

SZAKDOLGOZAT

Holló Bence Szakdolgozat

**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet**

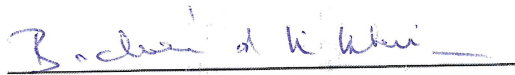
**Szak neve: BSc Élelmiszermérnöki
Édes- és zsíradékipari technológiák és minőségügy**

Hallgató: Holló Bence

A szakdolgozat címe: Kész és csomagolt snack termékek esetében pálmaolaj magas olajsavtartalmú és két antioxidánsal dúsított repceolajjal történő helyettesítésének hatása a fizikai tulajdonságban tárolás után

Konzulens: Győri Zoltán

Beadás dátuma: 2023.05.02.



szakdolgozat készítés helyének vezetője
(Badakné dr. Kerti Katalin)



konzulens
(Győri Zoltán)



Badakné dr. Kerti Katalin

Édes- és zsíradékipari technológiák és minőségügy

MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM
ÉLELMISZERTUDOMÁNYI KAR
GABONA ÉS IPARNÖVÉNY TECHNOLÓGIAI TANSZÉK



Kész és csomagolt snack termékek esetében pálmaolaj magas olajsavtartalmú és két antioxidánssal dúsított repceolajjal történő helyettesítésének hatása a fizikai tulajdonságokra tárolás során

Holló Bence
Budapest
2023

Tartalomjegyzék

BEVEZETÉS	4
MUNKÁM CÉLJA.....	4
1. ÉLELMISZERIPARI FELHASZNÁLÁSOK.....	5
1.1. PÁLMAOLAJ FELHASZNÁLÁSA AZ ÉLELMISZERIPARBAN.....	5
1.2. REPCEOLAJ FELHASZNÁLÁSA AZ ÉLELMISZERIPARBAN	5
2. PÁLMAOLAJ TULAJDONSÁGAI.....	6
3. REPCEOLAJ TULAJDONSÁGAI.....	8
4. EGÉSZSÉGÜGYI HATÁSOK.....	11
4.1. PÁLMAOLAJ HATÁSA AZ EGÉSZSÉGRE	11
4.2. REPCEOLAJ HATÁSA AZ EGÉSZSÉGRE.....	11
4.2.1. <i>A SZÍV EGÉSZSÉGÉRE GYAKOROLT HATÁS</i>	12
5. KÖRNYEZETI HATÁSOK.....	13
5.1. PÁLMAOLAJ KÖRNYEZETI HATÁSAI.....	13
5.2. REPCEOLAJ KÖRNYEZETI HATÁSAI	13
6. GAZDASÁGI HATÁSOK.....	15
6.1. PÁLMAOLAJ GAZDASÁGI HATÁSAI.....	15
6.2. REPCEOLAJ GAZDASÁGI HATÁSAI	15
7. SNACKTERMÉKEK	16
7.1. A SÓS PÁLCIKA ELŐÁLLÍTÁSÁNAK FOLYAMATA.....	16
7.1.1. <i>TÉSZTAKÉSZÍTÉS</i>	17
7.1.2. <i>ALACSONY NYOMÁSÚ PRÉSELEÉS (LPE)</i>	17
7.1.3. <i>VÁGÁS/FORMÁZÁS</i>	18
7.1.4. <i>FŐZÉS</i>	18
7.1.5. <i>LÚGOZÁS HATÁSÁRA A TÉSZTA FELÜLETÉN LEJÁTSZÓDÓ KÉMIAI FOLYAMATOK</i>	19
7.1.6. <i>FELÜLETKEZELÉSRE ALKALMAZHATÓ LÚG (ÚN. PERECLÚG)</i>	19
7.1.7. <i>SÓZÁS ÉS FŰSZEREZÉS</i>	19
7.1.8. <i>SÜTÉS</i>	20
7.1.9. <i>SZÁRÍTÁS</i>	20
7.2. KRÉKEREK ELŐÁLLÍTÁSÁNAK FOLYAMATA	21
7.2.1. <i>TÉSZTAKÉSZÍTÉS ÉS FELDOLGOZÁS</i>	21
7.2.2. <i>VÁGÁS / FORMÁZÁS</i>	22
7.2.3. <i>SÓZÁS ÉS FŰSZEREZÉS</i>	22
7.2.4. <i>SÜTÉS</i>	22
8. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK	23
8.1. ANYAGOK	23
8.2. ÁLLOMÁNYMÉRÉS	23
8.3. SZÍNMEÉRÉS	24
8.4. NEDVESSÉGTARTALOM MEGHATÁROZÁSA	25

9. KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK ÉS KIÉRTÉELÉSÜK.....	26
9.1. ÁLLOMÁNYMÉRÉS	26
9.2. SZÍNMEÉRÉS	32
9.3. NEDVESSÉGTARTALOM.....	36
9.4. ZSÍRTARTALOM.....	37
10. ÖSSZEFOGLALÁS	38
IRODALMI HIVATKOZÁSOK	39
ÁBRAJEGYZÉK	41

Holló Bence Szakdolgozat

Bevezetés

Az élelmiszerekhez használt olajok közül a pálmaolaj és a repceolaj a két leggyakrabban használt növényi zsiradék a snack-ek előállításában. Nehéz napjainkban olyan terméket találni, mely valamilyen formában nem tartalmaz pálmaolajat. Része a mindennapjainknak, megesszük, a bőrünkre kenjük, mosakodunk vele, mindezt úgy, hogy nem foglalkozunk a származásával. Előfordulhat, hogy Délkelet-Ázsia egy olyan részéről érkezett, ahol trópusi esőerdő feküdt sokszínű állat- és növényvilágával, az is megeshet, hogy egy újabb pusztító erdőtűz következte miatt került bele termékünkbe, de természetesen az sem kizárt, hogy fenntartható gazdálkodásból származó pálmaolajból készült terméket fogunk a kezünkbe. Legfőbb probléma az, hogy annak ellenére, hogy a pálmaolaj a legnagyobb mennyiségben felhasznált növényi olaj a világon, sokan, de leginkább a nyugati országokban nem tudnak róla, hogy napi szinten fogyasztanak belőle valamilyen formában. Előállításának lehetséges környezeti hatásaival még kevesebben vannak tisztában. A legnagyobb probléma a nem fenntartható termelés. Számos kezdeményezés létezik, mely a fenntartható pálmaolaj-ipar elérésére törekszik. Közös érdekünk, hogy minden termelő és gyártó fenntartható gyakorlatot kövessen, hogy amikor levesszük a különböző termékeket az üzletek polcairól, ne kelljen attól tartanunk, hogy vajon mennyire járulunk hozzá a termék megvásárlásával a természet pusztításához.

A repce termesztéstechnológiája jelentősen megváltozott az elmúlt években. Ennek köszönhetően a repce térállása jelentősen megnőtt. A biodízel előállítás a repceolaj fő felhasználási területe. A kedvező élettani hatások eléréséhez a különböző vadrepcefajtákat keresztezik, nemesítik, ennek következtében a reformékezés területén a kedvező Omega-3 zsírsav összetétele miatt fogyasztását is javasolják. Továbbá a gyógyszeripari és kozmetikai felhasználása is jelentős. Finomítatlan változatából ipari kenőanyag készül.

Mivel ezek a termékek nagyon elterjedtek, fontos, hogy jobban megértsük a pálmaolaj és a repceolaj felhasználásának hatását az élelmiszeriparra, az egészségre, a környezetre és a gazdaságra.

Munkám célja

Dolgozatomban arra a kérdésre keresem a választ, hogy helyettesíthető-e teljes mértékben a pálmaolaj a snacktermékek gyártásából. Vizsgálataim során rávilágítok a pálmaolaj és a magas olajsavtartalmú repceolaj (HORO) felhasználása milyen különbségeket okoz a két dúsító anyagból készült snacktermékek fizikai tulajdonságaiban. Ezen tulajdonságok változását a tárolás során is végigkövetem.

1. Élelmiszeripari felhasználások

1.1. Pálmaolaj felhasználása az élelmiszeriparban

Az élelmiszeripar egyik legfontosabb összetevője a pálmaolaj, mely számos termékben megtalálható. Az alacsony költségek és a széles körű felhasználhatóság miatt előnyös az ipar számára. Felhasználása sokrétű. Alkalmas élelmiszerek tartósítására, textúra javításra és hőkezelésre is használhatják. A pálmaolaj különösen elterjedt a feldolgozott élelmiszerek, például a snack- és sütőipari termékek, édességek valamint fagylaltok gyártásában.

A pálmaolajat azért használják, mert olcsóbb és hatékonyabb, mint más növényi olajok és magasabb telített zsírsav-tartalommal rendelkezik, így az élelmiszeriparban alkalmazva a termékek stabilitását javítja, és hosszabb eltarthatóságot biztosít.

Azonban az iparban a pálmaolaj felhasználásának következményei miatt egyre növekvő kritikával néz szembe. Az erdőirtás, a biodiversitás csökkenése és az üvegházhatású gázok kibocsátása miatt számos fogyasztó és civil szervezet a pálmaolaj káros hatásaira hívja fel a figyelmet. (Teng & Yeoh, 2017)

1.2. Repceolaj felhasználása az élelmiszeriparban

A repceolaj egy másik fontos növényi olaj, amelyet az élelmiszeriparban is széles körben használnak. Általában különböző termékek főzéséhez, sütéséhez és salátaöntetkekhez, dresszingekhez használják. A repceolaj különösen népszerű az egészségtudatos fogyasztók körében, mivel alacsonyabb telített zsírsav-tartalommal rendelkezik, mint a pálmaolaj.

Felhasználása többféle formában történhet. Az olajat általában az ízek és textúrák javítására, továbbá gyakran sütőipari termékek, fagylaltok elkészítése során is alkalmazzák.

Fogyasztása előnyös az egészségre gyakorolt pozitív eredményei miatt. Magasabb az egészséges zsírsavak, például az omega-3 zsírsavak tartalma, melyek pozitív hatással vannak az egészségre, és javítják az érrendszert.

Azonban a repceolajnak is vannak korlátai a felhasználásában. Az olaj íze és illata korlátozza a felhasználását bizonyos ételekben, és az olaj magasabb ára miatt drágább lehet, mint a pálmaolaj. (Golmohammadzadeh & Ong, 2011)

2. Pálmaolaj tulajdonságai

Az olajpálmafa (*Elaeis guineensis*) Nyugat-Afrikában őshonos, ma Malajzia és Indonézia adja a pálmaolaj világkereskedelmének mintegy 90%-át és a globális olajtermelés mintegy 26%-át. Az ovális alakú pálmaterméseket vagy a fő száron növekvő kalászba ágyazott csonthéjasokat fürtöknek nevezik. A fürtök körülbelül 20-30 kg tömegűek és 1500-2000 gyümölcs van benne.



1. ábra: Olajpálma (Internet I.)

A természem vagy mag a maghéjban található, melynek részei a kemény héj (endokarp), olajos szövetek (mezokarp) és bőr (exokarpium). Az érett gyümölcsök körülbelül 50% olajat tartalmaznak a mezokarp tömegére vonatkoztatva. A mezokarpból pálmaolajat, a magokból pedig pálmamagolajat nyernek ki. A pálma-mezokarp és a magolaj egyaránt trópusi olajként ismert. A kókuszolajhoz hasonlóan a pálmamagolaj is a laurinsírok közé tartozik a magas laurinsav tartalma miatt (29-55%). A nyers pálmaolaj mélyvörös színét a karotinoidok magas koncentrációja (500-2000 mg/kg olaj) okozza. Az összes karotin körülbelül 90%-a β - és α -karotin, a maradék γ -karotin, likopin és xantofill. A β -karotin mutatja a legmagasabb A-pro-vitamin aktivitást. Ezen anyagok többsége azonban a finomítási folyamat során lebomlanak vagy eltávolíthatóak. Jellegzetes „édes” vagy „diós” illata van. Az olaj szobahőmérsékleten félig szilárd.

Piacról beszerzett különböző pálmaolaj referencia-mintáiból kapott eredmények a következők:

- Relatív sűrűség: 0,875
- Nedvességtartalom: 0,24% m/m
- Szabad zsírsav: 2,12%
- Savérték: 4,217 mg KOH/ g olaj
- Szappanosítási érték: 191,324 mg KOH/ g olaj
- Peroxid-érték: nulla
- El nem szappanosítható anyag: 3,033 g/kg
- Jódszám: 53,870
- Szappantartalom: 0,003 m/m
- Oldhatatlan szennyeződések: 0,001 m/m
- Titrálóérték: 41,5 °C
- Rancinálódás: negatív

A trigliceridek (TAG) a pálmaolaj fő összetevői, több mint 95%. Monogliceridek (MAG), digliceridek (DAG), szabad zsírsavak (FFA), foszfatidok, szterolok, pigmentek, tokoferolok és fémek az olaj kisebb komponensei.

A mezokarpból nyert pálmaolaj főbb zsírsavai a palmitinsav (19-55%), olajsav (30-56%) és linolsav (10-21%). A palmitin/sztearinsav aránya az olajban a földrajzi elhelyezkedés miatt változhat. A pálmamagolaj telítettebb, 80% feletti. A pálmaolaj DAG-tartalma általában 4-5%, de egyes olajok 10-11%-ot is tartalmazhatnak. A növényi olajok szilárd zsírtartalma a funkcionális tulajdonságaikat meghatározó fontos tényező. A pálmaolaj és a pálmamagolaj olvadási profilja jelentősen eltér, mivel a pálmamagolaj 20 °C alatti hőmérsékleten jelentősen keményebb, de szobahőmérséklet felett gyorsabban olvad, mint a pálmaolaj. A magolaj olvadáspontja körülbelül 10 °C-kal alacsonyabb, mint a pálmaolajé.

A fő foszfolipidek a nyers pálmaolajban foszfatidil-kolin, a foszfatidil-etanol-amin, a foszfatidil-inozitol és a foszfatidil-glicerol, melyek tartalma kevesebb a többi növényi olajéhoz képest (20-100 g/kg). A pálmaolajban jelen lévő fő fitoszterolok a szitoszterin, a kampeszterin és a stigmaszterin (300-620 g/kg). Számos tudományos tanulmány kimutatta, hogy a fitoszterol bevitel csökkentheti az LDL (alacsony sűrűségű lipoprotein) szintjét a vérben. Kisebb mennyiségű koleszterin is megtalálható a pálmaolajban.

Az olajban lévő γ -tokotrienolok, α - tokoferolok és δ -tokotrienolok, különösen az α -tokoferol fontos antioxidánsok, magas E-vitamin tartalma miatt.

A pálmamagolaj jó alapanyag édesipari zsírok előállításához, mivel magas a közepes szénláncú laurinsav (29-55%) és mirisztinsav (6-26%) tartalma. (Nurhan Turgut Dunford, 2023.)

A pálmaolaj zsírsavai ugyanúgy észtereződik glicerinnel, mint bármely közönséges zsír. A zsírsavak telített és telítetlen alifás zsírsavak. Karbonsavak, amelyek szénlánc-hosszúsága a C6-tól C24-ig terjed, pl.: $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{14}-\text{COOH}$. Az olajpálma nevét a 16 szénatomos telített zsírsavnak köszönheti. Az olaj 100 grammonként 878 kalóriát tartalmaz, 0,5% H₂O, 0% fehérje, 99,1% zsír, 0,4 g összes zsírtartalom. szénhidrát, 7 ng Ca, 8 mg P, 5,5 mg Fe, 27,28 mg karotin egyenérték, 0,03 mg riboflavin, és nyomokban tiamin. (Abdulkadir, A.G. & Jimoh, W.L.O., 2013.)

3. Repceolaj tulajdonságai

A káposztarepce (*Brassica napus*) a keresztesvirágúak családjába tartozik. Két formája ismert, az őszi- és a tavaszi káposztarepce. Magyarországon a magas terméshozama miatt az őszi káposztarepce termesztés a meghatározó.

Régebben kenőanyagként vagy világításra is használták, ma már az élelmiszeripar is felhasználja. Étkezési célokra csak az alacsony erukasav tartalmú olaj alkalmas. Nemesítéssel csökkentették az erukasav-tartalmat 40%-ról 0%-ra, miközben a többszörösen telítetlen zsírsavak (linolsav, linolénsav) valamint az összes zsírsavat tekintve 15%-ról 20%-ra, illetve 8%-ról 12%-ra való növekedést értek el. Más olajos növényekkel összehasonlítva a repcében a legalacsonyabb a telített zsírsav (6-8%) a teljes zsírsavak tekintetében. Emellett növényi szterol tartalma is jelentős. (YARA, 2023)

A káposztarepce 75-150 cm magasra nő, levelei kékeszöldek, sárga virágai fürtökben állnak, melyek 15-30 mm-esek, termése, a becő 5–10 cm hosszú, keskeny. Egy-egy becőben 15–40 mag helyezkedik el. A 1,5-2,8 mm-es magvak simák, gömbölydedek, de lehetnek barázdáltak, színük lehet vörös, barna, fekete vagy sárga, (Bakonynektár, 2015)



2. ábra: Káposztarepce (Internet II.)

Egy lengyel tanulmány a különböző módszerekkel előállított és különböző körülmények között tárolt repceolajok minőségét hasonlítja össze. A kísérlet hat repceolajból, köztük három hidegen sajtolt olajból állt: Kropla Zdrowia, Organic Virgin olaj és Olej rzepakowy és melegen sajtolt és finomított repceolaj a Vog Polska, valamint két finomított olaj: Olej Kujawski és Floriol. A Kropla Zdrowia egy új, magas olajsavtartalmú repcemagfajtából készül, és előállítása nitrogén atmoszférában történő préseléssel történik.

Meghatároztak oxidációs (savszám, peroxidszám, anizidinszám és Totox-értékek) és minőségi (szappanosítási érték, jódérték, szín és zsírsavprofil) paramétereket. A vizsgált termékek csoportjában a Kropla Zdrowia - sötét üvegpalackban hűtött, hidegen sajtolt repceolaj - kiváló minőséggel jellemezhető ($AV = 0$ $PV = 0,05$ meq O_2 kg^{-1} , $FFA = 0,4$ mg KOH g^{-1} , Totox-érték = 0). Az átlátszó üvegben, szobahőmérsékleten tárolt, hidegen sajtolt bio szűzolajban a peroxidérték, a savérték és a Totox-érték a normát meghaladó volt ($PV = 5,6$ meq O_2 kg^{-1} , $FFA = 4,27$ mg KOH g^{-1} és Totox-érték = 13). Az elemzett termékek zsírsavprofiljában nem volt szignifikáns különbség. Valamennyi olaj megfelelt a szabványos szappanosítási értékeknek.

Az értékelt termékek színe a finomított olajok, valamint a melegen sajtolt és finomított olajok világos szalmasárgától a hidegen sajtolt Kropla Zdrowia olaj aransárgáján át a többi hidegen sajtolt olaj zöldesbarna színéig terjedt, ez is azt mutatja, hogy a feldolgozás és a

tárolás nagyban befolyásolja a klorofill és a karotinoid pigmentek arányát. A préselt olajok jelentősen sötétebbek voltak, mint a finomítottak. A karotinoidok nagy szerepet játszanak a magas tápértékük, kémiai tulajdonságaik valamint prooxidáns/ antioxidáns hatásuk miatt. A hidegen sajtolt olajokat magas szintelítettség jellemezte. A klorofilok fotoszenzibilizátorok, amelyek az oxigént szingulett oxigénné alakítják át, ami elindítja a telítetlen zsírsavak oxidációját. Ez a fotokémiai reakció különösen fontos szempont az olajtárolás szempontjából. Az elemzett finomított olajokat jelentősen alacsonyabb szintelítettség és hasonló pigmentarányok jellemezték. A növényi olajok karotinoid- és klorofillpigment-tartalmát a nyersanyagok fajtája és érettsége, valamint az alkalmazott előállítási és finomítási technológia határozza meg. A magas szintelítettséget a túl magas préselési hőmérséklet eredményezheti.

A peroxid-érték (PV) az elsődleges oxidációs termékek számát írja le, és a legtöbb vizsgált olaj értéke a referenciatartományokon belül volt. A hidegen sajtolt olajok peroxidérték-határértéke a lengyel szabványok szerint (PN-A-86908) $5 \text{ meq O}_2 \text{ kg}^{-1}$. Az ipari szabványok szerint (ZN-94/SGO-01) pedig $10 \text{ meq O}_2 \text{ kg}^{-1}$. A legalacsonyabb PV értéket a Kropla Zdrowia olajnál ($0,05 \text{ meq O}_2 \text{ kg}^{-1}$) figyelték meg, míg bio szűz olaj PV értéke elérte az $5,6 \text{ meq O}_2 \text{ kg}^{-1}$ értéket, és kissé meghaladta a normát ($5,5 \text{ meq O}_2 \text{ kg}^{-1}$). A megfelelő csomagolás használata nagymértékben akadályozza a fény és az oxigén hozzáférést, ami hatást gyakorol az olaj oxidációjára. A sötét üvegben tárolt termékek peroxid-értéke többszörösen alacsonyabb volt, mint az átlátszó üvegekbe és átlátszó PET-palackokba csomagolt olajok esetében. A legtöbb lengyel hidegen sajtolt olaj minőségmegőrzési ideje 6 hónap, a finomított olajoké pedig 12 vagy 24 hónap (ZN-94/SGO-01).

Az olajok stabilitását az anizidinérték (AV) is meghatározza, amely az aldehidek, a peroxid és a hidroperoxid bomlástermékek tartalmát írja le. A finomított olajokkal ellentétben a hidegen sajtolt olajokat alacsonyabb AV érték jellemzi, mert előállításukhoz nincs szükség magas hőmérsékletre. Úgy látszik, hogy a finomítás, kifejezetten a dehidratálás felelős az olajok magas másodlagos oxidációs terméktartalmáért. Az olajok teljes oxidációjának mérőszáma a Totox- érték, mely a peroxid- és anizidinérték meghatározásával számítható ki. Az elemzett termékekben a Totox-értékek a Kropla Zdrowia 0-tól a Bio szűz olaj 13-ig terjedtek. A kielégítő minőségű étolajok Totox-küszöbértéke 10, és ezt a határértéket a Floriol (10,1) és az Organic Virgin olajok meghaladták. Mindez arra utal, hogy minőségük már a lejárát előtt is viszonylag alacsony volt.

A zsírok átlagos molekulatömegének kiszámítására a szappanosítási értéket használják. Azok a lipidek, amelyek viszonylag nagy molekulatömegű zsírsavészterek, mint például a repceolaj, alacsony szappanosítási értékük van. A kapott szappanosítási értékek $184 \text{ mg KOH g}^{-1}$ (Olej Kujawski) és $206 \text{ mg KOH g}^{-1}$ (Floriol) között mozgtak, és a legtöbb olaj esetében a $192\text{--}203 \text{ mg KOH g}^{-1}$ (PN-EN ISO 3657) referenciatartományon belül marad.

A jódszám (IV) a lipid telítetlen zsírsavtartalmát jellemzi. A legtöbb vizsgált olaj IV értéke a normál tartományon belül volt ($110\text{--}126 \text{ g I}_2 \text{ 100 g}^{-1}$) (ZN-94/SGO-01), kivéve a Kropla Zdrowia-t, ahol ez a paraméter jelentősen alacsonyabb volt, $90,65 \text{ g I}_2 \text{ 100 g}^{-1}$. Ezek a zsírsavprofil számottevő különbségeinek tulajdoníthatók. A többi termék zsírsavprofilja a repceolajra jellemző volt. A telített zsírsavak tartalma a Kropla Zdrowia olajban volt a legalacsonyabb (4,46%) és a legmagasabb a Bio Virgin olajban (7,01%). A telítetlen zsírsavak teljes koncentrációja a Kropla Zdrowia olajban volt a legmagasabb (95,46%) és a legalacsonyabb a Rapso olajban (93,03%) volt. Az olajsav (C18:1) volt a domináns telítetlen zsírsav, amelynek tartalma az Olej rzepakowy 63,65%-tól a Kropla Zdrowia 75,59%-ig terjedt. Ezt követte a linolsav (C18:2), amelynek tartalma a Kropla Zdrowiában 12,42% és

az Olej rzepakowyban 20,28% között mozgott. Majd a linolénsav (C18:3) 4,94% (Kropla Zdrowia) és 9,39% (Olej rzepakowy). Minden vizsgált termékre igaz, hogy a linolsav és a linolénsav megfelelő arányban van jelen.

A többszörösen telítetlen zsírsavak egészségügyi előnyei a természetben uralkodó cisz-formájuknak és az $\Omega 3$ és $\Omega 6$ savak kívánatos arányának tulajdoníthatók, amely 1:1 és 1:5 közötti értéket mutat.

A savprofil, különösen az olajsav-, linolsav- és linolénsavtartalom befolyásolja az olaj stabilitását. Az oxidációra való érzékenységet a COX-érték alapján számítják ki. A Kropla Zdrowia mutatta a legalacsonyabb COX-értéket (3).

Összességében megállapítható, hogy a repceolajokat megfelelő érzékszervi jellemzők, kellemes íz és illat, tiszta megjelenés valamint üledékmentesség és fizikokémiai tulajdonságok jellemezték. A vizsgált termékek anizidinértéke a frissességükre és nagyfokú stabilitásukra utal. (Monika Bojanowska & Joanna Lamorska, 2016)

4. Egészségügyi hatások

4.1. Pálmaolaj hatása az egészségre

A pálmaolaj egészségre gyakorolt hatásai hosszú ideje vitatottak a szakemberek körében. Egyesek szerint a pálmaolaj fogyasztása jelentősen növeli a szív- és érrendszeri betegségek kialakulásának kockázatát, míg mások szerint a pálmaolaj nem veszélyes, és akár jótékony hatással is lehet az egészségre.

Az American Heart Association szerint a pálmaolaj káros hatást gyakorolhat az egészségre magas telített zsírsav tartalma miatt. A magas telített zsírsavbevitel növeli a koleszterinszintet, ami hozzájárulhat a szív- és érrendszeri betegségek kialakulásához. Emellett a pálmaolajban található palmitinsav is növelheti a koleszterinszintet, amely további egészségügyi problémákhoz vezet. (American Heart Association , 2022)

Ezzel szemben a Malaysian Palm Oil Council szerint a pálmaolaj nem káros az egészségre, és számos előnyös hatással bír. Az olajban található tokoferolok és tokotrienolok antioxidáns hatása miatt elősegítheti a szív- és érrendszer egészségét. Továbbá az olajban található vitaminok és karotinok támogatják a bőr és a haj szépségét.

Összességében azonban a szakértők egyetértenek abban, hogy a pálmaolaj fogyasztásának mérséklése előnyös lehet az egészségre nézve. Helyettesítését ajánlják egészségesebb zsiradékokkal, mint például az olívaolaj, az avokádóolaj vagy a dióolaj. (Malaysian Palm Oil Council, 2022)

4.2. Repceolaj hatása az egészségre

Bár a repceolaj az egyik legszélesebb körben használt olaj az élelmiszeriparban, viszonylag kevés tanulmány létezik az egészségre gyakorolt hatásairól. Sőt az állítólagos egészségügyi előnyeiről szóló tanulmányok egy részét a repceipar szponzorálja. (National Library of Medicine, 2016)

Ez azonban nem minden tanulmányra igaz. Egy 2021-es független tanulmány szerint a repceolaj javította a PCOS-ben (policisztás ovárium szindróma) szenvedő nők lipidprofilját. (National Library of Medicine, 2021)

Ezzel szemben egyes kutatások arra utalnak, hogy a repceolaj negatívan befolyásolhatja az egészséget.

Valamennyi állatkísérlet a repceolajat fokozott gyulladással és oxidatív stresszel hozza összefüggésbe. Bár az állatkísérletek önmagukban nem elég erősek ahhoz, hogy az emberekre gyakorolt negatív egészségügyi következményekről beszéljünk, ezeket mégis érdemes megemlíteni.

Az oxidatív stressz a káros szabad gyökök, amelyek gyulladást okozhatnak, és az antioxidánsok, amelyek megakadályozzák vagy lassítják a szabad gyökök okozta károsodást, közötti egyensúlyhiányra utal. (National Library of Medicine, 2018)

Bizonyos állatkísérletek kimutatták, hogy a repceolajban dús étrend lényegesen csökkenti az élettartamot illetve a vérnyomás emelkedéséhez vezetett. (National Library of Medicine, 2011)

4.2.1. A szív egészségére gyakorolt hatás

A repceolaj szívbarát zsírként való reklámozását néhány tanulmány vitatja. Egy 2020-as tanulmányban a résztvevők hat héten keresztül csak olívaolajjal vagy repceolajjal főztek. Azoknál, akik csak olívaolajat használtak, jelentősen alacsonyabb volt a vérben az interleukin-6, amely elősegíti a szív gyulladását. A csak repceolajat fogyasztóknál hat hét után nem volt szignifikáns javulás. (National Library of Medicine, 2020)

A 2020-as tanulmány eredményei ellentétben állnak egy 2013-as eredményével. Az ipar által finanszírozott felülvizsgálattal, amely a repceolaj fogyasztását a szívbetegségek kockázati tényezőire, például az összkoleszterin és a "rossz" LDL-koleszterin szintjére gyakorolt kedvező hatásokkal hozta összefüggésbe. (National Library of Medicine, 2013)

Fontos megjegyezni, hogy a repceolaj szív-egészségügyi előnyeit mutató tanulmányok közül sok a kevésbé finomított repceolajat vagy melegítetlen repceolajat használtak - nem pedig a magas hőfokon történő főzéshez általánosan használt finomított típust. (National Library of Medicine, 2011) (National Library of Medicine, 2008) (Sciencedirect, 2012) (National Library of Medicine, 2019) (National Library of Medicine, 2010)

Egyéb kutatások szerint a vaj vagy margarin helyett repceolajjal való főzés csökkentheti a szív- és érrendszeri betegségben vagy cukorbetegségben való elhalálozás kockázatát. Egy másik áttekintés szerint pedig csökkentheti az összkoleszterinszintet és a "rossz" LDL-koleszterinszintet, különösen az idősebb felnőttek esetében. (BMC Medicine, 2021) (National Library of Medicine, 2018) (Healthline, 2023)

5. Környezeti hatások

5.1. Pálmaolaj környezeti hatásai

A pálmaolaj ipari termelése súlyos környezeti hatásokat okozhat, különösen az esőerdők fakivágása és az őshonos élőlények élőhelyeinek pusztítása miatt. Az olaj kitermelésének elsődleges célpontjai a maláj és indonéz esőerdők. Ezen területek elpusztítása igen csak hozzájárul az üvegházhatású gázok levegőbe való jutásához illetve az erdőirtásnak. A pálmaolaj-ültetvények megannyi őshonos fajt veszélyeztet, és gyakran jár a vadon élő állatok illetve növények élőhelyének pusztulásával, ami elősegíti a biológiai sokféleség csökkenését. (European Palm Oil Alliance, 2023)

Az ültetvényeken alkalmazott növényvédőszeres és a műtrágyák talaj- és vízszennyezéshez vezetnek, valamint károsíthatja a környezet élővilágát illetve az emberek egészségét egyaránt. (World Wildlife, 2022)

5.2. Repceolaj környezeti hatásai

A repcének jelentős a funkciója a világ szántóföldiolajnövény-termesztésében. A bioüzemanyag megnövekedett kereslete miatt vetésterülete felértékelődött. Termése ugyanúgy fontos az energetikai- és az élelmiszeripar számára, valamint agrotechnikai szempontból is meghatározó növény. (MezőHír, 2022)

A tavaszi vetésű növényekkel ellentétben jelentős különbség, hogy a szakszerűen termesztett őszi káposztarepce 9-10 hónapon keresztül fedi a talajfelszínt, megvédve azt a szél és víz okozta eróziótól az arra leginkább jellemző téli, kora tavaszi hónapokban.

Ez alatt az időszak alatt az elsődleges és másodlagos gyökérzet tovább javítja a talaj szemcsézettségét, ezzel csökkentve a nitrátok talaj felső rétegeiből való lemosódását vagy a talaj felszínéről való elfolyásának veszélyét. Ezek a gyökerek és a növény meghatározó föld feletti részei jellemzően évente 12 tonna biomasszát termelnek hektáronként, amivel a betakarítás után a talajba forgatva jelentősen hozzájárulnak az értékes humusz felhalmozódásához. A repce után vetett búza termésátlaga 10%-kal magasabb, mint a búza után vetetté. (DEKALB, 2019)

A bioüzemanyag-előállításnál három generáció különböztethető meg. Az első generációs technológia alapanyaga (bioetanol) a nagy keményítő- és cukortartalmú növények (kukorica és cukornád), a biodízelgyártásban pedig az olajnövények (repce és szója). A második generációs technológiák magas cellulóztartalmú mezőgazdasági és erdészeti melléktermékeket, valamint hulladékokat alkalmaznak. A harmadik generációs technológiák lágy- és fás szárú energianövények, algák felhasználásával oldják meg a bioüzemanyag-ipar versenyképességét és gazdaságosságát. (Popp József, 2013)

A biodízel előnyei a hagyományos, kőolaj alapú üzemanyagokkal szemben:

- A biodízelrel működtetett motor jobb, mint a dízelolaj-emisszióé: 80%-kal kevesebb szén-dioxidot, kevesebb szénhidrogént és kormot bocsát ki a levegőbe elégetése során, valamint kén-dioxid tartalma elhanyagolható.
- Biológiailag a talajban néhány hét alatt lebomlik, tehát kenőanyagként sem okoz problémát. (dr. Gyulai Iván, 2006. december)

A biodízel üzemanyagok hátrányai:

- Szagkibocsátás jellemzi.
- Tízszer rákkeltőbb, mint a hagyományos gázolaj
- A lakkozott alkatrészeket károsíthatja az oldószerként való viselkedése miatt.
- A nem megfelelően tisztított biodízel az üzemanyagszűrők eltömődéséhez vezethet.
- Dermedéspontja $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, a dízelé $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. (dr. Gyulai Iván, 2006. december)

6. Gazdasági hatások

6.1. Pálmaolaj gazdasági hatásai

A pálmaolaj az egyik legfontosabb növényi olaj a világon, és a világkereskedelem második legnagyobb olajipari terméke. Előállításához hozzájárul a világ számos országának gazdasági növekedéséhez és az élelmiszeripar globális ellátási láncához is. Az alacsony költségek és a nagy termelékenység miatt a pálmaolaj termelés és export fontos tényező a gazdaságokban.

Termelése számottevő gazdasági előnyöket nyújt az általa előállító országok számára. Az olaj iparág nagy mennyiségű munkahelyet teremt, és tetemesen hozzájárul az országok GDP-jéhez. A termék előállításához szükséges infrastruktúra és logisztikai hálózat fejlesztése további gazdasági előnyöket hozhat.

Ugyanakkor a pálmaolaj iparágának hatalmas mérete és a termelési folyamatok intenzitása hatalmas környezeti és társadalmi problémákat is okoz. A nagyméretű ültetvények, az erdőirtás és a biodiverzitás csökkenése, az üvegházhatású gázok kibocsátása és a termelési folyamatokkal járó számos környezeti károsodás a pálmaolaj-ipar kritikus kérdéseit jelentik. (David & Lian, 2010. január)

6.2. Repceolaj gazdasági hatásai

A repceolaj gazdasági hatásait USDA jelentés vizsgálja. A jelentés szerint az olaj kereslete folyamatosan növekszik, és az élelmiszeriparban számos célra használják, például étolajként, édességek és sütőipari termékek alapanyagaként, valamint az állattenyésztésben állateledelként. Az árak változóak, de általában magasabbak, mint a szójababolajé, ami az egyik legnagyobb riválisa. A termelési költségek csökkenhetnek a többi olajhoz képest, mivel a repce magas terméshozammal és alacsony vízigénnyel rendelkezik, és viszonylag száraz területeken is termesztethető. Az ipari felhasználás növekedése további lehetőségeket kínál az ágazatban. Viszont a repceolajnak is vannak kihívásai, például a korlátozott számú termelési területek, az időjárástól függő terméshozam ingadozása. (USDA Foreign Agricultural Service, 2023)

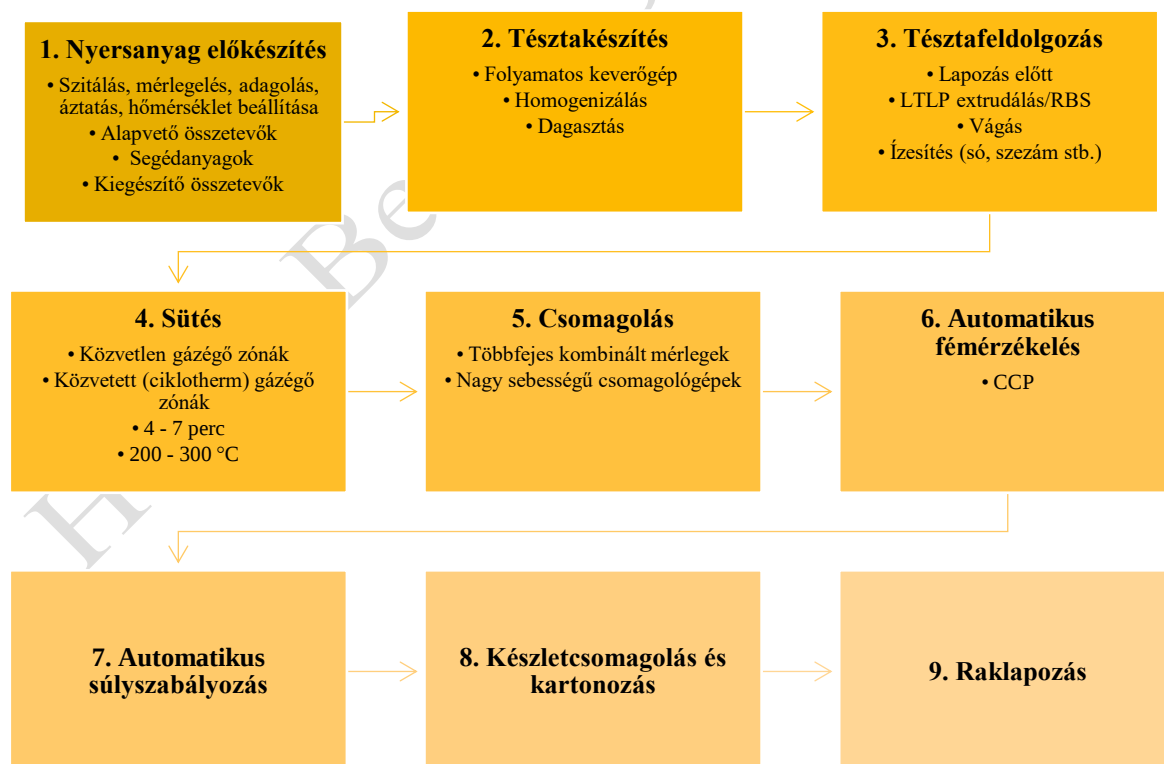
7. Snacktermékek

Az európai szerzetesek a 6-7. században a megmaradt kenyértésztát úgy formálták, hogy az egy a mellkasán összekulcsolt kezű imádkozó emberre hasonlítson. Ezeket a tésztadarabokat a kemencében megsütötték, majd a sült "pereceket" adták a gyerekeknek az imák helyes megtanulásáért. Valójában a perec kifejezés a latin "pretiola" szóból származik, ami kis jutalmat jelent. Ezzel szemben manapság világszerte automatizált gyártósorok óránként több ezer peracet képesek előállítani. (Ken Zvoncheck, 2021.)

A krékeres érzékszervi tulajdonságait tekintve enyhén sós ízűek, állaguk ropogós. A fő hozzávalók mellett tartalmazhatnak sajtot, köménymagot, mákot, szezámmagot, mogyorót is. A különböző formájú (hal, trapéz, félhold, ovális, háromszög stb.) teasütemények szerkezetét a nyerstésztára rétegezése vagy hajtogatása adja meg, amely a legjellemzőbb művelet a gyártás során. A snackek gyártása összetett művelet, mert a pontos receptúra mellett a megfelelő tésztakezelésre illetve a megfelelő technológiára is oda kell figyelni. (Dr. Feketéné Bánkúti Irén, 1985)

Mivel a snackek hatalmas termékpalettával vannak jelen az élelmiszeriparban, melyeknek sokszínű előállítása ismert. Ezekből a termékekből dolgozatomban a sóspálcika és a kréker gyártástechnológiájával foglalkozom mélyebben.

7.1. A sós pálcika előállításának folyamata



3. ábra: Sós pálcika gyártási folyamata

7.1.1. Tésztakészítés

A legtöbb snacktészta elsősorban búzalisztből, édesítőszerből (kukoricaszirupból vagy malátaszirupból), olajból vagy növényi zsiradékból valamint kovászból, élesztőből és/vagy nátrium-hidrogénkarbonátból áll. Száraz összetevőket keverőgépben vagy dagasztógépben keverik össze, majd a folyékony összetevőket adják hozzá. Ez biztosítja, hogy homogén masszát kapjanak. A snack tészták keverésére hagyományosan kétkaros vízszintes szakaszos keverőket használnak. A keverési idő átlagosan 1-2 perc lassú sebességen, amit 3-5 perc nagy sebességű keverés követ. A kész tézta hőmérséklete általában 80 és 100 °F (26,7 °C és 37,8 °C) között mozog. Ahol csak lehetséges, automatizált tésztakezelő rendszereket alkalmaznak a gyártósor következetes betöltésének biztosítása érdekében.

A felhasznált téztaadagok súlya a gyártósor méretétől és típusától, valamint a felhasznált összetevők mennyiségétől függ. Egyes tésztatípusokat nem szabad 30 percnél tovább pihentetni, mivel a tézta viszkozitása és az extrudálási sebessége is megváltozik, ami a termék darabtömegének ingadozását okozza. Az egyes darabok közötti nagymértékű eltérés megnehezítheti a folyamatos gyártást és csomagolást valamint rossz minőségű terméket eredményezhet. Ez egy gyakori probléma az iparágban, amelyet a szakaszos keverésről a folyamatos tésztakeverő berendezésre való áttéréssel oldottak meg. Az 1990-es évek közepén sok gyártó váltott folyamatos tésztagyártási módszerre. Ez a módszer kiküszöbölte a formázás előtti hosszú pihentetést, mivel a tésztát nem nagy mennyiségben, hanem folyamatosan feldolgozzák. Minden összetevőt egyesítenek, ami rendkívül egyenletes tésztát eredményez. Napjainkban az Egyesült Államokban szinte minden új snackgyártó vonalat felszereltek folyamatos keverőrendszerrel. (Ken Zvoncheck, 2021.)

7.1.2. Alacsony nyomású préselés (LPE)

Az 1960-as évek közepén a Reading Bakery Systems kifejlesztette az alacsony nyomású extrudereket a peregformázó (pretzel moulding) gép alternatívájaként. A gépet a technológia folyamatos fejlődése miatt mindig újratervezik, ezzel növelve hatékonyságát, viszont az alapfunkciók mindig ugyanazok. Az alacsony nyomású extruder kettős csavaros kialakítással nyomják a tésztát egy tömörítőfejbe és egy csatlakoztatott szerszámlapon keresztül, amelybe a kívánt formát vágják.

A szerszámlamezek szinte bármilyen alakú vagy méretűek lehetnek. A tésztát átnyomják a gépen, majd egy szalagvágóval levágják. A tézta nyomását a folyamat során nyomásmérővel ellenőrzik. A legtöbb peregtesztát 100 psi vagy annál kisebb nyomáson extrudálják. Ez az "alacsony nyomású" eljárás minimalizálja a "kristályosodást", azaz a tézta gluténszerkezetének a túl nagy nyomás miatti megbomlását. Ezáltal egy nagyon sűrű és törekeny terméket kapnak.

Ezzel az eljárással növelhető a termelés, mert több mint két méter széles gyártósorok és akár a 265 adag/perc termelési sebesség is elérhető.

Az LPE rugalmas, költséghatékony formázási megoldást kínál a snackek széles választékához. A présfej és a szerszámok gyorsan és egyszerűen cserélhetők a különböző formájú és méretű termékek előállításához. (Ken Zvoncheck, 2021.)



4. ábra: Extrudálás: Pálcika (Ken Zvoncheck, 2021.)

7.1.3. Vágás/formázás

A dúsítószalag közvetlenül az extruderből veszi át a terméket. Ez egy hosszú szalag, amely általában pamutból vagy műanyaggal átszőtt pamutból készül, hogy a tésztadarabok alul lélegezhessenek és pihenhessenek a formázási folyamat után.

Guillotine vágót gyakran beépítik a szállítószalagba vagy annak tetejére. A guillotine vágó tisztán és óvatosan vágja a tésztát meghatározott hosszúságú, különálló darabokra. A hosszúságot az időegységenkénti vágások száma határozza meg, és szükség szerint módosítható. (Ken Zvoncheck, 2021.)



5. ábra: Extrudálás - Guillotine vágóval vágott fonott „kötél” (Ken Zvoncheck, 2021.)

7.1.4. Főzés

A tésztadarabok a kelesztés után közvetlenül a főzőbe kerülnek. A főző a pereckészítési folyamat fontos része, de más snacktermékeknél is hasznos. A főzőlé általában nátrium-hidroxid és víz oldata, amelyet 190 és 210°F (87,8 °C és 98,9 °C) közötti hőmérsékletre melegítenek. A perecfőző oldatok 0,7 m/m% és 2,0 m/m% közötti töménységű NaOH oldatot a legtöbb perectípus esetében, de néhány snack esetében csak forró vizet vagy más típusú oldatot használnak a termék külső héjának kialakításához. A darabokat általában meghatározott időre (kevesebb, mint 15 másodpercre) mártják az oldatba.

A főzőoldat zselatinizálja a tésztát, és minden tésztadarab külseje körül héjat képez. Ennek a héjnak a pH-ja akár 13,0 is lehet. Ez a külső lúgos héj és az enyhén savas belső kombinációja az, ami az egyedi ízt biztosítja. (Ken Zvoncheck, 2021.)



6. ábra: Perc főzés (Ken Zvoncheck, 2021.)

7.1.5. Lúgozás hatására a tészta felületén lejátszódó kémiai folyamatok

Lúgozás hatására a tészta felülete világossárga színű, fényes, síkos tapintású lesz. A tészta felületén a keményítőtől oldható dextrinek képződnek, melynek hatására felgyorsul a karamellizáció és a cukrok, aminosavak közötti Maillard-reakció, ami a sütés során a héj intenzív barnulásához valamint jellemző íz és aromaanyagok kialakulásához vezet. A tésztafelületen a lúg a levegő széndioxid tartalma és a tésztában a sütés folyamán képződő széndioxid hatására semlegesítődik, melyet a következő kémiai reakcióval írhatunk le:



7.1.6. Felületkezelésre alkalmazható lúg (ún. pereclúg)

Mivel a lúgozott sütőipari termékek közül a legelterjedtebb a lúgozott percc, ezért a felületkezelésre alkalmas lúgot röviden pereclúgnak nevezik.

Pereclúg 4%-osnál kisebb koncentrációjú nátrium-hidroxid oldat. A gyakorlatban 1,9-3,3%-os lúgkoncentráció terjedt el.

A lúgozás 3 módját különböztetjük meg:

- hideg lúgozás (szobahőmérsékleten)
- meleg lúgozás (40-50 °C)
- forró lúgozás.

A hideg lúgozás a legelterjedtebb, mivel technikailag egyszerűbben kivitelezhető, energiatakarékosabb valamint a lúggőzők egészségkárosító hatása is kisebb.

A lúg koncentrációja és hőmérséklete befolyásolja a termék héjának színét illetve fényességét: nagyobb koncentráció illetve magasabb hőmérséklet alkalmazása sötétebb és fényesebb héjat eredményez, azonban az ilyen típusú termék frissességét hamarabb elveszti. A lúgot időnként ki kell cserélni, mivel a bekerülő szilárd részecskék valamint a széndioxid hatására végbemenő kémiai reakciók termékhibákhoz vezetnek. (Grossmann Ferencné, 1991)

7.1.7. Sózás és fűszerezés

A zselatinizált tésztadarabokat sóval, magvakkal vagy más fűszerekkel töltött függöny alá helyezik, mielőtt a sütőbe kerülnek. Mivel a forró főzőfürdő a tésztahéjat felmelegítette és ragacsossá tette, a fűszer könnyedén rátapad a tetejére. Az adagolóegység egy tároló tartályból áll, amely egy bordázott vagy pontszerűen kialakított henger felett helyezkedik el. A henger sebessége a kívánt fűszerezési sebességre van beállítva.

A termékhez nem tapadó fűszer a vákuumrendszeren keresztül visszakerül a tároló tartályba. A piacon kapható legtöbb kemény perechez egy enyhén átlátszó kristályt, az úgynevezett kőperec-sót használják. Egy tipikus rágcslálnivalón a felhordási fedettség a felület legfeljebb 15%-a lehet. (Ken Zvoncheck, 2021.)

7.1.8. Sütés

A sózás vagy fűszerezés után a tésztadarabok készen állnak a kezdeti sütésre. A legtöbb gyártó alagutas sütőket használ, és ezek akár 45 méter hosszúak is lehetnek. Egyes sütők közvetlen tüzelésűek, ami azt jelenti, hogy az égés a sütőtérben történik, így a termék erőteljes hőhatásnak van kitéve. Bár ez a hagyományosabb, de ez a módszer egyenlőtlenséget okozhat a termék megjelenésében.

Sok modern snacksütő ciklotherm technológiát használ a hatékonyabb és egyenletesebb sütés érdekében. Ezekben a sütőkben egy hőcserélőn keresztül keletkező forró levegő kering a termék körül, ami nagyon egyenletes sütést eredményez, és nem égeti meg azt. Ezek az alagutas sütők több sütési zónát tartalmazhatnak, és minden egyes zóna testre szabható. Külön beállítható a sütési hőmérséklet és a légsebesség. Kényszerlevegőn kívül sugárzó égőket is tartalmazhatnak, hogy a kezelőnek nagyobb sütési szabadságot biztosítsanak. A különböző sütési beállítások kombinálása lehetővé teszi a kezelő számára, hogy a sütit a termék meghatározott jellemzőinek eléréséhez állítsa be. Ennek hőmérséklete általában 400 °F és 600 °F (204,4 °C és 315,5 °C) között mozog. A sütési idő pedig 1,5 és 5 perc között van. A termék nedvességtartalma a sütőből való kilépéskor általában 8-15% között van. (Ken Zvoncheck, 2021.)

7.1.9. Szárítás

A termék a sütő zónák után a szárító zónákba kerül. Néhány vékonyabb, törékenyebb terméket közvetlenül a sütés után becsomagolnak. A szárító zónák alacsonyabb hőmérsékletűek (220-300°F 93,3-148,8 °C), amely a nedvességtartalmat kíméletesen és egyenletesen, a vastagságtól függően 2 és 5% közé csökkenti. Ez a nagyon alacsony nedvességtartalom biztosítja akár a 6 hónapos eltarthatóságot. A termék a szárító zónákban típustól és a kívánt nedvességtartalomtól függően 5 és 50 perc között marad. Ez a lassú folyamat lehetővé teszi a nedvesség távozását, mielőtt a termék a csomagolásba kerülne. (Ken Zvoncheck, 2021.)

7.2. Krékerek előállításának folyamata



7. ábra: Laminált vágott kréker gyártási folyamat

7.2.1. Tésztakészítés és feldolgozás

A krékergyártás folyamatának első lépése az alaptészta elkészítése, erre a folyamatra megkülönböztetünk kovászos és kovász nélküli tésztakészítési módszert. A tészta vizet, lisztet, élesztőt, malátát valamint különböző dúsító- és / vagy ízesítő anyagokat tartalmaz. Összeállítása után 8-16 óra pihentetés/érlelés következik.

A pihentetés során a tészta feldolgozhatóságának szempontjából kedvező mikrobiológiai, enzimes és kolloid kémiai változások mennek végbe, illetve javul a késztermék íze, színe és szerkezete.

Számos krékertípus hajtogatott tésztából készül. A korszerű hajtogatógépeknek köszönhető a tészta könnyed és folyamatos vezetési, roncsolásmentes megmunkálása. Ahhoz, hogy ez a művelet eredményes legyen körülbelül 5-7 réteg kialakítása szükséges. A leveles tésztákkal ellentétben a krékertészták rétegzéséhez nem szükséges a rétegek közé a zsiradékbevitel, mert a hajtogatás során a tésztában zárt légzárványok alakulnak ki.

Ez a legkritikusabb lépés, magas szintű figyelemre van szükség, mert a túlzott, nem fokozatos erőhatás miatt egyes rétegek nem alakulnak ki megfelelően. Így a tészta törékennyé, zsírossá, viaszossá válik. Kétféle műszaki megoldás létezik a megfelelő számú

és vastagságú rétegek kialakítására, az egyik történhet a tésztaalapok képzésével és azok adott számban történő egymásra helyezésével, a másik pedig a tésztaalap harmonikaszerű hajtogatásával. Ezeket a rétegelt tésztákat optimális vastagságúra kell nyújtani, úgy, hogy a rétegek ne sérüljenek és folyamatosságukat is megőrizzék. Mindez a tésztaalap/szalag felületére gyakorolt fokozatos, több lépésből álló egyre növekvő nyomóerő alkalmazásával valósítható meg. (Dr. Feketéné Bánkúti Irén, 1985)

7.2.2. Vágás / formázás

Kiszúrással történik a krékereszték formázása. A kiszúrógép lehet dugattyús vagy hengeres kiszúróegység. Tésztaadagolástól függően használnak folytonos illetve szakaszos működésű berendezéseket. Gyakran alkalmaznak hengeres kiszúróegységeket, ami állhat egy vagy két hengerből. Ilyenkor az első henger a tészta mintázataért (hal, trapéz, félhold, ovális, háromszög stb.), a második henger a kiszúrást felel. A mintázóhenger korrigálja a tészta vastagságát, ezzel is növelve a pontosságot. Ennek a hengernek a cseréjével különféle mintázatok alakíthatók ki ugyanannak a vágóhenger használata mellett. (Dr. Feketéné Bánkúti Irén, 1985)

7.2.3. Sózás és fűszerezés

A kívánt színű és fényű késztermék elérése érdekében a formázott tésztát néha tojáslével vagy cukros oldattal kenik meg. Továbbá egyéb díszítő- és dúsítóanyagokat (só, mák, szezámmag) is tehetnek a felületre, ezzel is növelve az esztétikai-, élvezeti-, tápértéket. (Dr. Feketéné Bánkúti Irén, 1985)

7.2.4. Sütés

A sütés hasonlóan a sós pálcika gyártáshoz két zónás kemencében történik. Közvetlen gázégős zóna, ahol fennáll az égés kockázata. A másik a cikloterm gázégős zóna, ahol a forró levegő a termék körül folyamatosan kering, ezáltal egyenletesen sülte azt. Sütés közben olajos befűjást is alkalmazhatnak, ezzel is növelve a késztermék élvezeti értékét. (Dr. Feketéné Bánkúti Irén, 1985)

8. Anyagok és módszerek

8.1. Anyagok

Munkám során iparból kapott kész termékekkel dolgoztam, amelyeket egészben és őrölt formában használtam fel a méréseim során.

- Pálmaolaj felhasználásával készült sós pálcika
- Magas olajsavtartalmú és két antioxidánsokkal dúsított repce olaj (HORO) felhasználásával készült kréker (Mediterrán Crackeltti)

Jelölések:

- X1 – kréker
- X23 – sós pálcika
- P – pálmaolaj
- H – HORO

8.2. Állománymérés

Az állománymérést Stable Micro Systems TA-XT2i Texture Analyser mérőgépen végeztük. A laborban 23 °C volt, a méréskor a minták is 23 °C- osak voltak. A mérések előtt 2 kg-os súllyal kalibráltuk a gépet. Könnyű késpengével mértük a minták keménység értékeit, a minta eléréséig 1 mm/s, a roppanáskor 3 mm/s, onnantól vissza a kiindulási helyzetbe 10 mm/s sebességgel mozgatva.



8. ábra: Stable Micro System TA-XT 2i állománymérő készülék (saját fotó, 2021. május 13.)

8.3. Színmérés

A termékek színének objektív értékelésére, illetve a színekülönbségek számszerűsítésére is alkalmas módszer. A színeket színikoordinátákkal határozzuk meg, amelyek az anyag fizikai és kémiai tulajdonságaiból következnek. Három alapszínűt különböztetünk meg, amelyek additív keverésével a többi szín is előállítható. Ezek a piros (X), zöld (Y) és kék (Z) színek. Fényforrás segítségével a trikromatikus, azaz színíngert összetevőket állapíthatjuk meg. $(S(\lambda))$, felület $(R(\lambda))$ és érzékelő $(x(\lambda), y(\lambda), z(\lambda))$. Ezáltal minden szín három egymástól független adattal jellemezhető. Az X, Z, Y színtér hue ellentétes színpárok elvű transzformálásával megkapunk egy egyenletes színíngert teret, amit CIE $L^* a^* b^*$ színtérnek nevezünk.

A színmérést CR-310 Minolta színmérővel végeztük. A mérések előtt fehér standard papír segítségével kalibráltuk a gépet, majd fehér papírra helyezett Petri-csészén végeztük a minták színének vizsgálatát. A ropik illetve krékerek színét egészben és porrá őrölve minden alkalommal 3 különböző helyen mértük. A színmérő a minták színét L, a, b értékekben adja meg, ahol:

- L: világossági tényező, 0-100 (100 a legvilágosabb);
- a+: piros, a-: zöld,
- b+: sárga, b-: kék.



9. ábra: Konika Minolta CR310 (saját fotó, 2021. május 13.)

8.4. Nedvességtartalom meghatározása

A nedvességtartalom meghatározására különböző módszerek léteznek, leggyakrabban a 100 °C feletti hőmérséklettel, tömegállandóságig történő szárítást használják. Egy egyszerűbb és kevesebb ideig tartó vizsgálatot végeztem el, a hosszú, több órán át tartó szárítás helyett. A gyors nedvesség meghatározó készülék tömegállandóságig mér 105 °C-on. A mérés magától leáll, hogyha a tömeg 20 másodperc alatt 1 mg-ot, vagy annál kevesebbet változik. A készülék bekapcsolása után elvégeztem a tárazást és megtisztítottam a mintatartót, amelyre körülbelül 1 g mintát mértem ki és egyenletesen eloszlattam. A készülék tetejének lecsukásával elindult a mérés, majd hangjelzés jelezi a mérés végét. Ekkor egyszerűen leolvasható százalékban a mérés eredménye, illetve a gép jegyzőkönyvszerűen ki is nyomtatja az értékeket.



10. ábra: Sartorius MA50 gyors nedvességmérő (saját fotó, 2021. május 13.)

9. Kísérleti eredmények és kiértékelésük

9.1. Állománymérés

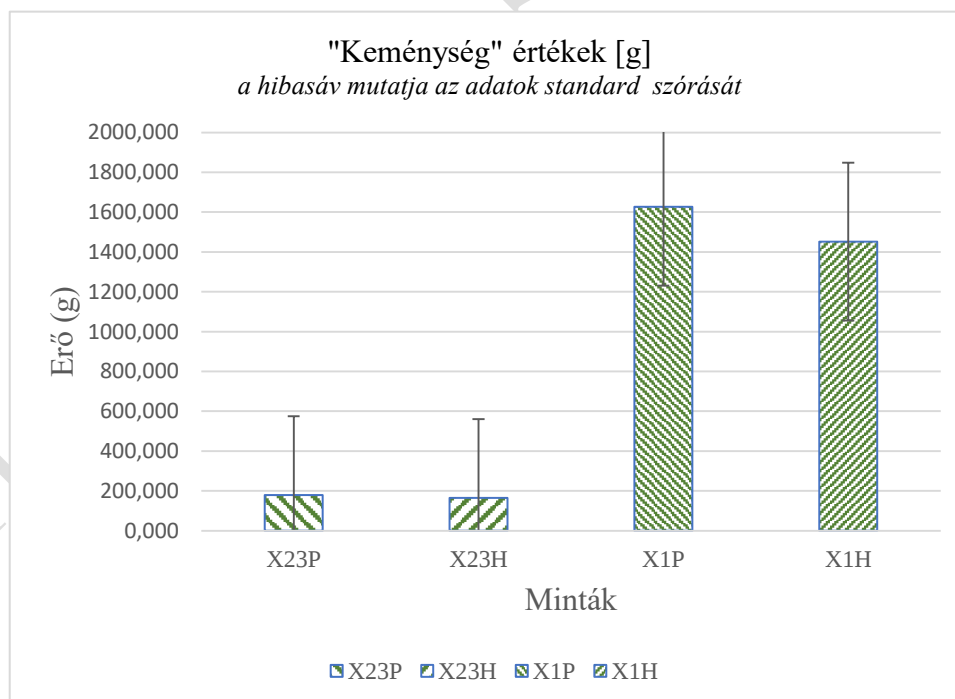
A sütőipari termékek szerkezetére hatással vannak a felhasznált nyersanyagok, az alkalmazott tésztakészítési és feldolgozási módszerek (fizikai méretek és alak), továbbá a hőkezelés- (sütés) és a készáru kezelés- és tárolás körülményei és annak időtartama.

A felhasznált nyersanyagok közül a zsiradék és a víz mennyisége hatással van a sütőipari termékek szerkezetére (Michael H. Tunick., és mtsai., 2013). A nedvességtartalomra közvetlen hatással van a sütés technológiai körülményei is.

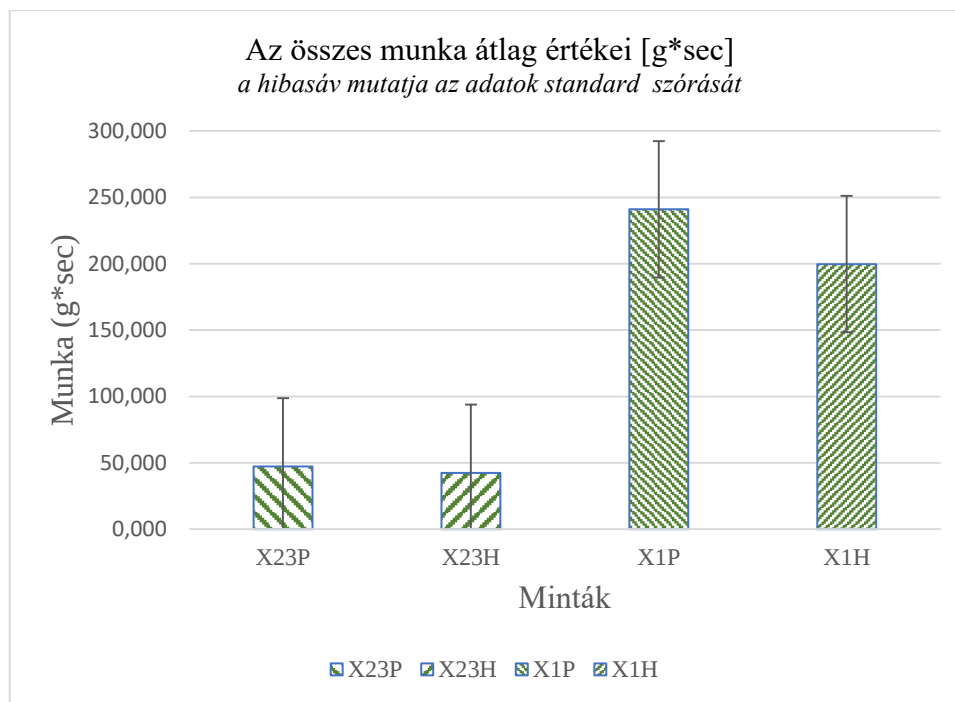
Az állománymérés során vizsgáltam a kész, csomagolt snack termékek esetében a pálmaolaj magas olajsav tartalmú repceolajjal (HORO) történő helyettesítésének hatását. Az elvégzett állománymérés során rögzítettük a párhuzamos mérésekhez tartozó mérési görbéket, amelyek segítségével, számítással meghatároztuk a minták elroppantásához szükséges maximális erőt [force1; g], az eltöréshez szükséges munkát [g*sec] és az összes munkát [g*sec].

A minták műszeres textúra vizsgálatait elvégeztem 2020 augusztusában, 2020 decemberében illetve 2021 májusában.

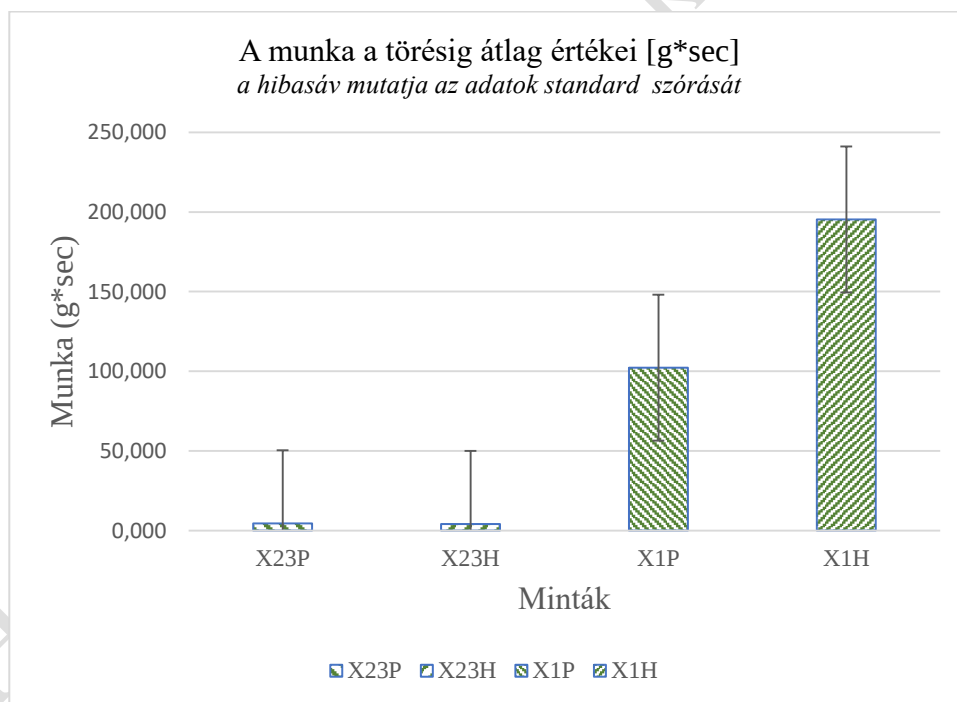
Az eredmények összehasonlítására statisztikai próbát (ANOVA) alkalmaztam és a statisztikai elemzés során variancia-elemzés és post-hoc tesztet (Bonferroni-Holm módszer) végeztem.



11. ábra: Állománymérés értékek (2020. augusztus)



12. ábra: Összes munka átlagértékei (2020. augusztus)



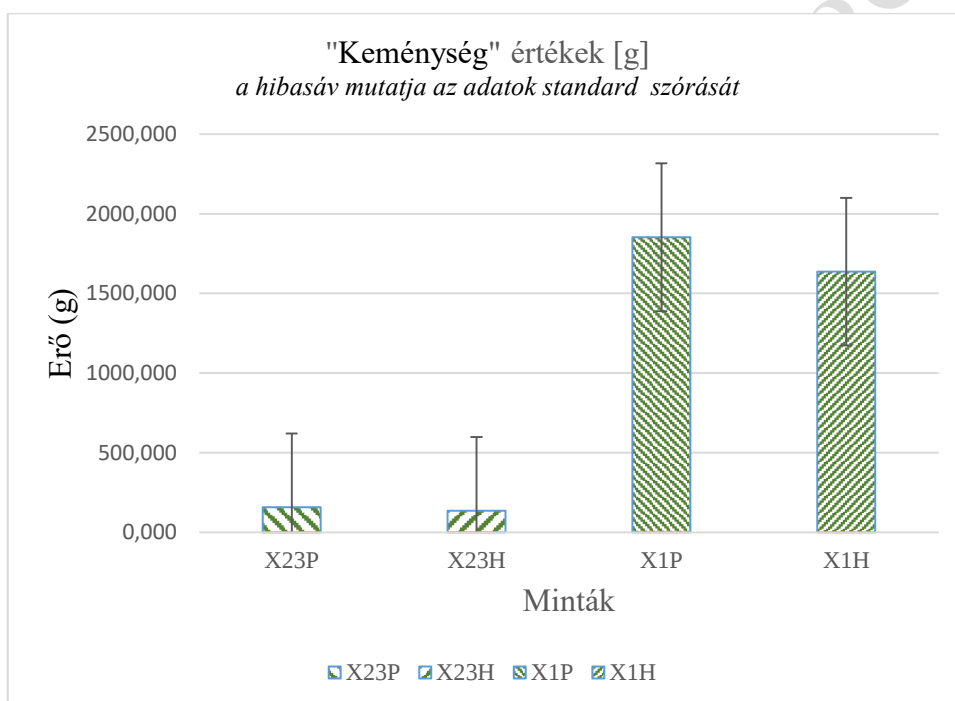
13. ábra: A munka értékei a törésig (2020. augusztus)

Zöld színnel jelöltem azokat a mintapárokat, amelyek nem mutattak a pálma, illetve a HORO zsiradékkal készített termékek között szignifikáns különbséget, azaz nem lehet elválasztani egymástól a kétféle mintát.

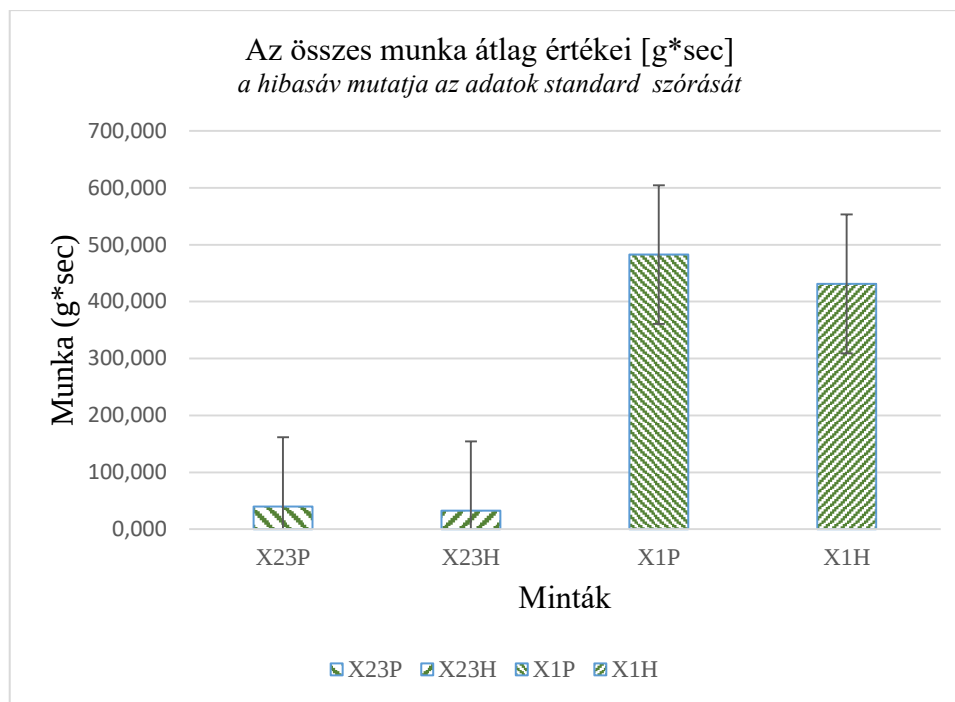
1. táblázat: p értékek (2020. augusztus)

ha $p > 0,05$, akkor nem különbözik szignifikánsan	Keményység átlag [g]	Összes munka átlag [g*sec]	Munka a törésig átlag [g*sec]
X23	0,216	0,413	0,195
X1	0,015	0,184	0,090

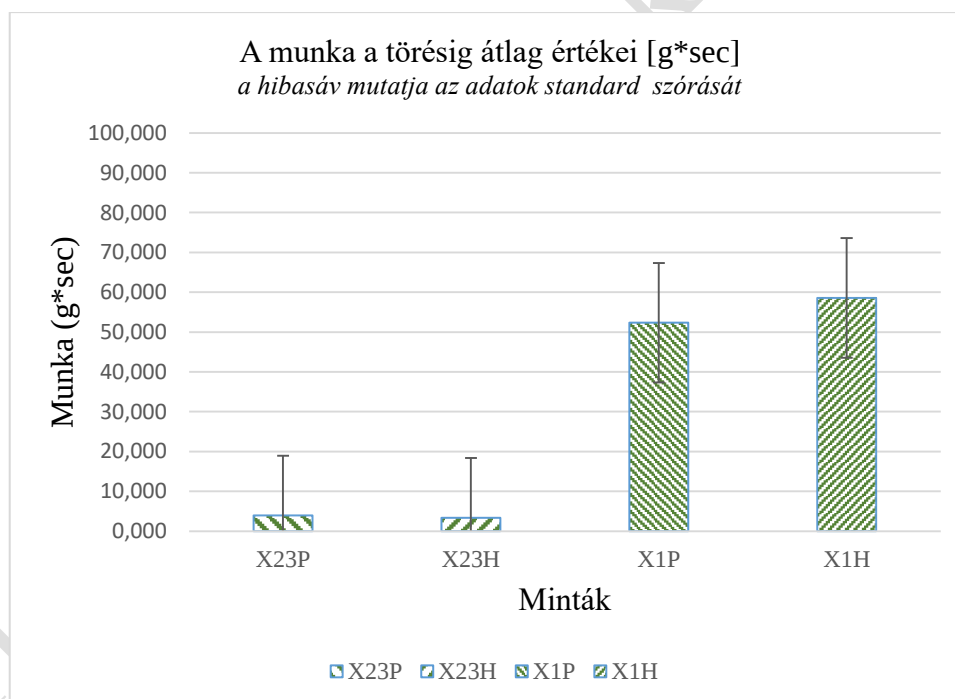
Az augusztusi értékeknél jól látható, hogy a sós pálcika (X23) keménység értékeiben nincs akkora különbség a két olaj alkalmazásában, mint a kréker (X1) adataiban.



14. ábra: Állománymérés értékek (2020. december)



15. ábra: Összes munka átlagértékei (2020. december)



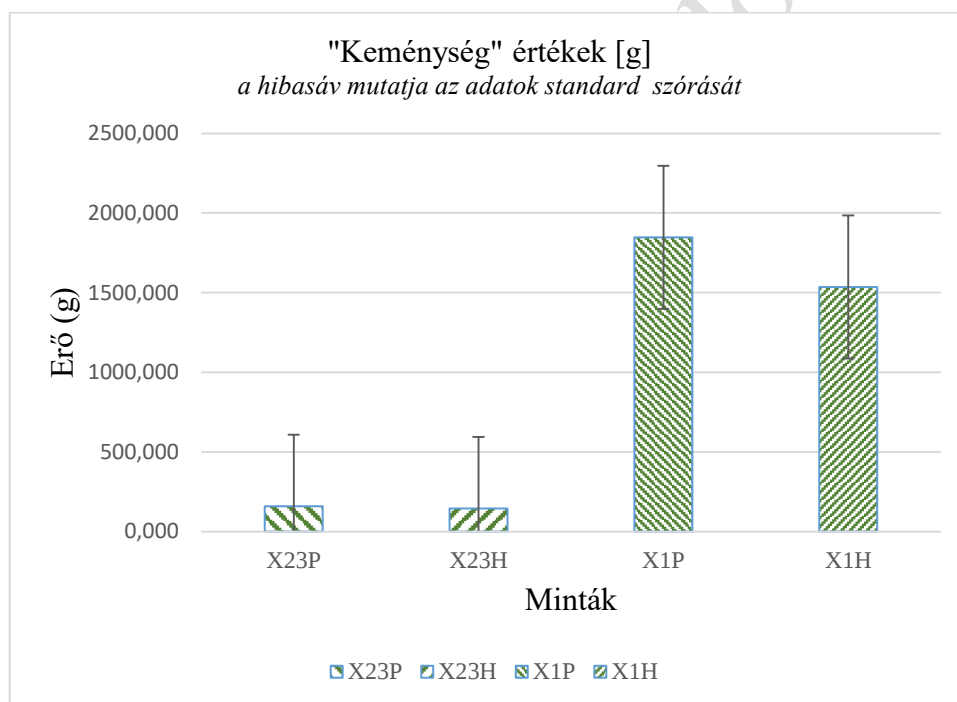
16. ábra: A munka értékei a törésig (2020. december)

Zöld színnel jelöltem azokat a mintapárokat, amelyek nem mutattak a pálma, illetve a HORO zsiradékkal készített termékek között szignifikáns különbséget, azaz nem lehet elválasztani egymástól a kétféle mintát.

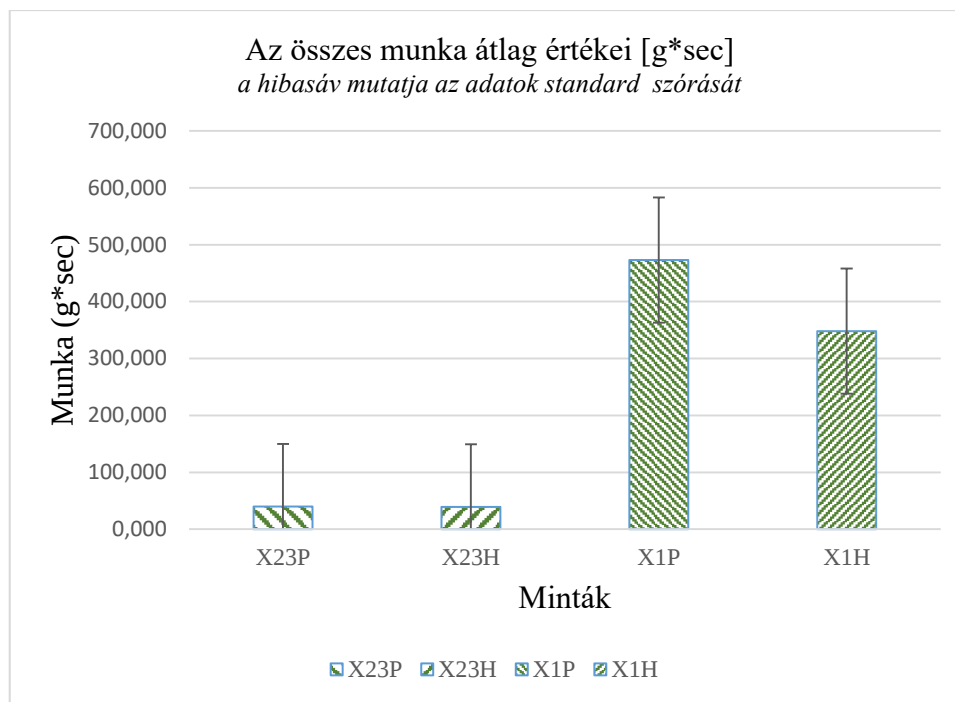
2. táblázat: p értékek (2020. december)

ha $p > 0,05$, akkor nem különbözik szignifikánsan	Keményység átlag [g]	Összes munka átlag [g*sec]	Munka a törésig átlag [g*sec]
X23	0,391	0,385	0,339
X1	0,036	0,250	0,730

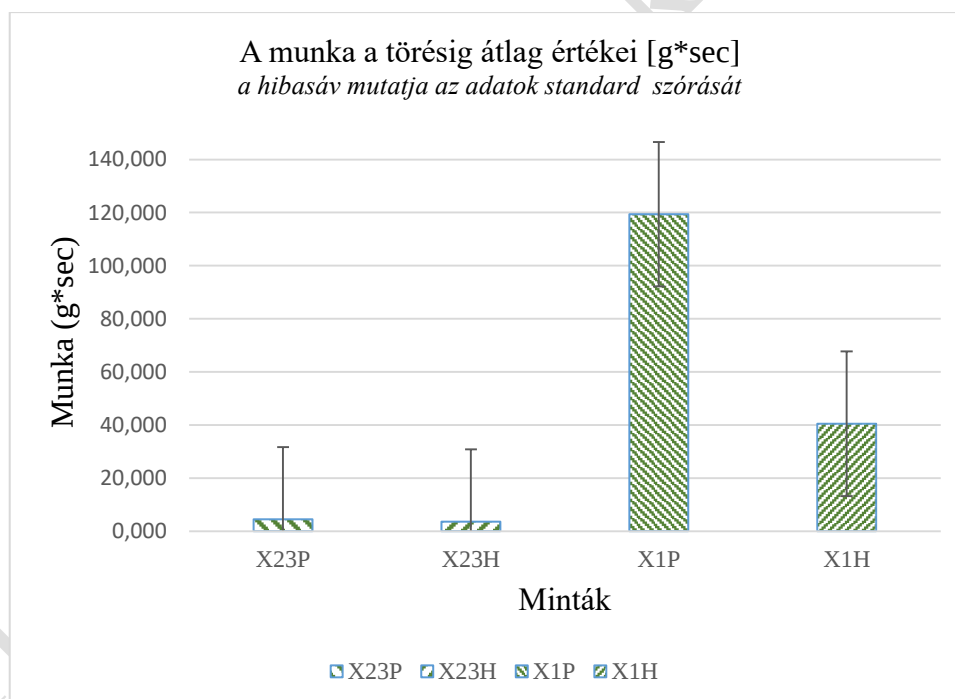
A decemberi keménység mérés során elemzett értékek a kréker (X1) esetében mutatnak eltérést.



17. ábra: Állománymérés értékek (2021. május)



18. ábra: Összes munka átlagértékei (2020. december)



19. ábra: A munka értékei a törésig (2021. május)

Zöld színnel jelöltem azokat a mintapárokat, amelyek nem mutattak a pálma, illetve a HORO zsiradékkal készített termékek között szignifikáns különbséget, azaz nem lehet elválasztani egymástól a kétféle mintát.

3. táblázat: p értékek (2021. május)

ha $p > 0,05$, akkor nem különbözik szignifikánsan	Keményység átlag [g]	Összes munka átlag [g*sec]	Munka a törésig átlag [g*sec]
X23	0,314	0,911	0,112
X1	0,004	0,025	0,130

Ezeknél a keménység vizsgálatoknál láthatjuk, hogy csak a kréker termék esetében volt számottevő különbség.

Számomra nem volt meglepő, hogy az elvileg azonos időben, azonos termelő vonalon gyártott és csomagoló anyagba csomagolt minták keménysége és munka értékei között, nem volt szignifikáns különbség csak a kréker termék esetében.

A tanszéki tárolás körülményei és időtartama feltehetően azonos volt a minták esetében.

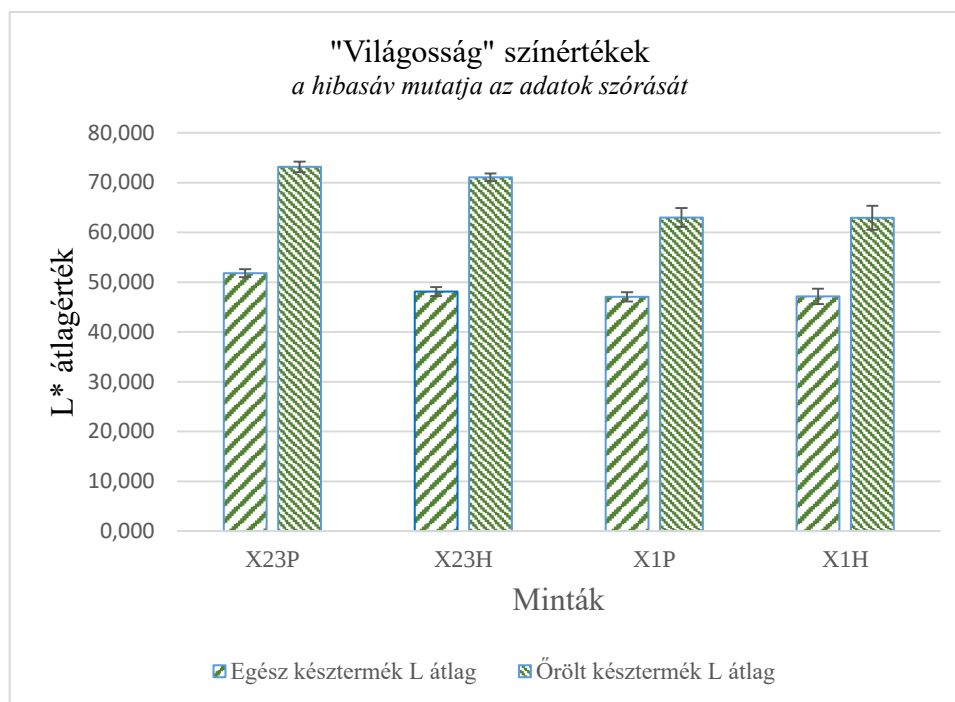
Összességében megfigyelhető az idő múlásával a termékek öregedése, mivel kisebb erőre volt szükség azok eltöréséhez.

9.2. Színmérés

Az színmérés során vizsgáltam a kész, csomagolt sóspálcika (X23) és kréker (X1) termékek esetében a pálmaolaj (P) magas olajsav tartalmú repceolajjal (H) történő helyettesítésének esetleges a termékek színére történő hatását. A minták színjellemzőinek átlagértékeit az alábbi táblázat tartalmazza.

4. táblázat: Színmérés értékei

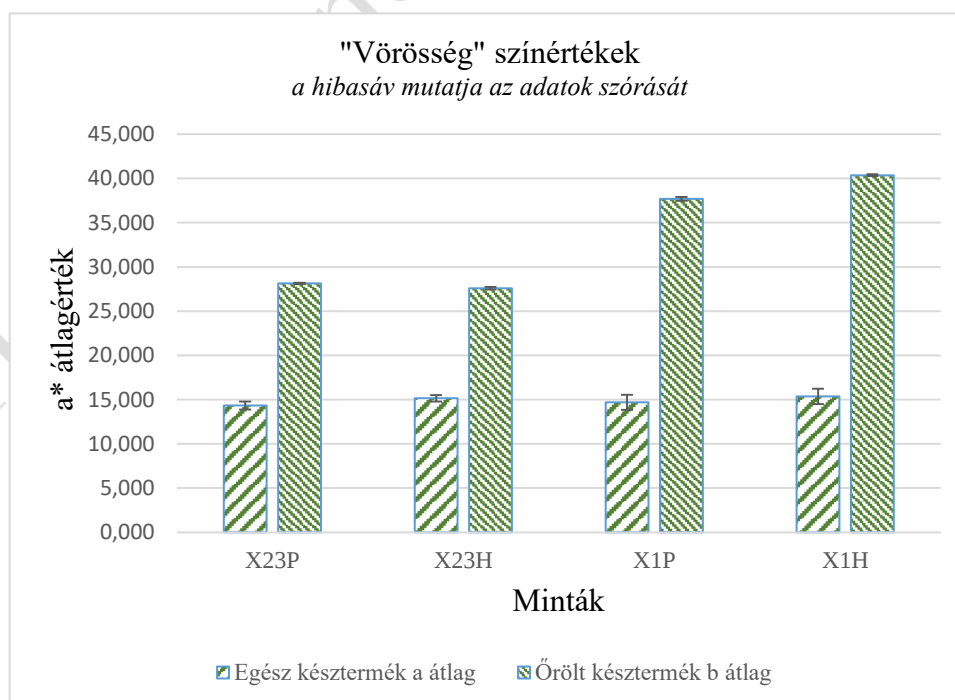
Minta	L* átlag egész	L * átlag őrölt	a* átlag egész	a* átlag őrölt	b* átlag egész	b* átlag őrölt
X23P	51,804	73,172	14,34	6,204	34,826	28,144
X23H	48,112	71,066	15,158	7,364	31,416	27,584
X1P	47,06	62,984	14,696	9,84	33,498	37,692
X1H	47,142	62,934	15,366	11,082	35,026	40,358



20. ábra: Minták világosság értékei

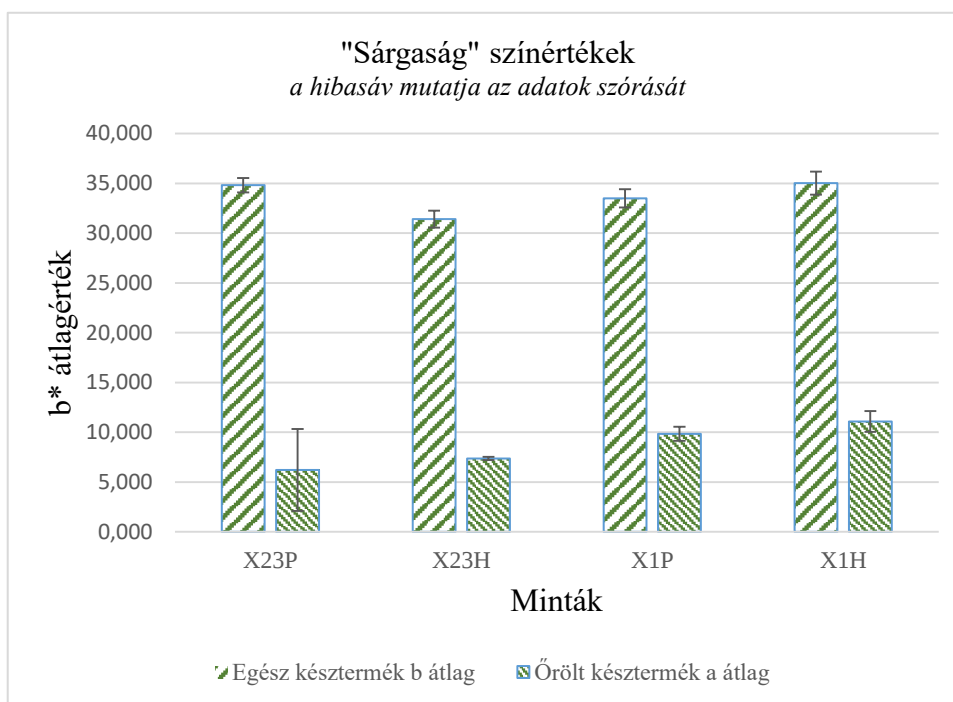
A világosság, „L” színértékeknél jól látható, hogy a felhasznált olaj típusa nem befolyásolta lényegesen a termékek színét. Ennél a színösszetevőnél, az egész termékek esetében valamivel nagyobb különbség figyelhető meg az X23 (sós pálcika) értékeiben, mint az X1 (kréker) esetében.

Így az is jól látható, hogy míg az egész termékeknél különbséget tudunk tenni a magas olajsavtartalmú repce olajjal és a pálma olajjal készült minták között, addig az őrlemények világossági értékei már jóval egységesebbek, nincs számottevő különbség.



21. ábra: A minták vörösség értékei

A vörösség „a” színértéknél is hasonló a helyzet bár jelentősebb különbség látható az X1 (sós pálcika) termék örleményei között, így egyértelműen ezek vörösebbek.



22. ábra: A minták sárgaság értékei

A sárgaság „b” színértéknél tapasztaltam a legnagyobb különbségeket mind az egész, mind az örölt minták átlag értékeiben.

Az eredmények összehasonlítására statisztikai próbát (ANOVA) alkalmaztam és a statisztikai elemzés során variancia-elemzés és post-hoc tesztet (Bonferroni-Holm módszer) végeztem.

Az alábbi táblázatban zölddel jelöltem azokat a mintaösszehasonlításokat, ahol a kapott adatok nem mutattak a pálma, illetve a HORO zsiradékkal készített termékek között szignifikáns különbséget, azaz nem lehet elválasztani egymástól a kétféle mintát.

5. táblázat: p értékek

ha $p > 0,05$, akkor nem különbözik szignifikánsan	L *egész	a*egész	b*egész	L* örölt	a* örölt	b* örölt
X23	2,985E-04	0,021	2,857E-04	0,011	5,551E-07	0,793
X1	0,930	0,302	0,072	0,975	8,383E-06	0,003

Fentiek alapján jól látható, hogy az egész minták esetében (amivel találkozhat a fogyasztó) a kréker (X1) esetében nincs szignifikáns különbség egyik színjellemzőben sem, ugyanakkor a sós pálcika (X23) esetében van.

Az örölt formában vizsgált mintáknál X23 minta sárgaság (b*) értéke, illetve az X1 minta világosság (L*) értéke nem mutatott szignifikáns különbséget.

A statisztikai vizsgálat során az egyes színjellemzőket külön-külön vettem figyelembe, addig a látható színekülönbség számolásánál mindhárom színjellemző (világosság, vörösség, sárgaság) egyforma hangsúllyal szerepel.

Van-e látható színekülönbség az őrölt/egész minták között (pálma vs. HORO)?

A kérdés megválaszolásához kiszámoltam a színíngér-különbségeket a párba állított mintáknál (pálmazsíros vs. HORO-val készült). Ennek eredményét mutatja a következő táblázat. A két oszlop az őrölt, illetve az egészben mért minták közötti színíngér-különbséget tartalmazza.

6. táblázat: Színíngér-különbségek a sóspálcika és kréker minták esetében

Minták	ΔE^* őrölt	ΔE^* egész
X23P-X23H	2,47	5,09
X1P-X1H	2,94	1,67

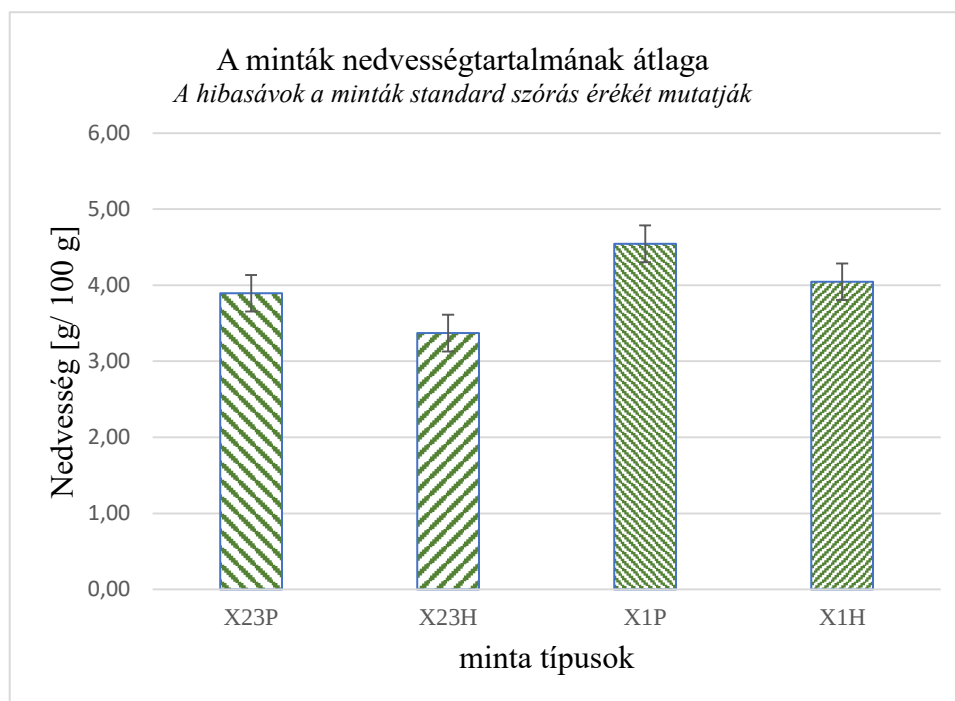
- $0 < \Delta E < 1$ - a megfigyelő nem veszi észre a különbséget
- $1 < \Delta E < 2$ - csak tapasztalt megfigyelő veszi észre a különbséget
- $2 < \Delta E < 3,5$ - a tapasztalatlan megfigyelő is észreveszi a különbséget
- $3,5 < \Delta E < 5$ - egyértelmű színekülönbség észlelhető
- $5 < \Delta E$ - a megfigyelő két különböző szint észlel

A skála alapján kijelenthetjük, hogy:

- A sóspálcika termékek esetében az őrölt mintákon a tapasztalatlan megfigyelő is észreveheti a különbséget. Az egész mintáknál várhatóan a megfigyelő két különböző szint észlel.
- A kréker termékek esetében az őrölt mintákon a tapasztalatlan megfigyelő is észreveheti a különbséget. Az egész mintáknál várhatóan a csak tapasztalt megfigyelő veszi észre a különbséget.

9.3. Nedvességtartalom

A nedvességtartalom ellenőrzésével azt kívántuk vizsgálni, hogy van-e jelentős eltérés a minták által felvett illetve megőrzött nedvesség között.



23. ábra: A minták nedvességtartalmának átlagértékei

A minták mérésénél fontos, hogy a minta-előkészítés ne előzze meg sokkal a tényleges mérést, mivel ilyen alacsony nedvességtartalomnál a minták elég higroszkóposok.

Az eredmények összehasonlítására statisztikai próbát (ANOVA) alkalmaztam és a statisztikai elemzés során variancia-elemzés és post-hoc tesztet (Bonferroni-Holm módszer) végeztem.

Zöld színnel jelöltem azokat a mintapárokat, amelyek nem mutattak a pálma, illetve a HORO zsiradékkal készített termékek között szignifikáns különbséget, azaz nem lehet elválasztani egymástól a kétféle mintát.

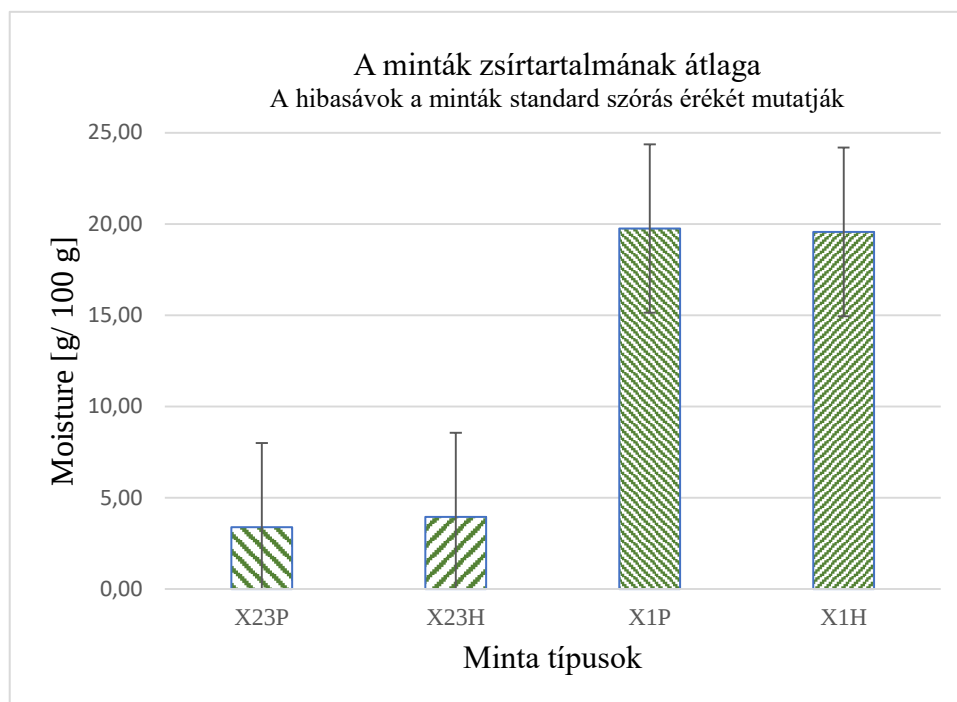
7. Táblázat: p értékek

ha $p > 0,05$, akkor nem különbözik szignifikánsan	p érték
X23	0,58
X1	0,556

Jól látható, hogy a mintapárok nedvességtartalmában fennálló különbség éppen meghaladja a szignifikancia szintet. Így a nedvességtartalomban lévő különbségek valószínűleg nem következnek az eltérő olaj használatából.

9.4. Zsírtartalom

A zsírtartalom ellenőrzésével azt kívántam vizsgálni, hogy van-e jelentős eltérés a mintapárok zsírtartalma között, amely kihathat a minták szerkezetében lévő különbségekre. Zsírtartalmat nem mértem laborban, ezért a szükséges adatok átlagértékeit használtam fel, amelyek a gyártó által vizsgáltatott értékek.



24. ábra: A minták zsírtartalmának átlagértékei

Az ábrán jól látható a két termékcsoport (sósálcika és kréker) zsírtartalmában meglévő különbség, de ez sajátsága mindkét termékcsoportnak!

Zöld színnel jelöltem azokat a mintapárokat, amelyek nem mutattak a pálma, illetve a HORO zsiradékkal készített termékek között szignifikáns különbséget, azaz nem lehet elválasztani egymástól a kétféle mintát.

8. Táblázat: p értékek

ha $p > 0,05$, akkor nem különbözik szignifikánsan	p érték
X23	0,05
X1	0,579

Jól látható, hogy a mintapárok nedvességtartalmában fennálló különbség éppen csak meghaladja a szignifikancia szintet. Ez alapján kijelenthető, hogy a termékek zsírtartalma között sem a pálcika, sem a kréker esetében nem volt szignifikáns különbség.

10. Összefoglalás

A repce- és pálmaolajok nagy szerepet játszanak a globális olajiparban és az élelmiszeriparban egyaránt. Mindkét olaj különböző előnyökkel és hátrányokkal rendelkezik, amelyekkel érdemes mérlegelni felhasználásuk előtt. Jelentős a gazdasági hatásuk, mivel sok országban fontos exportcikként van jelen. A pálmaolaj fontos nyersanyagforrás az olajipar számára. A repceolaj szintén fontos szerepet játszik az alternatív üzemanyagok és az élelmiszeripar terén.

A repceolaj előállítása és felhasználása környezetbarátabb lehet, mivel alacsonyabb üvegházhatású gázok kibocsátásával jár, ugyanakkor a repcetermesztés során használt növényvédő szerek és műtrágyák használata, valamint a feldolgozási energiaigény is különböző környezeti hatásokat okozhat. Ezzel szemben a pálmaolaj előállítása viszont súlyos környezeti problémákat okoz, mint például az esőerdők kiirtása, az élővilág károsítása, a talajpusztítás. Ugyanakkor a pálmaolaj alacsonyabb áron áll rendelkezésre, és magas hőmérsékleten is stabil marad, ami előnyös az élelmiszeriparban történő felhasználása során.

A repceolaj és a pálmaolaj egészségünkre gyakorolt hatásai eltérőek. A repceolaj gazdag telítetlen zsírsavakban, amelyek előnyösek a szív- és érrendszeri egészségre, mivel csökkenthetik a koleszterinszintet és a vérnyomást. A benne található omega-3 zsírsavak pozitív hatást gyakorolhatnak az agy és a szem egészségére. A pálmaolaj túlzott fogyasztása koleszterinszint növekedéséhez illetve szív- és érrendszeri megbetegedéshez vezethet, mivel nagy mennyiségben tartalmaz telített zsírsavakat. Összességében a repceolaj egészségesebb alternatíva lehet a pálmaolajhoz képest, mivel gazdag telítetlen zsírsavakban és omega-3 zsírsavakban, amelyek kedvező hatással lehetnek az egészségre. A pálmaolaj fogyasztását célszerű korlátozni, vagy akár elkerülni annak egészségkárosító hatásai miatt.

Méréseim során rávilágítok a pálma- illetve HORO olajok felhasználása mennyiben változtatja meg a kész és csomagolt snacktermékek fizikai tulajdonságait a tárolás során. Ehhez állomány-, szín- és nedvességtartalom-mérési vizsgálatokat végeztem. A Stable Micro Systems TA-XT2i Texture Analyser mérőgéppel végzett keménységmérés során csak a kréker esetében volt számottevő a két termék közti különbség.

Színmérésnél a világossági színértékeknél volt jól látható az, hogy a felhasznált olaj típusa nem befolyásolta nagymértékben a termékek színét. Az egész termékek esetében nagyobb különbséget láttam a sós pálcika adataiban, mint a krékerében. Az örölt minták esetében egyik színjellemző sem mutatott szignifikáns különbséget se a sós pálcika, se a kréker esetében, viszont az egész termékek vizsgálatánál a sós pálcikánál volt eltérés.

A nedvességtartalom vizsgálata során a termékekben minimális eltérést tapasztaltam, melyből azt a következtetést vontam le, hogy a két olaj felhasználása nem befolyásolja a vízfelvételt.

Zsírartalom mérési adatokat vizsgálva sem érzékeltem meghatározó változásokat, így kijelenthetem, hogy a két olaj alkalmazása nem okoz jelentős hatást a termékek szerkezetében.

Összességében a fenti szempontok alapján megállapítom, hogy a pálmaolaj teljes mértékben helyettesíthető a magas olajsavtartalmú és két antioxidánsokkal dúsított repce olajjal a snacktermékek gyártása során. Az idő előrehaladtával megfigyelhető a termékek öregedése, mely a hozzáadott olajtól függetlenül észrevehető minden snack-termék esetében.

Irodalmi hivatkozások

- Abdulkadir, A.G., & Jimoh, W.L.O. (2013.. december). Comparative Analysis of Physico-Chemical Properties of Extracted and Collected Palm Oil and Tallow. *ChemSearch Journal*, 44-54.
- American Heart Association . (2022). *Saturated Fats*. Forrás: <https://www.heart.org/en/healthy-living/healthy-eating/eat-smart/fats/saturated-fats>
- Bakonynektár. (2015). Forrás: Amiről a repceméz származik: http://www.bakonynektar.hu/mezes-olvasnivalo/mehlegelok_7/amirolo-a-repcemez-szarmazik_20
- BMC Medicine. (2021. április 15). Forrás: <https://bmcmmedicine.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12916-021-01961-2>
- Chow, Y., & Tan, C. (2016). *Red palm oil: nutritional, physiological and therapeutic roles in improving human wellbeing and quality of life*. Wiley Online Library.
- David , S., & Lian , P. (2010. január). *Addressing the threats to biodiversity from oil-palm agriculture*. *Biodiversity and conservation*.
- DEKALB. (2019. 09 26). Forrás: <https://www.dekalb.hu/repce/tudastar/szakcikkek/tovabbi-termesztési-elonyok>
- Dr. Feketéné Bánkúti Irén. (1985). Krékergyártás. A szakma gyakorlatából. *ÉDESIPAR*, old.: 60.
- dr. Gyulai Iván. (2006. december). *A biomassza dilemma*. 1091 Budapest, Üllői út 91/b: Magyar Természetvédők Szövetség.
- European Palm Oil Alliance. (2023). Forrás: <https://palmoilalliance.eu/biodiversity-palm-oil/>
- Golmohammadzadeh, S., & Ong, M. (2011). Utilization of canola/rapeseed oil in food products. *Journal of oleo science*, 9-22.
- Grossmann Ferencné. (1991). *Különleges felületű termékek kifejlesztése*. Budapest: Sütőipari Egyesülés.
- Healthline. (2023. február 09). *Can it harm health?* Forrás: <https://www.healthline.com/nutrition/is-canola-oil-healthy>
- Ken Zvoncheck. (2021.. április 8.). *Best of Both Worlds*. Forrás: Low Pressure Extrusion for Great Tasting Baked Snacks: <https://www.biscuitpeople.com/magazine/post/Low-Pressure-Extrusion-for-Great-Tasting-Baked-Snacks>
- Malaysian Palm Oil Council. (2022). *Health and Nutrition*. Forrás: <https://mpoc.org.my/health-nutrition/>
- MezőHír. (2022. 07 19). Forrás: Hatékony repcetermesztés: <https://mezohir.hu/2022/07/19/agrar-repce-repcetermesztes-gabonafele-termes-olajosnoveny-mezogazdasag/>
- Michael H. Tunick,, Charles I. Onwulata,, Audrey E. Thomas, John G. Phillips, Sudarsan Mukhopadhyay, Shiowshuh Sheen, . . . Peter H. Cooke. (2013. április 02). Critical Evaluation of Crispy and Crunchy Textures. *International Journal of Food Properties*.

- Monika Bojanowska, & Joanna Lamorska. (2016). *Evaluation of Technological Quality of Selected Rapeseed Oils*. Lublin. Lengyelország: Department of Chemistry, Faculty of Food Science and Biotechnology University of Life Sciences.
- National Library of Medicine. (2008. május). Forrás:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1872931208000045>
- National Library of Medicine. (2010. december 01). Forrás:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3017527/>
- National Library of Medicine. (2011. október 17). Forrás:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3215974/>
- National Library of Medicine. (2013. május 02). Forrás:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3746113/>
- National Library of Medicine. (2015. március 26.). Forrás: Palm oil and the heart: A review:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4365303/>
- National Library of Medicine. (2016. november). Forrás:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5119743/>
- National Library of Medicine. (2018. június 29). Forrás:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29920087/>
- National Library of Medicine. (2018. október 31). Forrás:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30381009/>
- National Library of Medicine. (2019. október 24). Forrás:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6915514/>
- National Library of Medicine. (2020. augusztus 14). Forrás:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7427979/>
- National Library of Medicine. (2021. január 29). Forrás:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33514384/>
- National Library of Medicine,. (2011. május 9). Forrás:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21466598/>
- Nurhan Turgut Dunford. (2023.. február). *OKLAHOMA STATE UNIVERSITY*. Forrás: Properties of Palm Oil: https://extension.okstate.edu/fact-sheets/properties-of-palm-oil.html?fbclid=IwAR3nP-c2Gl6hfcnyRV4f-mJVC8FHO_sf-N9xn_1zg00mYxL7ceb1t9UYV2g
- Popp József. (2013). *A Bioenergia szerepe az energiaellátásban*.
- Rainforest Action Network. (2015. augusztus 26.). *The Problem with Palm Oil*. Forrás:
https://www.ran.org/the-understory/reporting_back_sara_lee/
- Sciencedirect. (2012. június 12). Forrás: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22698766/>
- Teng, K., & Yeoh, B. (2017). *Palm oil: Processing, characterization and utilization in the food industry - A review, Food and health*.
- USDA Foreign Agricultural Service. (2023. Február). Oilseeds: World Markets and Trade. Forrás:
<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/oilseeds.pdf>

World Wildlife. (2022. november 07.). WWF. Forrás:
<https://www.worldwildlife.org/industries/palm-oil>

YARA. (2023). Forrás: Repce fajták: <https://www.yara.hu/tapanyagellatas/oszi-kaposztarepce/repce-fajtak/>

Internet I. Olajpálma <https://www.kertpont.hu/olajpalma-gondozasa/>

Internet II. Káposztarepce <https://martongenetics.com/termek/kyudo/>

Ábrajegyzék

1. ÁBRA: OLAJPÁLMA (INTERNET I.).....	6
2. ÁBRA: KÁPOSZTAREPCE (INTERNET II.)	8
3. ÁBRA SÓS PÁLCIKA GYÁRTÁSI FOLYAMATA.....	16
4. ÁBRA: EXTRUDÁLÁS: PÁLCIKA (KEN ZVONCHECK, 2021.).....	18
5. ÁBRA: EXTRUDÁLÁS - GUILLLOTINE VÁGÓVAL VÁGOTT FONOTT „KÖTÉL” (KEN ZVONCHECK, 2021.).....	18
6. ÁBRA: PEREC FŐZŐ (KEN ZVONCHECK, 2021.)	19
7. ÁBRA: LAMINÁLT VÁGOTT KRÉKER GYÁRTÁSI FOLYAMAT	21
8. ÁBRA: STABLE MICRO SYSTEM TA-XT 2I ÁLLOMÁNYMÉRŐ KÉSZÜLÉK (SAJÁT FOTÓ, 2021. MÁJUS 13.).....	23
9. ÁBRA: KONIKA MINOLTA CR310 (SAJÁT FOTÓ, 2021. MÁJUS 13.).....	24
10. ÁBRA: SARTORIUS MA50 GYORS NEDVESSÉGMÉRŐ (SAJÁT FOTÓ, 2021. MÁJUS 13.).....	25
11. ÁBRA: ÁLLOMÁNYMÉRÉS ÉRTÉKEK (2020. AUGUSZTUS)	26
12. ÁBRA: ÖSSZES MUNKA ÁTLAGÉRTÉKEI (2020. AUGUSZTUS)	27
13. ÁBRA: A MUNKA ÉRTÉKEI A TÖRÉSIG (2020. AUGUSZTUS).....	27
14. ÁBRA: ÁLLOMÁNYMÉRÉS ÉRTÉKEK (2020. DECEMBER).....	28
15. ÁBRA: ÖSSZES MUNKA ÁTLAGÉRTÉKEI (2020. DECEMBER).....	29
16. ÁBRA: A MUNKA ÉRTÉKEI A TÖRÉSIG (2020. DECEMBER)	29
17. ÁBRA: ÁLLOMÁNYMÉRÉS ÉRTÉKEK (2021. MÁJUS).....	30
18. ÁBRA: ÖSSZES MUNKA ÁTLAGÉRTÉKEI (2020. DECEMBER).....	31
19. ÁBRA: A MUNKA ÉRTÉKEI A TÖRÉSIG (2021. MÁJUS)	31
20. ÁBRA: MINTÁK VILÁGOSSÁG ÉRTÉKEI	33
21. ÁBRA: A MINTÁK VÖRÖSSÉG ÉRTÉKEI.....	33
22. ÁBRA: A MINTÁK SÁRGASÁG ÉRTÉKEI	34
23. ÁBRA: A MINTÁK NEDVESSÉGTARTALMÁNAK ÁTLAGÉRTÉKEI.....	36
24. ÁBRA: A MINTÁK ZSÍRTARTALMÁNAK ÁTLAGÉRTÉKEI	37

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek, Győri Zoltánnak a hatalmas szakértelméért és jó tanácsaiért, türelméért, melyek hozzájárultak a szakdolgozatom elkészítésében.

Szeretném továbbá megköszönni a Gabona és Iparnövény Technológiai Tanszék tanárainak, akik elhivatott munkájukkal segítettek az értékes szaktudás elsajátítását és a szakdolgozatom készítését. Külön köszönet illeti azokat az igényes szakirodalmi forrásokat, amelyeket az írás során felhasználtam.

Végül, de nem utolsó sorban, szeretnék köszönetet mondani mindazoknak az embereknek, akik az iparban és a kutatásban dolgoznak, és akik által az élelmiszeripar és a mezőgazdaság szükségleteit kielégítő, innovatív és fenntartható megoldásokat fejlesztenek.

Végül szeretnék köszönetet mondani a családomnak, különösképpen a szüleim türelméért és támogatásukért, hogy lehetővé tették ennek a tanulmánynak a folytatását.

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A Holló Bence (név) (hallgató Neptun azonosítója: V8X5WV) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfólió¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

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

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

Kelt: 2023 év 05 hó 02 nap

Belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.

NYILATKOZAT

Szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Holló Bence
A Hallgató Neptun kódja: V8X5WV
A dolgozat címe: Kész és csomagolt snack termékek esetében pálmaolaj magas olajsavtartalmú és két antioxidánssal dúsított repceolajjal történő helyettesítésének hatása a fizikai tulajdonságokra tárolás során
A megjelenés éve: 2023
A konzulens tanszék neve: Gabona és Iparnövény Technológiai Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. 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 a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

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

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

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

Kelt: 2023 év 04 hó 25 nap

Holló Bence

Hallgató aláírása