Lenolaj	6,01 ± 1,25	a	8,27 ± 1,06	a	5,29 ± 0,55	a	1,41 ± 2,00	a	7,42 ± 1,91	b
6% Lenolaj	5,54 ± 0,94	a	7,56 ± 1,39	a	5,22 ± 0,97	a	2,07 ± 2,36	a	6,66 ± 2,11	ab
9% Lenolaj	6,01 ± 1,26	a	7,43 ± 1,17	a	4,60 ± 1,41	a	1,88 ± 2,47	a	6,07 ± 2,22	ab

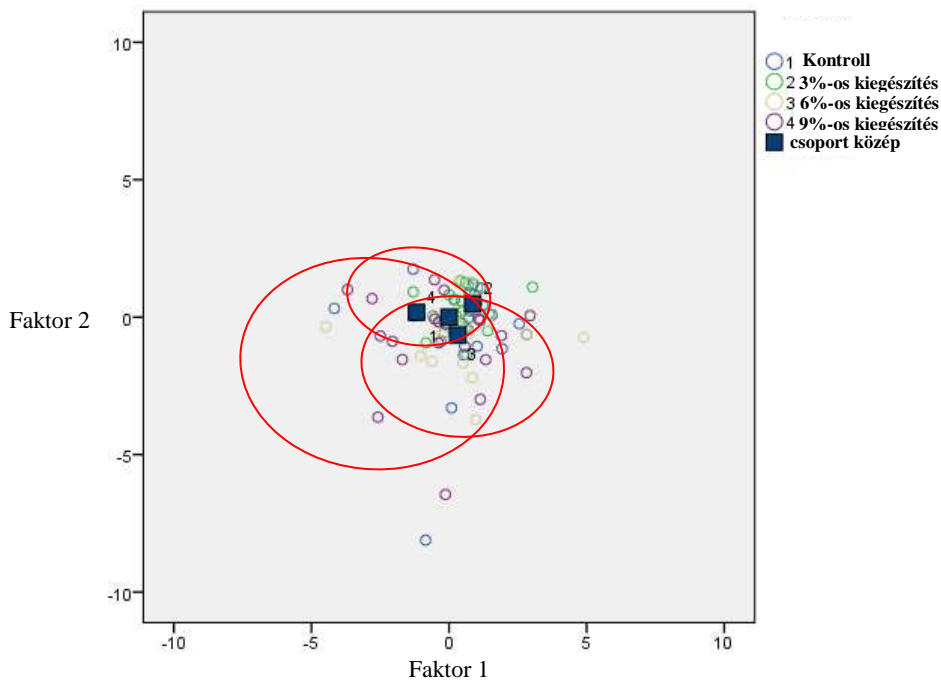
ab: Szignifikáns eltérés a minták között ($P < 0,05$)



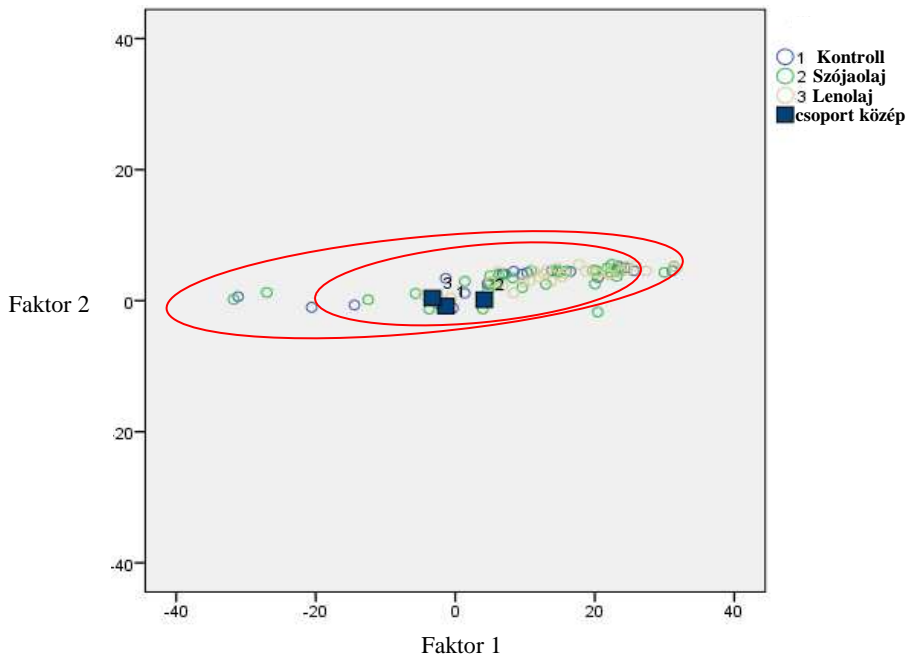
26. ábra: Profildiagram

Az adatokkal diszkriminancia analízist végeztem, hogy megállapítsam lehetséges-e a kiegészítés, a koncentráció szint vagy az egyes kiegészítéseket elkülöníteni és csoportba sorolni a paneladatok alapján.

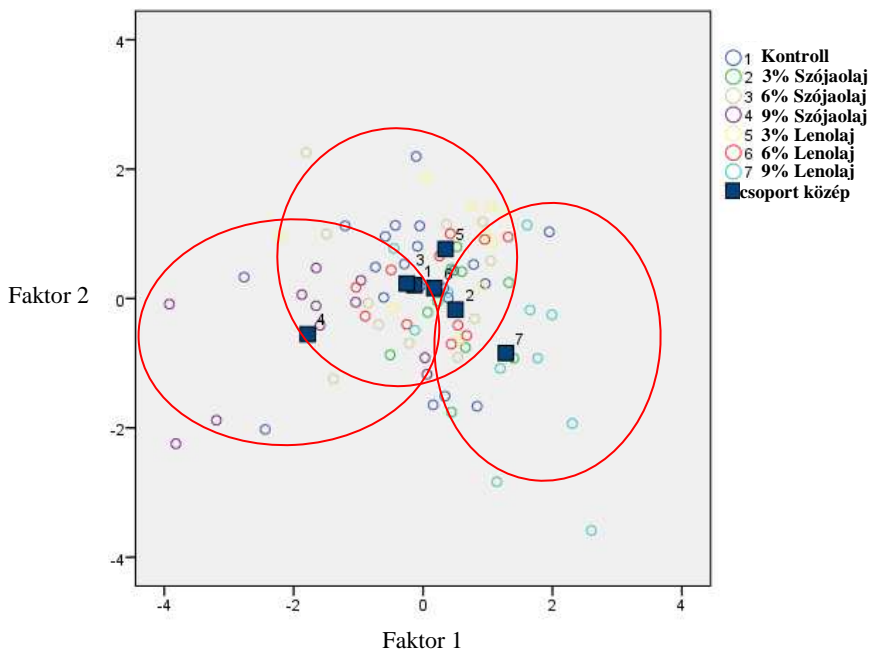
A koncentráció szint vizsgálatokor az osztályozó függvény diszkriminancia értéke 69,7 % volt, a kereszt-validációs értéke pedig csak 18,2 % (27. ábra). A kiegészítési típusok esetében felállított osztályozó függvény értéke 100 % lett, de sajnos a kereszt-validációs érték csak 37,5% volt (28. ábra), amely alapján megállapítható, hogy a kiegészítés típusát nagyobb találati aránnyal lehet csoportba sorolni. Az egyes minták csoportbasorolása csak nagyon kis hatásfokkal lehetséges a paneladatokra alapozva (az osztályozó függvény értéke: 37,5 %, kereszt-validációs érték: 3,5 %) (29. ábra).



27. ábra: Az egyes koncentráció szintek paneladatokra alapozott DFA szerinti elkülönítésének eredménye



28. ábra: Az egyes kiegészítés típusok paneladatokra alapozott DFA szerinti elkülönítésének eredménye



29. ábra: Az egyes minták paneladatokra alapozott DFA szerinti elkülönítésének eredménye

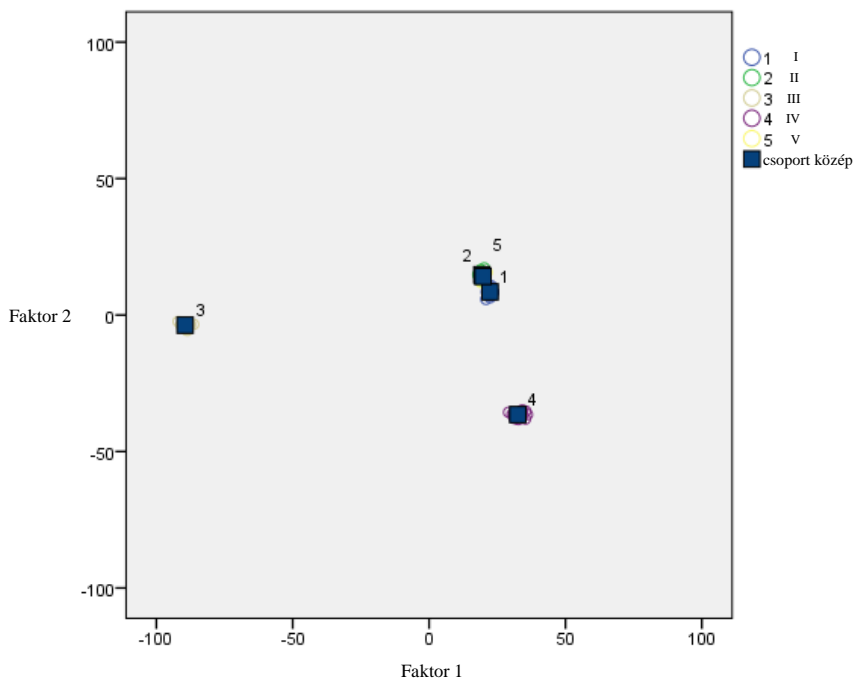


5.5 Az elektronikus orral kapott adatok elemzése és értékelése

5.5.1 A kereskedelmi forgalomból beszerzett párizsi minták összehasonlítása

A statisztikai értékelés során összevettem a kereskedelmi forgalomban vásárolt párizsi mintákat, hogy az elektronikus orr által adott szenzoros jelek alapján elkülöníthetőek-e az egyes minták (30. ábra). A diszkriminancia analízis eredményeképpen az osztályozó érték 94,7 % lett, a kereszt-validációs érték pedig 94 %. Ez alapján megállapítható, hogy az aromabeli különbségeket sikerült detektálni az elektornikus orr mérőműszerrel és a felállított osztályozó függvény helyes. Eltérő fűszerezéssel, illó komponens tartalommal rendelkezett a III-as és IV-es párizsi. A többi minta az elektronikus orr által adott értékek alapján közel azonos illó komponens profilú volt. Mivel az összetevő listán nem részletezik, hogy mely fűszernövényeket alkalmazták a termékek elkészítésekor, ezért az eltérések részletesebb elemzése nem volt lehetséges.

A diszkriminancia analízis ígéretes módszer az elektronikus orr technológiáját tekintve, hogy a kereskedelmi foralomban kapható húskészítmények aromaprofil alapján történő elkülönítésére. Ezt erősíti meg a 94 %-os kereszt-validációs érték is.

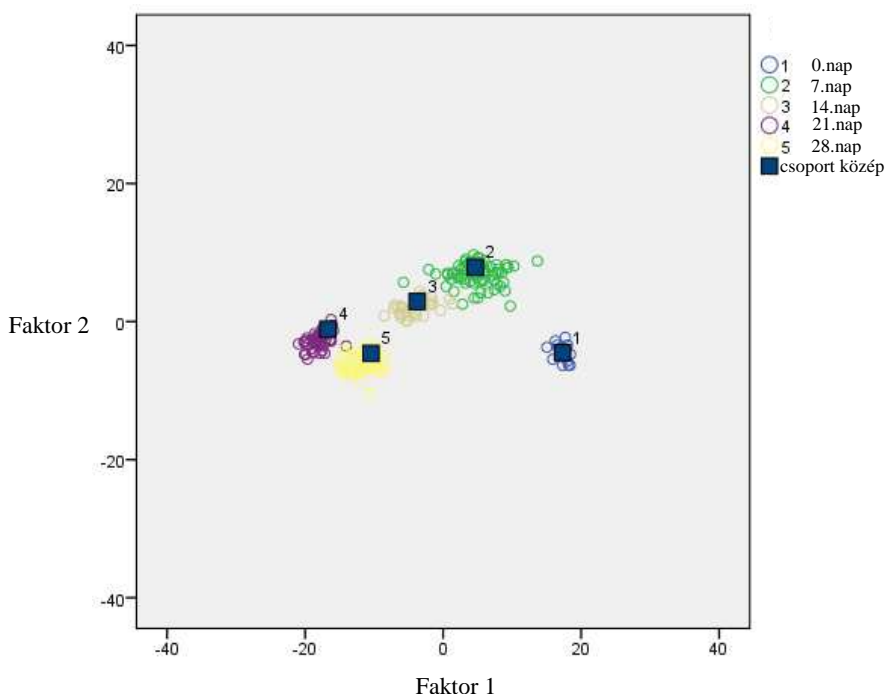


30. ábra: A diszkriminancia analízis eredménye a kereskedelmi forgalomban kapható párizsik esetében, az illó komponensre alapozva

5.5.2 Folyékony szója- és napraforgó lecitin alapú kiegészítés

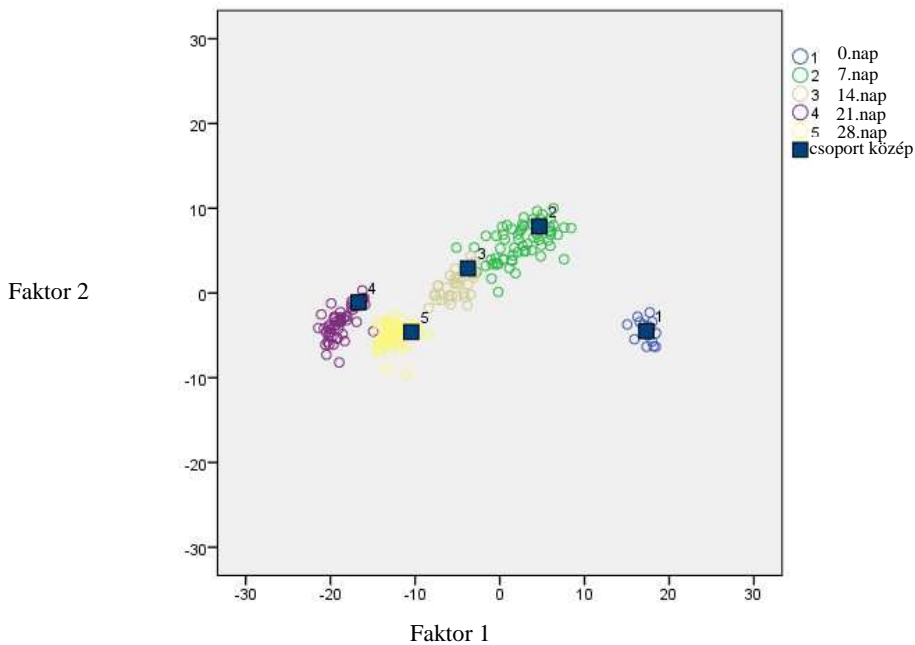
A statisztikai értékelés során elsőként alkalmazott kiegészítések (szója- és napraforgó lecitin) hatását teszteltem és eredményképpen elmondható, hogy a diszkriminancia elemzés osztályozó értéke 87,2 % lett, a kereszt-validációs értéke (KV) pedig 84,2 %. Ez alapján megállapítható, hogy az aromabeli különbségeket a két eltérő típusú lecitin között az elektornikus orr érzékelt és a felállított osztályozó függvény kellő hatékonyságú a kiegészítési típusok megkülönböztetésére. Amikor külön teszteltem a kiegészítéseket és az azon belül alkalmazott eltérő lecitin koncentrációkat (1,5 %, 3 % és 6 %), akkor kimutatható volt, hogy a magasabb lecitin-koncentráció nagyobb diszkriminációs erővel rendelkezett (1,5 % kiegészítés esetében 87,2 %, még 6 % kiegészítés esetében már 98 % a diszkrimináció erőssége). Másrészt a modell osztályozó képessége a kiegészítéseket tekintve magasabb a

napraforgó lecitin esetében, mint a szójalecitinnél. A 6 %-os kiegészítést elemezve a napraforgó lecitin esetében a diszkrimináció eredménye 100 % lett (84,6 %-os kereszt-validációs érték), ez az érték a szójalecitinnél „csak” 96 % volt (76 %-os kereszt-validációs érték). A lecitinből származó illó komponensek emelkedő koncentrációja a headspaceben nagyobb szenzor-jelét indukált, kifejezetten a napraforgó lecitin esetében.



31. ábra: Szójalecitin kiegészítésével készült minták tárolási vizsgálata elektronikus orral

További vizsgálatom tárgyát képezte a tárolás és a kiegészítés együttes hatásának elemzése az aromaprofilra. A tárolási napokra felállított osztályozó függvény 100 %-ban helyes volt mind a szójalecitin (KV: 98,8 %) (31. ábra), mind a napraforgó lecitin (KV: 91,5 %) esetében (32. ábra). Így megállapítható, hogy a tárolás során az aromaprofilban bekövetkező változások az elektronikus orral detektálhatóak.



32. ábra: Napraforgó lecitin kiegészítéssel készült minták tárolási vizsgálata elektronikus orral

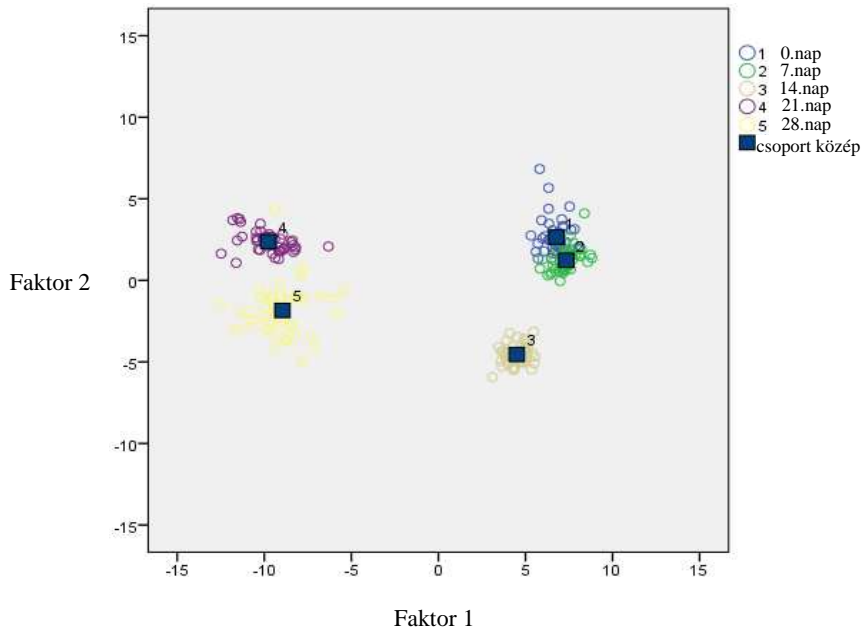
Az osztályozó függvény eredménye a szójalecitinnel készült minták esetében 94,8 % (kereszt-validáció értéke: 72,5 %) és 98 % lett a napraforgó lecitiné (KV.: 90,2 %). Mindkét ábrán tisztán elkülönülnek a tárolási napokon mért minták értékei, így megállapítható, hogy a tárolás igazolhatóan befolyásolta az aromaprofilit.

A 94,1 % diszkriminancia érték ígéretes eredmény az elektronikus orr technológiáját tekintve, persze a meghatározó érték a tévesztéseket is tartalmazó kereszt-validáció (70,6 %), amely felhívja a figyelmet az elektronikus orr alkalmazására a húskészítményekkel kapcsolatos kutatások esetében.

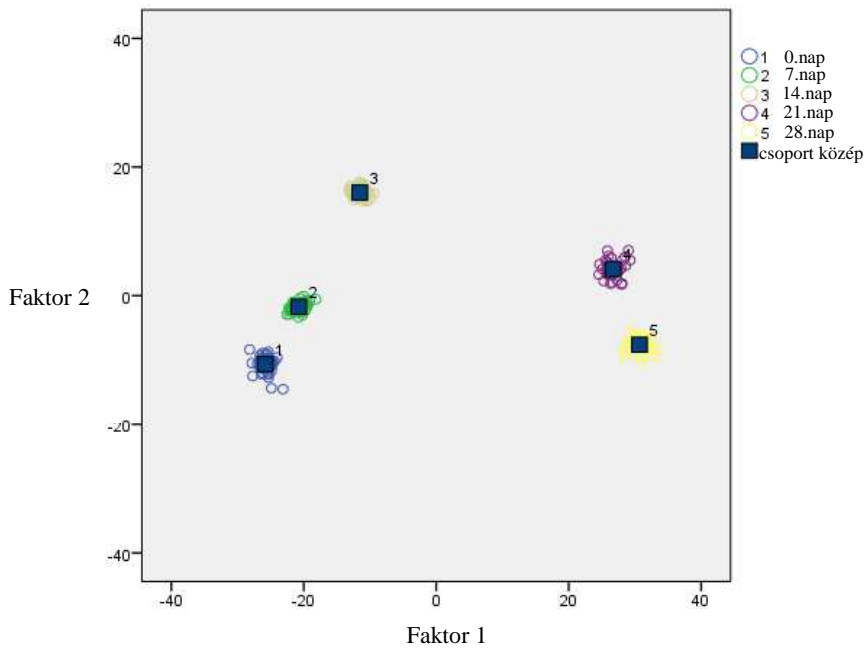


5.5.3 Szilárd szójalecitin és darált lenmag por alapú kiegészítés

A statisztikai értékelés eredményeképpen a szilárd kiegészítések (szójalecitin por és darált lenmag por) esetében az osztályozó érték 79,3 % volt, még a kereszt-validációs érték csak 29,3 %, amely rendkívül alacsony, tehát az elektronikus orral a két kiegészítési forma nehezen különíthető el teljes biztonsággal. Mikor külön-külön teszteltem a kiegészítéseket és azon belül a koncentráció hatását (1,5 %, 3 % és 6 %) vizsgáltam, eltérő eredményt tapasztaltam a folyékony lecitin-kiegészítéshez viszonyítva. Ez esetben az alacsonyabb por-koncentráció nagyobb diszkriminációs erővel rendelkezett (1,5 % kiegészítés esetében 80 %, még 6 % kiegészítés esetében már csak 66,7 % a diszkrimináció erőssége). Másrészt az osztályozó képesség a kiegészítéseket tekintve magasabb a lenmagpor esetében, mint a szójalecittinnél. A 6 %-os kiegészítést elemezve a lenmagpor esetén a diszkrimináció eredménye 100 % lett (90,0 %-os kereszt-validációs érték), ez az érték a szójalecittinnél csak 63,6 % volt (27,3 %-os kereszt-validációs érték). Nyilvánvalóan az illó komponensek emelkedő koncentrációja a headspaceben jelentősebb szenzor jelet indukált, kifejezetten mikor lenmagport alkalmaztam. Az érzékszervi bírálat során is az illatintenzitás a lenmagporral kiegészített mintákra volt jellemző.



33. ábra: Szójalecitin por kiegészítésével készült minták tárolási vizsgálata elektronikus orral



34. ábra: Lenmag por kiegészítésével készült minták tárolási vizsgálata elektronikus orral



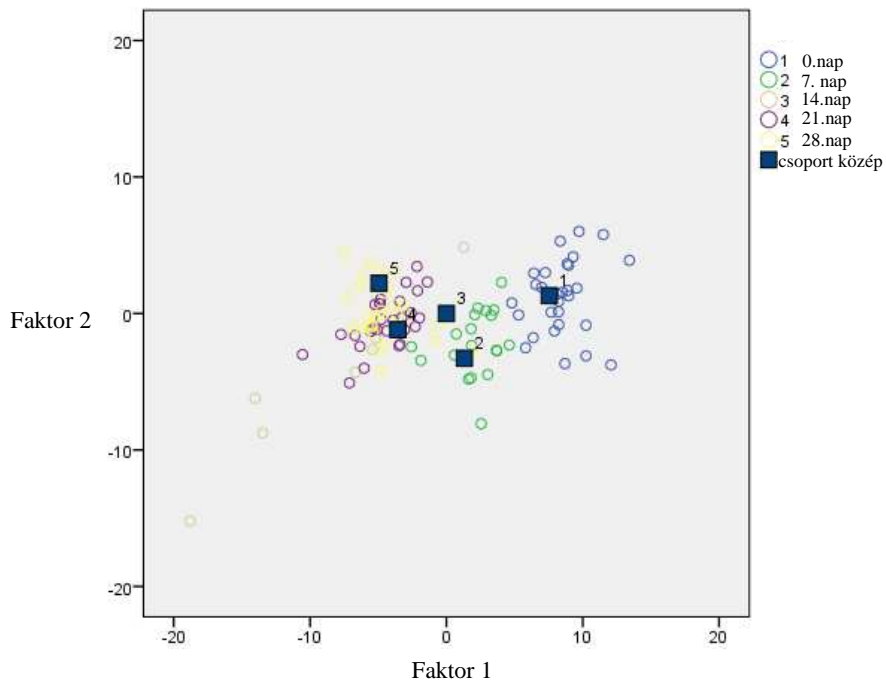
A tárolás során végzett szenzoros vizsgálatok eredményeit diszkriminancia analízissel összevetve megállapítható, hogy a lenmagporral készült minták 100 %-ban elkülöníthetők elektronikus orral (KV: 100 %) (32. ábra), míg a szójalecitin por „csak” 97 %-os (KV: 89 %) biztonsággal (33. ábra). Elmondható, hogy a tárolás során bekövetkező aromabeli változásokat az elektronikus orr kellő biztonsággal képes kimutatni, ezzel szemben az egyes tárolási időpontokon belüli eltérő koncentráció szinteket már jóval nehezebben különíti el. Ebben az esetben is igazolható volt, hogy az elektronikus orr, mint aromabeli különbségeket mérő eszköz alkalmas a húsipari alkalmazásra.

5.5.4 Szója- és lenolaj alapú kiegészítés

A végzett diszkriminancia analízissel a szója- és lenmagolaj kiegészítések hatását teszteltem. Az osztályozó érték 90 % lett, a kereszt-validációs érték pedig 39,1 %. Az aromabeli különbségeket a két eltérő típusú olaj és a kontroll között az elektornikus orr nem volt képes stabilan elkülöníteni. Amikor külön teszteltem a kiegészítéseket és azon belül is a koncentrációkat, a szójaolaj esetében 64,9 % (KV: 19 %) értem el még a lenolaj esetében pedig 69,0 % lett az osztályozó érték (KV: 28,6 %). Az olaj-koncentráció szintjét nem képes az elektronikus orr kellő biztonsággal detektálni.

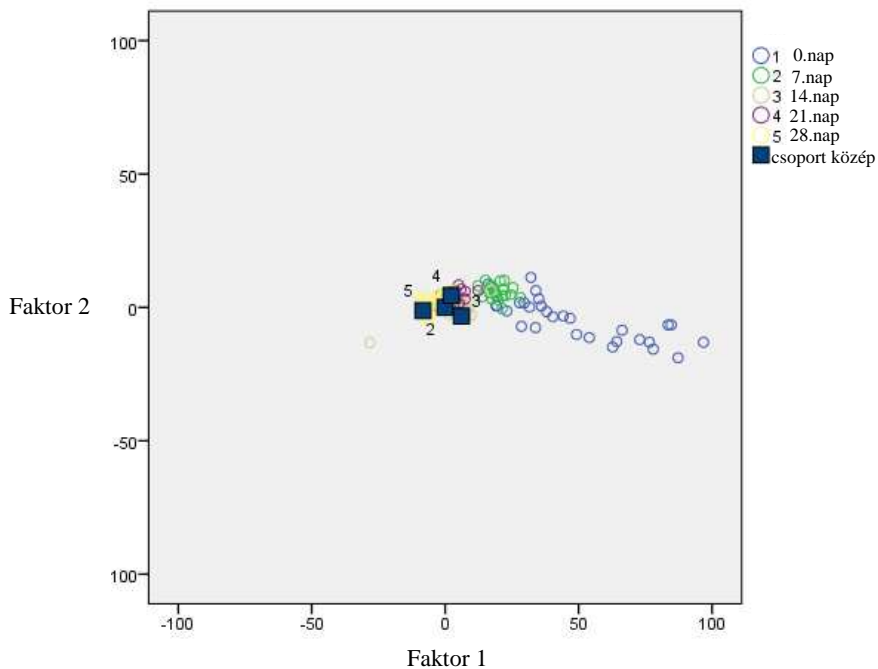
További vizsgálatom tárgyát képezte a tárolás hatásának vizsgálata elektronikus orral az egyes kiegészítési típusok esetében. Az öt tárolási napot vetettem össze. Az alkalmazott diszkriminancia analízis eredménye a 35. és 36. ábrákon látható az első és második diszkriminancia faktoral jellemezve. A szójaolaj kiegészítés esetében a tárolási napokon végzett elektronikus szenzoros vizsgálatok eredményei jól elkülönültek egymástól. A lenolaj esetében ez nem mondható el. Azaz a tárolás során bekövetkező aromaprofil

változások a lenolaj esetében kevésbé jól érzékelhetőek az elektronikus orral, vagy kisebb mértékűek voltak a szójaolajhoz képest.



35. ábra: Szójaolaj kiegészítésével készült minták tárolási vizsgálata elektronikus orral

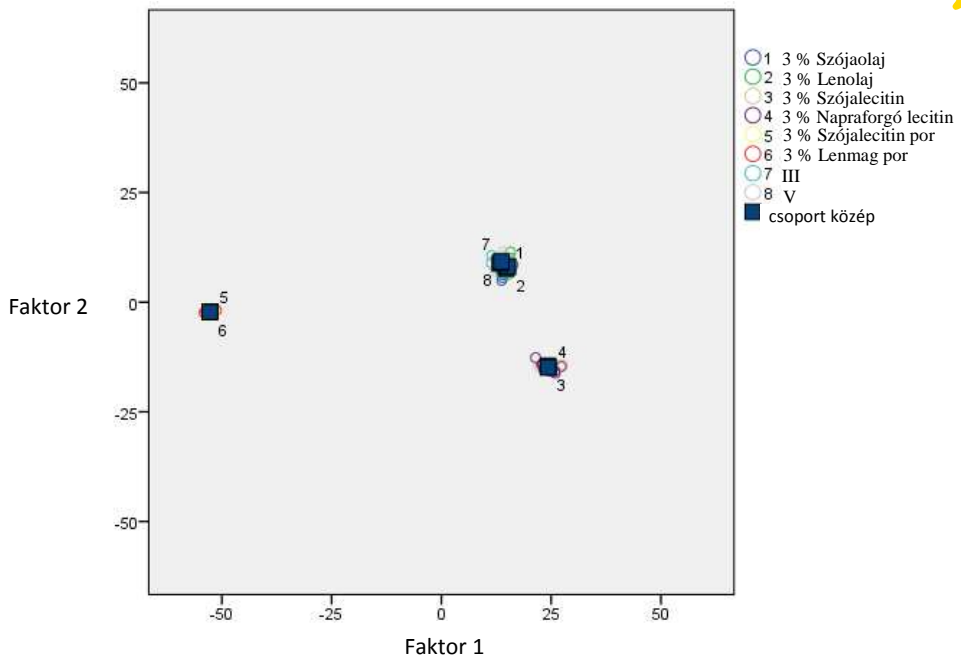
Összességében a tárolás okozta különbségeket sikeresen elkülönítette a rendszer, ezzel szemben a kiegészítés típusát és koncentrációját nem képes kellő biztonsággal elkülöníteni az elektronikus orr az olajkiegészítésekkel készült minták esetében.



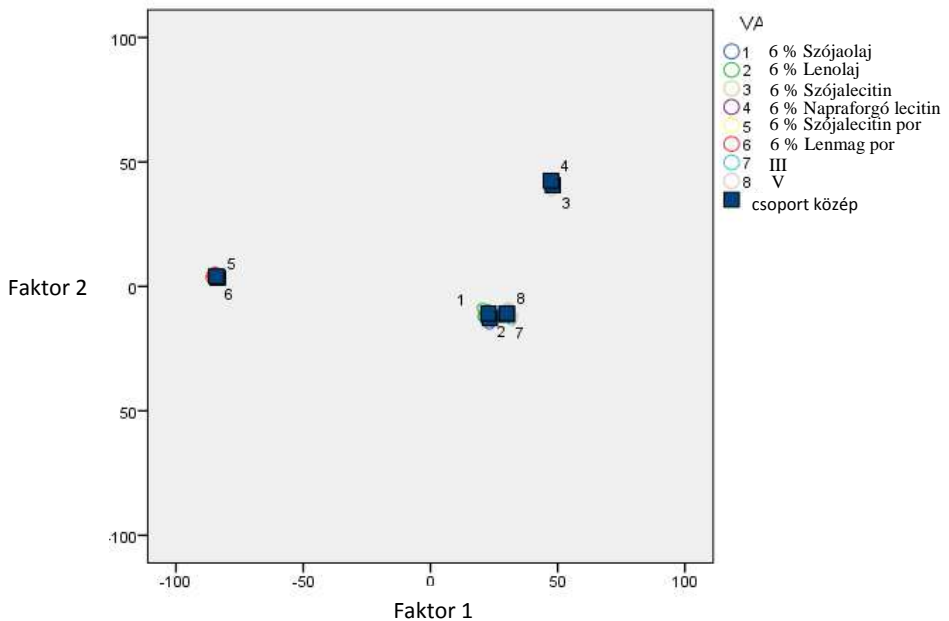
36. ábra: Lenolaj kiegészítésével készült minták tárolási vizsgálata elektronikus orral

5.5.5 A 3 %-os és 6 %-os kiegészítéssel készült minták elektronikus orral kapott eredményeinek összehasonlítása a kereskedelmi forgalomban kapható párzikkal

Az elektronikus orral történő vizsgálatok során nyert adatok statisztikai elemzésekor igazoltam, hogy az egyes kísérleti fázisok jó
 egymástól (37. és 38. ábrák), de az azokon belül alkalmazott kiegészítési típusok közel estek egymáshoz az illó komponensek által indukált szenzorjeleket összevetve. Kiemelném, hogy az olaj-kiegészítéssel készült minták a kereskedelmi forgalomban kapható párzikkhoz közel helyezkedtek el. A 3 %-os kiegészítésnél az osztályozó függvény diszkriminancia értéke 75,8 %, ehhez képest a kereszt-validációs érték 70 % volt. A tévesztések száma az olaj-kiegészítésen belül volt a legmagasabb, tehát ezt a két csoportot nehezebben tudta elkülöníteni egymástól az elektronikus orr.



37. ábra: A 3 %-os kísérleti párizsik és a kereskedelmi forgalomban kapható minták elektronikus orral kapott eredményeinek diszkriminancia analízise

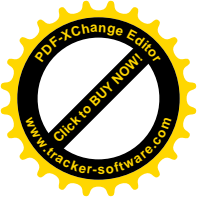


38. ábra: A 6 %-os kísérleti párizsik és a kereskedelmi forgalomban kapható minták elektronikus orral kapott eredményeinek diszkriminancia analízise



A 6 %-os kiegészítések elemzésekor készített osztályozó függvény diszkriminancia értéke 83,1 % lett, a kereszt-validációs érték pedig 76,6 %, amely az összehasonlító kísérletek közül kiemelkedik. Kisebb volt a tévesztési arány, mint a 3 %-os kiegészítés esetében, így a három kísérleti fázisban készült párzsisik biztonsággal elkülöníthetőek egymástól az elektronikus orr által generált adatok alapján. A 6 % lenmag por kiegészítést kiemelném, amely esetében 100 %-os kereszt-validációs értéket értem el, tehát az elektronikus orr kiemelten érzékeny erre a kiegészítési formára. Ennek okát abban látom, hogy a lenmagot természetes formájában használtam fel, így gazdag aroma- és illó komponens tartalmával hozzájárult a párzisi illat-karakterisztikájának kialakításához. A két olaj-kiegészítés kereszt-validációs értéke volt a leggyengébb (szójaolaj: 55 %, lenolaj: 45,5 %) a többi csoporthoz képest. Többnyire a lenolaj kiegészítést sorolta be a statisztikai program a szójaolajjal kiegészített minták közé. Tehát ezen a kiegészítési szinten sem tudta kellő biztonsággal elkülöníteni ezeket a mintákat az elektronikus orr.

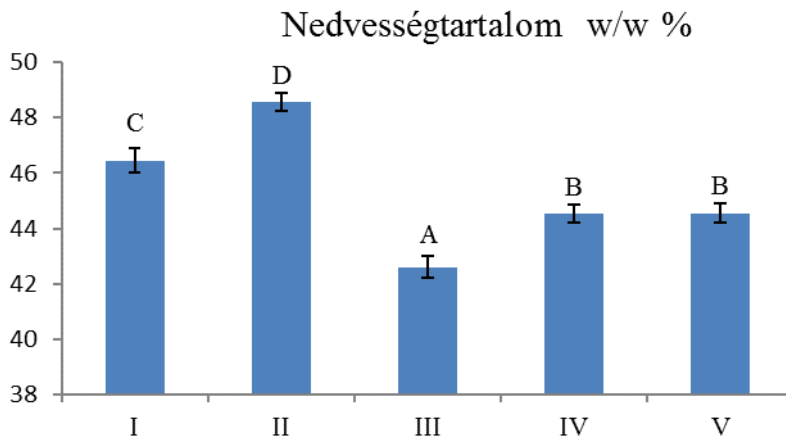
Összességében az elektornikus orral mért eredmények alapján elmondható, hogy a kiegészítés minél nagyobb mértékű, annál biztosabban különíthetőek el a minták egymástól. Mindenképpen az osztályozó függvények értékei és a kereszt-validációs értékek pozitív megerősítést adnak atekintetben, hogy az elektronikus orr megfelelő mérési módszer a minták összehasonlítására.



5.6 Nedvességtartalom meghatározása

5.6.1 A kereskedelmi forgalomból beszerzett párizsi minták összehasonlítása

A MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV (2008) szabályozza, hogy a párizsi maximálisan mennyi vizet tartalmazhat. Ez az érték nem haladhatja meg a 71 w/w %-ot. A párizsi minták nedvesség tartalma a jég formájában hozzáadott vízből származik, illetve a húsból (a húslé 75 %-ka víz). A vizsgálat során igazoltam, hogy mindegyik termék a megszabott határérték alatt helyezkedett el. A II-es minta tartalmazta a legtöbb nedvességet, míg a III-as sertés-párizsi a legkevesebbet (39. ábra) ($P < 0,05$). A IV-es és az V-ös minták közel azonos értékeket mutattak a nedvességtartalom tekintetében. A II-es minta összetevőinek listájában (3. melléklet) látható, hogy a gyártó az ivóvíz-tartalmat második helyen tüntette fel, ami azt jelenti, hogy magas víztartalommal rendelkezik a termék. Ezt igazolta az általam végzett vizsgálat is. A párizsi gyártás során sokkal nagyobb vízmennyiséget képesek megkötni a termékek magasabb só koncentráció alkalmazása mellett, viszont a só mennyisége sem haladhatja meg a 2,5 w/w %-ot a termékben. (A sótartalom vizsgálata nem képezte tárgyát ezen dolgozatnak.)



39. ábra: Az öt különböző sertés-párizsi nedvességtartalma (átlag \pm SD) (A, B, C, D: $P < 0,05$)

5.6.2 Folyékony szója- és napraforgó lecitin alapú kiegészítés

A nedvességtartalom a 4 °C-os hűtve tárolás során csökkent (18 %-ot az első naptól a 28. tárolás napig). Fontos, hogy szignifikáns különbség csak a mintavételi napok között volt, nem pedig a kiegészítés gyakorolt hatását a nedvességtartalom csökkenésére. Az 5 minavételi nap három csoportba volt sorolható a következőképpen:

- I. 1.-2. mintavételi nap,
- II. 3.-4. mintavételi nap,
- III. 5. mintavételi nap.

ANDRES ÉS MTSAI. (2009) hasonló eredményről számolt be cikkében, aminek a tárgya az egészségesebb, zsírcsökkentett baromfi virsli volt.



5.6.3 Szilárd szójalecitin és darált lenmag por alapú kiegészítés

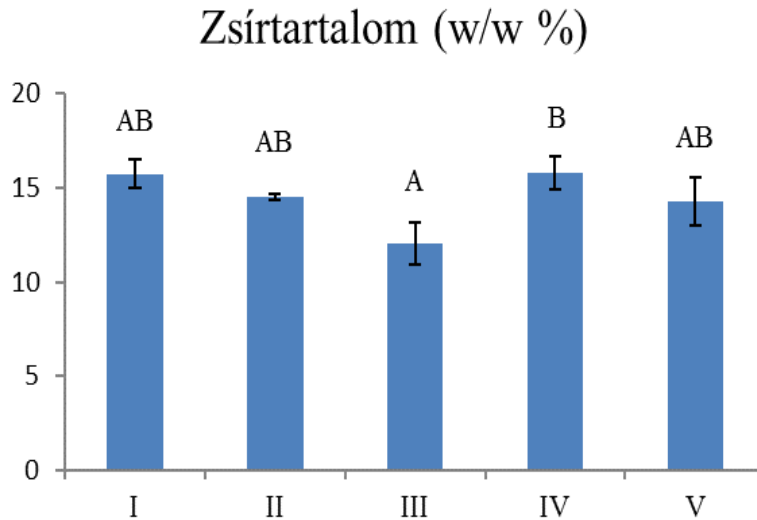
A nedvességtartalom a hűtve tárolás során csökkent (17,3 %) a tárolási kísérlet végéig. Szignifikáns különbség csak a mintavételi napok között volt, a kiegészítés nem volt hatással a nedvességtartalom vesztesésre. A tárolási napok esetében az 5. tárolási nap jól elkülönült a friss minák eredményétől.

5.6.4 Szója- és lenolaj alapú kiegészítés

Ezesetben 19 %-kal csökkent a párizsik nedvességtartalma. Az eddigiekhez képest itt volt a „legjelentősebb” a nedvességvesztés a kiegészítési típusokat figyelembe véve, de nem szignifikáns az eltérés. Statisztikailag igazolható különbség csak a mintavételi napok között volt, nem a kiegészítések között.

5.7 Zsír tartalom meghatározása

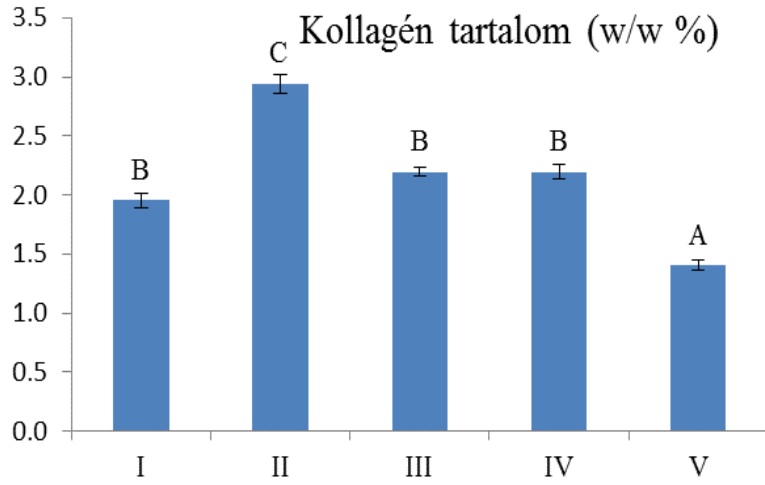
A zsírszalonna jelentős mennyiségben kerül hozzáadásra a párizsihoz a gyártás során, viszont a MAGYAR ÉLELMISZEREKÖNYV meghatározza, hogy mennyi lehet a maximális zsír tartalma a kereskedelmi forgalomba kerülő párizsinek. Egyik vásárolt minta sem haladta meg a megengedett 23 w/w %-os zsír tartalmi értéket (MAGYAR ÉLELMISZEREKÖNYV, 2008) (40. ábra). Statisztikailag igazolható különbséget találtam a III-as és a IV-es sertés-párizsi között. A III-as párizsi sertéshúson kívül baromfi húst is tartalmazott. A különbséget a baromfi húsz alacsonyabb zsír tartalma is okozhatta. A IV-es sertés-párizsi rendelkezett a legmagasabb zsír tartalommal. Az összetevőlista alapján a szalonna a 2. helyen szerepel ezen termék esetében, még a többi helyen csak a 3. helyen.



40. ábra: A kereskedelmi forgalomban vásárolt öt sertés-párizsi zsírtartalma (A, B: $P < 0,05$)

5.8 Kollagén tartalom meghatározása

A kereskedelmi forgalomban beszerezhető minták esetében tartottam fontosnak a kollagén tartalom meghatározását. A minták között igazolható különbségek mutatkoztak a kollagén-tartalomban is. A mérés alapján az V-ös párizsi tartalmazott a legkisebb mennyiségben kollagént, így feltételezhető, hogy az V-ös párizsi készítése során kisebb mennyiségben használtak fel bőrkét, illetve a nem húsból származó kollagén tartalmú összetevőt (41. ábra). A legmagasabb kollagén tartalma a II-es mintának volt. A vizsgált III-as, IV-es és I-es párizsi esetében a kollagén-tartalmat figyelembe véve közel azonos koncentrációval voltak jellemezhetőek.



41. ábra: Az öt különböző sertés-párizsi kollagén-tartalma (A, B, C:
 $P < 0,05$)



6 KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Az disszertációba foglalt kísérletsorozatban olyan kiegészítéseket is kipróbáltam, amelyeket eddigiekben ez a tudományterület nem alkalmazott még a zsírsavprofil optimális összetételének elérésére és a zsírtartalom mennyiségének csökkentésére. Célul tűztem ki, hogy a különféle zsírhelyettesítő formulák esetében meghatározzam az optimális kiegészítési arányokat, mindezt úgy, hogy a kísérleti termékkategóriára jellemző tulajdonságok a lehető legcsekélyebb mértékben változzanak, vagy egyáltalán ne módosuljanak.

A kereskedelmi forgalomból származó minták esetében a zsírsavprofil nagyon változatos volt. Ez nagymértékben függött attól, hogy az előállításhoz felhasznált alapanyagok milyen zsírsavösszetétellel rendelkeztek, illetve mennyi került felhasználásra az adott összetevőből. Az általam vizsgált paramétereket összevetve a Magyar Élelmiszerkönyv által ajánlott értékekkel, azok minden esetben megfeleltek az elvártaknak. Az ár-érték arányt figyelembe véve megállapítható, hogy a drágább termékek jobb érzékszervi tulajdonságokkal rendelkeznek, jobb a fogyasztói megítélésük a termékeknek, habár arra vonatkozó vizsgálatot nem végeztem, hogy az ár milyen mértékben befolyásolná a fogyasztót a termék megítélésében.

A mintapárizsik kiegészítésére használt lenolaj, szójaolaj, szójalecitin por, darált lenmagpor, napraforgó- és szójalecitin minden esetben fokozta a telítetlen zsírsavösszetételt, még ha nem is minden esetben javult az ω -6/ ω -3 arány olyan mértékben, hogy megközelítse az optimálisnak tartott 4-es értéket. A párizsi kiegészítésre a legalkalmasabbnak a lenmagolaj és a darált lenmag bizonyult, mivel mindkét esetben jelentős mértékben emelkedett az α -linolénsav mennyisége, illetve a 6 %-os kiegészítéssel megközelítettem az optimális ω -6/ ω -3 arányt (4). A folyékony lecitin kiegészítéssel viszont



jelentős mértékben emelhető a többszörösen telítetlen zsírsavak aránya a termék zsírtartalmában.

Az érzékszervi tulajdonságok esetében a 3 %-os lenolaj kiegészítés jobb eredményt ért el a kontroll mintához képest, amely minden tekintetben kiemelkedő eredmény. Általánosságban az egyes kiegészítési típusok (komponensek) emelkedő koncentrációjával csökkent a kedveltség, illetve az állományban, az ízérzetben és az illatban is jelentkeztek eltérések. Mivel az érzékszervi tulajdonságok a legfontosabb paraméterei az élelmiszernek, így a javasolt kiegészítési forma ebben az esetben is a lenolaj, akár 9 %-os kiegészítésben is.

A reológiai tulajdonságokat tekintve szintén az olaj kiegészítés bizonyult a legmegfelelőbbnek, azaz a kereskedelmi forgalomban megvásárolható párizsikhöz ezen minták állaga hasonlított a leginkább. A napraforgó lecitinnel készült minták esetében mértem a legalacsonyabb keménységi értékeket, míg a lenmagpor alkalmazásakor egy jóval keményebb, robosztusabb struktúra alakult ki. A többi kiegészítés a kereskedelmi forgalomban kapható termékektől csak minimálisan tértek el, tehát alkalmazhatóak reológiai szempontból a zsírhelyettesítésre.

A szín a párizsi esetében széles skálán mozgó tulajdonság. Nehéz pontosan meghatározni, hogy a fogyasztók mit várnak el tekintetben Az elkészítéskor felhasznált összetevők jelentős mértékben befolyásolják a végleges színt. A dolgozatomban leírt recept alapján készült párizsik a vásárolt mintáktól jelentős mértékben eltértek. Már a 3 %-os kiegészítések esetében jól látható eltérés jelentkezett a színinger-különbségeket tekintve, amely a folyékony lecitin és a lecitin por kiegészítésekre volt jellemző. A világossági (L) és sárgássági (b^*) érték az emelkedő kiegészítési szinttel növekedett, a vörösségi (a^*) érték pedig csökkent a kontroll mintához



képest. A sárgássági érték növekedése egyértelműen magyarázható a kiegészítésre használt összetevők sárgás árnyalatával.

Az elektronikus orr mérőműszer alkalmazhatóságát is vizsgáltam, mind a kereskedelmi forgalomban beszerezhető minták aromaprofiljának összevetésére, illetve a kiegészítési koncentrációk és típusok elkülönítésére. A legjobb eredményt a kereskedelmi forgalomból beszerezhető minták esetében értem el. Ebben az esetben olyan mértékű különbség volt mind az összetevőkben, mind a komponensek arányában, hogy az elektronikus orr már kellő biztonsággal el tudta különíteni a mintákat. Ugyanez mondható el az azonos százalékban, de eltérő módon kiegészített minták esetében is, tehát megfelelő érzékenységgel rendelkezik a berendezés, hogy elkülönítse az eltérő kiegészítési típusokat. A kísérletsorozatomban kipróbált kiegészítési típusok eltérő mértékű alkalmazásakor az elektronikus orr pontossága csökkent. További kísérletek tárgyát képezhetné a kiegészített párizsik öregedési folyamata során bekövetkező aromaprofil változásának elektronikus orr technikával történő modellezése.

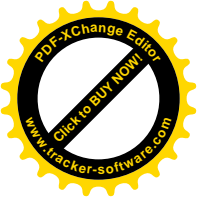
A tárolás minimális hatással volt a zsírsavösszetételre, viszont változást tapasztaltam az öregedési folyamat során a színben, az aromaprofilban és az állagban. A szín a tárolás hatására sötétebbé vált, illetve a párizsi minták keményedtek, amely egyértelműen a nedvességvesztésnek volt tulajdonítható. A 6 %-os szójalecitin és a 9 %-os lenolaj kiegészítés esetében a tárolás során bekövetkező reológiai változások kisebb mértékűek voltak, mint a többi kiegészítés esetében. A tárolás során végzett elektronikus orr mérések adatai kellő hatékonysággal voltak elkülöníthetőek statisztikai elemzéssel. Azaz az aromaprofilban detektálható eltérés következett be a tárolás hatására.

Összességében a lenmagolaj bizonyult a legmegfelelőbb kiegészítésnek a párizsi esetében is. További kísérlet tárgyát képezhetné akár a lenolaj és a lenmagpor együttes alkalmazása, amely a zsírsavarány esetében kielégítő



eredményt hozna, illetve az olaj kiegészítés hatására bekövetkező keménységcsökkenést a lenmagpor megfelelően kompenzálná. Szintén érdemes lenne vizsgálni a párizsi rosttartalmát lenmagpor alkalmazásakor, hiszen ezzel növelhető lenne a termék biológiai értéke.





7 ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Kidolgoztam egy párizsi alapreceptet, amely alkalmassá vált a sertészsír részleges kiváltására irányuló kísérleteim elvégzéséhez. Továbbá a kereskedelmi forgalomban kapható párizsik elkülönítésére sikerrel alkalmaztam az elektronikus orr mérőberendezést.
2. Elsőként alkalmaztam a folyékony lecitint sertészsír helyettesítésére párizsiban, viszont alkalmazása csak 1,5 %-os koncentrációban javasolt, mert 6 %-os koncentrációban már jelentős tulajdonságbeli (íz, illat, állomány, szín) különbséget eredményez. A zsírsavösszetételben a lecitin az ω -6 zsírsavak mennyiségét emelte leginkább.
3. Elsőként alkalmaztam a lecitinport és darált lenmagot a zsírtartalom kiegészítésére párizsi esetében, és azt tapasztaltam, hogy 6 %-os lenmag por kiegészítéssel mind az ω -3 zsírsavak mennyisége, mind az ω -6/ ω -3 arány megközelítette a dietetikai optimum értéket (~4).
4. A sertészsír 9 %-ban történő helyettesítése lenolajjal olyan mértékű csökkenést eredményez az ω -6/ ω -3 zsírsavarányt tekintve sertéspárizsiban, amely az ideális, egészségesnek tartott értéket is (~4) elérte.



8 ÖSSZEFOGLALÁS

Magyarország húsipari ágazatának egyik legnépszerűbb terméke a párizsi, amely a vásárlási és fogyasztási trendeket tekintve az első helyen áll. A párizsi egy olyan megfizethető árkategóriát képvisel, amelyet a fogyasztók elfogadhatónak tartanak. Egy új, feltörekvő termékcsoporthoz is teret hódít magának a húskészítmények piacán. Ezek a funkcionális élelmiszerek, amelyek esetében a gyártók az egyik legfontosabb összetevő, a zsírsavak optimalizálására fókuszálnak. Erre irányult a kísérletes munkám, amely öt jól elkülöníthető részre bontható, amelynek közös célja a párizsi módosíthatóságának és minőségének vizsgálata volt.

A **kereskedelmi forgalomból beszerzett párizsi minták összehasonlítása** során öt eltérő árkategóriájú és márkájú terméket vontam be a vizsgálatomba. A vizsgálat célja volt jellemezni azt, hogy az ár, illetve a minőségi paraméterek milyen módon befolyásolják a termékek mérhető tulajdonságait. Az összetétel jelentősen befolyásolta a zsírsav-összetételt és a fizikai tulajdonságokat.

A vizsgálatomban a zsírtartalom az előírásoknak megfelelő mértékben volt kimutatható úgy, mint a nedvességtartalom és kollagéntartalom is. Ártól és márkától függetlenül az általam választott minták az általam mért értékek alapján megfelelték dietetikailag az előírásoknak. Továbbá a zsírsavösszetételt tekintve egyik termék sem közelítette meg az optimális 4-es értéket. Ebből következik, hogy az általam kitűzött cél egy létező probléma megoldására irányul.

A reológiai tulajdonságokban minimális eltérést tapasztaltam a kereskedelemről származó minták esetében, ezzel szemben színben szignifikáns eltérést tapasztaltam mind a három színkoordináta (L^* , a^* , b^*) esetében. Az eltérést a színíngert-különbség kiszámítása is megerősítette.



Az érzékszervi bírálathoz igazolást nyert, hogy a magasabb árkategóriájú és egyben jobb minőségű párizsik kedveltebbek a fogyasztók körében, nem csak az összbenyomást tekintve, de az íz, az illat és az állomány vonatkozásában is. Az érzékszervi bírálathoz köthetően végzett elektronikus orr vizsgálat által adott eredmények a diszkriminancia analízis elvégzése után biztatóak az elektronikus orr alkalmazási területeit tekintve.

A vásárolt minták kollagén, a zsír- és a nedvességtartalma megfelelt az előírásnak, viszont a minták között szignifikáns eltérés volt tapasztalható. Szabályos tendencia nem volt megfigyelhető az ár-minőség és mért értékek tekintetében.

Az **alprecept kidolgozása** című kísérleti részben csak az érzékszervi tulajdonságokra helyeztem a hangsúlyt, illetve műszeres méréssel a színt vizsgáltam. Az érzékszervi tulajdonságokat tekintve leginkább a színben, illetve a sós ízben volt eltérés. Az optimális receptet a bírálók által adott értékelések alapján választottam ki.

A **folyékony szója- és napraforgó lecitinnel történő kiegészítés** hatását vizsgáltam legelőször. A kísérlet során elemeztem, hogy a folyékony lecitin milyen hatást gyakorol a hagyományos párizsi tulajdonságaira (szín, állomány, illat, íz, zsírsavösszetétel).

A zsírsavanalízis eredménye alátámasztja az irodalmi adatokat, miszerint a lecitin nagyon jó telítetlen zsírsavforrás, kifejezetten ω -6 zsírsavakban gazdag. A 6 %-os napraforgó lecitinnel kiegészített párizsiból 100 g elfogyasztásával fedezhető a linolsav (C18:2 ω -6) napi ajánlott mennyiségének a 28 %-a.

A reológiai tulajdonságokban statisztikailag igazolható eltérést tapasztaltam a folyékony lecitinek alkalmazásakor. A keménység csökkent az emelkedő lecitin-koncentrációval. A metszészlap színét befolyásolta a



lecitinkiegészítés. A világossági és sárgássági érték szignifikánsan növekedett, a vörösségi érték pedig csökkent.

Az érzékszervi bírálat eredménye alátámasztotta a műszeres reológiai vizsgálat eredményét. A kontroll minta volt a legkedveltebb, illetve az emelkedő lecitin koncentrációval csökkent a kedveltség. Érdekes, hogy az emelkedő lecitin-koncentráció a zsírosság érzetét csökkentette.

Az elektronikus orr analízis a két lecitin típust képes volt elkülöníteni egymástól, azon belül viszont a lecitin-koncentráció szinteket nem tudta biztonsággal megkülönböztetni, diszkriminancia analízisre alapozva. Megállapítható, hogy a magasabb lecitinkoncentráció „nagyobb diszkriminációs hatékonyságot” eredményez.

A szójalecitin por és darált lenmaggal történő kiegészítés hatásának vizsgálata elsősorban az optimális zsírsavösszetétel elérésére irányult. A szilárd kiegészítés alkalmazásával a reológiai tulajdonságok minimális változása volt elvárt.

A zsírsavanalízis eredménye megerősítette, hogy nemcsak a lenmagolaj, de a lenmag is kifejezetten jó hatással van a termék zsírsavösszetételére, nem csak a linolénsav mennyiségét emelte meg, de az ω -6/ ω -3 arányt is kedvező mértékben csökkentette. A lecitinporral készült mintákban csak az ω -6 mennyisége emelkedett szignifikánsan, viszont az ω -6/ ω -3 arányt nem befolyásolta jelentősen a kontroll mintához képest.

A reológiai tulajdonságokat tekintve a por-kiegészítéssel készült minták esetében kisebb mértékű volt a keménységi értéknek a csökkenése, mint a folyékony lecitin kiegészítés alkalmazásakor. A lenmag porral történő kiegészítés a kontroll mintához képest minimális keményedést mutatott, viszont a lenmagpor koncentrációjának emelkedésével csökkent a keménység.

A színmérés eredményeit tekintve a szójalecitin por a világossági



értékben csökkenést eredményezett, míg a lenmag por növekedést. A vörösségi érték a kiegészítéssel egyidejűleg csökkent, a sárgássági érték pedig növekedett.

Az érzékszervi bírálat is igazolta a szín- és textúrabeli eltéréseket a szójalecitin- és lenmagporral kiegészített minták között. A kedveltség ebben az esetben is csökkent a szójalecitin- és darált lenmag por emelkedő koncentrációjával. További különbségeket véltek felfedezni a zsírosság érzetében, illetve az ízt és illatot is befolyásolta a kiegészítés típusa és mértéke is.

A szója- és lenolaj kiegészítéssel készült mintákkal végzett kísérletek során kaptam a legkiemelkedőbb eredményeket több szempontból is, amely megerősíti az irodalmi adatok által igazolt tényeket is, miszerint az olajkiegészítés az egyik leghatékonyabb módszer az egészségesnek tartott telítetlen zsírsavak mennyiségének emelésére a húskészítményekben.

A zsírsavprofil tekintve a lenolaj kiegészítéssel sikerült elérnem az optimális 4 körüli értéket az $\omega-6/\omega-3$ arány esetében, amely az előző vizsgálati szakaszokban nem teljesült maradéktalanul. A szójaolaj kiegészítés nem volt ennyire sikeres, viszont mindkét esetben növekedett a telítetlen zsírsavtartalom, összevetve azt a kontroll mintával.

A szerkezetvizsgálat során szignifikáns eltérést tapasztaltam mindkét esetben (szója- és lenolaj) a kontroll mintához képest. A színmérés eredményeit tekintve a szójaolaj módosította az L^* , a^* , b^* értékeket. A 3 %-os lenolaj kiegészítés hasonlított a leginkább a kontroll mintához a színparaméterek alapján.

Az érzékszervi bírálat során szintén statisztikailag igazolható eltérést találtam a két kiegészítési típus és a kontroll minta között. Itt is igazolásra került, hogy az emelkedő olaj-koncentráció a kedveltséget csökkentette. Eltérés jelentkezett az ízben és az illatban, viszont a 3 %-os lenolaj-



kiegészítéssel a kontroll mintához nagyon hasonló mintát sikerült előállítani.

Az elektronikus orral végzett mérések alapján a diszkriminancia elemzés által adott osztályozó függvény értéke 90 % lett, míg a kereszt-validációs érték nem támasztotta alá a megbízhatóságot. A vásárolt minták által adott kiemelkedő eredményt ebben az esetben sem sikerült elérni.

Az **elkészített párizsiminták és a kereskedelemből vásárolt minták összehasonlítása** során az egyes kiegészítések és a kereskedelmi forgalomban kapható párizsik esetében elvégzett négy objektív mérésből (zsírsav, szín, reológia és az elektronikus orr) származó eredményeket hasonlítottam össze.

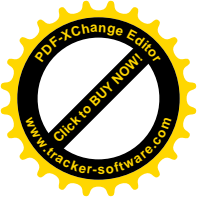
A zsírsav eredményeket összevetve megállapítható, hogy a telítetlen zsírsavak mennyisége mindegyik kiegészítés esetében magasabb volt a kereskedelmi forgalomban kapható mintákhoz képest, viszont nem volt jelentős hatással az ω -6/ ω -3 arányra. Ez alól kivétel a lenmagpor és a lenolaj, amelyek a legkedvezőbb kiegészítési formájai a telítetlen zsírsavaknak.

A reológiai vizsgálatok alapján az egyes kiegészítési típusok elkülöníthetőek egymástól, illetve az általam készített minták távol esnek a kereskedelmi forgalomban kapható mintáktól. Ez alapján nem egyértelműsíthető, hogy azok rosszabbak vagy jobbak. A lenolaj kiegészítés hasonlított a leginkább a magasabb ár-kategóriájú kereskedelemben kapható párizsihoz, illetve a lecitin kiegészítés pedig az alacsonyabb árú kereskedelmi mintához.

A színmérés is igazolta a szignifikáns eltérést a minták között. Az olaj kiegészítés módosította a világossági, sárgássági és vörösségi értékeket is. A kereskedelmi forgalomban kapható párizsik L*, a*, b* értékeinek 3D koordináta rendszerben ábrázolt pontjai alapján jelentősen elkülönülnek az általam készített párizsiktól.



Az elektronikus orral kapott eredmények alapján az olaj kiegészítés közelítette meg a kereskedelmi forgalomban kapható párizsik aromaprofilját, amely szintén azt igazolja, hogy ezen kiegészítés a legmegfelelőbb.



9 SUMMARY

One of the most popular product of the Hungarian meat industry is the cold cut called “Párizsi”, which is in the first place considering the consumption and shopping trends. The hungarian cold cut (Párizsi) represent an affordable price category which is acceptable by the consumers. In the field of meat products, a new emerging product group also gains ground for itself, these are the functional foods, in case of which the manufacturers focus on optimizing one of the most important component, the fatty acids. I focused on these in my experimental work which can be divided into five clearly distinguishable parts. The common aim of these is to examine the modifiability and the quality of the Hungarian cold cut called “Párizsi”.

During the **comparison of cold cut (Párizsi) samples purchased from the market**, five products of different price categories and brands were chosen as the subject of my experiment. The aim of the experiment was to characterize how the price and quality parameters influence the measurable properties of the products. The composition influenced significantly the fatty acid coposition and the physical properties.

In my experiment, the fat content could be shown in the extent corresponding to the norms as well as the moisture content and the collagen content. Independently from the price and the brand, on the basis of the measured values, the chosen samples corresponded to the norms in the dietetic aspect. Furthermore, regarding the fatty acid content, none of the products approached the optimal value of 4. Consequently, the objective I have pursued tends towards the solution of an existing problem.

Concerning the rheological characteristics, minimal difference was experienced in case of the samples originating from the market, while significant difference was experienced in case of all three chromaticity



coordinates (L^* , a^* , b^*). The difference was confirmed also by the calculation of the color stimulus difference.

Based on the sensory test, it was proven that the Párizsi sort of higher price category and at the same time of better quality are more popular among the consumers, not only regarding the overall impression but also in respect of the taste, odour and texture. After executing the discriminant analysis, the results obtained by the electronic nose test performed in connection with the sensory assessment, are promising regarding the areas of application of the electronic nose.

The collagen, fat and moisture content of the purchased samples corresponded to the norms but there was significant difference between the samples. Concerning the price-quality and the measured value, a regular tendency could not be observed.

In the part of the experiment entitled as **the development of the basic recipe**, only the sensory properties were highlighted and the color was examined by instrumental measurement. Concerning the sensory properties, there was difference mostly in the color and in salty taste. The optimal recipe was chosen on the basis of the assessments given by the evaluators.

In the first round, the effect of **supplementation with liquid soybean and sunflower lecithin** was examined. During the experiment, I examined how liquid lecithin influenced the characteristics of traditional Párizsi (color, texture, odour, taste, fatty acid content).

The result of the fatty acid analysis reinforces the literature data, according to which lecithin is a very good unsaturated fatty acid resource, it is especially rich in ω -6 fatty acids. By consuming 100 g of the Párizsi supplemented by sunflower lecithin of 6%, 28% of the recommended daily



intake of linoleic acid (C18:2 ω -6) can be covered.

Statistically verifiable difference was experienced in the rheological properties when applying liquid lecithin. The firmness was reduced by the increase of the lecithin concentration. The color of slice was influenced by the lecithin supplementation. The lightness and yellowness values increased significantly, while the redness value decreased.

The result of sensory assessment justified the result of the instrumental rheological test. The control sample was the most popular, and as the lecithin concentration was increased, the popularity decreased. It is interesting that the increasing lecithin concentration reduced the sensation of fattiness.

The electronic nose analysis was able to separate the two lecithin types but within these it could not confidently distinguish the levels of lecithin concentration based on the discriminant analysis. It can be stated that the higher lecithin concentration “results in greater discrimination power”.

The examination of the effect of **supplementation by soybean lecithin powder and ground flaxseed** was directed primarily on the optimal fatty acid content. By applying solid supplementation, a minimal change of the rheological properties was expected.

The result of fatty acid analysis confirmed that not only the flaxseed oil but the flaxseed has also a good effect on the product’s fatty acid profile. It increased not only the α -linolenic acid quantity but it decreased ω -6/ ω -3 ratio to a favourable extent. The samples made with lecithin powder increased significantly only the quantity of ω -6, but it did not influence considerably the ω -6/ ω -3 ratio, compared to the control sample.

Regarding the rheological properties, in case of the samples made with solid powder supplementation, the decrease of the firmness value was of



lower extent than in case of applying liquid lecithin. The supplementation with flaxseed powder showed minimal firming compared to the control sample but by increasing the flaxseed powder concentration, the firmness decreased.

Concerning the results of colorimetry, the soybean lecithin powder generated some decrease in the lightness value, while the flaxseed powder caused an increase. The redness value decreased simultaneously with the supplementation, and the yellowness value increased.

The sensory assessment also proved the color and texture differences between the samples supplemented with soybean lecithin and flaxseed powder. Popularity decreased also in this case as the concentration of soybean lecithin and ground flaxseed was increased. Further differences were found in the sensation of fattiness, and also the taste and the odour were influenced by the type and the extent of the supplementation.

In several aspects, the most outstanding results were obtained during the experiments performed with **the samples made with soybean and linseed oil supplementation**. This confirms also the facts proven by literature data according to which in meat products, oil supplementation is the most effective method to increase the quantity of unsaturated fatty acids, considered to be healthy.

Regarding the fatty acid profile, with the linseed oil supplementation, in case of ω -6/ ω -3 ratio, the value of about 4 was reached, which was not accomplished completely in the previous test phases. The soybean oil supplementation was not so successful but in both cases, the unsaturated fatty acid content increased, compared to the control sample.

During the structural analysis, significant difference was experienced in both cases (soybean and linseed oil) compared to the control sample. Regarding the results of colorimetry, soybean oil modified the L*, a*, b*



values. The linseed oil supplement of 3% was the most similar to the control sample based on the color parameters.

Based on the sensory assessment, a statistically verifiable difference was also found between the two types of supplementation and the control sample. In this case it was also proven that the increase in the oil concentration reduced popularity. Difference was found in the taste and the odour, but with the linseed oil supplement of 3% I managed to produce a sample that is very similar to the control sample.

Based on the measurements performed with the electronic nose, the value of the classification function, given by the discriminant analysis, was 90%, while the cross-validation value did not reinforce the reliability. In this case, I was not managed to achieve the outstanding result given by the purchased samples.

During **the comparison of the prepared Párizsi samples and the samples purchased on the market**, the results of four objective measurements (fatty acid, color, rheology and with electronic nose) were compared in case of the supplementations and the Párizsi available on the market.

By comparing the fatty acid results, it can be stated that the quantity of unsaturated fatty acids was higher in case of each supplementation compared to the samples/products available on the market, but it did not have an important effect on the ω -6/ ω -3 ratio. The exceptions are flaxseed powder and linseed oil which are the most favourable forms of supplementation of unsaturated fatty acids.

Based on the rheological tests, the different types of supplementation can be distinguished, and the samples made by me were far from the samples available on the market but based on this, it cannot be clearly stated that those are worse or better. Linseed oil supplementation was the most similar to the



Párizsi sample of higher price category available on the market, and the lecithin supplementation was the most similar to the lower price commercial sample.

The calorimetry also proved the significant difference between the samples. The oil supplementation modified the lightness, yellowness and redness values, too. Based on the points of L^* , a^* , b^* values represented in 3D coordinate system, the Párizsi available on the market are separated significantly from those made by me.

Based on the results obtained by the electronic nose, the oil supplementation approached the aromatic profile of the Párizsi available on the market which also proves that this supplementation is the most suitable.



10 KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

A kísérletekhez és a disszertáció megírásához nyújtott támogatásért, illetve a közös munkákért témavezetőimnek, **Dr. Bánáti Diánának**, és **Dr. Szabó Andrásnak** tartozom hálával és köszönettel.

Köszönettel tartozom **Dr. Horn Péternek** és **Dr. Kovács Melindának**, az Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola volt és jelenlegi vezetőjének a kísérleti feltételek biztosításáért.

Szintén köszönöm **Dr. Romvári Róbertnek**, hogy az általa vezetett Mezőgazdasági Termékfeldolgozás és Minősítés Tanszéken zavartalanul dolgozhattam és kísérleteim jelentős részét elvégezhettem.

A vizsgálatok során fontos segítséget nyújtott még:

Dr. Fébel Hedvig (Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet, Herceghalom) és **Lóki Katalin** a zsírsav minták gázkromatográfiás elemzésének elvégzésével;

Dr. Locsmáncsi László, **Kirsching Ágnes**, **Vipler Tiborné** és **Somogyi Tamás** a párizsi minták elkészítésében;

Dr. Mézes Miklós (Szent István Egyetem, Gödöllő) a párizsi minták malondialdehid koncentrációjának mérésével;

És legvégül, de nem utolsó sorban családomnak és barátaimnak, hogy támogattak ezen dolgozat megírásában. Mindannyiuknak köszönettel tartozom.



11 IRODALOMJEGYZÉK

ABRIL, M., CAMPO, M.M., ONENC, A., SANUDO, C., ALBERTI, P., NEGUERUELA, A.L. (2001): Beef color evolution as a function of ultimate pH. *Meat Science*, 58:69-78.

ALBERT, C.M., OH, K., WHANG, W., MANSON, J.E., CHAE, C.U., STAMPFER, M.J., WILLETT, W.C., HU, F.B. (2005): Dietary alpha-linolenic acid intake and risk of sudden cardiac death and coronary heart disease. *Circulation*, 112:3232-8.

ALPERS, L., SAWYER-MORSE, M.K. (1996): Eating quality of banana nut muffins and oatmeal cookies made with ground flaxseed. *Journal of The American Dietetic Association*, 96:794-796.

ALZAMORA, S.M., SALVATORI, D., TAPIA, S., LÓPEZ-MALO, M.A., WELTI, J., FITO, P. (2005): Novel functional foods from vegetable matrices impregnated with biologically active compounds. *Journal of Food Engineering*, 67:205-214.

AMBROSIADIS, J., SOULATOS, N., ABRAHIM, A., BLOUKAS, J.G. (2003): Physicochemical, microbiological and sensory attributes for the characterization of Greek traditional sausages. *Meat Science*, 66:279-287.

ANDERSON, R.E., BENOLKEN, R.M., DUDLEY, P.A., LANDIS, D.J., WHEELER, T.G. (1974): Proceedings: polyunsaturated fatty acids of photoreceptor membranes. *Experimental Eye Research*, 18:205-13.

ANDRES, S., GARCIA, M., ZARITZKY, N., CALIFANO, A. (2006): Storage stability of low-fat chicken sausages. *Journal of Food Engineering*, 72:311-319.

ANDRES, S., GARCIA, M., ZARITZKY, N., CALIFANO, A. (2009): Innovations in the development of healthier chicken sausages formulated with different lipid sources. *Poultry Science*, 88:1755-1764.

ANSORENA, D., ASTIASARÁN, I. (2004). The use of linseed oil improves nutritional quality of the lipid fraction of dry-fermented sausages. *Food Chemistry*, 87:69-74.

ANTAL, M., GAÁL, Ö. (1998): Többszörösen telítetlen zsírsavak jelentősége a táplálkozásban. *Orvosi Hetilap*, 139.19:1153-1158.

ASTRUP, A., DYERBERG, J., ELWOOD, P., HERMANSSEN, K., HU, F.B., JAKOBSEN, M.U., KOK, F.J., KRAUSS, R.M., LECERF, J.M., LEGRAND, P., PAUL NESTEL, P., RISÉBUS, U., SANDERS, T., SINCLAIR, A., STENDER, S., THOLSTRUP, T., WILLETT, W.C. (2011): The role of reducing intakes of saturated fat in the prevention of cardiovascular disease: Where does the evidence stand in 2010?. *American Journal of Clinical Nutrition*, 93:684-688.

BABINSZKY, L., HALAS, V., (2000): A takarmányozás, a húsminőség és a humán táplálkozás közötti néhány fontosabb összefüggés. *Takarmányozás*, 4:4-6.



BALK, E.M., LICHTENSTEIN, A.H., CHUNG, M., KUPELNICK, B., CHEW, P., LAU, J. (2006) Effects of omega₃ fatty acids on serum markers of cardiovascular disease risk: a systematic review. *Atherosclerosis*, 189:19–30.

BARCELO-COBLIJN, G., COLLISON, L.W., JOLLY, C.A., MURPHY, E.J. (2005): Dietary alpha-linolenic acid increases brain but not heart and liver docosahexaenoic acid levels. *Lipids*, 40:787–98.

BARCELO-COBLIJN, G., KITAJKA, K., PUSKAS, L.G., HOGYES, E., ZVARA, A., HACKLER, JR. L., FARKAS, T. (2003): Gene expression and molecular composition of phospholipids in rat brain in relation to dietary n₆ton₃ fatty acid ratio. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular and Cell Biology of Lipids*, 1632:72–9.

BARCELÓ-COBLIJN, G., MURPHY, E.J. (2009): Alpha-linolenic acid and its conversion to longer chain n₃ fatty acids: Benefits for human health and a role in maintaining tissue n₃ fatty acid levels. *Progress in Lipid Research*, 48:355–374.

BARNA, M. (2006): A zsírsavak szerepe a táplálkozásfüggő megbetegedések megelőzésében, különös tekintettel az elégtelen ω-3 zsírsav-ellátottságra. *Metabolizmus*, 4.4:267-272.

BASS, J. J., BUTLER-HOGG, B. W., KIRTON, A. H. (1990): Practical methods of controlling fatness in farm animals. *Reducing fat in meat animals*, 145-200.

BEAULIEU, A.D., DRACKLEY, J.K., MERCHEN, N.R. (2002): Concentrations of conjugated linoleic acid (cis-9, trans11-octadecadienoic acid) are not increased in tissue lipids of cattle fed a high-concentrate diet supplemented with soybean oil. *Journal of Animal Science*, 80:847–861.

BECKER, C.C., KYLE, D.J. (1998): Developing functional foods containing Algal Docosahexaenoic acid. *Food Technology*, 52:68-71.

BEILOUNE, F., BOLUMAR, T., TOEPFL, S., HEINZ, V. (2014): Fat Reduction and Replacement by Olive Oilin Bologna Type Cooked Sausage. *Quality and Nutritional Aspects. Food and Nutrition Sciences*, 5:645-657.

BENDER, A. (1992): Meat and meat products in human nutrition in developing countries. *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Food and Nutrition Paper* 53.

BERASATEGI, I., LEGARRA, S., DE CIRIANO, M.G., REHECHO, S., CALVO, M.I., CAVERO, R.Y., NAVARRO-BLASCO, I., ANSORENA, D., ASTIASARÁN, I. (2011): High in omega-3 fatty acids" bologna-type sausages stabilized with an aqueous-ethanol extract of *Melissa officinalis*. *Meat Science*, 88.4:705-11.

BHAT, Z.F., BHAT, H. (2011): Animal-free meat biofabrication. *American Journal of Food Technology*, 6.6:441–459.

BILSBOROUGH, S., MANN, N. (2006): A Review of Issues of Dietary Protein Intake in Humans, *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 2:129-152.



BISHOP, D. J., OLSON, D. G., KNIPE, C. L. (1993): Pre-Emulsified Corn Oil, Pork Fat, or Added Moisture Affect Quality of Reduced Fat Bologna Quality. *Journal of Food Science*, 58.3:484-487.

BLOUKAS, J. G., PANERAS, E. D., FOURNITZIS, G. (1997): Effect of replacing pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages. *Meat Science* 45:133-144.

BRENNAN, J.T., SALEM JR., N., SINCLAIR, A.J., CUNNANE, S.C. (2009): α -Linolenic acid supplementation and conversion to ω -3 long-chain polyunsaturated fatty acids in humans. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 80.2-3:85-91.

BURR, G.O., BURR, M.M.(1930): On the nature and role of fatty acids essential in nutrition. *Journal of Chemical Biology*, 86:587-621.

BUSBOOM, J.R., RULE, D.C., COLIN, D., HEALD, T., MAZHAR, A. (1991): Growth, carcass characteristics, and lipid composition of adipose tissue and muscle of pigs fed canola. *Journal of Animal Science*, 69:1101-1108.

BYERS, F. M., TURNER, N. D., CROSS, H.R. (1993): Meat Products in Low-Fat Diet. In *Low-Calorie Foods Handbook* (Altschul A. M.,ed) Marcel Dekker, Inc., New York, 343-375.

CÁCERES, E., GARCIA, M. L., SELEGAS, M. D. (2005): Design of a new cooked meat sausage enriched with calcium. *Meat Science*, 73:368-377.

CÁCERES, E., GARCÍA, M.L., SELGAS, M.D. (2008): Effect of pre-emulsified fish oil – as source of PUFA $n-3$ – on microstructure and sensory properties of *mortadella*, a Spanish bologna-type sausage. *Meat Science*, 80.2:183-193.

CACHALDORA, P., GARCIA-REBOLLAR, P., ALVAREZ, C., MENDEZ, J., DE BALS, J.C. (2008): Double enrichment of chicken eggs with conjugated linoleic acid and n-3 fatty acids through dietary fat supplementation. *Animal Feed Science and Technology*, 144:315-326.

CAMERON, N.D., ENSER, M., NUTE, G.R., WHITTINGTON, F.M., PENMAN, J.C., FISKEN, A.C., PERRY, A.M., WOOD, J.D (2000): Genotype with nutrition interaction on fatty acid composition of intramuscular fat and the relationship with flavour of pig meat. *Meat Science*, 55.2:187-195.

CANDOGAN, K., KOLSARICI, N. (2003): Storage stability of low-fat beef frankfurters formulated with carrageenan or carrageenan with pectin. *Meat Science*, 64:207-214.

CARLSON, S.E., NEURINGER, M. (1999): Polyunsaturated fatty acid status and neurodevelopment: a summary and critical analysis of the literature. *Lipids*, 34:171-8.

CASSENS, R. G. (1990): Nitrite-cured meat. 18-20., 68., 154. Trumbull (USA): Food and Nutrition Press, 176.

CASTELL, A.G., FALK, L. (1980): Effects of dietary canola seed on pig performance and backfat composition. *Canadian Journal of Animal Science*, 60.3: 795-797.



CENGİZ, E., GOKOĞLU, N. (2006): Effects of fat reduction and fat replacer addition on some quality characteristics of frankfurter-type sausages. *International Journal of Food Science and Technology*, 42: 366–372.

CHANG, K. C., DA COSTA, N., BLACKLEY, R., SOUTHWOOD, O., EVANS, G., PLASTOW, G. (2003): Relationships of myosin heavy chain fibre types to meat quality traits in traditional and modern pigs. *Meat Science*, 64:93–103.

CHOI, Y.S., HYUN-WOOK KIM, H.W., HWANG, K.E., SONG, D.H., JEONG, T.J., KIM, Y.B., JEON, K.H., KIM, C.J. (2015): Effects of fat levels and rice bran fiber on the chemical, textural, and sensory properties of frankfurters. *Food Science and Biotechnology*, 24:489–495.

CHOI, Y.S., PARK, K.S., KIM, H.W., KIM, C.J. (2013): Quality characteristics of reduced-fat frankfurters with pork fat replaced by sunflower seed oils and dietary fiber extracted from makgeolli lees. *Meat Science*, 93.3:652–658.

CHOW, C.K. (2007): *Fatty acids in Foods and their health implications: 3rd edition*. CRC Press Taylor & Francis Group New York, 1-1296.

CHRISTIE, W.W. & HAN, X. (2010): *Lipid analysis – Isolation, separation, identification and lipidomic analysis*. The Oily Press Lipid Library. London, U.K. 448.

CLANDININ, M.T., CHAPPELL, J.E., LEONG, S., HEIM, T., SWYER, P.R., CHANCE, G.W. (1980a): Intrauterine fatty acid accretion rates in human brain: implications for cardiovascular disease: new recommendations from the American Heart Association. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 23:151–2

CLANDININ, M.T., CHAPPELL, J.E., LEONG, S., HEIM, T., SWYER, P.R., CHANCE, G.W. (1980b): Extrauterine fatty acid accretion in infant brain: implications for fatty acid requirements. *Early Human Development*, 4:131–8.

COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ÉCLAIRAGE (1976): *Colorimetry*. CIE, Vienna, Switzerland.

CZERNICHOV, S., THOMAS, D., BUCKERT, E. (2010): ω -6 Fatty acids and cardiovascular health: A review of the evidence for dietary intake recommendations. *British Journal of Nutrition*, 104:788–796

CSAPÓ, I. (2004): Zsírsvak az állati szövetekben. *A Hús*, 4:231–239.

CSAPÓ, J., HÚSVÉTH, F., CSAPÓNÉ-KISS, Zs., HORN, P., HÁZAS, Z., VARGÁNÉ-VISI, É., BŐCS, K. (1999): Különböző fajtájú sertések zsírjának zsírösszetétele és koleszterin tartalma. *Acta Agraria Kaposváriensis*, 3.3:1–13.

DÁNIELNÉ, R.Á. (2007): Valódi kockázat vagy rémhír? Transzzsírsvak az élelmiszerekben. *Magyar Dietetikuskok Lapja*, <http://www.ujdieta.hu/index07d0.html?content=693> [2016.01.18]



DEFILIPPIS, A.P., SPERLING, L.S. (2006): Understanding omega-3s. *American Heart Journal*, 151:564-570.

DE URQUIZA, A.M., LIU, S., SJOBERG, M., ZETTERSTROM, R.H., GRIFITHS, W., SJOVALL, J., PERLMANN, T. (2000): Docosahexaenoic acid, a ligand for the retinoid X receptor in mouse brain. *Science*, 290:2140-4.

DEMAR, JR. J.C., MA, K., CHANG, L., BELL, J.M., RAPOPORT, S.I. (2005): alpha-Linolenic acid does not contribute appreciably to docosahexaenoic acid within brain phospholipids of adult rats fed a diet enriched in docosahexaenoic acid. *Journal of Neurochemistry*, 94:1063-76.

DESMET, S., RAES, K., DEMEYER, D. (2004): Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. *Animal Research*, 53:81-98.

DORADO, M., MARTIN-GOMEZ, E.M., JIMENEZ-COLMENERO, F., MASOUD, T.A. (1999): Cholesterol and fat contents of Spanish commercial pork cuts. *Meat Science*, 51:321-323.

DROZEN, M., HARRISON, T. (1998): Structures/function claims for functional foods and nutraceuticals. *Nutraceuticals World*, 1:18-18.

EFSA PANEL ON DIETETIC PRODUCTS, NUTRITION AND ALLERGIES (2010): Scientific opinion on dietary reference values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids and cholesterol. *EFSA Journal*, 8.3:1461.

ELLIS, N.R., ISBELL, H. S. (1926): Soft pork studies. 3. The effect of food fat upon body fat, as shown by the separation of the individual fatty acids of the body fat. *Journal of Biological Chemistry*, 69:239-248.

ENSER, M., HALLETT, K., HEWITT, B., FURSAY, G.A.J, WOOD, J.D. (1996): Fatty acid content and composition of English beef, lamb, and pork at retail. *Meat Science*, 42:443-456.

ENSER, M., RICHARDSON, R.I., WOOD, J.D., GILL, B.P., SHEARD, P.R. (2000): Feeding linseed to increase the ω -3 PUFA of pork: fatty acid composition of muscle, adipose tissue, liver and sausages. *Meat science*, 55. 201-212.

ERKKILÄ, A., DE MELLO, V.D.F., RISÉRUS, U., LAAKSONEN, D.E. (2008): Dietary fatty acids and cardiovascular disease: An epidemiological approach. *Progress in Lipid Research*, 47:172-187.

FAO (2008): <http://www.fao.org/ag/agn/nutrition/docs/Fats and Fatty Acids Summary.pdf> [2015.11.06]

FEINMAN, R.D. (2010): Saturated fat and health: Recent advances in research *Lipids*, 45:891-892.

FERNANDES, G., VENKATRAMAN, J.T. (1993): Role of omega-3 fatty acids in health and disease. *Nutrition Research*, 13:19-45.



FOLCH, J.M., LEEAS, M., SLOANE-STANLEY, G.H. (1957): A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226:495-509.

FONTANILLAS, R., BARROETA, A., BAUCCELLS, M.D., CODONY, R. (1997): Effect of feeding highly cis-monounsaturated, trans, or ω -3 fats on lipid composition of muscle and adipose tissue of pigs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45:3070-3075.

FOOT, M., CRUZ, T.F., CLANDININ, M.T. (1982): Influence of dietary fat on the lipid composition of rat brain synaptosomal and microsomal membranes. *Biochemical Journal*, 208:631-40.

FRITSCH, K.L. (2008): Too much linoleic acid promotes inflammation-doesn't it? *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 79:173-175

GENÉVE, J. (1924): *Recueil des Travaux et Compte Rendu de Séances*, Cambridge, 67-69.

GILLINGHAM, L.G., HARRIS-JANZ, S., JONES, P.J.H. (2011): Dietary monounsaturated fatty acids are protective against metabolic syndrome and cardiovascular disease risk factors. *Lipids*, 46:209-228.

GONZALEZ-MARTIN, I., GONZALEZ-PEREZ, C., ALVAREZ-GARCIA, N., GONZALEZ-CABRERA, J.M.(2005): On-line determination of fatty acid composition in intramuscular fat of Iberian pork loin by NIRs with a remote reflectance fibre optic probe. *Meat Science*, 69:243-248.

GOUTEFONGEA, R., DUMONT, J.P. (1990): Development in low-fat and meat products. In: Wood, J.D., Fisher, A.V. (Eds.), *Reducing Fat in Meat Animals*. Elsevier, London, 398-436.

GOYENS, P. L.L., SPILKER, M.E, ZOCK, P.L., KATAN, M.B., RONALD P MENSINK, R.P. (2006): Conversion of α -linolenic acid in humans is influenced by the absolute amounts of α -linolenic acid and linoleic acid in the diet and not by their ratio. *American Society for Clinical Nutrition. American Journal of Clinical Nutrition*, 84.1:44-53.

GREEN, P., YAVIN, E. (1998): Mechanisms of docosahexaenoic acid accretion in the fetal brain. *Journal of Neuroscience Research*, 52:129-36.

GRIFFIN, B.A. (2008): How relevant is the ratio of dietary ω -6 to ω -3 polyunsaturated fatty acids to cardiovascular disease risk? Evidence from the OPTILIP study. *Current Opinion in Lipidology*, 19:57-62.

GUBA, F. (1988): *Orvosi Biokémia. Medicina Kiadó, Budapest*, 525.

GUIZY, M., DAVID, M., ARIAS, C., ZHANG, L., COFAN, M., RUIZ-GUTIERREZ. V., ROS, E., LILLO M.P., MARTENS, J.R. VALENZUELA C. (2008): Modulation of the atrial specific Kv1.5 channel by the n₃ polyunsaturated fatty acid, alpha-linolenic acid *Journal of Molecular and Cellular Cardiology*, 44:323-35.

GULATI, S.K., MAY, C., WYNN, P.C., SCOTT, T.W. (2002): Milk fat enriched in n-3 fatty acids. *Animal Feed Science and Technology*, 98:143-152.



HALAS, V., BABINSZKY, L. (2006): Az energiaforrás hatása a sertéstest zsíreloszlására. Agrárágazat, 7.6: 102-104.

HARDY, G. (2000): Nutraceuticals and functional foods: Introduction and meaning. Nutrition, 16:688-698.

HARGREAVES, K.M., CLANDININ, M.T. (1987): Phosphatidylethanolamine methyltransferase: evidence for influence of diet fat on selectivity of substrate for methylation in rat brain synaptic plasma membranes. Biochimica et Biophysica Acta (BBA), 918:97–105.

HARTMAN, A.D., COSTELLO, W.J., LIBAL, G.W., WAHLSTROM, R.C. (1985): Effect of sunflower seeds on performance, carcass quality, fatty acids and acceptability of pork. <https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/pdfs/60/1/JAN0600010212> [2015.11.06]

HAY, V.W., PRESTON, R.L. (1994). Nutrition and feeding management to alter carcass composition of pig and cattle. In H.D. Hafs & R.G. Zimbelman, Low-fat meat: Design strategies and human implications.13-34. London: Academic Press.

HENDERSON, L., GREGORY, J., IRVING, K., SWAN, G. (2003): The National Diet and Nutrition Survey: adults aged 19 to 64 years. Vol. 2: Energy, Protein, Carbohydrate, Fat and Alcohol Intake. The Stationery Office, London.

HEO, C., KIM, H.W., CHOI, Y.S., KIM, C.J., PAIK, H.D. (2009): Shelf-life Estimation of Frankfurter Sausage Containing Dietary Fiber from Rice Bran Using Predictive Modeling. Korean Journal of Food Science of Animal Resource,29.1:47-54.

HIBBELN, J.R., NIEMINEN, L.R.G, BLASBALG, T.L, RIGGS, J.A., LANDS, W.E.M. (2006): Healthy intakes of ω -3 and ω -6 fatty acids: Estimations considering worldwide diversity. American Journal of Clinical Nutrition, 83:1483–1493.

HILDITCH,T.P., ZAKY, Y.A.H. (1942): Biochemistry Journal, 36:815.

HOENSELAAR, R. (2012): Saturated fat and cardiovascular disease: The discrepancy between the scientific literature and dietary advice. Nutrition, 28:118–123.

HOLMAN, R.T. (1998): The slow discovery of the importance of omega 3 essential fatty acids in human health. Journal of Nutrient, 128:427–433.

HOLMAN, R.T., JOHNSON, S.B., HATCH, T.F. (1982): A case of human linolenic acid deficiency involving neurological abnormalities. American Journal of Clinical Nutrition, 35:617–23.

HOLUB, B.J. (2002): Omega-3 fatty acids in cardiovascular care. Canadian Medical Association Journal: Clinical nutrition, 4.166: 608-615.

HOWE, P.R., DOWNING, J.A., GRENYER, B.F., GRIGONIS-DEANE, E.M. BRYDEN, W.L. (2002): Tuna fishmeal as a source of DHA for ω -3 PUFA enrichment of pork, chicken, and eggs. Lipids, 37.11:1067-76.



HOZ, L., LOPEZ-BOTE, C. J., CAMBERO, M. I., D'ARRIGO, M., PIN, C., SANTOS, C., ORDONEZ, J. A. (2003): Effect of dietary linseed oil and alpha-tocopherol on pork tenderloin (Psoas major) muscle. *Meat Science*, 65.3:1039-1044.

HUANG, S.C., TSAI, Y.F, CHEN, C.M. (2011): Effects of Wheat Fiber, Oat Fiber, and Inulin on Sensory and Physico-chemical Properties of Chinese-style Sausages. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 24.6:875 – 880.

HU, F.B., MANSON, J.E., WILLETT, W.C. (2001): Types of dietary fat and risk of coronary heart disease: a critical review. *Journal of the American College of Nutrition*, 20.1:5-19.

HUGHES, E. COFRADES, S., TROY, D.J. (1997): Effects of fat level, oat fibre and carrageenan on frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat. *Meat Science* 45.3:273-81.

HUR, S. J., JIN, S. K., KIM, I. S. (2008): Effect of extra virgin olive oil substitution for fat on quality of pork patty. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 88:1231-1237.

IGARASHI, M., DEMAR, JR. J.C., MA, K., CHANG, L., BELL, J.M., RAPOPORT, S.I. (2007a): Upregulated liver conversion of alpha-linolenic acid to docosahexaenoic acid in rats on a 15 week n₃ PUFA-deficient diet. *Journal of Lipid Research*, 48:152–64.

IGARASHI, M., DEMAR, JR. J.C., MA, K., CHANG, L., BELL, J.M., RAPOPORT, S.I. (2007b): Docosahexaenoic acid synthesis from alpha-linolenic acid by rat brain is unaffected by dietary n₃ PUFA deprivation. *Journal of Lipid Research*, 48:1150–8.

IGNÁCIO, A.K.F., DE OLIVEIRA, T.L.C., SANTOS, B.A., POLLONIO, M.A.R.(2012): Sensory acceptance and fatty acid profile of bologna a sausage with addition of linseed oil and blends of herbs and spices. 16th IUFoST World Congress of Food Science and Technology XVII Latin American Seminar of Food Science and Technology – ALACC. <http://iufost.org.br/sites/iufost.org.br/files/anais/06137.pdf> [2015.11.06]

IOM Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (2002/2005). <http://www.iom.edu/Global/News%20Announcements/~media/C5CD2DD7840544979A549EC47E56A02B.ashx> [2015.11.06]

IOM(2005):<http://www.iom.edu/Global/News%20Announcements/~media/C5CD2DD7840544979A549EC47E56A02B.ashx>[2015.11.06]

JAKOBSEN, K. (1999): Dietary modifications of animal fats: status and future perspectives. *Lipids*, 101:475-483.

JIMÉNEZ COLMENERO, F. (1996). Technologies for developing low-fat meat products. *Trends in Food Science and Technology*, 7.2:41-48.

JIMÉNEZ COLMENERO, F. (2000). Relevant factors in strategies for fat reduction in meat products. *Trends in Food Science and Technology*, 11.2:56-66.



JIMÉNEZ COLMENERO, F., CARBALLO, J., COFRADES, S. (2001): Healthier meat and meat products: Their role as functional foods. *Meat Science*, 59:5-13.

KEETON, J. (1994): Low-fat meat products--technological problems with processing. *Meat Science*, 36:261-276.

KOLETZKO, B., LIEN, E., AGOSTONI, C., BÖHLES, H., CAMPOY, C., CETIN, I., DECSI, T., DUDENHAUSEN, J.W., DUPONT, C., FORSYTH, S., HOESLI, I., HOLZGREVE, W., LAPILLONNE, A., PUTET, G., SECHER, N.J., SYMONDS, M., SZAJEWSKA, H., WILLATTS, P., UAUY, R. (2008): The roles of long-chain polyunsaturated fatty acids in pregnancy, lactation and infancy: review of current knowledge and consensus recommendations. *Journal of Perinatal Medicine*, 36.1:5-14.

KOTILAINEN, L., RAJALAHTI, R., RAGASA, C., PEHU, E. (2006): Health enhancing foods: Opportunities for strengthening the sector in developing countries. *Agriculture and Rural Developments Discussion Paper 30*, World Bank, Washington, DC.

KOVÁCS, Á. (1999): Az élelmiszertudomány alapjai II. – Élelmiszerkémia. Jegyzet. POTE Egészségügyi Főiskolai Kar, Pécs

KOZÁK., J. (2001): Kenőárak zsírsavösszetételének módosítása a táplálkozási érték javítása céljából. Szegedi Tudományegyetem Szegedi Élelmiszeripari Főiskolai Kar, szakdolgozat, Szeged.

KRIS-ETHERTON, P.M. (1999): Monounsaturated fatty acids and risk of cardiovascular disease. *Circulation*, 100:1253–1258.

KRIS-ETHERTON, P.M., HARRIS, W.S., APPEL, L.J. (2002): Fish consumption, fish oil, omega_3 fatty acids, and cardiovascular disease. *Circulation*, 106:2747–57.

KRIS-ETHERTON, P.M., HARRIS, W.S., APPEL, L.J. (2003): Omega_3 fatty acids and fatty acid requirements. *Early Human Development*, 4:121–9.

KSH: Statisztikai tükör: Élelmiszermérlegek és tápanyagfogyasztás <https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/stattukor/elelmfogy/elelmfogy13.pdf> [2016.01.18]

KWAK, N.S., JUKES, D.J. (2001): Functional foods. Part 1. The developments of regulatory concept. *Food Control*, 12:99-107.

LEMAITRE, R.N., KING, I.B., MOZAFFARIAN, D., KULLER, L.H., TRACY, R.P., SISCOVICK, D.S. (2003): n_3 Polyunsaturated fatty acids, fatal ischemic heart disease, and nonfatal myocardial infarction in older adults: the Cardiovascular Health Study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 77:319–25.

LIN, D.S., ANDERSON, G.J., CONNOR, W.E., NEURINGER, M. (1994): Effect of dietary N_3 fatty acids upon the phospholipid molecular species of the monkey retina. *Investigative ophthalmology & visual science*, 35:794–803.

LIU, M.N., HUFFMAN, D.L., EGBERT, W.R. (1991): Replacement of beef fat with partially hydrogenated plant oil in lean ground beef patties. *Journal of Food Science*, 56.3:861-862.



LÓPEZ-LÓPEZ, I., BASTIDA, S., RUIZ-CAPILLAS, C., BRAVO, L., LARREA, M., SÁNCHEZ-MUNIZ, F., COFRADES, S., JIMÉNEZ-COLMENERO, F. (2009): Composition and antioxidant capacity of low-salt meat emulsion model systems containing edible seaweeds. *Meat Science*, 83:492-498.

MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV (2004): 1-3/13-1 fejezet, Egyes húskészítmények.

MAID-KOHNERT, U. (2002): *Lexicon der Ernährung*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.

MAKALA, H. (2007): Effect of enriching model meat products with oils, abundant in polyunsaturated fatty acids on the selected quality parameters. *Electronic Journal Of Polish Agricultural Universities*, 10:15–23.

MARCHELLO, M.J., COOK, N.K., SLANGER, W.D., JOHNSON, V.K., FISCHER, A.G., DINUSSON, W.E. (1983): Fatty Acid Composition of Lean and Fat Tissue of Swine Fed Various Dietary Levels of Sunflower Seed. *Journal of Food Science*, 48.4:1331–1334.

MARQUEZ, E.J., AHMED, E.M., WEST, R.L., JOHNSON, D.D. (1989). Emulsion stability and sensory quality of beef frankfurters produced at different fat and peanut oil levels. *Journal of Food Science*, 54.4:867-870, 873.

MARTINO, G., MUGNAI, C., COMPAGNONE, D., GROTTA, L., DEL CARLO, M., SARTI, F. (2014): Comparison of Performance, Meat Lipids and Oxidative Status of Pigs from Commercial Breed and Organic Crossbreed. *Animals*, 4.2:348-360.

MATTHEWS, K.R., HOMER, D.B., THIES, F., CALDER, P.C. (2000): Effect of whole linseed (*Linum usitatissimum*) in the diet of finishing pigs on growth performance and on the quality and fatty acid composition of various tissues. *British Journal of Nutrition*, 83.6:637-643.

MENARD, C.R., GOODMAN, K.J., CORSO, T.N., BRENNAN, J.T., CUNNANE, S.C. (1998): Recycling of carbon into lipids synthesized de novo is a quantitatively important pathway of alpha-[U-13 C]linolenate utilization in the developing rat brain. *Journal of Neurochemistry*, 71:2151–8.

MENDOZA, E., GARCIA, M.L., CASAS, C., SELGAS, M.D. (2001): Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages. *Meat Science*, 57:387-393.

MENRAD, K. (2003): Market and marketing of functional food in Europe. *Journal of Food Engineering*, 56:181-188.

MICHA, R., MOZAFFARIAN, D. (2010): Saturated fat and cardiometabolic risk factors, coronary heart disease, stroke, and diabetes: A fresh look at the evidence. *Lipids*, 45:893–905.

MILINSK, M.C., MATSUSHITA, M., VISENTAINER, J.V., SILVA, C.A., RIBEIROCOSTA, M.C., BRIDI, A.M., EVELÁZIO, N., SEMINA, S. (2007): Effects of partial replacement of corn and soybean meal with sunflower cake in pig diets on ham fatty acid composition. *Ciencias Agrárias*, 28.4:753-760.



MILLER, M.F., SCHACKELFORD, S.D., HAYDEN, K.D., REAGAN, J.O. (1990): Determination of the alteration in fatty acid profiles, sensory characteristics and carcass traits of swine fed elevated levels of monounsaturated fats in the diet. *Journal of Animal Science*, 68:1624–1631.

MOLLET, B., ROWLAND, I. (2002): Functional foods: At the frontier between food and pharma. *Current Opinoin in Biotechnology*, 13:483-485.

MOON, S.S., JO, C., AHN, D.U., KANG, S.N, KIM, Y.T., KIM, I.S. (2012). Meat Products Manufactured with Olive Oil, Olive Oil - Constituents, Quality, Health Properties and Bioconversions, Dr. Dimitrios Boskou (Ed.) <http://www.intechopen.com/books/howtoreference/olive-oil-constituents-quality-health-properties-and-bioconversions/effect-of-replacing-animal-fat-with-olive-oil-on-the-quality-for-processed-meat-products> [2015.11.10.]

MORRISSEY, P.A., SHEENY, P.J., GALVIN, K. KERRY, J.P., BUCKLEY, D.J. (1998). Lipid stability in meat and meat products. *Meat Science*, 49.1:73-S86.

MOZAFFARIAN, D., MICHA, R., WALLACE, S. (2010): Effects on coronary heart disease of increasing polyunsaturated fat in place of saturated fat: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials *PLoS. Medicine*.

MSZ 7304-2:1977: Élelmiszerek érzékszervi vizsgálati módszerei. Előkészítő helység, bírálati helység

MSZ 7304-5:1980: Élelmiszerek érzékszervi vizsgálati módszerei. Különbségek kimutatása

MSZ ISO 3496:2000: Hús és hústermékek. A hidroxil-prolin-tartalom meghatározása

MSZ ISO 1442:2000: Hús és hústermékek. A nedvességtartalom meghatározása (Referencia-módszer)

MUGUERZA, E., ANSORENA, D., BLOUKAS, J.G., ASTIASARÁN, I. (2003): Effect of fat level and partial replacement of pork backfat with olive oil on the lipid oxidation and volatile compounds of greek dry fermented sausages. *Journal of Food Science*, 68.4:1531–1536.

MUGUERZA, E., FISTA, G., ANSORENA, D., ASTIASARÁN, I., BLOUKAS, J.G. (2002): Effect of fat level and partial replacement of pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages. *Meat Science*, 61:397–404.

MUGUERZA, E., GIMENO, O., ANSORENA, D., BLOUKAS, J.G., ASTIASARÁN, I. (2001): Effect of replacing pork backfat with pre-emulsified olive oil on lipid fraction and sensory quality of Chorizo de Pamplona—a traditional Spanish fermented sausage. *Meat Science*, 59:251–258.

NELSON, G.J., ACKMAN, R.G. (1988): Absorption and transport of fat in mammals with emphasis on ω -3polyunsaturated fatty acids. *Lipids* 23:1005–1014.



NESTLE, M. (1999): Animal v. plant foods in human diets and health: Is the historical record unequivocal. *Proceedings of the Nutrition Society*, 58:211-218.

NIVA, M. (2007): All foods affect health: Understandings of functional foods and healthy eating among health-oriented Finns. *Appetite*, 48:384-393.

OH, K., HU, F.B, MANSON, J.E., STAMPFER, M.J., WILLET, W.C. (2005): Dietary fat intake and risk of coronary heart disease in women: 20 years of follow-up of the nurses' health study. *American Journal of Epidemiology*, 161:672-679

OLIVARES, A., NAVARRO, J.L., SALVADOR, A., FLORES, M. (2010): Sensory acceptability of slow fermented sausages based on fat content and ripening time. *Meat Science*, 86:251-257.

OOSTINDJER, M., ALEXANDER, J., AMDAM, G. V., ANDERSEN, G., BRYAN, N. S., CHEN, D., CORPET, D. E., DE SMET, S., DRAGSTED, L. O., HAUG, A., KARLSSON, A. H., KLETER, G., DE KOK, T. M., KULSENG, B., MILKOWSKI, A. L., MARTIN, R. J., PAJARI, A.-M., PAULSEN, J. E., PICKOVA, J., RUDI, K., SØDRING, M., WEED, D.L., EGELANDSDAL, B. (2014): The role of red and processed meat in colorectal cancer development: a perspective. *Meat Science*, 97.4:583-596.

PANERAS, E. D., BLOUKAS, J. G. (1994): Vegetable oils replace pork backfat for low-fat frankfurters. *Journal of Food Science*, 59:725-728.

PANERAS, E.D., BLOUKAS, J.G., FILIS, D.G. (1998). Production of low-fat frankfurters with vegetable oils following the dietary guidelines for fatty acids. *Journal of Muscle Foods*, 9:111-126.

PAPADIMA, S., BLOUKAS, J.G. (1999): Effect of fat level and storage conditions on quality characteristics of traditional Greek sausages. *Meat Science*, 51:103-113.

PAPPA, I.C., BLOUKAS, J.G., ARVANITTOYANNIS, I.S. (2000): Optimization of salt, olive oil and pectin level for low-fat frankfurters produced by replacing pork backfat with olive oil. *Meat Science*, 56:81-88.

PARK, J., RHEE, K.S., KEETON, J.T., RHEE, K.C. (1989). Properties of low-fat frankfurters containing monounsaturated and omega-3 polyunsaturated oils. *Journal of Food Science*, 54.3:500-504.

PELSER, W. M., LINSSEN, J.P.H., LEGGER, A., HOUBEN, J.H. (2007): Lipid oxidation in n – 3 fatty acid enriched Dutch style fermented sausages. *Meat Science*, 75.1:1-11.

PÉNZES, É. (2008): Egészséges táplálkozást támogató húskészítmények termékinnovációja a Kaiser Food kft-nél. *Élelmiszer, Táplálkozás és marketing*, 5:101-104.

PEREZ-ENCISO, M., CLOP, A., NOGUERA, J.L., OVILO, C., COLL, A., FOLCH, J.M., BABOT, D., ESTANY, J., OLIVER, M.A., DIAZ, I., SANCHEZ A. (2000): A QTL on pig chromosome 4 affects fatty acid metabolism: evidence from an Iberian by Lapály intercross. *Journal of Animal Science*, 78:2525-2531.



POMERLEAU, J., MCKEE, M., ROBERTSON, A., KADZIAUSKIENE, K., ABRVICIUS, A., VAASK, S., PUDULE, I., GRINBERGA, D. (2001): Macronutrient and food intake in the Baltic republics. *European Journal of Clinical Nutrition*, 55:200-207.

POUDYAL, H., PANCHAL, S.K., DIWAN, V., BROWN, L. (2011): Omega-3 fatty acids and metabolic syndrome: Effects and emerging mechanisms of action. *Progress in Lipid Research*, 50:372-387.

POUMES-BALLIHAUT, C., LANGELIER, B., HOULIER, F., ALESSANDRI, J.M., DURAND, G., LATGE, C., GUESNET, P. (2001): Comparative bioavailability of dietary alpha-linolenic and docosahexaenoic acids in the growing rat. *Lipids*, 36:793-800.

PREEDY, V.R., SRIRAJASKANTHAN, R., PATEL, V.B. (2013): *Handbook of Food Fortification and Health. Concepts to Public*, 2:1-461.

QIAN, K.Y. 2014.: Structure-Function Relationship of Flaxseed Gum from Flaxseed Hulls
KeYing Qian A ThesisThe University of Guelph In partial fulfilment of requirements
Ontario, Canada.
https://atrium.lib.uoguelph.ca/xmlui/bitstream/handle/10214/7786/Qian_Ke-Ying_2014_PhD.pdf?sequence=1 [2015.11.11.]

RAPOPORT, S.I., RAO, J.S., IGARASHI, M. (2007): Brain metabolism of nutritionally essential polyunsaturated fatty acids depends on both the diet and the liver. *Prostaglandins, Leukotriens and Essent Fatty Acids*. 77:251-61.

REISBICK, S., NEURINGER, M., CONNOR, W.E. (1994): Home cage behavior of rhesus monkeys with long-term deficiency of omega₃ fatty acids. *Physiology and Behaviour*, 55:231-9.

REISBICK, S., NEURINGER, M., CONNOR, W.E., BARSTAD, L. (1992): Postnatal deficiency of omega₃ fatty acids in monkeys: fluid intake and urine concentration. *Physiology and Behaviour*, 51:473-9.

REY, A.I., KERRY, J.P., LYNCH, P.B., LÓPEZ-BOTE, C.J., BUCKLEY, D.J., MORRISSEY, P.A. (2001): Effect of dietary oils and α -tocopheryl acetate supplementation on lipid (TBARS) and cholesterol oxidation in cooked pork. *Journal of Animal Science*, 79:1201-1208.

ROBERFROID, M.B. (2000): An European consensus of scientific concepts of functional foods. *Nutrition*, 16:689-691.

ROBERFROID, M.B. (2002): Global view on functional foods: European perspectives. *British Journal of Nutrient*, 88:133-138.

ROBLES, C., BOOREN, B., MANDIGO, R. (2003): Fatty Acid Composition of Fresh Pork Bellies - Implications to Bacon Production?. *Nebraska Swine Reports*, 67

ROMANS, J.R., WULF, D.M, JOHNSON, R.C., LIBAL, G.W., COSTELLO, W.J. (1995a): Effects of ground flaxseed in swine diets on pig performance and on physical and sensory characteristics and omega-3 fatty acid content of pork: I. Dietary level of flaxseed *Journal of Animal Science*, 73:1982-1986.



ROMANS, J.R., WULF, D.M., JOHNSON, R.C., LIBAL, G.W., COSTELLO, W.J. (1995b): Effects of ground flaxseed in swine diets on pig performance and on physical and sensory characteristics and omega-3 fatty acid content of pork: II. Duration of 15% dietary flaxseed. *Journal of Animal Science*, 73.7:1987-1999.

ROSENVOLD, K., ANDERSEN, H.J. (2003): Factors of significance for pork quality – a review. *Meat Science*, 64:219–237.

RUIZ, J., GARCÍA, C., MURIEL, E., VENTANAS, J. (2002): Influence of sensory characteristics on the acceptability of dry cured ham. *Meat Science*, 61:347–354.

RULE, D.C., BROUGHTON, K.S., SHELLITO, S.M., MAIORANO, G. (2002): Comparison of fatty acid profiles and cholesterol concentration of bison, beef cattle, elk and chicken. *Journal of Animal Science*, 80:1202-1211.

RUSSO, G.L. (2009): Dietary ω -6 and ω -3 polyunsaturated fatty acids: From biochemistry to clinical implications in cardiovascular prevention. *Biochemical Pharmacology*, 77:937–946.

RUSTAN, A.C., DREVN, C.A (2005): Fatty Acids: Structures and Properties. *Encyclopedia of Life Sciences*.
http://www.uio.no/studier/emner/matnat/farmasi/FRM2041/v06/undervisningsmateriale/fatty_acids.pdf [2015.10.18]

SALCEDO-SANDOVAL, L., COFRADES, S., RUIZ-CAPILLAS PÉREZ, C., SOLAS, M. T., JIMÉNEZ-COLMENERO, F. (2013): Healthier oils stabilized in konjac matrix as fat replacers in n-3 PUFA enriched frankfurters. *Meat Science*. 93.3:752-766.

SÁNCHEZ-ESCALANTE, A., TORRESCANO, G., CAMOU, J.P., BALLESTEROS, M.N., GONZÁLEZ-MÉNDEZ, N.F. (2000): Utilization of applesauce in a low-fat bologna-type product. *Food Science and Technology International*, 6:379-386.

SARDI, L., MARTELLI, G., LAMBERTINI, L., PARISINI, P., MORDENTI, A. (2006): Effects of a dietary supplement of DHA-rich marine algae on Italian heavy pig production parameters. *Livestock Science*, 103.1–2:95–1.

SARUDI, I., NAGY, I., SZABÓ A., CSAPÓ-KISS, Zs., CSORDÁS, E. (2004): A nyers szójalecitin antioxidáns kapacitása. *Élelmiszervizsgálati Közlemények*. 1:13-19.

SCHMID, A., COLLOMB, M., HADORN, R. (2009): Fatty acid composition of Swiss cooked sausages. *Research&Development Fleischwirtschaft International*, 5:56-59.

SCOLLAN, N. (2007): Enhancing the content of beneficial fatty acids in beef and improving meat quality for the consumer. *Functional Food News*.
http://www.google.hu/books?hl=hu&lr=&id=HSK1SwrWq7sC&oi=fnd&pg=PA151&dq=en+hancing+the+content+of+beneficial+fatty+acids+in+beef+and+improving+meat+quality+scollan&ots=Od9p2wQ0EU&sig=4TGLhMFxrcK6AyKrZ7x80i_p-Tg&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false [2015.11.06]



SEVERINI, C., DE PILLI, T., BAIANO, A. (2003): Partial substitution of pork backfat with extra-virgin olive oil in “salami” products: effects on chemical, physical and sensorial quality. *Meat Science*, 64:323–31.

SICILIANO, C., BELSITO, E., DE MARCO, R., DI GIOIA, M.L., LEGGIO, A., LIGUORI, A. (2013): Quantitative determination of fatty acid chain composition in pork meat products by high resolution ^1H NMR spectroscopy. *Food Chemistry*, 136.2.15:546–554.

SIMOPOULOS, A.P. (1991): Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *American Journal of Clinical Nutrition*, 34:411–414.

SIMOPOULOS, A.P. (2002): The importance of the ratio omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 56:365–379.

SLOAN, A. E. (2000). The top ten functional food trends. *Food Technology*, 54:33–62.

SLOAN, E. (2002). The top 10 functional food trends. The next generation. *Food Technology*, 56:32–57.

SLOAN, A.E. (2004): The top ten functional food trends. *Food Technology*, 58:28-51.

SMITH, W.L. (2005): Cyclooxygenases, peroxide tone and the allure of fish oil. *Current Opinion of Cell Biology*, 17:174–82.

SRINIVASSANE, S. (2011): Development and evaluation omega-3 fatty acids enriched chicken frankfurters. PhD dissertation, Dalhousie University, Halifax.

ST. ANGELO, A.J. (1992): *Lipid oxidation in food*. Oxford University Press, USA.

ST. JOHN, L.C., BUYCK, M.J., KEETON, J.T., LEU, R., SMITH, S.B. (1986). Sensory and physical attributes of frankfurters with reduced fat and elevated monounsaturated fats. *Journal of Food Science*, 51.5:1144-1146, 1179.

STANLEY, J.C., ELSOM, R.L., CALDER, P.C., GRIFIN, B.A., HARRIS, W.S., JEBB, S.A., LOVEGROVE, J.A., MOORE, C.S., RIEMERSMA, A.R., SANDERS, T.A.B. (2007): Workshop Report; UK Food Standards Agency Workshop Report: the effects of the dietary ω -6: ω -3 fatty acid ratio on cardiovascular health. *British Journal of Nutrition*, 98:1305–1310.

STANTON, C., ROSS, R.P., FITZGERALD, G.F., SINDEREN, D.V. (2005): Fermented functional foods based on probiotics and their biogenic metabolites. *Current Opinion in Biotechnology*, 16:198-203.

STEENBLOCK, R.L., SEBRANEK, J.G., OLSON, D.G., LOVE, J.A. (2006): The Effects of Oat Fiber on the Properties of Light Bologna and Fat-free Frankfurters. *Journal of Food Science*, 66.9:1409–1415.

STEWART, J.W., KAPLAN, M.L, BEITZ, D.C. (2001): Pork with a high content of polyunsaturated fatty acids lowers LDL cholesterol in women. *American Journal of Clinical Nutrition*, 74:179–187.



STRZETELSKI, J., KOWALCZYK, J., OSIEGLOWSKI, S., STASINIEWICZ, T., LIPIARSKA, E., PUSTKOWIAK, H. (2001): Fattening bulls on maize silage and concentrate supplemented with vegetable oils. *Animal Feed Science and Technology*, 10:259–271.

SUGANO, M., HIRAHARA, F. (2000): Polyunsaturated fatty acids in the food chain in Japan. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 71.1:189-196.

SUN, Q., MA, J., CAMPOS, HANKINSON, S.E., MANSON, J.E., STAMPFER, M.J., H., REXRODE, K.M., WILLETT, W.C, HU, F.B. (2007): A Prospective Study of *Trans* Fatty Acids in Erythrocytes and Risk of Coronary Heart Disease. *Circulation*, 115: 1858-1865.

SUZUKI, K., SHIBATA, T., KADOWAKI, H., ABE, H., TOYOSHIMA, T. (2003): Meat quality comparison of Berkshire, Duroc and crossbred pigs sired by Berkshire and Duroc. *Meat Science*, 64.1:35–42.

SÜLLÖ, GY., SOLYMOS, V. (2008): A húsipari temékek fogyasztási szokásai. Magyarországon II. rész, *Élelmezési Ipar*, 68.8:251-252.

SZABÓ, P., FARKAS T. (2002): A különböző genotípusú sertésekből származó zsírok zsírsavösszetétele. IX. Állattenyésztési Napok, 2. Nemzetközi Sertésenyésztési Tanácskozás, Debrecen, 456-465.

TAKEUCHI, H., KOJIMA, K., SEKINE, S., MURANO, Y., AOYAMA, T. (2008): Effect of dietary ω -6/ ω -3 ratio on liver ω -6/ ω -3 ratio and peroxisomal beta-oxidation activity in rats. *Journal of Oleo Science*, 57.12:649-57.

TEYE, G.A., SHEARD, P.R., WHITTINGTON, F.M., NUTE, G.R. STEWART, A., WOOD, J.D. (2006a): Influence of dietary oils and protein level on pork quality. 1. Effects on muscle fatty acid composition, carcass, meat and eating quality. *Meat Science*, 73:157-165.

TEYE, G.A., WOOD, J. D, WHITTINGTON, F.M., NUTE, G.R. STEWART, A., & SHEARD, P.R. (2006b): Influence of dietary oils and protein level on pork quality. 2.Effects on properties of fat and processing characteristics of bacon and frankfurter-syle sausages. *Meat Science*, 73:166-177.

THE NIELSEN COMPANY (2008): http://www.piacutatasok.hu/2008_11_18_archive.html [2015.10.27]

THE NIELSEN COMPANY (2010): <http://www.mediainfo.hu/hirek/article.php?id=19039> [2015.10.27]

THE NIELSEN COMPANY (2012): <http://www.trademagazin.hu/hirek-es-cikkek/piaci-hirek/ertekben-nott-mennyisegben-csokkent-az-elelmiszerek-elmult-12-havi-kiskereskedelmi-forgalma.html> [2015.10.27]

TIKK, K., HAUGEN, J.E., ANDERSEN, H.J. AASLYNG, M.D. (2008): Monitoring of warmed-over flavour in pork using the electronic nose-correlation to sensory attributes and secondary lipid oxidation products. *Meat Science* 80:1254-1263.

TÖRŐCSIK, M. (2006): Vásárlói magatartás. Akadémiai Kiadó, Budapest, 47-53.



TURNER, T.D., MAPIYE, C., AALHUS, J.L., BEAULIEU, A.D., PATIENCE, J.F., ZIJLSTRA, R.T., DUGAN, M.E.R (2014): Flaxseed fed pork: n – 3 fatty acid enrichment and contribution to dietary recommendations. *Meat Science*, 96.1:541–547.

VÁCLAVKOVÁ, E., BEČKOVÁ, R. (2007): Essential fatty acid content in meat and backfat of pig fed linseed diet. *Research in pig breeding*, 1.2:26-28.

VALENCIA, I., ANSORENA, D., ASTIASARÁN, I. (2006): Stability of linseed oil and antioxidants containing dry fermented sausages: A study of the lipid fraction during different storage conditions. *Meat Science*, 73:269-277.

VOEDINGSAANBEVELINGEN VOOR BELGIË (2000) de hoge gezondheidsraad, Ministerie van Sociale zaken, Volksgezondheid en Leefmilieu, Brussel, België 81.

VURAL, H.P., HAVIDPOUR, I., AND OZBAS, O. (2004): Effects of interesterified oils and sugarbeet fiber on the quality of frankfurters. *Meat Science*, 67:65-72.

WAHRBURG, U. (2004): What are the health effects of fat?. *European Journal of Nutrition*, 9:1-12.

WAINWRIGHT, P.E., HUANG, Y.S., BULMAN-FLEMING, B., MILLS, D.E., REDDEN P., MCCUTCHEON, D. (1991):The role of n₃ essential fatty acids in brain and behavioral development: a cross-fostering study in the mouse. *Lipids*, 26:37–45.

WARNANTS, N., VAN OECKEL, M.J., BOUCQUÉ, B.V. (1999) : Incorporation of dietary polyunsaturated fatty acids into pork fatty tissues. *Journal of Animal Science*, 77.9:2478-2490.

WARNANTS, N.,VAN OECKEL, M.J., BOUCQUE, C.V (1996):Incorporation of dietary polyunsaturated acids in pork tissues and its implications for the quality of the end products.*Meat Science*, 44.1:125-144.

WIENDRAN, V., HAYES, K.C. (2004): Dietary ω -6 and ω -3 fatty acid balance and cardiovascular health. *Annual Review of Nutrition*, 24:597-615.

WILLIAMS, P., PHILIPS, G.O. (2013): Gums and stabilisers in the food industry 17: The changing face of food manufacture: the role of hydrocolloids CPI Group (UK) Ltd., Croydon England, 383.

WIRTH, F. (1988): Technologies for making fat-reduced meat products. *Fleischwirtsch*, 68:1153–1156.

WOOD, J. D., NUTE, G. R., RICHARDSON, R. I., WHITTINGTON, F. M., SOUTHWOOD, O., PLASTOW, G., MANSBRIDGE, R., DA COSTA, N.,CHANG, K.C. (2004): Effects of breed, diet and muscle on fat deposition and eating quality in pigs. *Meat Science*, 67:651–667.

WOOD, J.D., RICHARDSON, R.I., NUTE, G.R., FISHER, A.V., CAMPO, M.M., KASAPIDOU, E., SHEARD, P.R., ENSER, M. (2003). Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science*, 66.1:21–32.



WOOD, J.D., ENSER, M., FISHER, A.V., NUTE, G.R., SHEARD, P.R., RICHARDSON, R.I., HUGHES, S.I., WHITTINGTON, F.M (2008): Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*, 7:343-358.

WOODS, V. B., FEARON, A. M.(2009): Dietary sources of unsaturated fatty acids for animals and their transfer into meat, milk and eggs: a review. *Livestock Science*, 126:1–20.

WORLD HEALTH ORGANISATION (WHO) (2003): Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a joint WHO/FAO Expert Consultation. WHO, Geneva.160.

YILMAZ, I., SIMSEK, O., ISIKLI, M. (2002): Fatty acid composition and quality characteristics of low-fat cooked sausages made with beef and chicken meat, tomato juice and sunflower oil. *Meat Science*, 62:253–258.

YOUNG, Y. (2000): Functional Foods and the European Consumer. In: Functional foods. II. Claims and Evidence, Buttriss, J. and M. Saltmarsh (Eds.). The Royal Society of Chemistry, London, UK.

ZAJKÁS, G. (2004): Magyarország Nemzeti Táplálközpolitikája. OÉTI

ZHANG, S., KNIGHT, T.J., STALDER, K.J., GOODWIN, R.N., LONERGAN, S.M., BEITZ, D.C. (2007): Effects of breed, sex, and halothane genotype on fatty acid composition of pork longissimus muscle. *Journal of Animal Science*, 85.3:583-91.

ZHENG, Y., PAN, S., HUANG, Y., CI, L., ZHAO, R., YANG, X. (2015): Archives Animal Breeding Breed-specific lipid-related gene expression in the subcutaneous fat of Large White and Erhualian pigs at weaning. *Archives Animal Breeding*, 58:33–41.

ZSARNÓCZAY, G. (2001): Funkcionális húskészítmények, különös tekintettel a többszörösen telítetlen zsírsavakra. *Hús*, 1:207-212.

ZSÉDELY, E. (2008): Gazdasági állatok táplálóanyagellátásának javítása. Doktori (PhD) disszertáció.

http://www.mtk.nyme.hu/fileadmin/user_upload/phd/2008/Zsedely_E._disszertacio.pdf
[2015.09.26.]



12 A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK

Angol nyelven, lektorált folyóiratban megjelent közlemények

Belovai, J., Romvári, R., Fébel, H., Szabó, A., Bánáti, D. (2013): Effects of Ω -3 fatty acid enrichment on the quality characteristics of special Hungarian cold cut (Párizsi). *Acta Alimentaria*, 43, (4) 2014, 604-613.

Belovai J., Romvári R., Fébel H., Mézes M., Bánáti D., Szabó A. (2015): Influence of partial fat replacement with lecithin on the product characteristics of a special Hungarian cold cut. *Acta Alimentaria: an international journal of food science* (Budapest: Akad. Kiadó), *Acta Alimentaria*, 45 (2) 2016, 277–285.

Magyar nyelven, lektorált folyóiratban megjelent közlemények

Belovai, J., Romvári, R., Fébel, H., Szabó, A., Vámosi-Falusi, Zs., Bánáti, D. (2011): Az ω -3 zsírsav kiegészítés hatása a párizsi minőségi tulajdonságaira. *Élelmiszer Tudomány Technológia*, LXV. Évfolyam 4. szám. 12-16.

Konferencia kiadványban megjelent absztrakt

Belovai, J., Bánáti, D., Szabó, A., Romvári R. (2011): Párizsi omega-3 zsírsavakkal történő dúsítási eljárásának kidolgozása, XVII. Ifjúsági Tudományos Fórum, Keszthely, 2011. április 21.

Belovai, J., Bánáti, D., Romvári R. Szabó, A. (2011): Sertés párizsi Omega-3 zsírsav kiegészítése, Doktoranduszok Kaposvári Workshopja, Kaposvár, 2011. június 8.

Belovai, J., Bánáti, D., Romvári R. Szabó, A. (2011): The effect of omega-3 fatty acid enrichment on the quality characteristics of special Hungarian cold-cut (Párizsi), 19. *Animal Science Days*, Primosten, Horvátország, 2011. szeptember 21-23.

Belovai, J., Romvári, R. Bázár, Gy., Szabó, A. (2012): Comparative study of commercial cold-cuts used NIRs and sensory analysis. 20. *Animal Science Days*, Kranjska Gora, Szlovénia, 2012.09.19-21. *Acta Agriculturae Slovenica*. Suppl. 221-225.



Belovai Judit, Bánáti Diána, Fébel Hedvig, Romvári Róbert, Szabó András
(2013): Párizsi, mint funkcionális élelmiszer. „Fiatal kutatók az egészséges
élelmiszerért” tudományos ülés, Debrecen, 2013. február 19.





13 A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉN KÍVÜL MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK

Magyar nyelven, lektorált folyóiratban megjelent közlemények

Belovai, J., Abrankó, L., Engel, R. (2009): A B₁₂-vitamin mérési lehetőségei HPLC-ICP-MS mérőrendszerrel. *Olaj, szappan, kozmetika*. 2009, LVIII. Évfolyam 3. július-szeptember 47-50.

Konferencia kiadványban megjelent absztrakt

Belovai, J., Forgó, P., Kiss, A., Murányi, Z. (2010): Revealing bioactive component profiles of selected fruits and vegetables with special regard to their antioxidant capacity, Budapest 6th International Congress on Pigments in Food, 2010.06.20.-24.,

Belovai, J., Kiss, A., Murányi, Z. (2010): Comparative studies on the extraction efficiency of 6 distinctive procedures for yielding antioxidant-rich plant extracts, Budapest 6th International Congress on Pigments in Food, 2010.06.20.-24.,

Abrankó, L., Belovai, J., Engel, R., Stefanovits Bányai, É. (2009): HPLC-ICP-MS mérőrendszerrel történő B₁₂-vitamin mérés és az antioxidáns kapacitás közötti lehetséges összefüggés, Magyar Szabadgyök-Kutató Társaság V. Kongresszusa, Szeged, 2009. augusztus 27-29., Program füzet 56-57.o.

Tudományos diákköri tevékenység

Országos TDK

A B₁₂-vitamin mérési lehetőségei HPLC-ICP-MS mérőrendszerrel, XXIX. OTDK, Agrártudományi Szekció, Élelmiszertudományi Tagozat, Gödöllő, 2009. április 6., különdíj

Egyetemi TDK

A B₁₂-vitamin mérési lehetőségei HPLC-ICP-MS mérőrendszerrel, Budapest, Budapesti Corvinus Egyetem, 2008. november 26., különdíj



14 SZAKMAI ÖNÉLETRAJZ

1986. április 7-én, Jászberényben születtem. 2003-ban középfokú angol nyelvvizsgát tettem. Érettségimet 2004-ban, a jászberényi Lehel Vezér Gimnáziumban szereztem meg. Szintén ebben az évben felvételt nyertem a Budapesti Corvinus Egyetem Élelmiszertudományi Karának osztatlan okleveles élelmiszermérnöki szakára, ahol 2009-ben jó minősítésű diplomát vehettem át. Már graduális hallgatóként részt vettem az egyetemen folyó kutatásokban így 2008-ban az egyetemi-, míg 2009-ben az országos Tudományos Diákköri Konferencián a különdíjat nyertem el a „B12-vitamin mérési lehetőségei RP-HPLC-ICP-MS mérőrendszerrel” című dolgozatommal. Az egyetemet követően állást kaptam az Egerfood Kft. Kutató laboratóriumában, ahol bogyós gyümölcsök bioaktív anyagainak kinyerésével és meghatározásával foglalkoztam. 2010-ben kezdtem meg PhD tanulmányaimat nappali tagozaton a Kaposvári Egyetem állattudományok Doktori iskolájában, ahol kutatási területként a húskészítmények zsírsavmódosítását kaptam feladatul. 2012-ben 2 hónapos ösztöndíjat nyertem Spanyolországba, ahol az IRTA elnevezésű spanyol húsipari kutató intézetben kapcsolódhattam be a kutatásba. Eközben elvégeztem a Kaposvári Egyetemen az agrármérnök-tanár M.Sc képzést kiváló eredménnyel. 2013-ban középfokú szóbeli, majd 2014-ben középfokú írásbeli nyelvvizsgát tettem német nyelvből. Jelenleg pedig a Coca-Cola HBC Magyarország kft. alkalmazásában dolgozom Minőségügyi Specialista pozícióban.

15 MELLÉKLET

- 1. melléklet:** A kereskedelmi forgalomban vásárolt párizsik felületéről készített felvétel



- 2. melléklet:** A vásárolt párizsik ára

Minta	Ár HUF/kg
I	1188
II	941
III	941
IV	710
V	1878

3. melléklet: A vizsgálatba vont öt, kereskedelmi forgalomban kapható sertés-párizsi összetételi táblázata a címke alapján

I	II	III	IV	V
sertéshús (45%) ivóvíz	sertéshús (40%) ivóvíz	sertéshús (31%) baromfi-hús (10%)	sertéshús (45%) sertés szalonna	sertéshús (50%) sertés szalonna
gyártási szalonna	gyártási szalonna	sertés szalonna	sertésbőrke	Bőrkeemulzió
sertésbőrke	sertésbőrke	sertésbőr	ivóvíz	Ivóvíz
szójafehérje	szójafehérje	ivóvíz	étkezési só	étkezési só
keményítő	keményítő	fűszerkeverék	szójafehérje	Szójafehérje
étkezési só	étkezési só	stabilizátor (tetranátrium-difoszfát, guar gumi)	emulgeálószer (difoszfátok)	Burgonyakeményítő
emulgeálószer (difoszfátok)	emulgeálószer (difoszfátok)	ízfokozók (nátrium-glutamát)	antioxidánsok (nátrium-D-eritroaszkorbát, citromsav)	Fűszerek
Fűszerek	fűszerkivonatok	antioxidánsok (nátrium-D-eritroaszkorbát)	ízfokozók (nátrium-glutamát)	Fűszerkivonatok
fűszerkivonatok	aromák (fűstaroma)	aromák	aromák (fűstaroma)	aromák (fűstaroma)
Aromák	antioxidánsok (nátrium-D-eritroaszkorbát, citromsav)	fűszerkivonatok	színezék (kárminsav)	stabilizátor (difoszfát)
antioxidánsok (nátrium-D-eritroaszkorbát, citromsav)	étkezési sav (tejsav, ecetsav)	étkezési só	Fűszerek	Szőlőcukor
étkezési sav (tejsav, ecetsav)	színezék (kárminsav)	színezék (kárminsav)	fűszerkivonatok	Cukor
sűrítő anyagok (xantán-gumi, szentjánoskenyér liszt)	ízfokozók (nátrium-glutamát)	burgonyakeményítő	tartósítószer (nátrium-nitrit)	antioxidánsok (nátrium-D-eritroaszkorbát)
szőlőcukor	savanyúságot szabályozó anyag (almasav)	szójafehérje		ízfokozók (nátrium-glutamát)
színezék (kárminsav) tartósítószer (nátrium-nitrit)	tartósítószer (nátrium-nitrit)	tartósítószer (nátrium-nitrit)		színezék (kárminsav) tartósítószer (nátrium-nitrit)



4. melléklet: A párizs elkészítéséhez alkalmazott pácso termékspecifikációja



M PROFOOD ZRT.
3523 PÉCS, LASKÓ U. 7
HUNGÁRY
TEL: +36 72 317 840
FAX: +36 72 314 007
PROFOOD@PROFOOD.HU
WWW.PROFOOD.HU

FSSC 22000	ÉBIR bizonylat	B - 420	Verziószám: 1.1
TERMÉKSPECIFIKÁCIÓ			

TERMÉK MEGNEVEZÉSE: Nítrites pác-só
TERMÉK KOD/CIKK-KOD: 62595000/1446
RENDELTESE: Élelmiszeripari készítmények üzemi gyártásához.

1. Az élelmiszer egységnyi mennyiségéhez felhasznált összetevők:

Ékezési só, tartósítószer (E 250), csomósodást gátló (E 535)
 Nátrium-nitrit tart.: 0,4-0,5%
 E 535 tart. ~ 10,0 mg/kg

2. Javasolt adagolás:

A helyi előírásoknak megfelelően!

3. Felhasználási terület:

Az élelmiszeriparban, hús és baromfi termékek gyártása során.

4. Erzékszervi jellemzők:

Megjelenés: Finomszemcsés, só keverék.
 Íz / illat: Termékre jellemző, idegen íztlő, illattól mentes.
 Szín: Termékre jellemző fehér, szürkés-fehér.

5. Mikrobiológiai jellemzők:

E. coli < 10⁴/g
 Salmonella 0 / 25 g

6. GMO nyilatkozat:

Az M Profood Zrt. által gyártott és forgalmazott termékek előállításához használt alapanyagok GMO státuszáról rendelkezésünkre álló gyártói tanúsítások alapján – az 1830/2003/EK és az 1829/2003/EK rendeletek és ezek módosításainak figyelembe vételével – termékeink nem GMO jelöléskötelesek.

*<0,9 %, amennyiben az előfordulás véletlen és technikailag elkerülhetetlen.

7. Ajánlott tárolási körülmények:

Száraz, hűvös helyen, közvetlen fénytől védve tarolandó!

8. Minőségét megőrzi:

Az ajánlott tárolási körülmények mellett, bontatlan csomagolásban, a gyártástól számított 9 hónapig!

9. Csomagolás:

Elsődleges csomagolás: PE zsák (25,0 kg)

Másodlagos csomagolás: –

Harmadlagos (szállítási) csomagolás: raklap (zsugorfóliázva).

Csomagolóanyagaink megfelelnek az élelmiszerekkel érintkező anyagokra vonatkozó 1935/2004/EC és a módosítására kiadott 10/2011/EC valamint a 2023/2006/EC rendeletek általános előírásainak.



Kiállítás dátuma: Pécs, 2016. május 25.

SPICES, ADDITIVES, EXPERTISE ...AND EVEN MORE...

5. melléklet: A párizs elkészítéséhez alkalmazott fűszerkeverék termékspecifikációja



M PROFOOD ZRT.
1023 PÉCS, LASKÓ U. 7.
HUNGÁRY

TEL: +36.72.517.040
FAX: +36.72.214.007

PROFOOD@PROFOOD.HU
WWW.PROFOOD.HU

FSSC 22000	EBIR bizonylat	B - 420	Verziószám: 1.1
------------	----------------	---------	-----------------

TERMÉKSPECIFIKÁCIÓ

TERMÉK MEGNEVEZÉSE:	Párizsi kombi - Borjú
TERMÉK KOD/CIKK-KOD:	15950200/7197
RENDELTEZÉSE:	Kombinált fűszerkeverék hőkezelt hűskészítmények üzemi gyártásához.

1. Az élelmiszer egységnyi mennyiségéhez felhasznált összetevők:
stabilizátor (E 450), dextróz, étkezési só, izfokozó (E 621), antioxidánsok (E 316, E 330), fűszer, színezék (E 120), fűszerkivonatok, aroma
A fűszerek aránya a késztermékben az összetevők 2 %-át nem haladja meg.

2. Javasolt adagolás:
1,0 % (10,0 g/kg a masszasúlyra vonatkoztatva)

3. Felhasználási terület:
Hús- és baromfiipari készítmények, vörösaruk üzemi gyártásánál.

4. Érzékszervi jellemzők:
Megjelenés: Homogén por keverék.
Íz / illat: Termékre jellemző (feketebors, fokhagyma), Idegen íztló, illattól mentes.
Szín: Termékre jellemző. A fűszereket, ill. színezékeket tartalmazó keverékeink színe keverésenként változó lehet, az eltérő termőhelyek valamint időjárási viszonyok miatt, ez azonban nincs hatással a termék minőségére.

5. Mikrobiológiai jellemzők:

E. coli < 10⁴/g
Salmonella 0 / 25 g

6. GMO nyilatkozat:

Az M Profood Zrt. által gyártott és forgalmazott termékek előállításához használt alapanyagok GMO státuszáról rendelkezésünkre álló gyártói tanúsítások alapján – az 1830/2003/EK és az 1829/2003/EK* rendeletek és ezek módosításainak figyelembe vételével – termékeink nem GMO jelöléskötelesek.

* <0,9 %, amennyiben az előfordulás véletlen és technikailag elkerülhetetlen.

7. Ajánlott tárolási körülmények:

Száraz, hűvös helyen, közvetlen fénytől védve tárolandó!

8. Minőségét megőrzi:

Az ajánlott tárolási körülmények mellett, bontatlan csomagolásban, a gyártástól számított 15 hónapig!

9. Csomagolás:

Elsődleges csomagolás: metPE aromazáró tasak, vagy PE zsák kiszerezéstől függően

Másodlagos csomagolás: kartondoboz, vagy – kiszerezéstől függően

Harmadlagos (szállítási) csomagolás: raklap (zsugorfóliázva).

Csomagolóanyagaink megfelelnek az élelmiszerekkel érintkező anyagokra vonatkozó 1935/2004/EC és a módosításra kiadott 10/2011/EC valamint a 2023/2006/EC rendeletek általános előírásainak.



Kiállítás dátuma: Pécs, 2016. május 25.

SPICES, ADDITIVES, EXPERTISE... AND EVEN MORE...

6. melléklet: A párizsi, amely a fázis szétválást mutatja be



7. melléklet: A kereskedelmi forgalomban kapható párizsik érzékszervi vizsgálatához alkalmazott kérdőív

KÉRDŐÍV	
ÍZ	
Semleges, iallagtalan íz	Intenzív, jellemző íz
Kevésbé fűszerezett	Erősebben fűszerezett
Nem kedvelt íz	Kedvelt íz
ILLAT	
Semleges, jellegtelen illat	Intenzív, jellemző illat
Nem kedvelt illat	Kedvelt illat
ÁLLOMÁNY	
Kevésbé rugalmas	Rugalmas
Légüreg, zséles üreg látható	Légüreg, zséles üreg nem látható
Kevésbé homogén	Homogén
Nem kedvelt állomány	Kedvelt állomány
SZÍN	
Fakó színű	Élénk színű
Nem kedvelt szín	Kedvelt szín
ÖSSZBENYOMÁS	
Nem kedvelt	Kedvelt



8. melléklet: A kísérleti párizsik érzékszervi vizsgálatához alkalmazott kérdőív

KÉRDŐÍV	
Kereskedelmi forgalomban kapható párizsifélék érzékszervi bírálata	
ÍZ	
Semleges, ielleetlen íz _____	Intenzív, jellemző íz _____
Kevésbé fűszerezett _____	Erősebben fűszerezett _____
Nem kedvelt íz _____	Kedvelt íz _____
ILLAT	
Semleges, jellegtelen illat _____	Intenzív, jellemző illat _____
Nem kedvelt illat _____	Kedvelt illat _____
ÁLLOMÁNY	
Kevésbé rugalmas _____	Rugalmas _____
Légüreg, zselés üreg látható _____	Légüreg, zselés üreg nem látható _____
Kevésbé homogén _____	Homogén _____
Nem kedvelt állomány _____	Kedvelt állomány _____
SZÍN	
Fakó színű _____	Élénk színű _____
Nem kedvelt szín _____	Kedvelt szín _____
ÖSSZBENYOMÁS	
Nem kedvelt _____	Kedvelt _____