

SZAKDOLGOZAT

Braun Edit Szakdolgozat

Braun Edit

2023

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
Gabona és Iparinövény Technológia Tanszék

**Zsírmigráció vizsgálata töltött csokoládé
bonbonokban**

Braun Edit

Budapest

2023

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

Szak neve: Csokoládé-, kávé-, teakészítő mester szakmérnök / szaktanácsadó szakirányú továbbképzési szak

Szakkolgozat készítés helye: Budapest, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Gabona és Iparinövény Technológia Tanszék

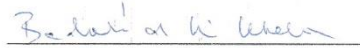
Hallgató: **Braun Edit**

A szakkolgozat címe: **Zsír migráció vizsgálata töltött csokoládé bonbonokban**

Konzulens: **Badakné dr. Kerti Katalin**

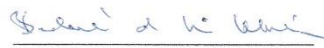
Külső konzulens esetén tanszéki felelős

Beadás dátuma: 2023. 04. 26.



szakkolgozat készítés helyének vezetője

(Badakné dr. Kerti Katalin)



konzulens

(Badakné dr. Kerti Katalin)



Badakné dr. Kerti Katalin

szakfelelős

Tartalomjegyzék

1	Bevezetés.....	1
2	A munkám célja	3
3	Irodalmi áttekintés	4
3.1	Zsírsavak	4
3.1.1	Az olajsav (rövidítve OA – oleic acid):	4
3.1.2	A sztearinsav (SA – stearic acid):	5
3.1.3	A palmitinsav (PA – palmitic acid):	6
3.1.4	A linolsav (LA – linoleic acid):	6
3.1.5	Tejzsír	8
3.2	A tárolási hőmérséklet.....	10
3.3	Kristályszerkezet.....	10
3.4	A magas hőmérséklet	12
3.5	A magas páratartalom	13
3.6	A csomagolás minősége	14
3.7	Antioxidánsok használata.....	15
3.8	Emulgeálószerrek.....	15
4	Anyagok és módszerek	16
4.1	A bonbonok elkészítése.....	16
4.1.1	A felhasznált csokoládé megválasztása:	17
4.1.2	A polikarbonát formák melegítése és páratlanítása	18
4.1.3	A csokoládé temperálása és az öntési hőmérséklet	19
4.1.4	A csokoládéöntés technikája, sebessége	19
4.2	A zsírmigráció kísérleti vizsgálatának leírása	23
4.2.1	Állományvizsgáló gép alkalmazása a méréshez.....	23
4.2.2	Gyorsított tárolás	24
4.2.3	Statisztikai kiértékelés	25

4.2.4	Otthoni kísérlet	25
4.2.5	A bonbonok érzékszervi vizsgálata	25
5	Kísérleti/ tervezési eredmények és értékelésük	26
5.1	A zsírmigráció kísérleti vizsgálata	26
5.1.1	A 0. nap	26
5.1.2	A 7. nap	27
5.1.3	A 14. nap	29
5.2	A kísérleti eredmények értékelése	32
5.3	Az otthon végzett kísérlet.....	33
6	Összefoglalás	36
7	Irodalmi hivatkozások.....	38
8	Nyilatkozatok	40

1 Bevezetés

A csokoládék, azon belül is a töltött bonbonok olyan édességek, amelyeket szinte mindenki szeret és az év bármely napján örömmel fogyaszt. Az ízük, a textúrájuk és az illatuk mind-mind hozzájárulnak ahhoz, hogy az emberek többsége elolvadjon egy jó minőségű csokoládé vagy bonbon látványától, majd azt megkóstolva a szájában érzett ízek bűvöletétől. Azonban a csokoládé, de különösen a töltött bonbonok gyártása és tárolása során számos probléma adódhat, amelyek befolyásolják a végtermék állagát, küllemét, eltarthatóságát - ezek közül az egyik legfontosabb a zsírmigráció.

A zsírmigráció egy olyan folyamat, amely során a zsírok (lipidek) átjutnak egy adott élelmiszer egyik összetevőjéből (például a tejszínből, marcipánból) egy másik összetevőbe (például a csokoládéba), amelynek eredményeként megváltozik az élelmiszer összetétele és tulajdonságai. A zsírmigráció jelensége nemcsak a csokoládében és a bonbonokban fordul elő és okoz problémát, hanem más élelmiszerekben is, például a süteményekben és a pékárukban.

A zsírmigráció során a csokoládékban és a töltött bonbonokban az összetevőkben található zsírok, zsírsavak átjutnak a termék felszínére vagy a töltelékbe. A zsírmigráció (azaz a zsír kiválása vagy olvadása) a csokoládékészítés és -tárolás során bekövetkező természetes jelenség. Ez a folyamat hatással van mind a csokoládé, mind a töltelék minőségére és stabilitására, így a végtermék, esetemben a töltött bonbon minőségére és eltarthatóságára is. A zsírmigráció különösen nagy problémát jelent a magas kakaóvaj-tartalmú csokoládék esetében, illetve a csokoládében található kakaóvajtól eltérő zsírokat tartalmazó töltelékekkel (pl: ganache, marcipán, stb.) készített bonbonoknál. A zsírmigráció egyaránt történhet a termék, csokoládé, bonbon felszínén/felszíne felé, illetve a belsejében, a csokoládé burok és töltelék között, vagy a töltelékben. A csokoládékban és töltött bonbonokban található zsírok kémiai összetétele és molekuláris szerkezete is befolyásolja a zsírmigráció mértékét és jellegét. A kakaóvaj különösen fontos az édességek minőségének és textúrájának szempontjából, ezért a zsírmigráció elleni védelem érdekében az élelmiszeriparban többféle módszert is kidolgoztak már.

Kézműves csokoládé-készítőként munkám során minden elkészített tábla csokoládénál, vagy töltött bonbonnál figyelemmel kell lennem az összes olyan tényezőre, mely az elkészített édesség minőségét, eltarthatóságát, ízét, vagy küllemét negatívan befolyásolhatja. Ezen tényezők közül az egyik a zsírmigráció. Ha a csokoládém, vagy bonbonom látványa,

illata nem arra ösztönzi a fogyasztót, hogy azonnal megkóstolja, akkor teljesen mindegy mi van a bonbon belsejében, vagy milyen ízesítésű a táblás csokoládé!

Ha a bonbon, vagy a csokoládé kóstolásakor érzett első íz, vagy a bonbon töltelékének állaga nem kedvére való a kóstolónak, akkor nem számít milyen fényes és roppanós az a csokoládé, a vásárlót elvesztettem. A zsírmigráció a bonbon, vagy csokoládé külsején (szürkülés), illetve a belsején (elszappanosodás, elvajasodás, textura-változás, -szétesés) is jelentkezhet. A tömeggyártásban, nagyipari élelmiszergyárakban szigorúan szabályozott körülmények között előállított csokoládékban és bonbonokban ritkábban fordulnak elő azok a gyártási hibák, melyek idejekorán előidéznek, elősegítik a zsírmigrációt. Kézműves gyártás/előállítás során sokkal nagyobb odafigyelést és tudatosabb tervezést igényel a készítőtől, hogy az elkészült termék, legyen az táblás csokoládé, töltött bonbon, vagy bármilyen más csokoládés édesség a lehető legjobb minőségű, legharmónikusabb ízű és leghosszabb eltarthatóságú legyen – többek között azért, hogy a zsírmigrációt a lehető leginkább késleltesse, lassítsa az édességkészítő a lehetőségeihez mérten.

Szakdolgozatom célja, hogy a nagyüzemi bonbongyártásban alkalmazott zsírmigrációt csökkentő módszerek közül megkeressem, beazonosítsam azokat, melyeket a kézműves csokoládé-készítők egyedi, kis darabszámú termék-előállítás során is alkalmazni tudnak!

2 A munkám célja

Dolgozatomban a nagyüzemi csokoládé- és bonbonkészítések során alkalmazott zsírmigrációt csökkentő módszerek mellett szeretném bemutatni, hogy a kézműves technológiával elkészített, töltött bonbonok előállítása és tárolása során milyen tényezőkre kell mindenképpen figyelni, és milyen intézkedéseket kell feltétlenül megtenni annak érdekében, hogy az elkészült édességünk ne csak a formából kifordítás pillanatában legyen csillogó, roppanós és ízletes, hanem az elkészítés után is még a lehető legtovább.

Véleményem szerint azért van szükség a pillanatnyi szépség mellett az eltarthatóság és minőségmegőrzés szem előtt tartására, mert a kézműves édességkészítés bár elsőre könnyűnek tűnik – hiszen akár már egy félnapos hobby cukrász workshopon megtanulhatunk csillogó, színes, fényképen csodásan mutató bonbonokat és csokoládékat készíteni -, ha komolyan szeretnénk csokoládé-készítéssel és eladással foglalkozni, akkor hamar kiderül, hogy a csokoládé típusok, a temperálás, a festékek, a töltelékben használt összetevők, stb. felületes ismerete kevés lesz a tartós sikerhez és a visszatérő vásárlók elnyeréséhez!

A szakdolgozatomban először az interneten hozzáférhető nemzetközi cikkek, publikált kutatási eredmények és tanulmányok alapján igyekszem összegezni, hogy a zsírmigráció jelensége milyen lipidek jelenléte során jelentkezik, melyik zsírösszetevővel mi történik a folyamat során, és a változásokat hogyan lehet befolyásolni, csökkenteni.

A tudományos művek elemzése után a szakdolgozatom keretében bemutatom azt a kísérletemet, melyet kétféle töltött bonbonon végeztem részben az Egyetem laborjában SMS állományvizsgáló gép és gyorsított tárolás segítségével, majd ugyanezek a bonbonok otthoni hűtőben történő tárolás során. A kísérletem célja az volt, hogy a kézműves töltött bonbonok tárolása során vizsgáljam a készített termék állagát, küllemét, ízét, eltarthatóságát, ezek időbeli változását elsősorban a zsírmigráció jelenségének szempontjából.

Az egyetemi kísérletet azzal a feltételezéssel kezdtem meg, hogy a töltött bonbonoknál mind a csokoládéburokban, mind a töltelékben mérhető, látható és ízelhető változások játszódhatnak le már rövid idő alatt (1-2 hét) is, melyek a 3-4. hétig még nem befolyásolják negatívan a bonbon élvezeti értékét.

3 Irodalmi áttekintés

A csokoládé kémiai összetétele miatt a benne lévő kakaóvaj és a cukorkristályok közötti kapcsolat instabil lehet. Amikor a csokoládé hőmérséklete emelkedik, a kakaóvaj lassan elkezd kiválni és különválnak a csokoládé többi összetevőjétől. Ez a folyamat még inkább felgyorsul, ha a csokoládé hőmérséklete ingadozik, vagy ha hosszabb ideig tárolják.

A töltött bonbonokban is előfordulhat zsírmigráció, mivel azoknak is hasonló összetétele van, mint a csokoládénak. A töltelékek gyakran tartalmaznak magas zsírtartalmú összetevőket, mint például tejszín, vaj, olajok vagy dióvaj, amelyek hő hatására könnyen elolvadnak és kiválnak a töltelék más összetevőitől.

A csokoládé zsírsavösszetétele változó lehet attól függően, hogy milyen típusú csokoládéről van szó. A csokoládé fő zsírforrása a kakaóvaj, amelynek zsírsavösszetétele a következő:

- Olajsav (C18:1): 34%
- Sztearinsav (C18:0): 37%
- Palmitinsav (C16:0): 25%
- Linolsav (C18:2): 3% (Caligiani et al., 2016)

Kakaóvaj és kakaóvaj között azonban nagy különbség lehet zsírsavösszetételben! Az egyes kakaóvajak zsírsavösszetétele és kémiai tulajdonságai nagyban befolyásolják a zsírmigrációt az adott csokoládében.

3.1 Zsírsavak

3.1.1 Az olajsav (rövidítve OA – oleic acid):

Kémiai képlete $C_{18}H_{34}O_2$, és az omega-9 zsírsavak csoportjába tartozik. Egyszeresen telítetlen zsírsav, a leggyakoribb telítetlen zsírsav a természetben. Ez azt jelenti, hogy az olajsav kevésbé hajlamos kiválni és elválni a csokoládé többi összetevőjétől, és így csökkenti a zsírmigráció kockázatát.

Az olajsav fontos szerepet játszik a kakaóvaj állagának, textúrájának és az ízvilágának kialakításában. Az olajsav hozzájárul a kakaóvaj sima és krémes textúrájához, és a kakaóvaj kellemes, enyhén édes ízéhez is.

Az olajsavat elsősorban olajokban és zsírokban találjuk meg, például az olívaolajban, a napraforgóolajban, az avokádóban és a dióban. Az olajsav fontos szerepet játszik az emberi szervezet számára szükséges zsírsavakban. Az olajsav hasznos lehet az egészség szempontjából, mivel hozzájárulhat az egészséges koleszterinszint fenntartásához és csökkentheti a szív- és érrendszeri betegségek és a stroke

kockázatát. Az olajsav fontos szerepet játszik a szervezetben a sejthártyák felépítésében is. Az olajsav kakaóvajban való jelenléte azt jelenti, hogy a kakaóvaj magas olajsav-tartalma miatt egészségesebb zsírsavakat tartalmaz, mint a telített zsírsavak. Ez azt jelenti, hogy a kakaóvaj fogyasztása mérsékelt mennyiségben része lehet egy egészséges étrendnek, és hozzájárulhat az egészség megőrzéséhez. Az olajsav emellett fontos szerepet játszik a bőrápolásban is, mivel hidratáló hatással bír és segíthet megőrizni a bőr rugalmasságát és feszségét. Az olajsavat használják kozmetikai termékekben, például testápolókban, krémekben és szappanokban is.¹

3.1.2 A sztearinsav (SA – stearic acid):

Kémiai képletét $C_{18}H_{36}O_2$ jelöli, és szilárd állapotban szinte szagtalan, színtelen, viaszos anyag.

Telített zsírsav, amely hajlamosabb a kiválásra és az elválásra. Ha a csokoládé hőmérséklete változik, akkor ez a zsírsav elkezd kiválni a kakaóvajból, és ezáltal növeli a zsírmigráció kockázatát. A sztearinsav szerepe a kakaóvajban a textúra és a stabilitás biztosítása. A csokoládé sztearinsav tartalmának magasabb vagy alacsonyabb szintje hatással lehet a kakaóvaj textúrájára. Ha a kakaóvaj sztearinsav tartalma magasabb, akkor a kakaóvaj keményebb lesz, és magasabb az olvadáspontja is, ami azt jelenti, hogy nehezebben, magasabb hőmérsékleten fog olvadni. Ez a tulajdonság fontos a csokoládégyártás során, mert lehetővé teszi a csokoládé tartósabb állagának fenntartását a melegebb környezetben is.

Előfordulhat állati és növényi zsírokban is, például a marhahúsban, a kókuszszírban, a shea vajban és a kakaóvajban. A sztearinsav szerepet játszik az élelmiszeriparban, a szappan- és gyertyagyártásban, valamint a kozmetikai iparban is, mivel segít az olajok és a víz keveredésében, és megakadályozza az anyagok szétválását. Emellett a sztearinsavat emulgeálószerként is használják, hogy javítsa az ételek textúráját és az ízüket. A sztearinsav egészségügyi hatásait tekintve a magasabb szintű fogyasztása negatívan befolyásolhatja a vér koleszterinszintjét és emelheti a szív- és érrendszeri betegségek kialakulásának kockázatát. Azonban a sztearinsav egyensúlyi fogyasztása normális diéta részeként nem okoz káros hatásokat az egészségre.²

¹ Internet 1 és Internet 5

² Internet 1 és Internet 6

3.1.3 A palmitinsav (PA – palmitic acid):

Kémiai képlete $C_{16}H_{32}O_2$, a leggyakoribb telített zsírsav a természetben. A palmitinsav (mivel telített zsírsav) hajlamosabb a kiválásra és az elválásra. A sztearinsavhoz hasonlóan, ha a csokoládé hőmérséklete változik, akkor a palmitinsav is elkezd kiválni a kakaóvajból, és emiatt növeli a zsírmigráció kockázatát. A palmitinsav a kakaóvaj fő összetevői közé tartozik, és hozzájárul a kakaóvaj krémes és sima textúrájához, valamint a csokoládé ízéhez és állagához. A palmitinsav a kakaóvaj szilárdabbá és keményebbé teszi szobahőmérsékleten, amely lehetővé teszi a kakaóvaj széles körű felhasználását az élelmiszeriparban, például a csokoládékészítésben. Másrészt a palmitinsav hozzájárul a kakaóvaj hosszú távú stabilitásához, és megakadályozza a kakaóvaj oxidációját és avasodását, ami fontos a termékek tartóssága szempontjából.

Előfordul állati eredetű élelmiszerekben, mint például a vaj, a tej és a hús, valamint a növényi eredetű élelmiszerekben, mint például a pálma- és a kókuszolaj. A palmitinsav segít a termékek állagának javításában és stabilizálásában, és hidratáló hatással bír a bőrön.

A palmitinsav azonban nemcsak élelmiszerekben található meg, hanem a szervezetben is termelődik, és szerepet játszik a sejtek és a szövetek felépítésében és működésében. Túlzott fogyasztása hosszú távon növelheti a koleszterinszintet és a szívbetegségek kockázatát. Az egészséges táplálkozás érdekében fontos a palmitinsav tartalmú élelmiszerek mérsékelt fogyasztása, és a helyettesítésük egészségesebb zsírokkal, mint például az egyszeresen és többszörösen telítetlen zsírsavak.³

3.1.4 A linolsav (LA – linoleic acid):

Kémiai képlete $C_{18}H_{32}O_2$, és az omega-6 zsírsavak csoportjába tartozik. Egy többszörösen telítetlen zsírsav, amely a növényi olajokban, magvakban és gabonákban található meg, illetve megtalálható az állati tejszínben is. Az emberi szervezet nem képes előállítani a linolsavat, ezért az esszenciális zsírsavak közé tartozik, amelyeket a szervezetnek táplálék útján kell bevennie. A linolsav számos fontos funkcióval rendelkezik az emberi szervezet számára: hozzájárul az egészséges bőr fenntartásához, az immunrendszer megfelelő működéséhez és a sejtek egészséges

³ Internet 1 és Internet 7

növekedéséhez és megújulásához. Az omega-6 zsírsavak közé tartozó linolsavat használják a szív- és érrendszeri betegségek, valamint az autoimmun betegségek kezelésére is. Azonban az omega-6 zsírsavak, így a linolsav túlzott fogyasztása is kockázatot jelenthet az egészségre. Az omega-6 zsírsavak és az omega-3 zsírsavak egyensúlyának megtartása fontos a megfelelő egészség fenntartása érdekében. Az omega-6 zsírsavak magas fogyasztása növelheti az oxidatív stresszt és a gyulladást a szervezetben, ami hosszú távon káros lehet az egészségre. Ezért fontos, hogy a linolsavat az ajánlott mennyiségben fogyasszuk és tartsuk tiszteletben az omega-3 és omega-6 zsírsavak közötti egyensúlyt.⁴

A zsírmigráció során a kakaóvajban lévő különböző zsírsavak eltérő módon viselkednek.

A **sztearinsav** nagyobb kristályszerkezettel rendelkezik, stabilabb a magasabb hőmérsékleteken, és általában kevésbé hajlamos a migrációra, így az egész csokoládé struktúrájának stabilizálásában is fontos szerepet játszik, míg az olajsav és a linolsav hajlamosabb a migrációra. Ennek eredményeként a csokoládégyártók a sztearinsav magas tartalmával igyekeznek csökkenteni a zsírmigrációt és az anyagok, a csokoládék instabilitását. *Buscato és társai* által végzett kísérletben két étcsokoládé készítményt kakaóvaj-sztearin (CBSt) vagy szorbitán-monosztearát (SMS) hozzáadásával fejlesztettek ki, majd összehasonlították egy standard készítménnyel, hogy megvizsgálják a zsírvirágzás (fatbloom) időbeli alakulását. A zsírvirágzást Whiteness Index (WI), oladási viselkedés és polimorfizmus meghatározásával követték 90 napig 20°C-on, illetve 20-32 °C között oszcilláló hőmérsékleten tárolt rudakban. A 20°C-on tárolt mintákban nem alakult ki fatbloom, és a szükséges $\beta(V)$ forma megmaradt. Oszcilláló tárolási körülmények között a CBSt (6,0%, w/w)-s minták legalább 45, míg a SMS (0,15% w/w)-s minták legalább 15 nappal késleltették a felszíni zsírmigrációt a standard csokoládéhoz képest vizuális megfigyelés és WI-növekményen keresztül vizsgálva. A $\beta(V)$ $\beta(VI)$ polimorf átmenet jól korrelált a WI-vel és a DSC termogramok változásaival is, ami megerősíti a specifikus triacilglicerinnel (főleg StOst) nagyobb hatékonyságát a virágzás késleltetésében. (*Buscato et al., 2018*)⁵

A **palmitinsav** magasabb olvadásponttal rendelkezik, mint az olajsav és a linolsav, és ezért kevésbé hajlamos a migrációra a magasabb hőmérsékletek hatására. Fontos szerepet játszik a csokoládé textúrájának és konzisztenciájának kialakításában, és hozzájárul az egész

⁴ Internet 1 és Internet 8

⁵ Internet 10

csokoládé szerkezetének stabilizálásához. Azonban a sztearinsavhoz képest kevésbé stabil - a kakaóvajban lévő kisebb kristályokat hajlamosabb nagyobb kristályokká alakítani, ami negatívan befolyásolhatja a csokoládé minőségét, ronthatja az élvezeti értékét is akár. Az optimális palmitinsav-tartalom segít megakadályozni a zsírmigrációt, de ugyanakkor biztosítja a megfelelő stabilitást és textúrát a csokoládében.

Az **olajsav** a kakaóvajban található telítetlen zsírsav, magasabb olvadásponttal rendelkezik, mint a linolsav, amely szintén egy telítetlen zsírsav, de kevesebb kettős kötéssel rendelkezik. Az olajsav hozzájárul a kakaóvaj lágyabb, simább textúrájához és krémes ízéhez.

Az optimális olajsav-tartalom segít megakadályozni a zsírmigrációt. Ha a csokoládében túl magas az olajsav-tartalom, akkor az túl puhává és ragadóssá válhat, míg túl alacsony olajsav-tartalommal a csokoládé keményebb és törékenyebb lehet. Az olajsav tehát fontos összetevője a kakaóvajnak, amelynek mennyisége hatással van a csokoládé minőségére és textúrájára.

Gosh, Ziegler és Anantheswaran 2010-ben publikált cikkükben azt állapították meg, hogy a migrációs sebesség a bevonat szerkezetétől és összetételétől függ. Ezen összetevők vándorlása bizonyos mértékig lassítható a bevonat megfelelő temperálásával, mert a megfelelő temperálás olyan szerkezetet eredményez, amely ellenáll a vándorlásnak. A folyamatos lipidfázisban ezek az anyagok főként a folyékony fázison vándorolnak. Így a migrációs sebesség a termékben lévő folyékony olaj mennyiségétől függ. A migráció késleltethető a folyékony zsírtartalom csökkentésével vagy a folyékony fázis immobilizálásával. A migrációs folyamatok tényleges mechanizmusai szerintük (is) spekulatívak, és alaposabb megértésre van szükség a minőségromlás jobb visszaszorításához. Ezzel a gyártók is tisztában vannak, ismerik az összetevők vagy az eljárások megváltoztatásának hatásait. A migrációs viselkedés előrejelzésére matematikai modelleket állítottak fel, javasoltak néhány szabályozási módszert a kutatók, de ezek korlátozottan alkalmazhatóak szerintük. (*Gosh et al., 2010*)⁶

3.1.5 Tejzsír

A világon a vásárlók által legnagyobb mennyiségben fogyasztott csokoládétípus a tejsokoládé⁷. A tejsokoládé, az étcsokoládéval ellentétben, a kakaóvaj mellett tejpport és nagyobb mennyiségű cukrot is tartalmaz; az egyes tejporok zsírsavösszetétele eltérő lehet, így a különböző tejsokoládék is eltérően viselkedhetnek a zsírmigráció tekintetében. A tejzsír magas arányban tartalmaz

⁶ Internet 12

⁷ Internet 2

telített zsírsavakat, a telített zsírsavak hajlamosabbak a kiválásra és elvárásra, ezért a tejsokoládében könnyebben előfordulhat a zsírmigráció, zsírkiválás, mint az étcsokoládénál.

A tejsír többféle zsírsavat tartalmaz, amelyeknek az aránya és mennyisége a tej állatfajától és táplálkozásától függően változik. A tejsírban és a kakaóvajban is megtalálható zsírsavak arányát az 1.sz. táblázatban hasonlítottam össze.⁸

1. sz. táblázat: A tejsírban és a kakaóvajban is megtalálható zsírsavak arányának összehasonlítása

Zsírsav neve	Aránya a kakaóvajban	Aránya a tejsírban
Palmitinsav	25%	31%
Sztearinsav	37%	11%
Olajsav	34%	24%
Linolsav	3%	3%

A tejsírban a legnagyobb arányban, 31%-ban a palmitinsav található meg, míg ez a zsírsav a kakaóvajban csak 25%-ban van jelen.

A sztearinsav a tejsírban 11%-át adja a zsírsavösszetételnek, míg a kakaóvajban a legnagyobb százalékkal, 37 %-kal van jelen.

Az olajsav a második legjelentősebb zsírsav a tejsírban, 24%-os aránnyal. Ez a zsírsav a kakaóvajban is a második legnagyobb arányban jelen lévő zsírsav, de a kakaóvajban nagyobb, 34%-os arányban található meg.

A Linolsav mind a tejsírban, mind a kakaóvajban a legkisebb arányban előforduló zsírsav, aránya mindkét zsírban 3 % körül van.

A tejsírban további zsírsavak is jelen vannak, melyek a kakaóvajban nem találhatóak meg, a teljesség igénye nélkül néhány ezek közül: mirisztinsav, palmitoleinsav, transzszírsavak.

Az 1. sz. táblázatból jól látszik, hogy a kakaóvaj és a tejsír zsírsavösszetétele arányaikban jelentősen eltérőek. A töltött bonbonoknál a csokoládécorpus és a töltelék közötti egyenetlen zsírsaveloszlás a folyékony olajok intenzív migrációjához és a szilárd kakaóvaj gyenge diffúziójához vezet. Természetesen a folyékony anyagok sokkal gyorsabban diffundálnak, mint a szilárd anyagok, így a töltelékből egyoldalú vándorlást találunk a csokoládérétegbe. A csokoládébevonatban az egyoldalú vándorlás zsírfelesleghez vezet. Ez a hatás zsírvirágzást okoz a felszínen. (G. Ziegliedler, 1997)

⁸ Internet 1 és Internet 3

Ganache-sal töltött csokoládé termékeknél a felhasznált állati, vagy növényi tejszínben található zsírsavak is hozzájárulnak a bonbonban lezajló zsírmigrációhoz!

3.2 A tárolási hőmérséklet

A csokoládé megfelelő hőmérsékleten történő tárolása kulcsfontosságú annak érdekében, hogy elkerüljük a zsírmigrációt és a csokoládé puhulását. A csokoládé optimális tárolási hőmérséklete 18-20 °C, és legfeljebb 23 °C-ra emelkedhet. Ha a hőmérséklet magasabb, a zsírmigráció gyorsabbá és intenzívebbé válhat - ez azt jelenti, hogy a zsírsavak a kristályszerkezetükből kioldódnak, és újra elrendeződnek, ami változást okoz a csokoládé textúrájában, puhuláshoz vezethet. Ha a hőmérséklet túl alacsony, akkor a csokoládé keményebbé válhat, és nem lesz olyan ízletes. A migráció akkor következik be, amikor a hőmérséklet a csokoládé olvadáspontja környékére emelkedik.

3.3 Kristályszerkezet

A zsírmigráció folyamatában a zsírsavösszetétel mellett a másik fontos tényező a kakaóvaj kristályszerkezete. A csokoládé kristályszerkezete hat különböző formában kristályosodhat, ezt a tulajdonságot polimorfizmusnak nevezik. De ezen kristályszerkezetek közül csak az egyik forma (βV) adja azt a fényt és a törés utáni pattintást, amelyet a vásárlók értékelnek és a cukrárszok kívánnak (Beckett, 2000)⁹.

Az alfa-kristályszerkezet stabilitása azon múlik, hogy a kakaóvajban lévő zsírsavak milyen sorrendben rendeződnek el a kristályrácsban. Az alfa-kristályszerkezetben a zsírsavak rendezetten, szoros csomópontokba rendeződnek, és ennek eredményeként a csokoládé sima és ragadós textúrájú lesz.

A béta-kristályszerkezetben a zsírsavak lazábban rendeződnek el, ami a csokoládé szilárdabb, törékenyebb textúráját eredményezi. A csokoládé általában kis mennyiségben tartalmaz béta-kristályszerkezetet, mivel a zsírsavak általában az alfa-kristályszerkezetben rendeződnek el. A csokoládé textúrájának és ízének javítása érdekében azonban a gyártók bizonyos esetekben szándékosan béta-kristályszerkezetet is alkalmaznak. A kakaóvaj az alacsony hőmérsékleten (20°C alatt) stabil béta-kristályszerkezetben van, amely nagyobb nyomáson és magasabb hőmérsékleten átalakulhat a kevésbé stabil alfa-kristályszerkezetté. Az alfa-

⁹ S.T. Beckett: The science of chocolate (2000)

kristályszerkezetben a zsírsavak hajlamosabbak kiválni a kakaóvajból, ami tovább növelheti a zsírmigráció kockázatát. A megfelelő kristályszerkezet elősegíti a csokoládé megfelelő minőségét, például a textúráját és az érzékszervi tulajdonságait. Beckett (2000) kifejti, hogy a zsír felvirágoztatása a kakaóvajban a temperálás során kialakuló stabil polimorfok (V forma) elégtelensége miatt fordulhat elő, ami folyékony zsírfrakciót hagy maga után, mely a felszínre jut, különösen, ha a csokoládén repedések vannak (Hartel, 1999)¹⁰.

A βV kristályszerkezet egy különleges béta-kristályszerkezet, amelyet a csokoládégyártók speciálisan alakítanak ki a csokoládéban. Ez a kristályszerkezet a béta-kristályszerkezet egyik variációja, és eltérő tulajdonságokkal rendelkezik, mint az alfa-kristályszerkezet. A βV kristályszerkezetben a zsírsavak rendezett mintázatai ötágú csillag alakzatot alkotnak, amelyeket egymással szabályosan elrendeznek. Ennek eredményeként a csokoládé keményebb, törekenyebb textúrájú lesz, mint az alfa-kristályszerkezetben. A βV kristályszerkezetnek azonban az az előnye, hogy a csokoládé jobban ellenáll a hőnek, ami azt jelenti, hogy nehezebb olvasztani, nehezebben olvad a tárolás során is, vagyis jobb az eltarthatósága. A βV kristályszerkezet előállítása a csokoládégyártás során azonban nehéz, és csak nagyon speciális körülmények között érhető el. A βV forma a temperálás (azaz előkristályosodás) során keletkezik, és a nem megfelelő temperálás instabil polimorf βIV -es polimorf képződéséhez vezet, ami a csokoládévirágzás egyik oka lehet¹¹.

A βVI kristályszerkezet a csokoládéban kialakuló öt lehetséges kristályszerkezet egyike, ez a legstabilabb kristályszerkezeti forma, melyre a kakaóvaj kristályai törekszenek.

A βVI kristályszerkezet kialakulása a következő körülmények között történik meg:

- Megfelelő hűtés:

A csokoládé hűtése során az olvadáspont alatt kell tartani a hőmérsékletet, hogy a kakaóvajban lévő zsírsavak rendeződjenek és a kristályszerkezet kialakuljon. A megfelelő hűtési sebesség és hőmérséklet biztosítja a βVI kristályszerkezet kialakulását.

¹⁰ Pablo Altimiras a, Leo Pyle b, Pedro Bouchon: Structure–fat migration relationships during storage of cocoa butter model bars: Bloom development and possible mechanisms, 2006., Internet 11

¹¹ Pablo Altimiras a, Leo Pyle b, Pedro Bouchon: Structure–fat migration relationships during storage of cocoa butter model bars: Bloom development and possible mechanisms, 2006., Internet 11

- Kakaóvaj kristályszerkezetének elrontása:

Ha a csokoládéban lévő kakaóvaj kristályszerkezete sérül, akkor lehetőség nyílik a β VI kristályszerkezet kialakulására. A kristályszerkezet sérülése akkor fordulhat elő, ha a csokoládé hőmérséklete túl magas, vagy ha a csokoládé hosszú ideig tartózkodik magas hőmérsékleten.

- Részleges olvasztás és újrakristályosodás:

Ha a csokoládé részlegesen megolvad, majd újra megkeményedik, akkor lehetőség nyílik a β VI kristályszerkezet kialakulására. (Beckett, 2000, Bomba, 1993)¹²

A β VI kristályszerkezet kialakulása a csokoládé textúrájára és az ízélményre is hatással van. A β VI kristályszerkezetű csokoládé általában keményebb és kevésbé krémes, mint a β V kristályszerkezetű csokoládé, és magasabb olvadásponttal rendelkezik.

A zsírmigrációra ható tényezők közül (a zsírsavösszetétel és a kristályszerkezet után) a leggyakoribbak közé tartozik a hőmérséklet, a páratartalom és a csomagolás minősége.

3.4 A magas hőmérséklet

A magas hőmérséklet hatására a kakaóvaj folyékonyabbá válik, és ez lehetővé teszi a zsírok átjutását a többi összetevőbe. Ahogyan Aguilera, Michel és Mayor (2004) összefoglalták, a terület kutatói számos különböző módszert fejlesztettek ki a csokoládéban és az édesipari termékekben előforduló zsírmigráció kinetikai adatainak előállítására és értékelésére. Néhány kísérletet izoterm körülmények között végeztek (Miquel és mtsai, 2001, Talbot, 1996, Ziegleder és mtsai, 1996), míg más kutatók a hőmérséklet ciklikus változtatásával indukálták a zsírképződést (Ali et al., 2001, Bricknell és Hartel, 1998, Hodge és Rousseau, 2002) a hosszan tartó tárolás során előforduló változó körülményeket szimulálva. A csokoládéban a zsírmigráció felmérésére, vagy mérésére használt technikákkal kapcsolatban találhatunk olyan módszereket, amelyek az egyszerű vizuális ellenőrzéstől a kifinomult analitikai technikákig terjednek, mint például a HPLC, a mágneses magrezonancia képalkotás és az atomerőmikroszkópia (Aguilera et al., 2004, Hodge és Rousseau, 2002, Miquel

¹² Internet 1 és Internet 11

és mtsai, 2001, Ziegleder és mtsai, 1996). A színváltozások értékelésével kapcsolatban kereskedelmi forgalomban lévő kolorimétereket is alkalmaztak, amelyek lehetővé teszik a felület jellemzését a fehérségi index néven ismert paraméter segítségével (Bricknell és Hartel, 1998). A közelmúltban Briones és Aguilera (2005) kifejlesztett egy számítógépes látórendszert, amely lehetővé teszi a csokoládé felületi színének jellemzését.

A zsír felszínre vándorlásában szerepet játszó mechanizmusokkal kapcsolatban a javasolt mechanizmusok többsége a diffúzió alapul (Ghosh et al., 2002, Miquel et al., 2001, Ziegleder és mtsai, 1996). A diffúziós hajtóerőt eredetileg a csokoládémátrixon belüli folyékony zsírtartalom gradienseként tekintették, de a közelmúltban a termék egyes területein belüli triacilglicerinnel gradiensnek tulajdonították (Ghosh et al., 2002). Azonban Aguilera és munkatársai (2004) szerint ez szükséges, de nem elégséges bizonyíték az elmélet alátámasztására, mivel például a Lucas–Washburn egyenlet rövid időn belüli kapilláris emelkedésének analitikus megoldása pontosan ugyanilyen időfüggő. Ezen túlmenően kifejtik, hogy a csokoládé szerkezetének szemcsés természete miatt a kapilláris hatás valószínű mechanizmus lehet. A közelmúltban Quevedo, Brown, Bouchon és Aguilera (2005) ciklusos hőmérsékleti körülmények között (16–26 °C) tárolt csokoládéminták felületi érdességének alakulását vizsgálták lézeres pásztázó mikroszkóppal és fraktálanalízissel. Lineáris kapcsolatot találtak a normalizált felületi érdesség és az idő négyzetgyöke között, ami azt sugallja, hogy diffúzió vagy kapilláris áramlás lehet a zsír felszínre vándorlásának mechanizmusa. Kakaóvaj modellrúdakat (három különböző méretű homokszemcséből és kakaóvajból) készítettek a virágzás fejlődésének tanulmányozására magas hőmérsékleten (30 °C) tárolva, kétféle módon: a felszínre vándorolt zsír mennyiségének mérésével, valamint a felület színváltozásának mérésével (fehérségi index). Mindkét kísérlet hasonló általános mintázatot mutatott, azaz kezdeti gyors növekedést, majd fokozatosan csökkenő gradienst egészen aszimptotikus érték eléréséig, jelentős változással.

3.5 A magas páratartalom

A magas páratartalom pedig gyakran azért problémás, mert a nedvesség hatására a csokoládé felülete nedves lesz, és ez lehetővé teszi a zsírok kiáramlását a csokoládéból.

Svanberg, Lorén és Ahrné (2012) a zsírmigrációt és a páratartalom változásának hatását vizsgálták étcsokoládékban. A zsír- vagy nedvességmigrációnak kitett étcsokoládében a „puhulás” okozta minőségromlás mennyiségi meghatározását egy új, konfokális kromatikus elmozdulásérzékelőn alapuló módszerrel végezték. A roncsolásmentes módszer lehetővé tette az étcsokoládéminták magassági profiljának $\pm 2,8 \mu\text{m}$ érzékenységgű letapogatását. Minden egyes mintán többszöri szkenneléssel a zsír- vagy nedvességvándorlás előtt és után is számszerűsíthető volt az előidézett „puhulás”¹³.

Az új módszer édesipari rendszereken történő alkalmazása során kiderült, hogy a zsír- és nedvességvándorlás eltérő puhulási viselkedést/kinetikát eredményez az étcsokoládében tárolás közben. A nedvességvándorlás gyors puhulást eredményezett, amikor a csokoládében 0,8-as vízaktivitást értek el, valószínűleg a szemcsés szilárd anyagok kölcsönhatása és nedvességfelvétele révén. A zsírmigráció a csokoládé puhulási viselkedését is befolyásolta, valószínűleg azáltal, hogy kristályszerkezeti átalakulásokat idézett elő az addig stabil kakaóvaj kristályszerkezetben. A migrálódó zsír is kifejezettebb „elpuhulást” eredményezett, mint az azonos mennyiségű felszívott nedvesség, ami tovább erősítette, hogy a zsír- vagy nedvességvándorlás által okozott megfigyelt minőségromlás jelentősen eltérő mechanizmusok eredménye.

3.6 A csomagolás minősége

A csomagolás minősége is fontos tényező a zsírmigráció megelőzésében. A csomagolásnak megfelelően kell szigetelnie a csokoládét, vagy a bonbont a külső környezeti hatásoktól, például a nedvességtől, a hőmérséklettől és a fénytől. Ha a csokoládé szorosan le van zárva a csomagolásban, akkor a levegő és a nedvesség nem tud bejutni, és ez megakadályozza a zsírmigrációt. Ha azonban a csomagolás nem megfelelő, akkor a csokoládé érintkezhet a környező levegővel, és ez beindíthatja a zsírmigrációt. A csomagolásnak tartósnak és stabilnak kell lennie azért is, hogy megakadályozza a termék deformációját, így megőrizze a csokoládé eladhatóságát.

¹³ L Svanberg 1, N Lorén, L Ahrné: Chocolate swelling during storage caused by fat or moisture migration, Internet 9

3.7 Antioxidánsok használata

A zsírmigráció megakadályozásának egyik további módja lehet az antioxidánsok használata. Az antioxidánsok olyan vegyületek, amelyek megakadályozzák a zsírok oxidációját, és ezáltal segítenek megőrizni a csokoládé minőségét és stabilitását. Az antioxidánsok hozzáadása nemcsak a zsírmigráció megakadályozására hasznos, hanem azért is, mert segít megőrizni a csokoládé frissességét és ízét. Az antioxidánsok közé tartoznak a BHA (butyl-hidroxi-anizol), a BHT (butyl-hidroxi-toluol) és a természetes antioxidánsok, mint például a rozmaringkivonat.

3.8 Emulgeálószer

Az emulgeálószer is segíthetnek a zsírmigráció megelőzésében. Az emulgeálószer olyan anyagok, amelyek segítenek a zsírok és a víz keveredésében. Az emulgeálószer hozzáadása a csokoládéhoz vagy a bonbonhoz segíthet megakadályozni a zsírmigrációt

4 Anyagok és módszerek

4.1 A bonbonok elkészítése

A zsírmigráció kísérleti vizsgálatára kétféle töltött bonbont készítettem: étcsokoládé burokból málnás fehér csokoládé ganache és étcsokoládé burokból málnás fehér csokoládé ganache egy ujjbegynyi méretű vékony marcipán réteggel a csokoládé és a töltelék között (ezeknek a bonbonoknak a felszínét egy ecsetvonásnyi fehér csokoládéval díszítettem, hogy könnyen meg tudjuk különböztetni a kétféle bonbont). A bonbonok egy szakhatósági működési engedéllyel rendelkező cukrászműhelyben készültek, ám teljes mértékben kézműves technológiával. Félgömb alakú polikarbonát bonbon formákat használtam a bonbonhüvelyek elkészítéséhez. Két teljesen egyforma formában készítettem a bonbonokat, hogy a formai különbözőségekből adódó változót kizárjam a kísérletből.

A bonbonokhoz a Callebaut cég 60% (egészen pontosan 60,1%) kakaószárazanyag tartalmú 60-40-38 elnevezésű csokoládéját használtam. Azért erre a csokoládéra esett a választásom, mert viszonylag magas a kakaószárazanyag tartalma, mégsem élmélyítően keserű ízű csokoládé. Ugyan a kísérletben elsősorban nem a bonbon összehúzó ízhatását és fogyasztói elégedettségét vizsgáltam, hanem a csokoládében és a töltelékben előforduló zsírok migrálódását, ám mégis fontos szempont volt számomra, hogy egy finom, a kóstolók számára különleges ízelményt nyújtó édességet készítsen! A 60%-os kakaószárazanyag tartalmú csokoládé jól ellensúlyozza, ezáltal kiemeli a málnás – fehér csokoládés töltelék édes-savanyúságát. A málnás ganache töltelék a Milfina márkájú laktózmentes 30% zsírtartalmú habtejszín és Callebaut W2 elnevezésű fehér csokoládéjából készítettem 1:3 arányban. A ganacheba lifoilizált málnadarabok és málna aroma került még. A málnás ganache töltelék készítése során egy privát termékfejlesztési kísérletet is elkezdtem, mely nem képezi ennek a dolgozatnak a szigorú szakmai részét: ebbe a kísérletbe azért kezdtem bele, mert az elmúlt években a málnás-fehér csokoládés ganache-ba használt málna aromám már nem kapható a piacon és keresem a helyettesítő aromaterméket. A boltokban, cukrász szakmai áruházakban, neten fellelhető málna aromákat mind végigpróbáltam már, de a ganache íze messze elmaradt mindegyikkel az elvártól, az eddig megszokottól. Az egyik csoporttársam ezen a képzésen a segítségemre sietett, mert egy aromagyártó cégnél dolgozik; hozott nekem 4 különböző málna aromát az általuk használtak közül, melyekről azt gondolta, hogy jók lehetnek a fehér csokoládés ganache-omba. Ezen szakdolgozat kísérleti részéhez készített bonbonjaimhoz az egyik tesztaromát használtam fel, miközben a másik három aromával is elkészítettem a ganache-t; a 4 minta kizárólag az aromákban

különbözött, egyéb összetevőikben és összetételükben teljesen megegyeztek. Az első kóstolások után a kóstolók visszajelzései alapján a 411655 kódszámú málnaaromás ganache-t töltöttem be a bonbonokba, mert ennek kellemes, finoman lágy mégis intenzív málna íze volt mellékíz nélkül. A 411655-s málnaaromát tartalmazó ganache-ban sajnos nem érezhető annyira markánsan a málna édes és fanyar íze egyszerre, mint a korábban használt aromámmal készült ganache-ban, de ennek ellenére a fogyasztói kóstolások eredményei alapján az ezzel készült ganache megfelelő mind tölteléknek, mint trüffelgolyónak – a kóstoláson olyan közeli hozzátartozóim és barátaim vettek részt, akik jól ismerik a málnás ganache-mat a korábbi aromával és épp ezért nagyon kritikusak voltak az új, tesztelt aromákkal szemben!

A műhelyben, ahol a bonbonokat készítettem 2023 februárjában sajnos elég hideg volt – a műhely saját fűtése szerelés alatt volt éppen. Ahhoz, hogy a csokoládék és bonbonok felszínén és belsejében természetes módon is lezajló zsírmigrációt kézműves készítés során a lehető legkisebb mértékűre szorítsam vissza, nagyon fontos volt betartanom a készítéskor néhány alapvető szabályt: a helység hőmérséklete, páratartalma legyen ideális, a formák legyenek tiszták, zsírmentesek és „melegek”, a csokoládét az előírásoknak megfelelően temperáljam! Egy lapradiátorral és egy páramentesítő géppel próbáltam elérni a megfelelő hőmérsékletet és páratartalmat a csokoládéöntéshez, de sajnos minden próbálkozásom ellenére is csak 18°C-t és 65%-s páratartalmat sikerült teremtenem a műhelyben. A csokoládéöntéshez az ideális körülmény a 20-22°C és a 60% alatti páratartalom lenne. Hogy a nem ideális körülmények ellenére a bonbonokhoz használt csokoládé a temperálás során elérje az öntéshez ideális kristályszerkezetet (β -5 kristályrács szerkezet), hogy a csokoládé héja a nem optimális körülmények ellenére is csillogó, fényes, roppanós legyen, ahhoz több, kézműves csokoládé-készítők által használt „trükköt” vettem be:

4.1.1 A felhasznált csokoládé megválasztása:

A Callebaut csokoládéi felhasználói szemszögből stabil kristályrács-szerkezettel rendelkeznek, a „laborokban nagyon jól rakták össze ezeket a csokoládékat”. Sokéves tapasztalatom, hogy a Callebaut csokoládékat (bármelyiket is használjam!), ha nem temperálom az előírásoknak megfelelően, vagy nem sikerül a temperálás teljesen tökéletesen (vagy épp időszakában vagyok és csak simán felolvasztom), akkor is fényes és roppanós bonbonok fordulnak ki az öntőformákból! A Callebaut csokoládékhoz felhasznált kakaóvajak zsírsavösszetétele szigorúan titkos, így nem tudom megmondani, hogy milyen arányú az egyes zsírsavak aránya a felhasznált

csokoládében. De valószínűsítem, hogy viszonylag „magas” lehet a sztearinsav és a palmitinsav aránya az olajsavhoz képest, hogy ilyen „könnyű” jól temperálni ezt a csokoládét. Bár a Callebaut csokoládék nem olcsók, kezdő bonbon-készítőknek én mégis ezt a csokoládét szoktam ajánlani, mert a kezdeti tapasztalatlanságból származó hibák, ügyetlenkedések ellenére is gyönyörű bonbonokat, csokoládékat tudnak készíteni akár első otthoni próbálkozásra is! Nagyon könnyen lehet ezzel a csokoládéval dolgozni, hamar sikerélménye lesz a csokoládé-készítőnek, így utána már bátrabban mer a csokoládé-készítés végtelen útjára lépni és újabb és újabb csokoládékat, öntési technikákat és módszereket kipróbálni.

Mivel ez a csokoládé típus könnyen használható és nem igényel tökéletes temperálást a megfelelő eredményhez, ezért esett a választásom a februári hideg és párás műhelyben ennek a csokoládénak a használatára. (Azon tapasztalataim bizonyítására, hogy a Callebaut csokoládékból a tökéletlen temperálás ellenére is fogyasztói szinten tökéletes (β V kristályszerkezetű) csokoládékat, bonbonokat lehet készíteni ennek a szakdolgozatnak a keretében nem végeztem mikrobiológiai, kémiai vagy más kísérletet és tudomásom szerint semmilyen tudományos megerősítése sincs ennek a tapasztalatnak.)

4.1.2 A polikarbonát formák melegítése és páratlanítása

A csokoládé készítésekor, legyen szó táblás csokoládéról, bonbonról vagy apró kis falatnyi csokoládékról a kulcsszó minden műveleti lépésnél. Ha minden hőmérséklet (a műhelyé, a formáé, a csokoládéé, az eszközöké) megfelelő, akkor lesz szép és roppanós a csokoládénk. Egy 20-22°C-s állandó hőmérsékletű cukrászműhelyben a polikarbonát formák is 20-22°C-osak általában. Ebben az esetben is érdemes a csokoládéöntés előtt közvetlenül egy kicsit felmelegíteni a formákat, hogy ne legyen olyan nagy a hőmérséklet különbség a forma és a csokoládé között és a csokoládé ne kezdjen el azonnal megszilárdulni a formánkban, hanem szép vékony corpust tudjunk készíteni a bonbonnak, vagy egyenletesen hüljön a táblás csokoládénk és legyen ideje a β -5 kristályszerkezet kialakulásának.

Esetemben a polikarbonát formák nemhogy 20°C-osak nem voltak, de a 12°C-t is alig érte el a hőmérsékletük és szemmel láthatóan nyirkos volt a felületük. A formák előkészítéséhez hajszárító melegítést és többszöri zsírtalanítást használtam. A formákat hajszárítóval alaposan mindenoldalról átmelegítettem. Egy szösmentes papírtörölővel alaposan át- és kitöröltem minden bonbonformát; így eltávolítottam az

esetleges, korábbi használatból visszamaradt csokoládé és kakaóvaj maradványokat. A formákat átlátszó folpackkal lefedtem, hogy a műhely magas páratartalma miatt lecsapódó párától megóvjam a felületet az öntésig. A formákat a lapradiátor közvetlen közelébe raktam, hogy amennyire lehet meleg maradjanak. A csokoládé temperálása közben, pontosabban közvetlenül azelőtt, hogy elkészültem volna a temperálással és önteni kezdtem volna a csokoládét, kislányom segített és hajszárítóval újramelegítette a formákat. Így amennyire ilyen körülmények között lehetőségem volt, kiegyenlítettem a polikarbonát forma és a csokoládé közötti hőmérsékletet.

4.1.3 A csokoládé temperálása és az öntési hőmérséklet

Az étcsokoládé pasztillákat az előírásoknak megfelelően kezdtem el temperálni. A beoltós csokoládé-temperálási módszert használtam, mert se márványlapom, se temperáló gépen nincs sajnos. Mikróban közepes teljesítményen felmelegítettem 240 gramm csokoládé pasztillát 40°C-ra. Az olvasztás során 20 mp-ként kivettem a csokoládés tálát, megkevertem a csokoládét, hogy egyenletes olvadjon és maghőmérővel megmértem a hőmérsékletét. Miután felolvadt az összes csokoládé a tálban és elérte a 40°C-t, beleraktam a tálba 60 gramm étcsokoládé pasztillát, ezzel beoltottam. Mire a keverés hatására a csokoládében elolvadt a 60 gramm pasztilla, az olvadt csokoládé hőmérséklete visszaesett 27,5°C-ra. A keverésnél gyors mozdulatokat használtam, mert gyorsabban hűlt a csokoládém, mint ahogy elolvadt benne a pluszban belerakott pasztilla. 18°C-s műhelyben nem nehéz lehűteni a csokoládét, de nehéz JÓL lehűteni. Miután teljesen elolvadt minden pasztilla a csokoládében és maghőmérővel mérve elérte a 27,5°C-s hőmérsékletet, újra visszaraktam a mikróba közepes teljesítményre, hogy visszamelegítsem. Szándékosan az átlagos visszamelegítési hőmérsékletnél (30-32°C) magasabb hőmérsékletre, 33,5°C-ra melegítettem fel a csokoládét. Abban az esetben, ha a környezet hőmérséklete alacsonyabb az öntéshez ideális hőmérsékletnél és/vagy a páratartalom magasabb az ideálisnál, a csokoládét 1 vagy akár 2°C-kal is magasabb hőmérsékleten kell önteni, hogy ugyanazt a kristályrácsszerkezetet, roppanóságot és fényességet érjük el, mint ideális külső körülmények között.

4.1.4 A csokoládéöntés technikája, sebessége

Ideális körülmények között is tempósan kell dolgozni a csokoládé öntésekor, de nekem jelen helyzetben szinte minden másodperc számított. Amint elérte a csokoládé

az öntési hőmérsékletet, jelen esetben a 33,5°C-t, az első előmelegített polikarbonát formába beleöntöttem a csokoládét, lehúztam a felesleget és átadtam a kis segítőmnek, hogy üttögesse ki a légbuborékokat, amik esetleg a forma aljára kerültek. Közben a második formát díszítettem 1-1 ecsetvonásnyi temperált fehér csokoládéval (ez szinte azonnal megkötött a forma belsejében) és már öntöttem is bele a temperált étcsokoládét, hogy a hőmérséklet-veszteséget a lehető legkisebbre csökkentssem le, mind a temperált csokoládénál, mind az előmelegített polikarbonát formánál (ezek a formák nagyon gyorsan hűlnek le, főleg hideg műhelyben). Amint elkészültem a második formába a csokoládéöntéssel, cserétünk a kis segítőmmel. Ő üttögte a második formát, hogy a légbuborékokat eltávolítsa, közben én már az első formából ráztam ki fejjel lefelé a felesleges csokoládét, hogy a lehető legvékonyabb corpust alakítsam ki a bonbonoknál. Ismét lehúztam a formáról a felesleget és azonnal a cukráshűtőbe raktam, hogy a műhely magas páratartalmával a lehető legkevesebbet érintkezzen a bonbon corpusának belső felülete. Közben kislányom kirázta a légbuborékokat a második formából, jöhetett a második formán a corpus kialakítása; fejjel lefelé ráztam ki alaposan a felesleges csokoládét, majd egy határozott gyors mozdulattal lehúztam a corpusok szélén maradt csokoládét és ez a forma is a hűtőbe került. A cukráshűtőm specialitása, hogy automatikusan alacsonyan tartja a hűtőben a páratartalmat a termékek minőség-védelmi érdekében.

A bonboncorpusok hűlési ideje közben elkészítettem a ganache tölteléket. 200 ml Milfina 30%-s zsírtartalmú habtejszín mikróban felforraltam és ráöntöttem 600 gramm Callebaut W2 típusú fehér csokoládéra. A tejszín melegétől a fehér csokoládé keverés közben teljesen felolvadt nem volt szükség plusz melegítésre. Az így kapott ganache-t 4 részre osztottam a 4féle málna aroma teszteléséhez (1. ábra). 190 grammos ganache adagokat mértem ki. Mind a 4 adag ganache-ba belekevertem az előzőleg az aroma csomagolásán szereplő hígítási utasítások alapján kimért aromákat. 3 arománál a hígítási arány 5g/kg volt, a 4. arománál 10g/kg volt. A kimért aromákból először a 190 grammba keverhető mennyiség (kb. 1 gramm, illetve 2 gramm) felét raktam bele. Kóstolás után mind a 4 ganach-nál úgy ítélt meg, hogy szükséges bele még aroma, mert a málna íz nagyon halvány. Így végül mind a 4 adagba belekerült a belerakható maximális aroma mennyiség. Alapos keverés után a ganache már elég málnás és édes volt, de nekem hiányzott belőle a málna fanyarsága. Ezért mindegyik ganache-ba liofilizált málnaport kevertem. Ez a fagyasztva szárított málnapor inkább a málna fanyar ízjegyeit hordozza és nem az édeset. Kóstolások után végül mind a 4 keverékbe

3-3 gramm liofilizált málnaport kevertem, így sikerült a szerintem ideális édes-fanyar málna ízkombinációt előállítanom.

Az éppen itthon tartózkodó családtagjaim körében egy gyors fogyasztói érzékszervi minősítést végeztem kóstoltatással a 4 féle ganache-n (2.ábra). Az eredmény mindenkinél egyértelműen az lett, hogy a bonbonba a 411655-s azonosító számú málnaaromás ganache kerüljön.

A 412072 kódszámú aromával készült ganache-t a többség túl erősen, már-már „durván” málnásnak érezte.

A 411643 kódszámú aromával készült ganache íze megfelelően erősen málnás volt, ám sajnos a kóstolók szerint volt egy kellemetlen műutóíze. Szerény aroma-tapasztalataim alapján azt hiszem ezt hívják az aromaszakértők púderes íznek. Mindenesetre szerintem is volt ennek az aromának egy jellegzetes utóíze; mely megmaradt a tesztelési hetek alatt végig.

A 412048 kódszámú aromával készült ganache-ba hiába kevertem bele a maximálisan belerakható aromamennyiséget mégis alig-alig lehetett érezni a málna ízt, nem volt jellegzetes, felismerhető a málna karakter. Ez az aroma ezen egyszeri kísérlet alapján véleményem szerint egyáltalán nem alkalmas fehérsokoládés ganache málnás ízesítésére.



1. és 2. ábra 4 féle málnaaromás ganache

A házi érzékszervi minősítés után az első bonboncorpusokat feltöltöttem a 411655-s aromás ganache-al, helyet hagyva majd a talpnak (3. ábra). A második bonboncorpusokba 1-1 ujjbegynyi vékony marcipán réteget „kentem” – Bella Marzipan Rohmasse-t használtam (4. ábra). A marcipánrétegek minden igyekezetem ellenére nem lettek se egyforma vastagok, se egyforma nagyságúak, így a súlyuk, csokoládéval és töltelékkel érintkező felszínük sem volt egyforma. Kézműves bonbonoknál ez az eltérés teljesen elfogadott, sőt kívánatos! Jelen esetben, amikor a bonbonban lejátszódó zsírmigrációt vizsgáltam, a marcipánrétegek méretbeli eltérése okozhatott a kísérletemben mérési eltérést – ezeket az esetleges eltéréseket

nem tudom bizonyítani, feltételezni lehet, következtetni lehet rájuk. A marcipán rétegek után ugyanúgy betöltöttem a második adag bonbont is a 411655-s aromát tartalmazó ganache-sal.



3.ábra sima bonbon töltés közben



4.ábra marcipán a bonbonban

A bonbonokat a töltés után újra a cukrázhűtőbe helyeztem, ismételten ügyelve az alacsony páratartalomra.

Fél óra hűtés alatt megszilárdult a ganache töltelék a bonbonokban és talpalhattam a bonbonokat. A talpaláshoz a csokoládét tulajdonképpen újratemperáltam, mert a korábban a bonboncorpusokból kiöntött csokoládét, illetve az olvasztó tálban visszamaradt csokoládét használtam a talpaláshoz. Ez a csokoládé az újratemperálás idejére teljesen megszilárdult már. A talpaláshoz pontosan ugyanúgy temperáltam a csokoládét, mint korábban a corpusokhoz – magasabb öntési hőmérsékletre. Hiába temperáltam korábban ezt a csokoládét már, mivel teljesen lehűlt és megszilárdult, a temperálását előlről kellett kezdenem, hogy a talpcsokoládék is βV kristályszerkezetűek legyenek. Talpalás után, mikor a talpak is szilárdak voltak már, a formák kaptak egy átlátszó fóliacsomagolást egy éjszakára. A cukrázhűtőben ugyan alacsony a páratartalom, de van pára, ami árthat a csokoládénak akár egy éjszaka alatt is. A formák végül 24 órát hűltek a hűtőben fóliába csomagolva mielőtt kivettem a bonbonokat. A bonbonok a hűtés után mindkét polikarbonát formából ütés nélkül este ki. Felszínük egyenletesen mélybarna volt, ahogy az az étcsokoládés bonbonoknál elvárt, nem volt rajtuk temperálási hibanyom, fényesek voltak (5.ábra). Az első érzékszervi tesztek eredménye alapján a kóstolók elégedettségüket fejezték ki a bonbonnal kapcsolatban: fényes, ráharapáskor roppanós volt a csokoládé, kellemesen málnás volt a töltelék íze, melyet az étcsokoládé jól kiemelt, harmóniában volt az étcsokoládé és a málnás töltelék. A marcipánt enyhén lehetett érezni a bonbonban, egyáltalán nem volt domináns. Kellemes kísérő ízt nyújtott. Volt olyan kóstoló, aki a marcipán ízt egyáltalán nem érezte meg a bonbonban. A bonbonban állaghibát, kellemetlen utó- vagy mellékízt egyik kóstoló sem jelzett. A vajás íz a töltelékben egyáltalán senki szerint sem volt jelen.



5. ábra Marcipános és sima bonbon a 0. napon

4.2 A zsírmigráció kísérleti vizsgálatának leírása

A töltött bonbonokban lezajló zsírmigráció vizsgálatára 3 különböző időpontban (0., 7. 14. nap) végeztem vizsgálatokat az egyetemen, az ún. SMS (Stable Micro System) gép segítségével – a mérési napok között a bonbonokat gyorsított tárolási eljárással tároltam, illetve otthoni hűtőben történő tárolás mellett hetente érzékszervi minősítést, kóstolást „tartottam”.

4.2.1 Állományvizsgáló gép alkalmazása a méréshez

Az SMS gép (6. ábra) egy állományvizsgáló műszer, mellyel kisméretű minták, mint pl.: bonbon, csokoládépasztilla, csokoládé darab, keksz, festék, stb. jól vizsgálhatóak. *„Kis deformitások (0,1 mm) mérése csak megfelelően rögzített rendszerben lehetséges. A készülék mind kézi, mind számítógépes vezérléssel működtethető. A készüléket sokféle iparág használja, pl.: műanyagipar, kozmetikai ipar, gyógyszeripar, élelmiszeripar, festékipar. A műszer többféle alátámasztással és mintabefogóval rendelkezik. A bőséges mérőfej készletnek köszönhetően a műszer szinte bármilyen élelmiszer textúrájának vizsgálatára alkalmas.”¹⁴*

A kísérleti tervem az volt, hogy az SMS méréshez a vizsgálandó bonbonokat 3 csoportra osztom, 3 alkalommal, 1-1 hetes különbségekkel vizsgálom meg a mintákat.: 0. napi mérés, 1. heti mérés, 2. heti mérés bonbonjai. A méréseket gép 2 mm-es tűfejével végeztem, az alábbi beállításokkal: 20 mm-es mérési távolság, 2 mm-es behatolási mélység. A célom az volt, hogy a tűfej csak a csokoládécorpuson hatoljon át.

¹⁴ <http://fizika.etk.szie.hu/kutatas/kutatasi-eszkozpark/allomanymero-muszerek>



6. ábra SMS gép

4.2.2 Gyorsított tárolás

A 3 vizsgálati időpont között a bonbonokat az Egyetemen gyorsított tárolással tároltam, egy speciálisan erre kifejlesztett gépben.

Az 1. és 2. heti mérés bonbonjait zárt dobozban gyorsított tárolóba helyeztem a kísérlet 0. napján (7. ábra). A kísérlethez a gyorsított tárolót (ezen a gépen) 3-as programra állítottam be: 12 órás ciklusváltással 21°C és 29°C között változott a tároló belső hőmérséklete a kísérlet 2 hetében.

Azért döntöttem a gyorsított tároló használatánál a kísérlet során, mert így viszonylag rövid, belátható idő alatt tudtam szimulálni az egyébként több hét alatt lezajló folyamatokat, esetemben a zsírmigrációt. A bonbonok (és egyéb élelmiszerek) vonatkozásában a gyorsított tárolóban eltöltött egy hét a való életben kb. 4 heti tárolásnak felel meg. Fontos megjegyezni, hogy a gyorsított tárolási vizsgálatok során nem mindig lehet teljes mértékben előre jelezni az élelmiszer hosszú távú stabilitását és minőségét. Ezért fontos, hogy a vizsgálatokat kiegészítsük hosszabb távú tárolási vizsgálatokkal is. Sajnos hosszabb idejű kísérlet elvégzésére nem volt lehetőségem a szakdolgozat elkészítésére rendelkezésre álló idő szűkössége miatt.



7. ábra Bonbonok a gyorsított tárolóban

4.2.3 Statisztikai kiértékelés

Az kapott mérési eredményeket táblázatban, hibasávós oszlopdiagrammon és vonalgrafikonon is ábrázoltam az elemzéshez, illetve az egyes mérési alkalmak közötti szignifikáns eltérés bizonyítására T- és F-próbát végeztem. F-próba alatt azt a statisztikai eljárást érthetjük, amely két vagy több minta szórását hasonlítja össze (Levene-próba). „*T-próba az F-próbához hasonlóan egy hipotézisvizsgálat, melynek általános célja, hogy a populációból szerzett minták tulajdonságai között különbséget keressünk. Ezek az összehasonlítások alapvetően azt feltételezik, hogy a minták között nincs számottevő (szignifikáns) eltérés. Ezt a feltételezést nevezzük nullhipotézisnek (H_0). A t-próbák általánosan azt feltételezik, hogy a minták átlagai (!) között nem találunk eltérést és a nevét jelző próbastatisztika értéke, azaz a "t-érték", követi a Student-féle t-eloszlást, annak egy megadott intervallumában van.*¹⁵”

4.2.4 Otthoni kísérlet

Az egyetemi mérésekkel és értékelésekkel párhuzamosan egy otthoni kísérletet is végeztem. Ugyanezekből a bonbonokból a saját otthoni hűtőmben tároltam 8-8 darabot légmentesen zárt dobozban. Ezeket a bonbonokat 2 alkalommal vettem érzékszervi vizsgálat alá itthon. Ez a 2 vizsgálat a 4. és a 8. héten történt.

4.2.5 A bonbonok érzékszervi vizsgálata

Az érzékszervi vizsgálatban a családtagjaim (Kislányom, Édesanyám és a Barátom-ők az otthoni bonbonokat kóstolták) és az Egyetem néhány munkatársa (akik éppen a laborban voltak) vett részt. Kóstolóim mind laikus, hétköznapi csokoládé-fogyasztók. Kérésem az volt hozzájuk, hogy először csukott szemmel szagolják meg a bonbont, a csokoládé illata miatt (mennyire csokoládés az illata a bonbonnak, lehet-e érezni a málnás illatot). Az illat értékelése után harapják ketté a bonbont és értékeljék az alábbiakat: a csokoládé coprus roppanósága, a töltelék illata, íze, állaga, a marcipános bonbonban a marcipán jelenléte, mindkét bonbonban az ízek összhatása.

A kísérletben összesen 15 sima és 15 marcipános bonbon mintát vizsgáltam meg az SMS készülékkel és további 8-8 bonbont otthoni körülmények közötti tárolás során. Így mind az otthoni, mind a gyorsított tárolóba helyezett mintáknál egy 8 hetes időintervallum alatt lezajló folyamatot tudtam vizsgálni és érzékszervi minősítéssel összehasonlítani.

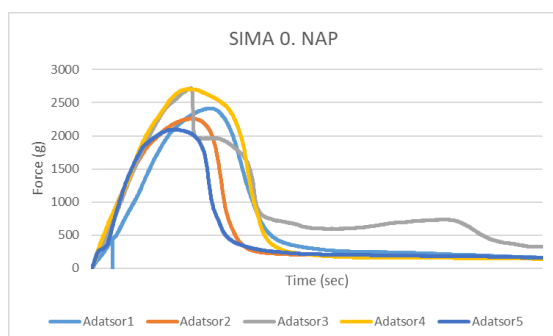
¹⁵ Internet 11

5 Kísérleti/ tervezési eredmények és értékelésük

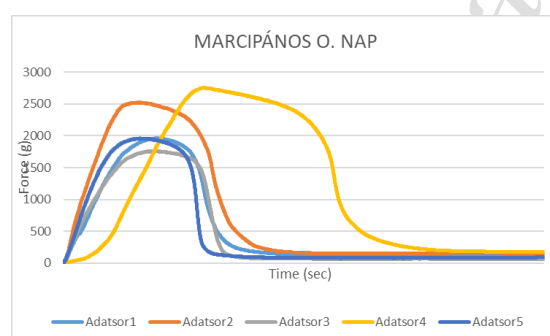
5.1 A zsírmigráció kísérleti vizsgálata

5.1.1 A 0. nap

A kísérlet 0. napi vizsgálatára a bonbonok elkészülte utáni 38. órában került sor, vagyis viszonylag friss mintákkal kezdtem meg a vizsgálatot. A 0. napon 5 sima és 5 marcipános bonbonon végeztem vizsgálatot. A kapott mérési eredményeket a 8. és 9. ábrán ábrázoltam vonaldiagrammal és a 22. ábrán hibasávós oszlopdiagrammal.



8. ábra 0.nap Sima bonbonok



9. ábra 0. nap Marcipános bonbonok

A vizsgált sima bonbonok közül a 3.-nál a dupla csúcs azt jelenti, hogy a mérőműszer szétrepesztette a bonbon corpusát a szűrés helyén (11. ábra). A 4. mérésnél a nagyobb hullámnál azt feltételeztem, hogy a corpus vastagabb volt, mint a többi mintánál és nem ment át a tű teljesen a csokoládén a töltelékig. Ezt a feltételezést a mérés után igazoltam is; félbevágtam a bonbonokat és szemmel is jól látszott, hogy a 4. bonbon corpora jelentősen vastagabb, mint a többié.

Ilyen öntési hiba kézműves technológiával készített bonbonoknál gyakori hiba, míg a gyári, gépsoron készült bonbonoknál nagyon alacsony hibaszázalékkal fordul csak elő.



11. ábra szétrepedt bonbon



12. ábra félbevágott bonbonok

A marcipános bonbonok adatsorában a 4. bonbon adatai jelentősen eltérnek a másik 4 mérésétől. Ennek feltételezett oka a csokoládé alatt lapuló marcipán lehet. Azt

valószínűsítem, hogy a tűt „visszanyomta” a marcipán a mérés során és ez okozta a vonalrajz furcsa alakját. A vizsgálat után a bonbont kettévágtam és nem találtam szemmel megállapíthatóan semmi mást, ami ezt az eltérést okozhatta.

Az összes vizsgált bonbont a mérés után félbevágtam (12. ábra) és megállapítottam (laikus szemmel), hogy a kézműves készítésből adódtak egyedi eltérések a bonbonok között (ezek nyilvánvalóan befolyásolják a kísérleti méréseket), nem volt 2 teljesen egyforma bonbon. Volt, amelyiknek a corpora volt kicsit vastagabb, vagy vékonyabb, volt amelyiknek a töltelke és a corpora közé egy icipici levegő szorult és a marcipán rétegek sem voltak egyformák a marcipános bonbonokban. Mindezen egyedi eltérések ellenére, illetve ezekkel együtt a 0. napi mérések jó kiindulási alapot adtak a zsírmigrációs kísérletemhez.

A 0. napi érzékszervi tesztelések alapján a sima málnás bonbon egyértelműen elnyerte a kóstolók tetszését. Az étcsokoládét fényesnek, harapáskor roppanósnak, ízét kellemesen dominánsnak ítélték meg a málnás töltelék mellett. A málnás töltelék finoman gyümölcsös értékelést kapott, harmonizált az étcsokoládéval. Kellemetlen mellékízt, vagy vajas ízt egyetlen kóstoló sem tapasztalt. A marcipános bonbonban a marcipánt a kóstolók 50%-a egyáltalán nem fedezte fel önmagától, rákérdezésre ismerték csak fel a mandulás ízt. Megszagolva mindkét bonbonnál egyértelműen érezhető volt az étcsokoládé jellegzetes illata mellett a málna illatjegy is.

5.1.2 **A 7. nap**

A kísérlet 7. napján újabb SMS méréseket végeztem. A gyorsított tárolóba egy héttel korábban berakott bonbonok közül véletlenszerűen választottam ki 5 sima bonbont és 5 marcipánosat (13. és 14. ábra). A bonbonok felülete már nem volt annyira fényes, mint 1 héttel korábban, ám mattnak sem mondanám az étcsokoládé felszínét. Megkopott fényű volt. A bonbonokat megszagolva az étcsokoládé illata jelentősegteljesen érezhető volt, míg a málnaillatot már alig-alig lehetett felfedezni.

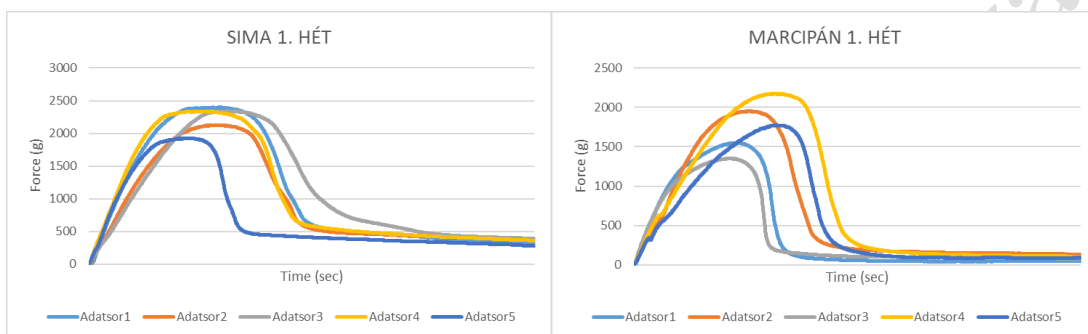


13.ábra sima bonbon 7.nap



14.ábra marcipános bonbon 7.nap

A kísérletem második mérési eseményét pontosan ugyanazokkal a beállításokkal végeztem el, mint a 0. napon. A gépet a 0. napon elvégzett beállításoknak megfelelően kalibráltam be (2 mm-es mérőtűt használtam, 20 mm-es mérési távolságra állítottam be a gépet, mely 2 mm-re hatolt be a bonbonokba). Az SMS mérések eredménye a 15. és 16. ábrán ábrázoltam vonaldiagrammként és a 22. ábrán hibásávós oszlopdiaagrammként. Összehasonlítva a 7. nap vonalrajzait a 0. nap adataiból készített 2. és 3. ábrák vonalrajzaival jól látható, hogy a 2 mm-es mérőtű „könnyebben”, kisebb erőhatással hatolt bele a csokoládéburokba.



15. ábra 7.nap sima bonbonok

16. ábra 7.nap marcipános bonbonok

2.sz. táblázat marcipános bonbon WoP eredmények

minta sorszáma	Work of Penetration	
	marcipán 0	marcipán 1
1	1785,674	1623,34
2	2771,285	2519,35
3	1669,679	1517,89
4	3367,023	3060,93
5	2489,41	2263,1
átlag	2416,6142	2196,922

3.sz. táblázat sima bonbon WoP eredmények

minta sorszáma	Work of Penetration	
	sima 0	sima 1
1	4714,919	4286,29
2	4133,613	3757,83
3	4904,977	4459,07
4	4659,688	4236,08
5	3160,058	2872,78
átlag	4314,651	3922,41

A 0. napon és a 7. napon végzett mérések eredményeiből ún. behatolási munkát számoltam (Work of Penetration). Az 2.sz és 3.sz táblázatok tartalmazzák a számolt behatolási munkákat. Mindkét táblázat 2. oszlopa tartalmazza a 0. napi mérésekből számított eredményeket, a táblázatok 3. oszlopa tartalmazza a 7. napon mért eredményekből számított értékeket. A sima, illetve a marcipános bonbonok vizsgálatainál mért és számított eredmények összehasonlítása alapján egyértelműen látszik, hogy a kísérlet 7. napján alacsonyabb értékeket mértem, mint a 0. napon. Ebből arra tudok következtetni, hogy 7 napos gyorsított tárolás (vagyis kb. 4 hetes normál tárolás) alatt is már olyan változások játszódtak le a csokoládében és a töltelékben, melyek SMS géppel mérhető állományváltozást okoztak a bonbonokban.

A zsírmigráció, a szürkülés és a „csokoládépuhulás” jelenségét ugyan szemmel nem láttam, de a mért adatok alapján jó eséllyel következtethetek ezen folyamatok lejátszódására a bonbonokban.



17.ábra 7. nap marcipános bonbon félbe vágva

A kísérleti mérések lebonyolítása után félbevágtam a bonbonokat (17.ábra). A csokoládé burok a vágási él mentén szépen, egyenesen vált szét, a bonbonok töltelékében nem találtam szemmel látható elváltozást; a töltelék állaga nem változott a 0. napihoz képest, a marcipán réteg szépen elkülöníthető volt a csokoládétól és a tölteléktől.

Kóstolás után a tesztelők 90%-a elég intenzívnek érezte az étcsokoládé ízét (10-es skálán minimum 7-re értékelte), a töltelékben a málna ízt továbbra is kellemesen édes-savanyúnak ítélték meg. A bonbonban harmonizált az étcsokoládé és a málna íze. A marcipános bonbonban enyhén érezték a kóstolók a marcipánt, továbbra sem volt domináns a jelenléte. A töltelék állaga kellemesen selymes és egynemű volt, vajás íznek nyomát sem találták.

5.1.3 A 14. nap

A kísérlet 14. napján elvégeztem az utolsó 2x5 SMS mérést. A gyorsított tárolóból kivettem az oda 14 napja behelyezett 5 darab sima és 5 darab marcipános bonbont (18. és 19. ábra). A sima bonbonok enyhébben, de még mindig fényes felületűek voltak; színük a 0. és a 7 napi méréshez képest halványabb barna volt. A marcipános bonbonoknál a fehér csokis réteg matt lett, de az étcsokoládé fényes maradt; színük inkább a tejsokis színére emlékeztetett. A corpusok sértetlenek voltak, benyomódás, beszakadás nem látszódott egyik mintadarabon sem és tapintásra, óvatos nyomásra sem szakadt be egyik bonbon sem. Megszagolva a csokoládékat közepesen erős étcsokoládés illatot érezték a kóstolók mindkét bonbon típusnál. A málnás ízjegyeket csak a kóstolók 10%-a fedezte fel a szaglási teszt alapján.

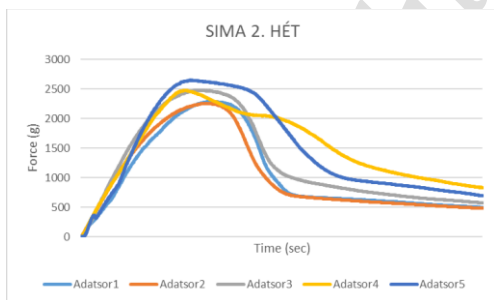


18. ábra Marcipános bonbon a 14. napon

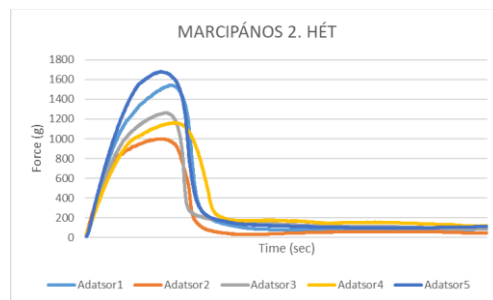


19. ábra Sima bonbon a 14. napon

A kísérlet 14. napján mért értékekből készítettem a 20. és 21. ábrák vonaldiagramjait és a 22. ábra oszlopdiaagramját. A 14. heti marcipános vonaldiagrammok maximális értéke jól láthatóan alacsonyabb, mint a 7. vagy a 0. napon. Ezt a mérési értékekből számított behatolási munkák értékei is alátámasztják, melyet a 5.sz. táblázatban összegeztem. A marcipános bonbonok kísérleti vizsgálata során kapott eredményeim alátámasztották a kísérlet megkezdésekor felállított tézisemet. A marcipános bonbonokban a gyorsított tárolás 2 hete alatt jól mérhetően és bizonyíthatóan állományváltozás, -romlás következett be. A csokoládécorpus vélhetően a zsírmigráció hatására „puhult”, így az SMS gép tűmérőfeje hétről hétre egyre könnyebben, egyre kisebb ellenállással hatolt át a csokoládérétegen.



20. ábra 14. nap Sima bonbonok



21. ábra 14. nap Marcipános bonbonok

minta sorszáma	Work of Penetration		
	sima 0	sima 1	sima 2
1	4714,919	4286,29	4275,91
2	4133,613	3757,83	4230,36
3	4904,977	4459,07	5045,92
4	4659,688	4236,08	6106,19
5	3160,058	2872,78	5879,26
átlag	4314,651	3922,41	5107,528

4.sz. táblázat sima bonbon WoP eredmények

minta sorszáma	Work of Penetration		
	marcipán 0	marcipán 1	marcipán 2
1	1785,674	1623,34	1469,76
2	2771,285	2519,35	970,56
3	1669,679	1517,89	1291,5
4	3367,023	3060,93	1485,32
5	2489,41	2263,1	1638,18
átlag	2416,6142	2196,922	1371,064

5.sz. táblázat marcipános bonbon WoP eredmények

A marcipános bonbonnal ellentétben a sima bonbonoknál a 14. napi mérések nem várt eredményt hoztak (4.sz táblázat)! A sima bonbonok felülete ugyanis keményebb,

nehezebben áthatolható lett a kísérlet végére! A sima bonbonoknál csak az 1-es számú minta WoP eredménye lett kis mértékben alacsonyabb a 7. napi mérés értékénél. Az összes többi mintánál mért és számolt 14. napi értékek messze magasabbak nemcsak a 7. napi, de a 0. napi értékeknél is. A sima bonbon vizsgálata során mért adatok alapján felrajzolt vonaldiagrammok alakja megváltozott, a hullámok elnyújtottabbak lettek.

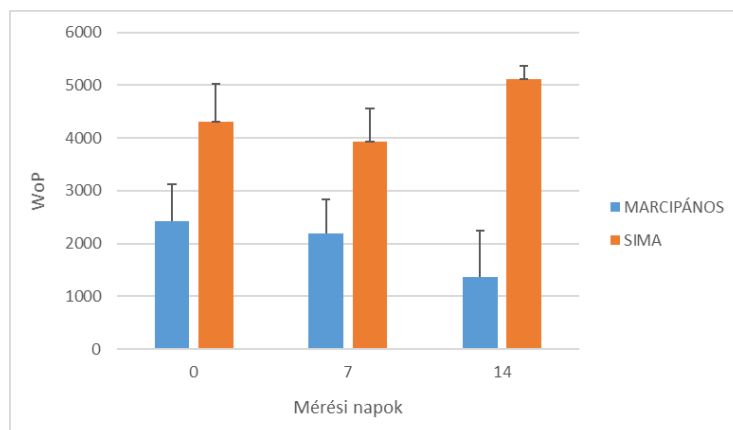
A 14. napon is félbevágtam és megkóstoluk a bonbonokat a mérések után (23.ábra).



23.ábra 14. napi mérés után félbevágott bonbon

A 14. napon kóstolt bonbonoknál érezhető volt, hogy a csokoládécorpus felpuhult, már nem roppant mikor félbeharapták a tesztelők. A csokoládécorpusban még mindig egyértelműen beazonosítható volt a kakaós íz, de a 0. napi étcsokoládés ízhez képest jelentősen megfakult. A csokoládé textúrája kissé kellemetlen, tapadós lett a kóstolók szerint. A töltelék málnás íze teljesen eltűnt, egyetlen kóstoló sem érezte semmilyen mértékben. A töltelék állaga olvadtabb, folyósabb (de nem folyt ki a bonbonból!), vajjas ízű lett. A marcipános bonbonban a marcipán állagát kóstoláskor lehetett érezni, elkülönült a tölteléktől és a csokoládétól a szánkban, de a marcipán ízének nyoma sem volt. Egyik kóstoló sem fedezte fel a teszteléskor.

5.2 A kísérleti eredmények értékelése



22. ábra Hibasávós diagramm az SMS géppel mért értékekre

A mért értékekből számított WoP értékek átlagát és az azokhoz tartozó hibasávós szórását ábrázolja a 22. ábra. Ez a diagramm is jól mutatja, hogy míg a marcipános bonbon csokoládécorpusa „puhult” (a zsírmigráció okán), addig a sima bonbon a 14. napra „keményebb” lett.

A 3 hét alatt mért értékek közötti szignifikáns különbség igazolására F- és T-próbát végeztem. A mért értékekből számolt F-próba és T-próba adatait a 6. sz. táblázat tartalmazza.

	Marcipános		SIMA	
	0 nap-1 hét	1 hét-2 hét	0 nap-1 hét	1 hét-2 hét
F próba	85,790%	10,217%	85,79%	56,394%
T próba	0,000780374	0,02836932	8,30258E-05	0,049036275

6.sz. táblázat F és T próba eredményei a kísérlet alapján

Az F próba számított értékei a 0. és a 7. nap között még csak mérséklet eltérést mutatnak, de már itt is mérhető a szignifikáns különbség a minták között. A 7. és a 14. nap között mért adatok alapján számított értékeknél is egyértelműen megállapítható a minták közötti szignifikáns eltérés.

A T próbákkal számított t értékek mindkét esetben (0-7.nap; 7-14.nap) 0,05 alatt vannak, így a nullhipotézis megdőlt, a minták között szignifikáns eltérés van!

Az F-próba és a T-próba során kapott eredmények egyértelműen bizonyítják, hogy mindkét bonbon típusban mérhető változások játszódtak le. Kísérletem nem tért ki annak a vizsgálatára, hogy mikrobiológiai szempontból pontosan milyen kémiai reakciók és változások játszódtak le. Csak feltételezni tudom, hogy a lejátszódtott változásokat a

zsírmigráció okozta a bonbonoknál, mind a csokoládében, mind a töltelékben. Valószínűsíthetjük, hogy a csokoládé kristályrácsszerkezetében is változás történt.

A sima bonbonoknál feltételezésem szerint a gyorsított tárolás alatti folyamatos melegítés és hűtés hatására a csokoládé β VI kristályrácsszerkezetbe alakult át, ez okozhatta a 14. napi mérésnél a „keményebb” csokoládé rétegeket. A marcipános bonbonoknál a töltelék és a csokoládé corpus közötti marcipán egy plusz olajos réteget képzett, így a zsírmigráció folyamatában a csokoládében és a töltelékben jelen lévő zsírok mellett a marcipánban található mandulaolaj is szerepet játszott. Ebben a bonbon típusban többféle zsír, illetve másfajta zsírsavarányok voltak jelen, mint a sima bonbonban. Valószínűleg ez a zsírsavkülönbség okozta a kísérlet során kapott eltérő eredményt a kétféle bonbonnál. Érdekes lett volna még 1, vagy 2 hétig folytatni a marcipános bonbonoknál a kísérletet, hogy vajon a későbbiek során ennél a bonbonnál is jelentkezett volna-e a csokoládécorpus „keményedése”, átalakult volna-e a kristályszerkezet β VI kristályráccsá...

5.3 Az otthon végzett kísérlet

Az egyetemen végzett gyorsított tárolási kísérlet mellett itthoni is belekezdtem egy kísérletbe: a hűtőmben légmentesen lezárt dobozba raktam ugyanabból a sima és marcipános bonbonból 4-4 darabot, melyeket az Egyetemen is vizsgáltam. Ezeket a bonbonokat 4 és 8 héttel a hűtőbe rakás után vettem észékszervi minősítés, kóstolás alá. Ezekben a kóstolásokban újfent a családtagjaim vettek részt, akik teljesen laikus, ám rendszeres csokoládé és bonbon fogyasztók.



24.ábra Hűtős Bonbonok a 4.héten



25.ábra Marcipános bonbon félbevágva



26.ábra Sima és marcipános bonbon félbevágva

A 4. héten végzett észékszervi minősítés eredményei a következők lettek (24., 25., 26. ábra):

- A sima bonbonoknál a csokoládé illata gyengén érezhető, de egyértelműen csokoládés jellegű volt. A málna illat nagyon-nagyon gyengén érezhető. Külsője fényes, fényessége a 0. napi fényerő 50%-a. A töltelék színe

halványan málnapiros, állaga megfelelő, nem vajás; íze enyhén málnás, a gyenge málnaíz utólag érezhető az étcsokoládé íze elnyomja.

- A marcipános bonbonok felszínén, ahol az étcsokoládé látszik, ott fényes volt a csokoládé, kb. 60%-a az eredeti fényességnek. Ahol a fehércsoki van, ott jelentősen megfakult a fehércsokoládé, sok helyen az ún. „szürkülés” volt látható. A töltelék színén alig látszott a málnapiros, íze gyengén málnás volt, ugyanolyan, mint a sima bonbonnál. A marcipán sötétebb színű lett, mint amilyen a 0. napon volt. A bonbon kóstolásakor feltűnt minden kóstolónak, hogy a marcipán-étcsoki-málna kombináció egy nagyon érdekes új ízt alkotott, melyet nem tudtak nevén nevezni a hobbytesztelők. Tapasztaltabb csokoládé-kóstolókkal is megkóstoltattam ezt a bonbont: ők alapos ízlelés után felfedezték az étcsokoládé, a málna és a marcipán ízmaradványait. A töltelék sokkal inkább vajás ízű és állagú volt, mint málnás fehércsoki ganache.

Az itthoni hűtőmben tárolt minták érzékszervi minősítése 4 hét tárolás után nagyon hasonló eredményt hozott, mint a gyorsított tárolóban tartott minták kóstolása a 14. napon. Ez érdekes eredmény figyelembe véve azt, hogy a gyorsított tárolóban eltöltött 1 hét elméletileg a valóságban 4 hétnek felelne meg. Ám az én kísérletemben a gyorsított tárolóban eltöltött 2 hét (elméletileg ez 8 hét lenne egy hűtőben) alatt olyan ízváltozások játszódtak le, mint a hűtőmben már 4 hét alatt.

8 hetes tárolás után is teszteltem az itthon tartott bonbonokat. Meglepő módon mind a sima, mind a marcipános bonbonok fénye szinte ugyanolyan maradt, mint a 4. héten. A marcipános bonbonokat egy vékony ecsetvonásnyi fehércsokoládéval díszítettem, kizárólag a megkülönböztetés miatt. Azoknál a bonbonoknál, melyeknél tényleg vékonyra sikerült ez a fehércsokoládés dísz a fehércsokoládé színében alig-alig látszik elváltozás. Azoknál a bonbonoknál, melyeknél a fehércsokoládés dísz vastagabbra sikerült, ott egyértelműen látszódik a zsírvirágzás (fatbloom), mint a zsírmigráció egyik jele (27. ábra).



27. ábra 8. heti bonbonok



28. ábra Sima bonbon a 8. héten



29. ábra Marcipános bonbon a 8. héten

A 8. héten végzett érzékszervi minősítés eredményei a következők lettek (28. és 29. ábra):

- A sima bonbonoknál a csokoládé illata továbbra is gyengén érezhető, de egyértelműen kakaós jellegű volt. A málna illat nem fedezhető fel. Külseje enyhén fényes, akárcsak a 4. héten. Harapáskor a csokoládécorpus élesen tört, nem roppant, keményebb volt, mint a 0. napon. A töltelék színe halvány, alig rózsaszín, állaga megfelelő, enyhén vajas ízű némi málnával, a gyenge málnaíz most is utólag érezhető, az étcsokoládé íze elnyomja.
- A marcipános bonbonok illata intenzíven kakaós, a málna illatnak nyoma sincs. Harapáskor a csokoládécorpus tört, nem roppant, keményebb volt, mint a 0. napon, de a sima bonbon csokoládécorpusához képest lágyabb volt. A töltelék színén nem látszik a málnapiros, talán enyhén rózsaszín. A marcipán sötétebb színű lett, mint amilyen a 4. héten volt. A bonbon kóstolásakor kóstolók újra megállapították, hogy a marcipán-étcsoki-málna kombináció egy nagyon érdekes új ízt alkotott, melyet nem tudtak nevén nevezni. A málna és a marcipán ízmaradványait már nem lehetett érezni. A töltelék továbbra is sokkal inkább vajas ízű és állagú volt, mint málnás fehér csoki ganache.

A 4. és a 8. héten végzett érzékszervi minősítések alapján azt állapítottam meg, hogy a bonbonoknál nem történt olyan jelentős mértékű íz- és állagváltozás a 4. és a 8. hét között, mint a 0. nap és a 4. hét között. Számomra nagyon meglepő volt, hogy 8 hét után még mindig „fogyaszthatóak” voltak a bonbonok, bár közülük sem volt se ízben, se állagban az eredeti, 0 napos bonbonokhoz.

Egyetlen ilyen jellegű kísérlet alapján nem szabad hosszútávú következtetéseket levonni a csokoládék, bonbonok eltarthatóságáról, a gyorsított tárolás vizsgálatok megbízhatóságáról, vagy arról, hogy a gyorsított tárolóban eltöltött 1 hét hány hétnek felelne meg a valóságban. Ám azt ki merem jelenteni, hogy a kézműves technológiával előállított bonbonoknál az általam eddig alkalmazott 3 hetes fogyasztási idő megjelölése helyénvaló és biztonsággal alkalmazható a továbbiakban is: a megfelelően előállított és tárolt bonbonokban 3 hét alatt nem játszódik le olyan mértékű állomány- és ízváltozás, mely a bonbon élvezeti értékét jelentősen, érezhetően csökkentené.

6 Összefoglalás

A zsírmigráció elkerülése érdekében a csokoládé- és bonbongyártók igyekeznek optimalizálni a felhasznált alapanyagokat és a termék receptjét, hogy minimalizálják a zsírmigrációt. Ehhez a receptúrájukban a zsírtartalom mellett az emulgeálószer, az antioxidánsok, a nedvességtartalom és a cukor arányát is megfelelően kell beállítaniuk. Ipari körülmények között a kakaóvajak zsírsavösszetételét egyedileg, az adott termék és gyártó igényeire szabva állítják össze. A csokoládé – és bonbongyártók gyakran a bevonóanyagokat is úgy használják, hogy azok védelmet nyújtsanak a zsírmigrációval szemben. A bevonóanyagoknak olyan tulajdonságokkal kell rendelkezniük, mint például a nedvességtartalom és a vízzel való interakció, amelyek csökkentik a zsírmigráció kialakulását.

A megfelelő csomagolás kiválasztása szintén kulcsfontosságú a zsírmigráció elleni védelem szempontjából. A csomagolásoknak olyan tulajdonságokkal kell rendelkezniük, amelyek csökkentik a termék nedvességtartalmát és megakadályozzák a zsírmigráció kialakulását, miközben védik a terméket a deformálódástól.

A csokoládék és bonbonok előállítása és tárolása során olyan hűtési technikákat, technológiákat kell alkalmazni, melyek minimalizálják a termék hőmérsékletváltozásait, és ezzel csökkentik a zsírmigráció kialakulásának kockázatát.

A minőségellenőrzés kulcsfontosságú szerepet játszik a zsírmigráció megelőzésében és kezelésében a csokoládékban és töltött bonbonokban. A minőségellenőrzés során az összes folyamatot és összetevőt ellenőrzik, hogy biztosítsák a termék megfelelő minőségét és stabilitását. Az első lépés a minőségellenőrzés során a nyersanyagok ellenőrzése. A következő lépés a recept és a gyártási folyamat ellenőrzése. A megfelelő keverési technikák és időzítés segít a zsírok és az emulgeálószer megfelelő keveredésében, csökkentve a zsírmigráció valószínűségét. Az időbeli és hőmérsékleti paraméterek ellenőrzése a következő fontos lépés. A csokoládé és a töltelékanyagok keverésekor a hőmérsékletnek megfelelőnek kell lennie ahhoz, hogy az összetevők megfelelően keveredjenek. Az időzítés fontos, mivel a túl hosszú keverés vagy túl hosszú időtartamú tárolás növelheti a zsírmigráció esélyét.

Az áruházak és a vásárlók is alkalmazhatnak megoldásokat a zsírmigráció kezelésére a csokoládékban és töltött bonbonokban. Az áruházak által alkalmazott módszerek főként az értékesítési és tárolási körülményekre (hűvös és száraz környezetnek kell lennie, és nem szabad közvetlen napfénynek kitenni) összpontosítanak, míg a vásárlók számára javasolt stratégiák inkább a fogyasztási módokat és az otthoni tárolási ötleteket tartják szem előtt.

A szakdolgozatomban feltárt tények és kutatási eredmények alapján az alábbi javaslatokat tudom megfogalmazni a zsírmigrációs folyamatok csökkentésére mind az ipari gyártók, mind a kisüzemi kézműves előállítók számára:

- Folyamatosan keressék a megfelelő(bb), minőségi alapanyagokat és fejlesszék az előállítási folyamatokat, hogy ezzel is csökkentsék a zsírmigráció kockázatát.
- Végezzenek további kutatásokat a zsírmigráció kezeléséről, és keressenek olyan új módszereket és technológiákat, amelyek csökkentik vagy kiküszöbölik azt.
- Alkalmazzák a legjobb tárolási gyakorlatokat, például a megfelelő hőmérsékletet és páratartalmat, hogy megakadályozzák a zsírok migrációját.
- Az áruházak és a vásárlók szerepe is fontos a zsírmigráció megelőzésében, ezért szükséges a fogyasztói oktatás és a megfelelő tárolási utasítások biztosítása és betartatása.
- Az egészséges életmód szempontjából fontos a csokoládé- és bonboniparban is az egészséges összetevők, a helyettesítők használata. Például az alacsony zsír- és cukortartalmú, és a magas kakaótartalmú összetevők használata.
- A termékfejlesztés során az egészségtudatos fogyasztói igényekre is figyelemmel kell lenni, és olyan termékeket kell kifejleszteni, melyeket a különböző diétákat tartó vásárlók is élvezettel és büntudatmentesen fogyaszthatnak.
- Kézműves előállítóként válassz alacsony zsírtartalmú tejtermékeket, mint például az alacsony zsírtartalmú tej, vagy válassz alternatív növényi alapú tejet, mint például a mandulatej vagy a kókusztej, amelyek alacsonyabb zsírtartalommal rendelkeznek.
- A zsírmigráció csökkentése érdekében fontos, hogy a felszerelést tisztán tartsuk. A zsíros maradványok és a szennyeződések felgyorsíthatják a zsírmigráció folyamatát.
- A bonbonokat száraz, hűvös helyen kell tárolni, hogy csökkentsük a zsírmigráció kockázatát. A túl meleg vagy nedves tárolási körülmények felgyorsítják a zsírmigrációt.

Ezek a módszerek segíthetnek a zsírmigráció csökkentésében a kézműves bonbonok készítése során is, de fontos megjegyezni, hogy a zsírmigráció teljes mértékű megelőzése nem lehetséges. A kiváló minőségű alapanyagok, a megfelelő előállítási technológiák megválasztása és a megfelelő tárolási körülmények biztosítása azonban csökkentheti a zsírmigráció kockázatát, és segíthet a kézműves bonbonok minőségének és ízének tartós megőrzésében a fogyaszthatósági időn belül!

7 Irodalmi hivatkozások

1. A. Caligiani, A. Marseglia, G. Palla (2016): Cocoa: Production, Chemistry, and Use, in Encyclopedia of Food and Health, 185-190., <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00177-X>
2. Ali, A., Selamat, J. Che Man, Y.B., Suria, A.M (2001): Effect of storage on texture, polymorphic structure, bloom formation and sensory attributes of filled dark chocolate. Food Chemistry, Vol. 72 (4), 491-497, [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00271-5](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00271-5)
3. G. Ziegliedler, PhD (1997): Fat migration and Bloom, The Manufacturing Confectioner, 43, <https://www.gomc.com/firstpage/199702043.pdf> (2023.04.23.)
4. J. M. Aguilera, M. Michel, G. Mayor (2004): Fat migration in chocolate: diffusion or capillary flow in a particulate solid?, Journal of Food Science, Vol. 69 (7), 167-174, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.tb13615.x>
5. L. Svanberg, N. Lorén, L. Ahrné (2012): Chocolate swelling during storage caused by fat or moisture migration, Journal of Food Science, Vol. 77 (11), E328-E334, <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2012.02945.x>
6. Marc E Miquel, Sophie Carli, Patrick J Couzens, Hans-J Wille, Laurance D Hall (2001): Kinetics of the migration of lipids in composite chocolate measured by magnetic resonance imaging, Food Research International, Vol. 34 (9), 773-781, [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(00\)00162-9](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(00)00162-9)
7. Monise Helen Masuchi Buscato, Larissa Miho Hara, Élide Castilho Bonomi, Guilherme de Andrade Calligaris, Lisandro Pavie Cardoso, Renato Grimaldi, Theo Guenter Kieckbusch (2018): Delaying fat bloom formation in dark chocolate by adding sorbitan monostearate or cocoa butter stearin. Food Chemistry, Vol. 256, 390-396., <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.02.127>
8. Pablo Altimiras, Leo Pyle, Pedro Bouchon (2006): Structure–fat migration relationships during storage of cocoa butter model bars: Bloom development and possible mechanisms, Journal of Food Engineering, Vol. 80, (2), 600-610, <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.06.022>
9. S.T. Beckett (2000): The science of chocolate, Royal Society of Chemistry: Cambridge, 2000. xiii + 175 pp, ISBN 0-85404-600-3. <https://doi.org/10.1021/ed079p167.2>

10. V .Gosh, G. R. Ziegler, R. C. Anantheswaran (2010): Fat, Moisture, and Ethanol Migration through Chocolates and Confectionary Coatings. Food Science and Nutrition, Vol. 42. (6), 583-626, <https://doi.org/10.1080/20024091054265>

Internetes hivatkozások:

1. Internet 1: <http://chat.openai.com> (2023.04.11.)
2. Internet 2: https://en.wikipedia.org/wiki/Milk_chocolate (2023.04.23.)
3. Internet 3: <https://en.wikipedia.org/wiki/Butterfat> (2023.04.23.)
4. Internet 4: <http://fizika.etk.szie.hu/kutatas/kutatasi-eszkozpark/allomanymero-muszerek> (2023.04.23.)
5. Internet 5: <https://hu.wikipedia.org/wiki/Olajsav> (2023.04.23.)
6. Internet 6: <https://hu.wikipedia.org/wiki/Sztearinsav> (2023.04.23.)
7. Internet 7: <https://hu.wikipedia.org/wiki/Palmitinsav> (2023.04.23.)
8. Internet 8: <https://hu.wikipedia.org/wiki/Linolsav> (2023.04.23.)
9. Internet 9: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23163904/> (2023.04.23.)
10. Internet 10: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29606464/> (2023.04.23.)
11. Internet 11: <https://www.statokos.com/t-probak> (2023.04.23.)
12. Internet 12: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/20024091054265> (2023.04.23.)

8 Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

a szakdolgozat, diplomamunka nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A szerző neve: Braun Edit

A dolgozat címe: Zsírmigráció vizsgálata töltött csokoládé bonbonokban

A megjelenés éve: 2023

A tanszék neve: Gabona és Iparinövény Technológia Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom.

A leadott dolgozat, mely védett, a szerző nevének vízjelével ellátott pdf dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a SZIE Budai Campus Igazgatóság Entz Ferenc Könyvtár és Levéltár szakdolgozat archívumába.

A dolgozat bibliográfiai leírása az Entz Ferenc Könyvtár és Levéltár elektronikus katalógusából érhető el: <http://opac.szie.hu/entzferenc/>. A teljes szöveg kizárólag a Budai Campus számítógépeiről tekinthető meg.

Tudomásul veszem, hogy a vízjel nélkül leadott dokumentum szerzői jogai sérülhetnek.

A Nyilatkozat a dolgozat adatainak megadásával érvényes, melyet az elektronikus hordozóval együtt leadok.

Budapest, 2023. 04. 24.



.....
a szerző aláírása

Szerzői nyilatkozat

Alulírott **Braun Edit** (név)

Csokoládé-, kávé-, teakészítő mester szakmérnök / szaktanácsadó szakirányú továbbképzési szak (szak, tagozat)

kijelentem, hogy a **Zsírmigráció vizsgálata töltött csokoládé bonbonokban** című

szakdolgozat a saját munkám eredménye. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

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

Budapest, 2023. 04. 24.



a hallgató aláírása

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A Braun Edit (név) (hallgató Neptun azonosítója: DRYE69) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom².

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

Kelt: 2023 év 06 hó 20 nap



Belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.