

SZAKDOLGOZAT

Halmi Ádám

2023.



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

Édesítőszerrel készített extrudált termékek előállítása
és vizsgálata

Belső konzulens: dr. Soós Anita
egyetemi adjunktus

Belső konzulens
intézete/tanszéke: Gabona és Iparinövény
Technológia Tanszék

Készítette: **Halmi Ádám**

Budapest
2023.

TARTALOMJEGYZÉK

1.	Bevezetés és célkitűzések.....	2
2.	Szakirodalmi áttekintés	5
2.1	Gabonák.....	5
2.1.1	Kukorica	5
2.1.2	Tönkölybúza.....	7
2.2	Édes íz.....	8
2.2.1	Cukor	9
2.2.2	A túlzott cukorfogyasztás egészségügyi kockázatai és az élelmiszeripar változása.....	10
2.3	Édesítőszeresek	11
2.3.1	Eritrit.....	12
2.3.2	Maltit	13
2.4	Extrudálás	14
2.5	Hazai és nemzetközi gabonapelyhek beltartalmi értékeinek összehasonlítása.....	15
3.	Anyag és módszer	18
3.1	Receptúra megalkotása	18
3.2	Extrudáláshoz alkalmazott minták.....	20
3.3	Extrudálás	22
4.	Eredmények és értékelésük	24
4.1	Az extrudált termékek jellemzői.....	24
4.2	A minták organoleptikai vizsgálata	26
4.3	A termékek beltartalmi értékének vizsgálata.....	30
5.	Következtetések és javaslatok.....	31
6.	Összefoglalás.....	32
7.	Irodalomjegyzék.....	34
8.	Ábrák és táblázatok jegyzéke.....	37

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

A gabonapelyhek fogyasztása igen elterjedt a lakosság körében, népszerűségük töretlen mind a hazai, mind a nemzetközi fogyasztók esetében. A gabonapelyhek története az 1800-as évek végén kezdődött, amikor is reggeli táplálék gyanánt megkezdődött a teljes kiőrlésű pelyhek előállítása. Az extrudálás technológiája forradalmasította a gabonafélék gyártási folyamatát, lehetővé téve egyedi formák, textúrák és ízek létrehozását. A reggelizőpelyhek gyors és kényelmes lehetőséget kínálnak a fogyasztóknak, hiszen néhány pillanat alatt ínycsiklandozó étkezés összeállítását teszik lehetővé. Leginkább a gyermekek körében terjedt el a fogyasztásuk, ám sok felnőtt is boldogan választja napindítónak. A gabonapelyheket legtöbbször tejtermékkel fogyasztják, így a belőle készített reggeli szinte minden alapvető tápanyagot tartalmaz. Az elmúlt 30 évben az emberek egészségügyi állapotában és táplálkozási szokásában is számos változás következett be. A fejlett országokban a helytelen életmód következtében az elhízás szinte járványszerűen terjedt, a táplálkozáshoz kapcsolódó civilizációs betegséggel érintett személyek száma pedig rohamosan növekszik. A táplálékallergiák és -intoleranciák, valamint a gyomor- és bélbetegségek térhódítása is megfigyelhető. Ezekből adódóan az elmúlt években megnőtt az igény olyan gabonai termékek iránt, amelyek speciális étrendi preferenciákat szolgálnak ki. Az évek során a termékek összetétele nagy mértékben változott, mind a makro-, mind a mikronutriensek tekintetében lényegi módosulás következett be. A legkiemelkedőbb ezek közül a termékek cukortartalma, mely garantálja az édes ízt, s emellett nagy mennyiségű energiát biztosít. Az élelmiszerek rosttartalma is egyre nagyobb figyelemnek örvend, az összetett szénhidrátok iránti kereslet növekedni látszik. A különböző szénhidrátanyagcsere-rendellenességekkel és túlsúllyal érintett személyek az állapotjavítás érdekében a csökkentett cukortartalmú és/vagy döntően összetett szénhidrátokból álló, kisebb vércukorkilengést okozó és kisebb energiasűrűségű termékek felé kezdtek fordulni. Az élelmiszeripar igyekező lépést tartani a fogyasztók elvárásaival folyamatos termékfejlesztést folytat, s egymás után kerülnek az üzletek polcaira a különböző, iménti tulajdonságokkal rendelkező kekszek, kenyerek és péksütemények. Természetesen az extrudált termékek körében is megfigyelhető a változás, ám édesítőszerrel készített gabonapelyh csupán elvétve található meg a boltokban.

Az imént felvetett piaci helyzet inspirálta munkámat, mely során édesítőszerrel készített, ám a hagyományos gabonapelyhekkel közel megegyező organoleptikai tulajdonságokkal rendelkező gabonapelyhek előállítását tűztem ki célul.

Munkám során céloim kukoricából és tönkölybúzából, maltitollal és eritrittel ízesített reggeliző gabonapelyhek létrehozása volt. Ezek a termékek alacsonyabb gyorsan felszívódó szénhidrát tartalommal rendelkeznek, mint a hagyományos, magas cukortartalmú gabonapelyhek. Ezen tulajdonságuk révén alternatívát nyújthatnak a tudatosabban táplálkozni vágyó személyek részére, akik az imént említett termékek fogyasztásával mérsékelni tudják cukor- és energiabevitelüket egyaránt.

A nemzetközi és hazai táplálkozási, valamint egészségügyi irányelvek is a cukorbevitel csökkentését javasolják, s a lakosság táplálkozási szokásainak formálására törekszenek (WHO, 2015; MDOSZ, 2023a; MDOSZ, 2023b; EFSA, 2022). A magas cukorbevitel különféle egészségügyi problémákkal szoros összefüggésben áll, beleértve az elhízást, a 2-es típusú cukorbetegséget, a szívbetegségeket és a fogászati problémákat (WHO, 2022a; Harvard Health Publishing, 2022).

Habár a helyes táplálkozásra nevelés során nem az édes íz helyettesítése volna a cél, hanem a fogyasztók édes íz szeretetének csökkentése, a lakosság eme változtatásra jelenleg még nem kellően nyitott, így alternatívákat keres az édes íz pótlására. Ennek eredményeként sok ember törekszik a hozzáadott cukorbevitel csökkentésére, édesítőszerrel való helyettesítésére, hogy támogassa általános egészségét és jólétét.

Az édesítőszer megítélése folyamatosan változik, számos kutatás foglalkozik a különféle képviselők élettani hatásával. Az elmúlt 80 év tapasztalatai azt mutatják, hogy bár ezen anyagok az egészségre nem károsak, hosszútávú bevitelük egészséges személy számára nem javasolt, ám egyes kórképekben indokolt lehet (WHO, 2023). Az édesítőszer közös jellemzője a szájba jutáskor megjelenő hideg érzet, ám ennek mértéke képviselőnként eltérő, így az élelmiszergyártók a különféle édesítőszer keverékét alkalmazzák.

A maltit és az eritrit ízesítőként történő felhasználásával a reggeli gabonapelyhek csökkentett cukortartalommal bírhatnak, miközben az édes íz biztosított. Ezek a cukoralkoholok alacsonyabb kalóriatartalmúak, mint a kristálycukor és nem befolyásolják jelentős mértékben a vércukorszintet. Éppen ezért lehetőséget kínálnak arra, hogy a felhasználásukkal készített termékek élvezeti értéke és édes íze megmaradjon a túlzott cukorfogyasztással járó negatív egészségügyi hatások nélkül. A kukorica és a tönkölybúza

nagyszerű gabonaalapként szolgál a termékek előállításánál. A kukorica jó szénhidrát forrás, nagy mennyiségben, könnyen és olcsón elérhető, míg a tönkölybúza több fehérjét, rostot és bizonyos ásványi anyagokat tartalmaz, mint több, egyéb gabona. A maltit és eritrit keveréke kellő édességet kölcsönöz a terméknek, kémiai tulajdonságaik lehetővé teszik, hogy szerkezeti változás nélkül az eljárásban alkalmazhatóak legyenek, valamint keverékük alkalmazásával a hideg érzet mérsékelhető.

A kukoricából és tönkölybúzából készült, maltittal és eritrittel ízesített reggeli gabonapelyhek létrehozásának célja az, hogy ízletes és a fogyasztói igényeket kielégítő gabonaválasztékot kínáljon, amely a fogyasztók számára csökkentett cukorbevitelt tesz lehetővé a hagyományos reggelizőpelyhekkel szemben. A cukortartalom csökkentésével és a táplálkozási előnyökkel rendelkező gabonák alkalmazásával ezek a termékek hozzájárulhatnak az egyén egészségfejlesztő döntéseihez, biztosítván a személyes ízpreferencia megtartását.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1 Gabonák

A gabonaipari termékek fogyasztása nagyon régi múltra tekint vissza, az egyes gabonák és a belőlük készült termékek szinte a kezdetek óta az emberiség táplálkozásának alappilléret alkotják. A világ különböző pontjain más és más képviselőjük bevitele jellemző egy ország lakosságára, ám a kereskedelem fejlődését követően a legtöbb gabonaféle már elérhető világszerte. Magyarországon az 1900-as években a búza, a rozs és az árpa fogyasztása volt a legelterjedtebb, ám a fogyasztott cereáliák köre fokozatosan bővült. Napjainkban egyre nagyobb hangsúlyt kapnak egyéb gabonafélék, s az úgynevezett pseudocereáliák, azaz álgabonák megismerése és bevitele is növekedni látszik. A bulgur, a köles, a kuskusz, a quinoa és a hajdina közétkeztetésbe való bevonása hozzájárul ahhoz, hogy a gyermekek már egészen fiatal korban megismerkedjenek a gabonákkal, hozzájárulván a későbbi, felnőttkori táplálkozási szokások kialakításához.

2.1.1 Kukorica

A kukorica, latin nevén *Zea mays*, a pázsitfűfélék családjába tartozó gabonaféle. Világszerte az egyik legfontosabb termény, évezredek óta nagy mennyiségben termesztik, napjainkban az Egyesült Államok, Kína, Brazília és Mexikó sorolható a főbb termelők közé. A növény jellegzetes kinézetű, magassága akár a három métert is elérheti. Lágyszárú, egynyári növény, hosszú, éles szélű levelekkel rendelkezik, a szemtermése pedig a torzsavirágzatán fejlődik ki. A kukoricaszemek magas szénhidrát-tartalmúak és keményítőben gazdagok, így a kukorica értékes energiaforrás. A kukoricaszemek színe nagy variációt mutat, habár a sárga és a fehér szemek a leggyakoribbak, a karotinoidek és az antocianinoknak nevezett természetes pigmenteknek köszönhetően egyéb színű szemek - mint piros, kék és lila - is megtalálhatóak. A szemekben található szénhidrátok elsősorban keményítő formájában vannak jelen, amely lassan emészthető, így hosszantartó energiatartalékot tesz lehetővé. Ez különösen előnyös lehet azoknak az egyéneknek, akik fizikai tevékenységet folytatnak és hosszabb ideig nagyobb energiát igényelnek.

A kukorica a magas szénhidrát-tartalom mellett számos energiát nem adó tápanyag forrása is, a vitaminok közül kiemelhető a C-vitamin, a B6-vitamin, a tiamin (B1-vitamin) és a folsav (B9-vitamin). Ásványi anyagok közül megemlítendő a magnézium-, a foszfor- és káliumtartalma. A kukorica különféle antioxidánsokat is tartalmaz, beleértve a karotinoidekat - például lutein és zeaxantin -, valamint a C-vitamin is antioxidáns

tulajdonsággal rendelkeznek. Ezek az anyagok segítenek megvédeni a sejteket a káros szabad gyökök és az oxidatív stressz okozta károsodástól, potenciálisan csökkentve az olyan krónikus betegségek kockázatát, mint a szív- és érrendszeri betegségek és bizonyos rákos megbetegedések (Pacher et al., 2007). A kukorica vízben nem oldódó élelmi rostokat is tartalmaz, mely különösen a korpában és a csírában összpontosul. A rostok hozzájárulnak a megfelelő emésztéshez, a bélmozgáshoz, a bélrendszerben élő baktériumoknak táplálékot szolgáltat, így a mikrobiomot támogatják és segítik a székrekedés megelőzését (Soliman, 2019).

*1. táblázat: A kukoricadara tápértéke
(Forrás: saját munka)*

A kukoricadara tápértéke Átlagos tápérték adatok 100 g-ban	
Energia	342 kcal / 1450 kJ
Zsír	1,2 g
amelyből telített zsírsavak	0,2 g
Szénhidrát	76,0 g
amelyből cukrok	0,5 g
Rost	1,6 g
Fehérje	6,7 g
Só	0 g

A kukoricát széles körben hasznosítják, az állati takarmányozás és az ipari felhasználás (pl. bioüzemanyag gyártás) mellett az emberi fogyasztásra szánt élelmiszerek (pl. kukoricakeményítő, kukoricaszirup, kukoricaolaj, kukoricadara) előállítására is alkalmazzák. Utóbbi beltartalmi értékeit az 1. számú táblázat tartalmazza.

A kukorica sokoldalú növény, így különféle módon fogyasztható, beleértve a friss kukoricacsutkát, a kukoricakonzervet, a kukoricalisztet, a kukoricakeményítőt, a kukoricaolajat és a feldolgozott kukoricatermékeket, például a tortillákat, a kukoricaszleteket és a kukoricapelyhet. A kukorica bevitele a kulturális preferenciáktól, az étkezési szokásoktól és a különböző régiók elérhetőségétől függően változhat. Gyakran főételként fogyasztják, vagy ételek széles skálájának összetevőjeként használják, beleértve a leveseket, salátákat, köreteket és főételeket egyaránt. Ezenfelül a kukorica alapú termékeket gyakran használják az élelmiszeriparban sűrítőként, édesítőszerként és főzési összetevőként. Érdeemes megjegyezni, hogy bár a kukorica a kiegyensúlyozott étrend tápláló része lehet, alapvető fontosságú, hogy figyelembe vegyük az étrend általános változatosságát

és a táplálkozási egyensúlyt. Az optimális táplálkozás érdekében változatos, kiegyensúlyozott étrend javasolt, amely magába foglalja gyümölcsök, zöldségek, jó minőségű gabonák és fehérjék bevitelét egyaránt. Természetesen a kukoricabevitel és az általános táplálkozási minták meghatározásakor figyelembe kell venni az egyén egészségügyi állapotát, a táplálkozási igényeit és preferenciáit is. Tekintettel arra, hogy a kukorica nem tartalmaz glutént, a gabona és a belőle készült termékek alternatívát jelentenek a glutén-intoleranciában vagy coeliákiában érintettek számára a búza, árpa és rozs alapú élelmiszerekkel szemben.

2.1.2 Tönkölybúza

A tönkölybúza, latin nevén *Triticum spelta*, a fűfélék (Poaceae) családjába tartozó növény. Ősi, évezredek óta termesztett kalászos gabona, amely közeli rokonságban áll a modern búzával (*Triticum aestivum*). A tönkölybúza genetikai összetétele és tulajdonságai eltérnek a közönséges búzáétól. A növény magas, karcsú szárairól ismert, hosszú, tüskeszerű magfejekkel rendelkezik. Maguk a szemek megnyúltak és keskenyek, megjelenésükben a búzáéhoz hasonlóak, de szívósabb külső héj jellemzi.

A tönkölybúzát ma már a világ különböző részein termesztik, elsősorban Európában, Észak-Amerikában és néhány ázsiai országban. Kereskedelmi célokra és kisebb méretekben is előállítják bio- és speciális gazdálkodók.

A többi búzához hasonlóan a tönköly is értékes szénhidrát-, élelmi rost-, fehérje-, vitamin- és ásványianyag-forrás. Gluténtartalma jelentős, nagy mennyiségben megtalálható a sütéshez, valamint a kenyér és egyéb pékáruk előállításához szükséges rugalmas állagot biztosító fehérjekomplexum. A tönkölybúza a közönséges búzához képest kis mértékben eltérő szerkezetű gluténfehérjéket tartalmaz, amelyeket a siker bontás zavarával érintett személyek sok esetben jobban tolerálnak, emészthetősége könnyebb. A tönkölybúza kiváló nem teljes értékű fehérjeforrás, alacsony zsírtartalom és 69 % szénhidrát tartalom jellemzi. Kiemelkedő B-vitamin forrás, nagy mennyiségben tartalmazza az energiatermelésben, az idegrendszer működésében és az általános anyagcserében fontos szerepet betöltő tiamint (B1-vitamin), niacint (B3-vitamin) és B6-vitamint. A tönkölybúza az ásványi anyagok közül vasat, magnéziumot és foszfort tartalmaz. Remek élelmi rostforrás, vízben oldhatókat és oldhatatlanokat egyaránt tartalmaz. Az élelmi rostok hozzájárulnak a megfelelő emésztéshez és elősegítik a jóllakottság érzés kialakulását és fenntartását. A megfelelő rostbevitel egyes betegségek - a szívbetegség, a stroke és a 2-es típusú cukorbetegség – kialakulásának

kockázatát csökkentik (McKeown et al., 2022). A tönköly különböző antioxidánsokat is tartalmaz, kiemelhető közülük a fenolos vegyületek és egyes ásványi anyagok, mint például a szelén. Ezek az antioxidánsok segítenek megvédeni a sejteket a káros szabad gyökök által okozott oxidatív károsodástól, potenciálisan csökkentve a krónikus betegségek, például a rák és a szív- és érrendszeri betegségek kockázatát (Forman - Zhang, 2021). A tönköly az elmúlt években a közönséges búza alternatívájaként újbóli népszerűségnek örvend azok számára, akik gabonafogyasztásukban változatosságot, vagy az ősi gabonákkal kapcsolatos lehetséges egészségügyi előnyöket keresik.

A tönkölybúzából készült liszt, kenyér, tészta, gabonafélék és egyéb élelmiszeripari termékek előállítására használják. Nagy népszerűségnek örvend a tönkölybuzadara, mely beltartalmi értékeit a 2. számú táblázat mutatja be.

2. táblázat A tönkölybuzadara tápértéke
(Forrás: saját munka)

A tönkölybuzadara tápértéke Átlagos tápérték adatok 100 g-ban	
Energia	350 kcal / 1483 kJ
Zsír	2,0 g
amelyből telített zsírsavak	0,4 g
Szénhidrát	69,0 g
amelyből cukrok	1,3 g
Rost	5,8 g
Fehérje	12,0 g
Só	0 g

A modern búzával összevetve egyedülálló íz, táplálkozási összetétel és potenciális emészthetőség jellemzi. A tönkölybúza bevitel mennyisége a személyes táplálkozási választásoktól, a kulturális preferenciáktól és a különböző régiókban elérhető termékektől függően változhat. Vannak, akik rendszeresen beépítik étrendjükbe a tönkölybuzát, míg mások ritkábban vagy csupán bizonyos ételekben fogyaszthatják. A tönkölybuzát gyakran választják egyedülálló diós íze, táplálkozási profilja és egyes népszerű táplálkozási irányelvek által megfogalmazott előnyös egészségügyi hatásai miatt.

2.2 Édes íz

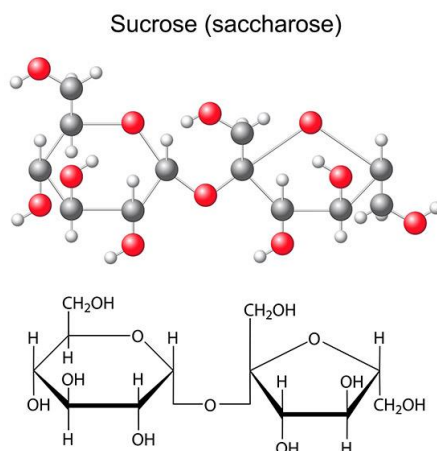
Az ételek íze minden személy életében kulcsfontosságú, meghatározza az egyén által választott táplálékot és az elfogyasztott mennyiséget. Az emberi test által megkülönböztetett

öt íz egyike az édes, mely szeretete ösztönös. Habár az ízpreferenciák gyermekkorban alakulnak ki, s az évek múlásával kis mértékben változnak, az édes íz kedvelése velünk született tulajdonság. Ennek okát a szakemberek mindmáig kutatják, ám az egyik legmeggyőzőbb bizonyíték alapján az anyatej elfogadásához, a túlélés mechanizmusához köthető. Az édes íz érzékelése egész élet során állandó, ám fontos szem előtt tartani, hogy egyes ízekhez szervezetünk könnyedén képes hozzászokni. Ebből adódik, hogy az idő múlásával egy túl édes vagy sós ételt az egyén már nem olyan markáns ízűnek érez, a későbbiekben pedig még több fűszert, cukrot vagy egyéb ízváltoztató komponenst alkalmaz ételkészítés során. Ezen okok miatt fontos az ételek mértékletes édesítése is, mely többféle alapanyag alkalmazásával is megvalósulhat. Az egyik leghosszabb múltra a kristálycukor használata tekint vissza, ám 80 évvel ezelőtt előtérbe kerültek a különböző édesítőszer is az édes íz létrehozására.

2.2.1 Cukor

A cukor használata világszerte széleskörben elterjedt, az egyik alapélelmiszernek tekinthető., háztartási és ipari körülmények között egyaránt alkalmazzák ételek és italok ízesítésére, édesítésére. A szacharóz, ismertebb nevén cukor, 99,98 %-ban szénhidrátot tartalmaz, egy béta-D-glükóz- és egy béta-D-fruktóz molekula összekapcsolódásával jön létre, s ez a diszacharid édes ízű, vízben jól oldható, kristályos vegyület. A glükóz, másnéven szőlőcukor, a növényekben lévő keményítő lebomlásával keletkezik, a fruktóz pedig a gyümölcsökben található monoszacharid. A szacharóz szerkezetét az 1. ábra mutatja be.

1. ábra A szacharóz szerkezet
(Forrás: Schutterstock)



Az üzletek polcain kristálycukor formájában érhető el leginkább, ám több válfaja megtalálható. A barna cukor a kristálycukor előállításánál keletkező köztes termék, a

fehérítést megelőzően jön létre, ám napjainkban önálló terméként is forgalmazzák. A cukor természetes formában számos élelmiszerben megtalálható, például gyümölcsökben, zöldségekben és tejtermékekben egyaránt. Hozzáadott formában leginkább a feldolgozott élelmiszerek előállításánál használják edesítésre, valamint a lakosság nagy mennyiségben használja önálló terméként ételkészítés során ízesítésre. A cukor gyors energiaforrást biztosít a szervezet számára, mert könnyen lebomlik és felszívódik. Hazánkban a napi javasolt beviteli mennyiség az energia 10%-a (WHO, 2020).

2.2.2 A túlzott cukorfogyasztás egészségügyi kockázatai és az élelmiszeripar változása

A világ évenkénti cukorfogyasztása több, mint 180 millió tonna, a föld legnagyobb cukortermelői között pedig Braziliát, Indiát és Thaiföldet szükséges megemlíteni. A World Health Organization (WHO) irányelve mértékletes kristálycukor fogyasztást javasol, mely napi 25 g bevitelét takarja. A legmagasabb fogyasztás az Amerikai Egyesült Államokat jellemzi, ahol a lakosság átlagosan napi 126 g cukrot fogyaszt. A világranglétra második fokán Németország áll, ahol napi 102 g a cukorbevétel, mely csupán kis mértékben tér el a holland lakosság fogyasztásától (Ötvös, 2021).

A túlzott cukorbevétel számos egészségügyi kockázatot hordoz. A hozzáadott cukorban gazdag, általában energiadús élelmiszerek rendszeres fogyasztása hozzájárul a súlygyarapodáshoz, illetve a túlsúly kialakulásához. Az elhízás különféle további egészségügyi problémák megjelenését támogatja, például a szív- és érrendszeri megbetegedéseket, az inzulinrezisztenciát és a 2-es típusú cukorbetegséget (Barnes, 2011). Az inzulinrezisztencia a cukorbetegség felé vezető út első lépcsőfoka, mely során a szénhidrát anyagcserében részt vevő szervek (vázizom, máj, zsírszövet) érzéketlenné válnak az inzulinnal szemben, ami elsősorban ezen sejtek csökkent cukorfelvételében nyilvánul meg. A 2-es típusú cukorbetegség során a hasnyálmirigy béta sejtjei a korábbi túlzott szénhidrátbevétel következtében kimerülnek, így nem képesek elegendő inzulin előállítására. A túlzott cukorbevétel jelentős mértékben hozzájárul a fogszuvasodás és más fogászati problémák kialakulásához is (WHO, 2017). A szájban lévő baktériumok a cukor felhasználásával savakat termelnek, amelyek erodálják a fogzománcot és ezáltal szájhygiéniai problémákhoz vezetnek. A magas cukorbevétel a rákos megbetegedések kialakulásának kockázatát is növelheti (Harvard Health Publishing, 2022).

A magas hozzáadott cukrot tartalmazó élelmiszerekről elmondható, hogy általában kalóriadúsak, de tápanyagszegények. Ezen ételek és italok rendszeres fogyasztása az ízérzékelést módosíthatja, sok esetben a táplálékos élelmiszerek étrendben való háttérbe

szorításával pedig táplálkozási hiányosságokhoz és rossz általános egészségi állapothoz vezethetnek. A cukor a szervezetben aktiválhatja az agy jutalmazási rendszerét, így sóvárgást és ezáltal megnövekedett bevitt eredményezhet. Fontos megjegyezni, hogy az imént említett kockázatok elsősorban a feldolgozott élelmiszerekből és italokból származó nagy mennyiségű hozzáadott cukorbevittel vannak szoros összefüggésben. A teljes értékű élelmiszerekben, mint például a gyümölcsökben és a tejtermékekben természetes formában megtalálható cukrokat általában rostok, vitaminok és ásványi anyagok kísérik, így a fogyasztás során az egyén számos szükséges tápanyaghoz is hozzájut.

Mindebből kitűnik, hogy a kristálycukor mértékletes fogyasztása az egészséges, vegyes táplálkozásba beilleszthető, csupán nagy figyelmet kell fordítani a bevitt mennyiségre, s törekedni kell ezen élelmiszerből származó napi energiabevitel maximum 10%-nak fedezésére (WHO, 2020). A fogyasztói társadalom igényei folyamatosan változnak, az élelmiszeripar ezen elvárások minél magasabb szintű kiszolgálására törekszik. Egyre nagyobb teret hódítanak a feldolgozott élelmiszerek, a rohanó életmódból adódóan egyre többen választanak félkész vagy késztermékeket az étkezések során. Ezen élelmiszerek előállításánál az erős ízek alkalmazása jellemző, így a hozzáadott cukor mennyiségének felhasználása is évről évre növekedést mutatott. A túlsúly, valamint a táplálkozáshoz köthető civilizációs betegségek nagymértékű terjedése előtérbe helyezte a táplálkozási szokások vizsgálatát és az irányelvek módosítását a lakossági fogyasztás és az élelmiszerelőállítás tekintetében egyaránt. A napi energiabevitel mérséklésével, a jobb tápanyagellátottság biztosításával az emberek egészségügyi állapotának javítása, valamint a táplálkozáshoz köthető krónikus betegségek kialakulásának csökkentése és háttérbe szorítása a cél.

2.3 Édesítőszer

A mesterséges édesítőszer felfedezése és fejlesztése a 19. század végén és a 20. század elején kezdődött. A szacharint, az első kereskedelmileg sikeres mesterséges édesítőszer 1879-ben fedezték fel. Ezt követték más mesterséges édesítőszer, mint az aszpartám, az aceszulfám-kálium (Ace-K) és a szukralóz, amelyek a 20. század második felében váltak népszerűvé. Az elmúlt években megnőtt az érdeklődés a természetes és alternatív édesítőszer iránt, a *Stevia rebaudiana* növényből származó stevia számos országban hatósági engedélyt kapott édesítőszerként. A cukoralkoholok, más néven poliolok, olyan édesítőszer, melyek természetes forrásból származnak, ám a szervezetben nem szívódnak fel teljesen, így a kristálycukorhoz képest kevesebb kalória hordozásával és a vércukorszintre kisebb hatást gyakorolva biztosítják az édes ízt. Szerkezetüket tekintve a

cukorhoz és az alkoholokhoz hasonlítanak. A cukoralkoholok közül a szorbitot és a xilitet több évtizede használják édesítőszerként. A cukoralkoholok jellemzően kevésbé édesek, mint a kristálycukor, és bár kevesebb kalóriát tartalmaznak, nem teljesen energiamentesek. Általában körülbelül 1,5-3 kalóriát szolgáltatnak grammonként, szemben a cukor grammonkénti 4 kalóriájával. Gyakorlatilag minimális hatással vannak a vércukorszintre, mivel a szervezet nem metabolizálja őket teljesen, s ez alkalmassá teszi őket a cukorbeteg, illetve azon személyek számára, akik alacsony cukor- vagy szénhidrát tartalmú diétát követnek. A cukoralkoholokat részben a vastagbélben lévő baktériumok fermentálják, ami egyes egyéneknél puffadást, gázképződést és hasmenést okozhat. Nagy mennyiségű bevitel esetén szinte minden egyén számára bélmotilitást növelő hatással bírnak, ám ezen emésztési hatások mértéke az egyéntől és az adott cukoralkoholtól függően változik.

A munkám során alkalmazni kívánt eritrit és maltit kiválasztása és együttes alkalmazása a szakirodalomban megtalálható egyéb kísérletek tapasztalatai alapján történt (Haniyeh, 2022; Lin et al., 2010; Roze et al., 2021). A jelenlegi szabályozás értelmében mindkét általam használt édesítőszer alkalmazható reggeli gabonamagvak vagy gabonamagalapú termékek előállításához (FAO - WHO, 2009).

2.3.1 Eritrit

Az eritrit egy természetes édesítőszer, amely kis mennyiségben különféle gyümölcsökben és fermentált élelmiszerekben fordul elő. Előállítását glükóz erjesztésével a *Moniliella pollinis* törzs segítségével végzik (ToxStrategies, 2018). Megjelenésében nagyban hasonlít a kristálycukorhoz, fehér, kristályos vegyület (2. ábra).

2. ábra Eritrit
(Forrás: saját fénykép)



Egyedülálló szerkezete megkülönbözteti más cukoralkoholoktól, mint például a xilit vagy a szorbit. Az eritrit kémiai szerkezete kívánatos tulajdonságokkal ruházza fel az élelmiszert, beleértve azt is, hogy bár energiamentes, magas fokú édességet eredményez. A glikémiás indexe alacsony és a szájbaktériumok által okozott anyagcserével szemben is ellenálló, így hozzájárul a fogszuvasodás megelőzéséhez. Az eritrit intenzív édességéről ismert, a szacharózhhoz (asztali cukor) viszonyítva körülbelül 70%. Hasonló ízprofilt biztosít, mint a kristálycukor, ám fogyasztása magas energiatartalommal és negatív egészségügyi hatásokkal nem jár. Sok más cukoralkohollal ellentétben az eritritet általában jól tolerálja az emésztőrendszer, nem okoz jelentős gyomor-bélrendszeri problémákat, még nagyobb mennyiségű fogyasztás esetén sem. Az eritrit egyik legfontosabb jellemzője az egyedülálló metabolikus viselkedése, ugyanis bár a vékonybélben felszívódik a véráramba, szerkezete miatt csupán korlátozott anyagcserén megy keresztül a szervezetben. Az eritrit nagy része változatlan formában a vizelettel kiürül, ami gyakorlatilag kalóriamentessé teszi, így alkalmas csökkentett energiatartalmú vagy alacsony szénhidrát-tartalmú étrendet követő egyének számára. A vércukorra gyakorolt minimális hatásából adódóan megfelelő cukorhelyettesítő alternatívát kínál a cukorbetegnek, vagy egyéb szénhidrátanyagcsere rendellenességben szenvedő személyek számára (Noda et al., 1994). Az eritrit jó hőtűró, így kiválóan alkalmazható ételkészítéshez, valamint magas hőmérsékleten sült termékek előállításához (Lin et al., 2010; Hadjikinova - Marudova, 2016).

2.3.2 Maltit

A maltit széles körben elterjedt édesítőszer, kémiai szerkezetét tekintve poliol. Előállítását maltóz hidrogénezésével történik, mely során az aldehidcsoport redukálódik, szekunder hidroxilcsoporttá alakul és maltit képződik. Ez az eljárás édességet kölcsönöz a végterméknek, a maltit a szacharóz édességének körülbelül 90%-ával rendelkezik, miközben kalóriatartalma lényegesen alacsonyabb (Tiefenbacher, 2017). Ízprofilja hasonló a cukoréhoz, emiatt közkedvelt a fogyasztók körében. Jó hőtűrés jellemzi (Hadjikinova - Marudova, 2016; Martins et al., 2021), mely lehetővé teszi az élelmiszeriparban való széles felhasználását. Más cukoralkoholokhoz hasonlóan a maltitot a szervezet nem hasznosítja vagy metabolizálja teljesen, így a vércukorszintre gyakorolt hatása, illetve a glikémiás indexe kisebb, mint a kristálycukornak (Secchi et al., 1986). Fogyasztáskor a maltit különböző enzimek segítségével a vékonybélben részlegesen lebomlik, ami glükóz és szorbit felszabadulását eredményezi. A glükóz felszívódik és a véráramba kerül, így kis mértékű vércukorszint emelkedést okoz, a megmaradt maltit és szorbit viszonylag

sértetlenül áthalad az emésztőrendszeren, minimális hatást gyakorolva a vércukorszintre. A maltit részleges emészthetősége és felszívódása miatt alacsonyabb energiatartalommal rendelkezik a cukorhoz képest, grammonként 2,1 kalóriát szolgáltat, míg a szacharóz grammonként 4 kalóriát tartalmaz.

2.4 Extrudálás

Az extrudálási technológiának hosszú és lenyűgöző története van, amely több évszázadot ölel fel. Az extrudálás gyökerei a 18. század végére vezethetők vissza, amikor Joseph Bramah angol feltaláló szabadalmaztatta a hidraulikus prést (Parker, 2013), s találmánya megalapozta az ipar későbbi, ezen irányú fejlesztéseit. A gabonaextrudálás az extrudálási technológia egy speciális alkalmazása, amelyet széles körben alkalmaznak a reggeli gabonafélék gyártásában. Az eljárás során a gabonafélék és más összetevők keverékének extrudálása történik, lehetővé téve több, különböző gabonatermék létrehozását, beleértve pelyheket, puffokat, formákat és granolafürtöket. A gabona extrudálásakor általában több gabonafélét együttesen alkalmaznak, például kukorica, rizs, zab vagy búza keverékét kombinálják más összetevőkkel. Utóbbiak lehetnek édes ízt kölcsönző anyagok (cukor, méz vagy szirup), ízesítők, só, olaj, hozzáadott vitaminok, ásványianyagok és állomány javítók is, például malátaárpaliszt vagy szójafehérje. A szemeket és a többi összetevőt elsők alaposan összekeverik, így biztosítva a komponensek homogén eloszlását. A keveréket ezután vízzel kondicionálják, mely során a kívánt nedvességtartalmat és állagot alakítják ki. A kondicionálás lehetővé teszi, hogy a szemek felszívják a nedvességet, így rugalmasabbak lesznek és az extrudálhatóságuk növekszik. A kondicionált gabonakeveréket egy extruderbe táplálják, amely egy hengerből, egy vagy adott esetben két, változó átmérőjű csigából és az azt forgató aggregátorból áll. Ahogy a gabonaszemek a csiga segítségével a hengerben haladnak a nyomás megnő és végbemegy az extrudálás. Az ehhez szükséges megnövelt hőmérsékletet a berendezésben elhelyezett fűtőszálak biztosítják. A berendezés tulajdonságai határozzák meg az extrudált gabonatermék alakját és méretét, például egy lapos matrica pelyheket, míg egy kerek matrica puffasztott golyókat eredményezhet. Miután az extrudált gabonatermék távozik a berendezésből, forgó kések segítségével a kívánt hosszra vágják, ezután pedig a nedvességtartalom csökkentése és a kívánt állag, valamint polcstabilitás elérése érdekében szárítási folyamaton eshet át. Ezt követően a gabonaterméket további összetevőkkel, például cukorral, csokoládéval vagy gyümölcsporral lehet bevonni, hogy további ízt adjon a terméknek és fokozza az élvezeti értékét, így vonzóbbá váljon a fogyasztók számára. Lehetőség van az extrudált szemek további

feldolgozására is, mint például pírításra vagy sütésre is, így még gazdagabb ízvilág és kedvezőbb állag jöhet létre.

A gabonák extrudálása számos előnnyel jár, a gabonaformák és textúrák széles skálája hozható létre, enyhe extrudálási körülmények között végzett eljárás során a termékek emészthetősége javul, a tápérték kedvezően változik és az eltarthatóság megnő (Singh et al., 2007). Az eljárás lehetővé teszi a hatékony nagyüzemi gyártást, miközben állandó minőséget és termékjellemzőket biztosít. A készítmény, a folyamatparaméterek és a szerszám kialakításának módosításával a gabona extrudálásával különféle népszerű reggeli gabonapelyhek, például kukoricapehely, rizsfelfújt, zabfűrt, búzakockák és többszemű formák állíthatók elő, amelyek kielégítik a különböző fogyasztói preferenciákat.

2.5 Hazai és nemzetközi gabonapelyhek beltartalmi értékeinek összehasonlítása

Magyarországon a reggeli gabonapelyhek kevésbé népszerűek más európai országokban jellemző fogyasztási szokásokhoz viszonyítva, ám a gabonafélék és a gabonaipari termékek iránti kereslet az elmúlt években folyamatos növekszik. A Magyarországon kapható reggeli gabonafélék közé a müzlik, a kukoricapelyhek és a zab alapú extrudált termékek sorolhatóak. Ezek az élelmiszerek gyakran különféle hozzáadott összetevőket is tartalmaznak, például szárított gyümölcsöket, dióféléket és olajos magvakat, melyek alkalmazásával a késztermékek élvezeti értéke nagymértékben növelhető. A hazánkban elérhető és az egyik legkiemelkedőbb népszerűségnek örvendő márkák, melyek az imént említett termékek gyártásával foglalkozik, a Cerbona és a Nestlé Hungaria Kft. Az európai termékek palettája nagy hasonlóságot mutat Magyarországon elérhetővel, ám a magasabb rosttartalmú gabonaipari termékek térhódítása több országban is nagyobb léptű. A fehérje- és zsírtartalmuk magasabb, míg általában kevesebb szénhidrátot – beleértve cukrot – tartalmaznak. Kiemelvén példának Németországot, a reggeli gabonapelyhek széles választéka áll rendelkezésre a fogyasztók számára, a helyi élelmiszeripari vállalatok igyekeznek a lakosok igen sokrétű igényeinek kielégítésére. A hagyományos német gabonaipari termékek alapanyaga legtöbbször teljes kiőrlésű gabona, széles körben elterjedt a zabból és a búzából készülő pelyhek. A müzli különösen népszerű a német fogyasztók körében, amely általában hengerelt zabot, diót, szárított gyümölcsöt és néha csokoládé darabokat is tartalmaz. A kukoricapehely és a csokoládés ízesítésű gabonafélék fogyasztása is elterjedt a térségben. Sok német gabonamárka - mint például az Alnatura, a Kölln és a Seitenbacher - a bio és a természetes összetevők alkalmazására összpontosít, a tudatos

vásárlók igényeit szolgálva. A tengerentúlon az Egyesült Államokban rendkívül fejlett a reggelizőpelyhek piaca, sokféle termék elérhető a fogyasztók részére. A népszerű választások közé tartoznak a kukoricapelyhek, a különféle puffasztott rizsek, a búza alapú gabonafélék és a granolák. Az amerikai reggeli gabonapelyhek változatos ízeiről és édes ízprofiljáról ismertek, számos termék előállításához használnak nagy mennyiségű cukrot a számukra kedvező ízhatás elérése érdekében. A térségben széles körben elérhetőek a különféle formájú és élénk színű szemeket tartalmazó termékek, melyek kinézetük miatt a gyermekek számára igen vonzó napindító táplálékként szolgálnak. Az Egyesült Államokban jól ismert gabonaipari termékeket előállító vállalat a Kellogg's, a General Mills és a Post, melyek a tengerentúlon felül a világ számos pontján elérhetőek az emberek részére. Néhány termék beltartalmi értékeinek összehasonlítását a 3.táblázat tartalmazza.

3. táblázat A Nestlé Fitness natúr, a Nestlé Nesquik, a Kölln Oat Muesli Chocolate, a Seitenbacher Spezial-Müsli, a Kellogg's Corn Flakes Cereal és a Honey Nut Cheerios Medley Crunch beltartalmi értékei
(Forrás: saját szerkesztés a termékek gyártóinak weboldalán közölt adatok alapján)

	Nestlé Fitness natúr gabonapehely	Nestlé Nesquik gabonapehely	Kölln® Oat Muesli Chocolate	Seitenbacher Spezial-Müsli	Kellogg's Corn Flakes Cereal	Honey Nut Cheerios Medley Crunch
Energia (kJ)	1557,0	1567,0	1705,0	1426,0	1569,0	1654,1
Energia (kcal)	368,0	369,0	406,0	338,0	375,0	395,34
Zsír (g)	1,8	1,7	11,0	4,0	0,4	5,81
ebből telített zsírsavak (g)	0,6	0,6	4,7	1,0	5,0	0
Szénhidrát (g)	74,8	75,8	61,0	59,0	84,1	70,8
ebből cukor (g)	10,8	24,9	22,0	9,0	9,5	27,9
Élelmi rost (g)	7,6	0	9,1	11,0	3,3	6,9
Fehérje (g)	9,4	8,4	11,0	11,0	7,5	9,3
Só (g)	0,9	0,44	0,25	0,1	0,72	0,32

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1 Receptúra megalkotása

A szakirodalom áttekintését követően a kísérleti körülmények között is alkalmazható receptúra megalkotására volt szükség. Az első kísérletet háztartási körülmények között végeztem, mely öt minta létrejöttét eredményezte (4. táblázat).

4. táblázat: Háztartási eszközökkel végzett kísérleti minták megnevezése
(Forrás: saját munka)

Minta	Jelölés
Előkísérlet főzött minta 200°C szárítás	EM-1
Előkísérlet főzött minta 100°C szárítás	EM-2
Előkísérlet főzött minta 50°C szárítás	EM-3
Előkísérlet mikróban sütőzacskóban, vízzel	EM-4
Előkísérlet gőzölés sütőben 100°C	EM-5

Munkám során hagyományos konyhai eszközöket alkalmaztam, melyek a következők voltak: kávédaráló, kerámia főzőlap, villansütő légkeverés funkcióval, teflonedény, konyhai mérleg, sütőpapírral bevont sütőlemez, mérőpohár, vágódeszka, nyújtófa és spatula. Lévén, hogy a megfelelő összetétel megalkotása volt a cél, ebben az esetben kizárólag kukoricadara és kukoricaliszt 1:1 arányú egyvelege, illetve eritrit és maltit különböző arányú keveréke volt a felhasznált alapanyag. A két édesítőszer arányát a piacon kapható reggeliző gabonapelyhek összetétele nyomán határoztam meg. A cél mindenképpen az volt, hogy az alkalmazott édesítőszer kisebb részben fedezze a termék energia hányadát, mint a cukor használatával készült termékek esetében. Egyszerű matematikai számításokat végezve azt a megállapítást tettem, hogy mivel a forgalomban lévő „natúr”, illetve „fitness” vagy „bio” jelöléssel ellátott, ízesített gabonapelyhek 100 grammonként átlagosan 26 g cukrot tartalmaznak, ezen arány lesz számomra az irányadó. Éppen ezért az általam felhasznált cukoralkoholok mennyisége 10 g maltit és 15 g eritrit, összesen 25 g volt. A maltitol aránya nagyon fontos volt, hiszen a jelenlegi szabályozás értelmében bármely élelmiszer esetében a termék csomagolásán fel kell tüntetni hashajtó hatása miatt, amennyiben 10%-ot meghaladó mennyiségben tartalmazza. Az eritritnek számos kedvező tulajdonsága mellett az egyik kellemetlen jellemzője, hogy a cukorhoz vagy akár a maltithez képest rendkívül magas a hőelvonó képessége, ami markánsabb hideghatást eredményez a szájban a termék fogyasztásakor, ezzel kedvezőtlen hatást gyakorol a készítmény

élvezeti értékére. Érzékszervi vizsgálatokra támaszkodva megállapítottam, hogy a maltit és az eritrit 1:1,5 arányú felhasználása elegendő édesítő hatással bíró terméket eredményez amellelt, hogy a fent taglalt hideghatás minimálisan érvényesül.

Kezdeti lépésként 50 g kukoricadarát konyhai mérleg segítségével kimértem, amit kávédaráló használatával finomszemcséjűvé őröltem és összekevertem 50 g kukoricadarával. Ezt a mixtúrát egy teflonedénybe helyeztem és hevítés előtt mérőpohár segítségével hozzáadtam 100 ml vizet, 10 g maltit és 15 g eritrit keverékét, melyeket konyhai mérlegen mértem ki. 15 perc melegítés és folyamatos keverés hatására az édesítőszer maradványai feloldódtak és az alapanyagokból egy homogén massa keletkezett. Ezt a masszát a vágódeszkára fektetett sütőpapírra helyeztem és spatula segítségével egyenletesen eloszlattam. Annak érdekében, hogy szárításkor biztosítsam a minta konstans vastagságát, a masszát sütőpapírral fedtem le és a nyújtófa használatával igyekeztem a lehető legazonosabb méretűre formázni a készítményt. Ezután a mintát (EM-1) egy fém sütőtepsibe helyeztem és légkeverés programon 200°C-ra előmelegített sütőbe helyeztem. A massa 5 perc szárítás után még érezhetően nedves volt, majd még 5 perc szárítás következtében teljesen kiszáradt, szinte megsült. A végeredmény egy kemény, tömör, megpirult termék lett, mely kóstolás alapján kellően édes volt, a hideg hatás minimálisan érződött. Annak érdekében, hogy a kísérleti termék tulajdonságai a lehető legjobban hasonlítsanak a piacon kapható gabonapelyhekéhez, több különböző szárítást végeztem. A már ismert receptúrát és elkészítési módszert megismételtem kétszer. Mindkét esetben ugyanazt a sütőt használtam légkeverés programon, ám a hőmérséklet és a szárítás ideje eltérő volt. Az első alkalommal a szárítást 100°C-n 30 percig végeztem (EM-2), a második alkalommal pedig a kíméletes szárítás érdekében 50°C-n 60 percig (EM-3). Az első esetben az eredmény bár hasonló volt, mint a 200°C-n való szárítás esetében, mégis elmondható, hogy az alacsonyabb hőmérséklet és ezáltal a hosszabb szárítási idő kedvezőbb tulajdonságokat adott a mintának. A harmadik mintánál (EM-3) azonban már teljesen kirajzolódott a kíméletes szárítás előnyei. Az 50°C-n szárított minta állt a legközelebb a piacon kapható termékek jellemzőihez, ugyanakkor fontos megjegyezni, hogy az extrudált termékhez képest a minta szerkezete tömörebb, állaga keményebb volt.

További kísérletekkel próbálkoztam, ahol a cél a keményítő szemcsék feltárása, illetve a szerkezet meglazítása volt. Az egyik esetben (EM-4) sütőzacskót alkalmaztam, amibe 100 g vízzel nedvesített kukoricadarát tettem és behelyeztem mikrohullám sütőbe. A mintát 600 W teljesítményszinten 5 percig melegítettem. A hozzáadott nedvesség gőzzé alakult, majd a készülékből való kivétel követően a sütőzacskó falán csapódott le. A kukoricadara felülete hamarabb megpirult, néhol megégett, minthogy a darában lévő nedvesség

halmazállapotváltozása felszakította volna a szemcséket. A második alternatív kísérlet során (EM-5) 100°C-os előmelegített sütőbe egy hőálló edénybe vizet helyeztem és 20 percig hagytam párologni. Ezután helyeztem be a sütőpapíron egyenletesen elterített 100 g kukoricadara mintát a sütőbe. Célom az volt, hogy a gőz segítségével lazítsak a dara szerkezetén és ezáltal egy puha állagú alapanyagot készítssek. Hatvan perc gőzölést követően sem volt tapasztalható számottevő változás a termék állományában, ezért ezt a kísérletet sikertelennek minősítettem.

3.2 Extrudáláshoz alkalmazott minták

Munkám során extruder alkalmazásával tíz minta került előállításra, melyeket a 5. táblázat tartalmaz.

5. táblázat: Extruderrel végzett kísérleti minták megnevezése
(Forrás: saját munka)

Minta	Jelölés
Főkísérlet kukorica natúr	FM-K-1
Főkísérlet kukorica ízesített szárított	FM-K-2
Főkísérlet kukorica ízesített nedves	FM-K-3
Főkísérlet kukorica szárazon „ízesített”	FM-K-4
Főkísérlet extrudálás után ízesített	FM-K-5
Főkísérlet tönköly natúr	FM-T-1
Főkísérlet tönköly ízesített szárított	FM-T-2
Főkísérlet tönköly ízesített nedves	FM-T-3
Főkísérlet tönköly szárazon „ízesített”	FM-T-4
Főkísérlet extrudálás után ízesített	FM-T-5

Natúr kukorica (FM-K-1) és natúr tönkölybúza (FM-T-1) minta

A főkísérlethez kétféle gabonát használtam, kukoricadarát és tönkölybúzadarát. Mind a két termék kereskedelmi forgalomban kapható és étkezési célokra alkalmas gabona volt.

Ízesített-szárított kukorica (FM-K-2) és ízesített-szárított tönkölybúza (FM-T-2) minta

Az előzetes kísérletek alapján az édesítőszer keverékéből 50 ml víz segítségével oldatot készítettem és ezt többször megismételtem annak érdekében, hogy minden ízesíteni kívánt minta azonos tulajdonságokkal rendelkezzen. Az első esetben 100 g natúr kukoricadara és 100 g natúr tönkölybúzadara mintákat terítettem szét azonos vastagságban sütőpapírral bevont sütőlapokon. Az édesítőszer oldatot egy üvegedénybe töltöttem, majd egy spray fej segítségével

felhordtam a kukoricadara felületére ügyelve az egyenletes eloszlásra. Ezt a tönkölybuzadara minta esetében is megismételtem, majd a mintákat egymás után légkeverés programon 50°C-ra előmelegített sütőbe helyeztem, hogy ne befolyásolja a száradást a sütőlemezek helyzete. 60 perc szárítás után mindkét mintahalmaz kellő nedvességet veszített ahhoz, hogy száraznak ítéljem meg. A kukoricadara esetében a szemek teljesen összetapadtak, egy egységgé formálódtak és a cukoralkohol oldatnak köszönhetően felületük ragacsossá vált. A homogenitást vizsgálva megállapítható, hogy a minta 70-80%-a érintkezett a felhordás folyamán az édesítőszerrel és utána az oldat az alsóbb rétegek felé szivárgott. Az összeállt mintát ezután egyre apróbb darabokra igyekeztem eltördelni, majd kézzel szétmorzsolni. Miután a minta az aprító műveletek hatására kellően homogénnek minősült a későbbi szállítás céljából műanyagedénybe helyeztem.

A tönkölybuzadara szemmel láthatóan és kézzel érezhetően is finomabb szemcsemérettel rendelkezik, mint a kukoricadara. Ennek következtében a szárítást követően a mintahalmaz szintén összeállt egy egységgé, ugyanakkor az alsóbb rétegek látványosan szárazok maradtak, ugyanis az édesítőszer a felsőbb rétegekben lévő szemcsék megkötötték. Így a mintahalmaz is kevésbé lett homogén, körülbelül a szemcsék 50%-a nem érintkezett a cukoralkohol oldattal. Éppen ezért az ízesített felső rétegek rendkívül kemény, tömör állagúak lettek míg az alsó rétegek megtartották a darára jellemző tulajdonságaikat. Kezdetben, úgy, mint a kukoricadara esetében, kézzel próbálkoztam tördelni és morzsolni a mintahalmazt. Majd klopfoló és kutter segítségével sikerült egy homogén mintát létrehozni. Annak érdekében, hogy a kutter kései ne őröljék túl apróra a dara szemcséket, szita segítségével időnként kiszűrtem a már apró méretű szemcséket. Az aprító művelet végeztével a homogén darát szintén műanyagdobozba helyeztem a könnyebb szállítás céljából.

Ízesített-nedves kukorica (FM-K-3) és ízesített-nedves tönkölybúza (FM-T-3) minta

Mind a kétféle darából 100 - 100 grammot műanyagedénybe kimértem és közvetlenül az extrudálás előtt hordtam fel a szemcsék felületére a már ismert receptúra alapján készített édesítőszer oldatot. Annak érdekében, hogy a dara 100%-a ízesített legyen, spatula segítségével folyamatos keverést alkalmaztam. A kukoricadara nagyobb szemcseméretének köszönhetően kevésbé lett masszászerű, kellően homogénnek volt tekinthető. Az adagolását tekintve nem volt hátrányos a minta állaga, ugyanakkor megfigyelhető volt a natúr, illetve a szárított mintához képest, hogy az extruder másképp üzemel a megnövekedett nedvesség hatására.

Szárazon ízesített kukorica (FM-K-4) és szárazon ízesített tönkölybúza (FM-T-4) minta

Annak érdekében, hogy kísérleti körülmények között minden eshetőséget teszteljek az ízesítés módjára, hasonlóan, mint eddig 100-100 g mintával dolgoztam. Ebben az esetben az édesítőszer nem oldatként, hanem kristályos formában adtam hozzá a darához, alaposan elkeverve azt a minél homogénebb állag érdekében. Feltételezésem szerint így készült volna az extrudálás után legkevésbé homogén minta, ugyanakkor ez a módszer rendkívül gyors és egyszerű, valamint némileg kevesebb költséggel jár az előzőkhez képest, hiszen oldószer és hőközlés nélkül juttatom a natúr darához a kívánt édesítőszerrel.

3.3 Extrudálás

Az eljárást egy Brabender márkájú, egy csigás, eredendően műanyag extrudálására hivatott berendezéssel végeztem, amely élelmiszeripari céloknak megfelelő működéshez lett átalakítva. A modifikációról nincs pontos dokumentáció, a berendezést a Központi Élelmiszer-Tudományi Kutatóintézet volt munkatársai és kollégái használták élelmiszeripari kísérleti célokra.

Lévé, hogy a berendezés folytonos üzemelésű, az extrudálás megkezdése előtt néhány előkészítő lépésre volt szükség. Első lépésként az extrudálni kívánt mintákat sorba raktam, ami a következő volt: FM-K-1; FM-T-1; FM-K-2; FM-T-2; FM-K-3; FM-T-3; FM-K-4 és FM-T-4. A sorrendet az édesítőszer felhordásának módja határozta meg, ugyanis fontos volt biztosítani a berendezés stabil működését. Az extruder tisztításához a kísérlet elején és a végén natúr kukoricadarát használtunk, mely a munka kezdetén a szilikon olaj és egyéb szennyeződések eltávolítását végezte az extruder henger belső teréből. A kísérlet befejeztével az édesítőszerrel kevert minta maradékát volt szükséges eltávolítani a natúr kukoricadarával, mivel ennek felülete kevésbé volt ragacsos. A második lépés a steril gyűjtőzsákok előkészítése volt, amelyben a mintákat tároltam. A zsákokat előzetesen a pontos megjelöléssel elláttam aszerint, hogy melyik típusú minta került majd bele.

Utóízesített minták (FM-K-5 és FM-T-5)

Ebben az esetben az édesítőszer extrudálás után, háztartási körülmények között került felhordásra. A legelső extrudált natúr mintákból 20-20 gramm mintát készítettem. Az extruder által készített egybefüggő cső formájú puffasztott gabona terméket egy éles vágóeszköz segítségével ujjnyi vastag szeletekre vágtam. Műanyagedénybe helyeztem, amit konyhai mérlegen előzetesen táraztam, majd kimértem a kísérleti mennyiséget. Mind a két mintát

arányos mennyiségű - az eredeti recept ötöde – cukoralkohol oldattal ízesítettem a spray fej használatával, ügyelve arra, hogy minden „golyó” megfelelő bevonattal rendelkezzen, ezzel biztosítva a homogenitást. A mintákat ezután sütőpapírral bélelt sütőlemezre egymás mellé helyeztem, de elkülönítve egymástól, majd légkeverés programon 50°C-ra előmelegített sütőbe helyeztem szárítani. Hatvan perc után a minták érezhetően nedvesek maradtak, puha, petyhüdt állagúak lettek. Ezért a kísérletet ugyanazokkal a lépésekkel és paraméterekkel megismételtem, de a sütő hőmérsékletét 100°C-ra emeltem. Az eredmény egy sokkal keményebb, ropogósabb és légiesebb morfológiai tulajdonságokkal rendelkező végtermék.

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

4.1 Az extrudált termékek jellemzői

Natúr kukorica (FM-K-1) minta

Az első minta a natúr kukoricapehely volt. Az extrudálást követően laza szerkezetű termék keletkezett, csomókat nem tartalmazott, a keményítőszemcsék felszakadtak, mely légies, könnyed textúrát eredményezett. Az extrudált kukoricapelyhet jellegzetes ízhatás és nagy térfogatnövekedés jellemezte, a késztermék ropogós és könnyen elharapható volt.

Natúr tönkölybúza (FM-T-1) minta

A másik natúr termék a tönkölybúzadara volt, mely extrudálása során kisebb térfogatnövekedés volt megfigyelhető. Habár a dara nagy része extrudálódott, a fel nem robbant keményítőszemcsék csomós textúrát eredményeztek.

Ízesített-szárított kukorica (FM-K-2) és

Az előzetesen ízesített és szárított kukoricadara minta az extrudálást követően ragacsos tapintású volt, az állományát ruganyos, gumis hatás jellemezte. Egyértelműen kisebb térfogatnövekedés volt tapasztalható, mint a natúr mintánál. Kihűlés után a termék elvesztette ruganyosságát, állománya szárazzá vált. Az elégtelen extrudálásnak köszönhetően szerkezete tömör és csomós volt. Kellően édes íz jellemezte, ám a bolti termékeknél nem édesebb hatás volt érezhető, számottevő hidegérzet nem volt tapasztalható.

Ízesített-szárított tönkölybúza (FM-T-2) minta

Az extruderből kikerülve a tönkölybúzadarából készült korábban ízesített és szárított termék kevésbé volt ragacsos, mint az azonos módon ízesített kukoricadara, azonban a gumis jellegű állomány közel azonos volt mindkét mintánál. Ebben az esetben nagyobb mértékű térfogatnövekedés volt megfigyelhető és hasonlóan a kukoricadarához, a tönkölybúzadara minta is a lehűlést követően törékennyé, szárazzá vált. Szerkezete kemény, ugyanakkor kevésbé csomós volt, mint a kukoricadarából készült mintáé. Egységesebb jelleg és tömör szerkezet jellemezte.

Ízesített-nedves kukorica (FM-K-3) minta

Az összes minta közül határozottan az extrudálás előtt közvetlenül nedvesen ízesített kukoricadara volt a legtömörebb állományú extrudált termék. Habár a minta egyértelműen száraznak hatott, a tároláshoz használt polylactide aliphatic copolymer (CPLA) lebomló zsákok

belső felületén a lecsapódott gőznek köszönhetően nedvesség mutatkozott, mely közvetlen extrudálás előtti cukoralkohol oldattal való ízesítés következménye volt. A puffasztás során a termék szakaszosan hagyta el a berendezést, kisebb mintadarabokat alkotva, mint az azt megelőző termékminták, valamint egyértelműen vékonyabb és csomósabb állomány jellemezte. Kóstoláskor puhább, rágós, ragacsos jelleg volt tapasztalható, mely a közvetlen puffasztás előtt hozzáadott nedvességhez volt köthető. A közvetlen ízesítés ellenére az édes íz sokkal csekélyebb volt, mint az előre ízesített mintáké.

Ízesített-nedves tönkölybúza (FM-T-3) minta

Ahogy az azonos módon ízesített kukoricánál is tapasztalható volt, a közvetlen extrudálás előtt nedvesen ízesített tönkölybúzadara esetében is ez a minta volt a legtömörebb szerkezetű. A kis térfogatnövekedés mellett kemény állomány jellemezte a terméket, ugyanakkor a kukoricadaránál fennálló nedvesség és a ragacsos jelleg nem volt tapasztalható. Vélhetően ez a különbség a tönkölybúza magas rosttartalmából adódik, melynek köszönhetően a termék több nedvességet képes megtartani. Nagy hasonlóságot mutatott azonban a kukoricadarából készült mintával a rágós állomány és az édes íz hiánya.

Szárazon ízesített kukorica (FM-K-4) minta

A nem oldott formában hozzáadott édesítőszerrel ízesített termék mind a kukorica-, mind pedig a tönkölybúzadara minta esetében egyértelműen eltérő, kanyargós, görbe, ívesebb formát vett fel extrudálás után, mint az oldattal ízesített társai. A leírt változás nagyszerűen megfigyelhető a 3. ábrán.

3. ábra Szárazon ízesített kukoricadara és szárazon ízesített tönkölybúzadara minta (Forrás: saját fénykép)



A kukoricadara állománya csomós, tömör és kemény volt. A felülete a felhevült és megolvadt cukoralkoholoktól ragacsosnak hatott, azonban az édes íz kevésbé érződött, mint az oldattal ízesített extrudátumok esetében.

Szárazon ízesített tönkölybúza (FM-T-4) minta

A szárazon ízesített tönkölybúzadara, ellentétben a kukoricával, ropogós, ugyanakkor tömör állománnyal rendelkezett. A minta felülete ragadós volt és hasonlóan a kukoricánál tapasztaltakkal kevésbé jellegzetes édes íz volt érezhető, mint a nem kristályos formában hozzáadott édesítőszeres minták esetében. Kóstoláskor azonban a termék kedvező organoleptikai tulajdonságokkal rendelkezett, mely az azonos módon kukoricából előállított minta esetében nem volt tapasztalható.

Extrudálás után ízesített kukorica (FM-K-5) minta

Ez a jelölésű minta rendhagyó volt a többihez képest, mivel ebben az esetben már extrudált natúr minták lettek utólag ízesítve a már ismert receptúra alapján készült cukoralkohol oldattal. Az ízesített mintákat előmelegített légkeverős funkcióval rendelkező sütőben 100°C-on 60 percig szárítottam. Az eredmény a kukorica esetében rendkívül hasonló, mint a vele megegyező natúr minta esetében. Laza szerkezet, csomómentes puha állomány jellemezte a teljesen végbement extrudálásnak köszönhetően. Ugyanakkor a szárítás hatására ropogós, légies érzetet keltett, valamint az édes íz kellően érezhető volt a hozzáadott ízesítőszeres eredményeként.

Extrudálás után ízesített tönkölybúza (FM-T-5) minta

Az utóízesítés hatására a natúr tönkölybúzadara tulajdonságai kedvező irányba változtak. A kemény, csomós állomány a hozzáadott nedvességnek, majd az azt követő szárításnak, - melyet ebben az esetben is 100°C-on 60 percig végeztem - köszönhetően megváltozott. Légiesebb, ropogósabb és ezáltal élvezhetőbb állománnyal rendelkező termék keletkezett, valamint az azonos módon ízesített mintánál tapasztalt édes íz is kirajzolódott kóstoláskor.

4.2 A minták organoleptikai vizsgálata

Natúr kukorica (FM-K-1) és natúr tönkölybúza (FM-T-1) minta

A kukoricadara és tönkölybúza darából készült natúr extrudált termékek esetében egyértelműen kirajzolódtak a különbségek az állag és állomány tekintetében. Az extrudált kukoricadara szerkezete könnyű, laza és légies jellemzőkkel bírt. Ezzel szemben a tönkölybúzadara tömörebb, masszívabb szerkezetű, szilárdabb állománnyal rendelkező volt, helyenként kemény szemcséket tartalmazva. A két termék térfogata szintén markánsan eltért egymástól és tökéletesen tükrözi a szerkezeti jellemzőknél vizsgált különbségeket. A kukoricadara szemek

maradék nélkül extrudálódtak, ezáltal nagy mértékű térfogatnövekedés volt látható, valamint ropogós állagú terméket eredményezett. Ezzel ellentétben a tönkölybúzából készült termék keményebb állománnyal rendelkezett, a szemek között megfigyelhetőek voltak az eljárás során nem felrobbant szemek, a térfogata jelentősen kisebb volt. A két terméket a 4. ábra szemlélteti.

*4. ábra Natúr kukoricapehely és tönkölybúza termék
(Forrás: saját fénykép)*



Ízesített-száritott kukorica (FM-K-2) és ízesített-száritott tönkölybúza (FM-T-2) minta

Extrudálást követően a két minta közötti fő különbséget - mely az 5. ábrán is megtekinthető - az édesítőszer felszívódása okozta.

*5. ábra Ízesített-száritott kukorica (FM-K-2) és ízesített-száritott tönkölybúza (FM-T-2) minta
(Forrás: saját fénykép)*



A leírt recept alapján készített édesítőszeres oldat differens módon viselkedett a felhordást követően. A kukoricadara szemcseméretéből és összetételéből adódóan az édesítőszer kevésbé

szívódott fel, sokkal inkább a szemcse felületére tapadt, eredményezve a szárítás utáni ragacsos felületet. A tönkölybúza ezzel ellentétben magába szívta az édesítő oldatot, ennek köszönhetően extrudálás után kevésbé volt érezhető a felületén a cukoralkohol keverék. Megállapítható, hogy a térfogatnövekedést ez a fajta ízesítési mód kevésbé hátráltatta.

Ízesített-nedves kukorica (FM-K-3) és ízesített-nedves tönkölybúza (FM-T-3) minta

A közvetlenül extrudálás előtt felhordott vízben oldott édesítőszer következménye, hogy mindkét minta tömör, kezdetben kissé szivacsos állományú jellemzőkkel bírt. A fő eltérést a tönkölybúza magas rosttartalmából adódó tulajdonsága eredményezte, mely szerint a tönkölybúza több nedvességet tudott megkötni, mint a kukoricadara, aminek következménye, hogy az extrudált termék felületén kevésbé volt érezhető az édesítőszer által okozott ragacsos hatás. A térfogat differencia a két típusú gabonából készült termék esetében nem változott, a tönkölybúza szerkezetéből adódóan kevésbé puffadt meg, mint a kukoricadara. A két terméket a 6. ábra szemlélteti.

6. ábra Ízesített-nedves kukorica (FM-K-3) és ízesített-nedves tönkölybúza (FM-T-3) minta (Forrás: saját fénykép)



Szárazon ízesített kukorica (FM-K-4) és szárazon ízesített tönkölybúza (FM-T-4) minta

Érdekes volt megfigyelni, hogy a kristályos formában hozzáadott édesítőszer keverékkel ízesített minták extrudálás utáni állomány jellemzői mennyiben eltérnek a natúr minták jellemzőitől. Ebben az esetben a kukoricánál is megfigyelhető volt a tökéletlen extrudálás jelensége. A végtermék tömörebb, keményebb szerkezetű, helyenként ki nem puffasztott szemcsékkel (7. ábra). Az édesítőszer lévén, hogy nem oldott formában került felhordásra, az extruder hengerén belül, a gabonaszemek közötti térben megolvadt és rátapadt a szemekre, ragacsossá téve azt. Hasonlóan a kukoricadarához, a tönkölybúzából extrudált minta is ragacsossá vált a megolvadt cukoralkoholtól, valamint szerkezete tömör, ugyanakkor ropogós lett.

7. ábra Szárazon ízesített kukorica (FM-K-4) és szárazon ízesített tönkölybúza (FM-T-4) minta
(Forrás: saját fénykép)



Extrudálás után ízesített kukorica (FM-K-5) minta és extrudálás után ízesített tönkölybúza (FM-T-5) minta

A FM-K-2 és FM-T-2 jelölésű mintákon végzett kísérlet egyértelműen pozitív hatást gyakorolt a natúr minták állományára. Habár a cél ebben az esetben az édesítés módja és a termék ízeinek összehasonlítása volt, az újbóli nedvesítés és szárítás kedvezőbb tulajdonságokkal ruházta fel a natúr mintákat. A termékek légies, könnyed, ropogós állagot nyertek, miközben az édesítőszer hatására a termék íze is kedvezően változott.

A minták organoleptikai vizsgálata rávilágított arra, hogy mely termék előállításának módszerével kapcsolatos további kutatások és kísérletek elvégzése kívánatos. A natúr gabonából készült termékek alátámasztották, hogy elő lehet állítani a boltok polcain elérhető termékekkel közel azonos organoleptikai tulajdonságokkal rendelkező gabonakészítményeket. Az előre ízesített és szárított minta gyártása megerősítette, hogy markáns nehézség nélkül lehetőség van édesítőszerrel ízesített gabonák extrudálására. Fontos megjegyezni, hogy az édesítőszer a termékek állományát negatívan befolyásolták, kóstelés során érezhető különbségek voltak megállapíthatóak. A közvetlenül extrudálás előtt oldattal édesített termék esetében a megnövelt nedvességtartalom nagyban befolyásolta a minta gyártását, azok jellemzőit, tömörebb és keményebb végtermékeket hozva létre. A közvetlenül extrudálás előtt kristályos formában hozzáadott édesítőszer szintén megváltoztatta a minta gyártáskori viselkedését. Kanyargós formájú, tömör szerkezetű, néhol szemcsés állagú termékek jöttek létre, habár a tönkölybúza esetében ropogós, „élvezhető” állomány volt tapasztalható. A natúr

termékek utó ízesített változata mutatta a legnagyobb azonosságot a boltban kapható képviselővel, köszönhetően a nedvesítés és szárítás hatásának.

4.3 A minták beltartalmi értékének vizsgálata

A kukorica- és a tönkölybúzadarából eritrit és maltit hozzáadásával készített pelyhek összetételéről elmondható, hogy több szempont tekintetében igen hasonlóak voltak, ám egyes értékek között lényegi különbség volt felfedezhető. Mindkét alapanyagú minta energiatartalma kissé 300 kcal/100 g alatt volt, a szénhidrát-tartalmuk megegyezett (60,8 g). A zsírtartalom tekintetében kis mértékű eltérés volt mérhető, ám a telített zsírsavak aránya közel azonos volt. A só-tartalom is nagyfokú egyezést mutatott. A legszembevető különbség a két termék ételmi rost- és fehérjetartalma között volt mérhető, mindkettő esetében a tönkölybúzadarából készült pelyhely rendelkezett magasabb értékekkel. 100 g késztermék több, mint 50%-kal magasabb fehérjetartalommal rendelkezett (11,94 g). Aminosavak közül a glutaminsav mennyiségében volt a legjelentősebb különbség megfigyelhető, a kukoricapehely 1,46 g-ot, míg a tönkölybúza alapú termék 3,72 g-ot tartalmazott. Utóbbi arginin, aszparaginsav, cisztein, glicin, prolin és szerin tekintetében is magasabb értékekkel bírt, ám a két termék tirozin tartalma megegyezett. Az édesítőszer hozzáadásával előállított kukoricadara és tönkölybúzadara alapú termékek beltartalmi értékeit a 6. táblázat tartalmazza.

6. táblázat Az édesítőszer hozzáadásával előállított kukoricadara és tönkölybúzadara alapú termékek beltartalmi értékei
(Forrás: saját számítás NutriComp szoftver alkalmazásával)

	Kukoricapehely édesítőszerrel	Tönkölybúzapelyhely édesítőszerrel
Energia (kJ)	1246.3	1211.2
Energia (kcal)	298.1	289.8
Zsír (g)	2.5	1.9
ebből telített zsírsavak (g)	0.9	1.0
Szénhidrát (g)	60.8	60.8
ebből cukor (g)	0.5	5.5
Ételmi rost (g)	3.5	8.6
Fehérje (g)	7.7	11.7
Só (g)	0,04	0.06

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Az elvégzett kísérlet jól szemléltette, hogy a különböző típusú gabonák és a természetes édesítőszerkeztés ötvözése remekül megvalósítható. A kutatás során létrehozott élelmiszer az általam vizsgált paraméterek - mind beltartalmi, mind érzékszervi tulajdonságok - alapján megfelelő gabonai termékeknek minősült. Az eddig elért eredmények rendkívül biztatóak, így további mérések elvégzése (szín mérés, állományvizsgálat), valamint kóstoló személyek bevonásával kettős vak próba során érzékszervi tulajdonságok felmérése és visszajelzések megismerése javasolt. Az újabb vizsgálati eredményeket felhasználva lehetőség nyílik egy a fogyasztói igényeket maradéktalanul kielégítő termék kifejlesztésére, ami megfelel a Codex Alimentariusban foglaltaknak és nem utolsó sorban vonzó tulajdonságokkal rendelkezik, beleértve a beltartalmi- és az élvezeti értékeket is. Véleményem szerint az általam elvégzett kísérlet számos más gabonafajttával elvégezhető, a mai trendeknek köszönhetően a vásárlóközönség számára folyamatosan ismertebbé és kedveltebbé váló pseudocereáliakkal egyaránt. Ezen gabonák és a belőlük készült termékek boltokban való egyre nagyobb számú megjelenése mutatja, hogy ezen termékek iránti kereslet növekszik. A technológia továbbfejlesztésével egyszerű eljárással olyan termék hozható létre, melynek élelmiszerbiztonsági kockázata alacsony, kedvező tulajdonságai révén nagyszerűen beépíthető az egészséges táplálkozásba és a gazdasági vonatkozásait tekintve elérhető a fogyasztó számára.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A magyar lakosság egészségügyi állapota az elmúlt évek során folyamatosan romlott, mely nagy mértékben összefüggésbe hozható a helytelen életmóddal. A mozgásszegény életforma, illetve a megnövekedett energiabevitel, a magas cukor- és telített zsírsavbevitel hozzájárul a lakosság testtömegének növekedéséhez. A 2019-es hazai táplálkozási állapotfelmérés alapján a magyar lakosság több, mint 70%-a túlsúlyos vagy elhízott, a WHO 2022-es felmérése alapján hazánk a negyedik legkövőbb ország a világon (WHO, 2022b). Az elhízás mellett egyéb civilizációs betegségek megjelenése is növekedik, minden 10. felnőtt szenved cukorbetegségben. A táplálkozási trendek a világ változásával szintén módosulnak, egyre nagyobb figyelmet kapnak az egyes divat étkezési irányzatok, illetve a fenntarthatóság és a földvédelem. Mindezen okokból kiindulva megnövekedett az igény a speciális élelmiszerek iránt, mely magába foglalja a kristálycukor kiváltására szolgáló édesítőszerrel ízesített termékeket is. A nemzetközi és a hazai irányelvek ajánlásai széleskörűen hirdetik az összetett szénhidrátokat tartalmazó alapanyagok fogyasztását, így egyre nagyobb teret hódít a rostgazdag élelmiszerek köre. Az élelmiszeripar igyekszik a lakosság igényeivel lépést tartani, s az előbb megfogalmazott tulajdonságokkal bíró termékeket előállítani. Fontos szempont, hogy a már megszokott élelmiszerpalettával közel azonos organoleptikai tulajdonságokkal rendelkező termékek kerüljenek forgalomba, mivel a lakosság jelenleg nem mutat kellő rugalmasságot az íz preferancia változtatására.

A gabonai termékek köre rohamosan változik, ám az extrudált gabonapelyhek között jelenleg még csak elvétve érhető el édesítőszerrel előállított termék. Munkám során célom az volt, hogy édesítőszer alkalmazásával magas rosttartalmú, a napjainkban elterjedt cukorral ízesített reggelizőpelyhekkel közel azonos élvezeti értékekkel bíró terméket állítsak elő.

A receptúra megalkotását kezdetben háztartási körülmények között elvégzett kísérletek tapasztalatai alapozták meg. Alapanyagként kukorica- és tönkölybúzadarát alkalmaztam, ízesítéshez eritrit és maltit keverékét használtam. Az előkísérletek alapján bebizonyosodott, hogy az extruder által létrejövő megnövekedett nyomás és hőmérséklet együttese nélkül nincs valós esély reprodukálni a gabonapelyhek tulajdonságait háztartási körülmények között. Ennek ellenére rendkívül hasznos információk birtokába jutottam a megfelelő receptúrát illetően, ugyanis a kísérleti minták ízesítése ebben a szakaszban rajzolódott ki.

A főkísérlet alapján egyértelműen kiderült, hogy a gabonapelyhekben a cukrot helyettesítő édesítőszer alkalmazása differens módon, de nem minden esetben negatívan hat a berendezésre, a technológiára, valamint a késztermékre az ízérzékelés szempontjából. A

különböző alkalmazott ízesítési módszerek azonban eltérően befolyásolták a késztermék állományát, legtöbb esetben kedvezőtlenül.

Munkám során igazolódott, hogy lehetőség van magas rosttartalmú, édesítőszerrel ízesített reggelizőpohely előállítására, mely a jelenleg forgalomban lévő, cukorral édesített termékekhez hasonló organoleptikai tulajdonságokkal rendelkezik. A munka során általam gyártott és vizsgált minták közül az utóízesített termékek rendelkeznek közel azonos érzékszervi jellemzőkkel, mint a boltok polcain kapható gabonakészítmények. Annak érdekében, hogy az élvezeti érték növekedjen további vizsgálatokra van szükség. A vizsgálat során fűszer, avagy egyéb ízesítőanyag alkalmazása nem történt, mely szintén befolyásolhatja a késztermék tulajdonságait. Az általam elkészített termékek eltarthatóságának vizsgálata nem történt meg, ennek feltérképezése elengedhetetlenül fontos a későbbi gyártáshoz alkalmazható receptúra megalkotásához.

7. IRODALOMJEGYZÉK

Barnes, A. S. (2011). The epidemic of obesity and diabetes: trends and treatments. *The Texas Heart Institute Journal*, 38(2), 142-44.

EFSA. (2022). Sugar consumption and health problems. Letöltés dátuma: 2023. 06. 22. forrás: <https://www.efsa.europa.eu/en/infographics/sugar-consumption-and-health-problems>

Joint FAO - WHO (2009): *A Magyar Élelmiszerkönyv 1-2-94/35 számú elírása az élelmiszerekben használható édesítőszerekről*. Rome: World Health Organization : Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Forman, H. J. - Zhang, H. (2021). Targeting oxidative stress in disease: promise and limitations of antioxidant therapy. *Nature Reviews Drug Discovery*, 20(9), 689-709. doi:10.1038/s41573-021-00233-1

Guideline: Sugars intake for adults and children. Geneva: World Health Organization; 2015.

Hadjikinova, R. - Marudova, M. (2016). Thermal behaviour of confectionary sweeteners' blends. *Bulgarian Chemical Communication*, 48, 446-50.

Haniyeh, R. P. (2022). Using maltitol and xylitol as alternative bulking agents in milk chocolate: modelling approach. *Journal of food science and technology*, 59(6), 2492-2500. doi:10.1007/s13197-021-05268-1

Harvard Health Publishing (2022). The sweet danger of sugar. Letöltés dátuma: 2023.05.15. forrás: <https://www.health.harvard.edu/heart-health/the-sweet-danger-of-sugar>

Lin, S.-D. - Lee, C.-C. - Mau, J.-L. - Lin, L.-Y. - Chiou, S.-Y. (2010). Effect of Erythritol on Quality Characteristics of Reduced-Calorie Danish Cookies. *Journal of Food Quality*, 33, 14-26. doi:10.1111/j.1745-4557.2010.00307.x

Martins, M. J. N. - Augusto, P. E. D. - Telis-Romero, J. - Polachini, T. C. (2021). Transport properties of saturated sucrose and maltitol solutions as affected by temperature. *Journal of Molecular Liquids*, 336, 1-11. doi:10.1016/j.molliq.2021.116254

McKeown, N. M. - Fahey, G. C. Jr. - Slavin, J. - van der Kamp, J. W. (2022). Fibre intake for optimal health: how can healthcare professionals support people to reach dietary recommendations? *BMJ*, 378:e054370, 3. doi:10.1136/bmj-2020-054370

MDOSZ. (2023a). Okostányér 6-17 éveseknek - Só, cukor és zsiradék. Letöltés dátuma: 2023.07.01. forrás: <https://www.okostanyer.hu/okostanyer-gyermek-so-cukor-es-zsiradek/>

- MDOSZ (2023b). Okostányér - Ételdagok Okosan. Letöltés dátuma: 2023. 06. 26. forrás: <https://www.okostanyer.hu/eteladagok-okosan/>
- Noda, K. - Nakayama K. F. - Oku, T. (1994). Serum glucose and insulin levels and erythritol balance after oral administration of erythritol in healthy subjects. *European Journal of Clinical Nutrition*, 48(4), 286-92.
- Ötvös, Z. (2021). Cukorfalat. *Magyar Nemzet*. Letöltés dátuma: 2023. 08. 11. forrás: <https://magyarnemzet.hu/lugas-rovat/2021/12/cukorfalat>
- Pacher, P. - Beckman, J. F. - Liaudet, L. (2007). Nitric oxide and peroxynitrite in health and disease. *Physiological Reviews*, 87(1), 315-424. doi:10.1152/physrev.00029.2006.
- Parker, D. (2013). *Building Victory: Aircraft Manufacturing in the Los Angeles Area in World War II*. Canada: Dana T. Parker.
- Roze, M. - Crucean, D. - Diler, G. - Rannou, C. - Cataneo, C. - Jonchere, C. - Le-Bail, A. - Le-Bail, P. (2021). Impact of Maltitol and Sorbitol on Technological and Sensory Attributes of Biscuits. *Foods*, 10(11), 1-15. doi:10.3390/foods10112545
- Secchi, A. - Pontiroli, A. E. - Cammelli, L. - Bizzi, A. - Cini, M. - Pozza, G. (1986). Effects of oral administration of maltitol on plasma glucose, plasma sorbitol, and serum insulin levels in man. *Klinische Wochenschrift*, 64(6), 265-69. doi:10.1007/BF01711933.
- Singh, S. - Gamlath, S. - Wakeling, L. (2007). Nutritional aspects of food extrusion: a review. *International Journal of Food Science & Technology*, 42(8), 916-29. doi:10.1111/j.1365-2621.2006.01309.x
- Soliman, G. A. (2019). Dietary Fiber, Atherosclerosis, and Cardiovascular Disease. *Nutrients*, 11(5), 1-11. doi:10.3390/nu11051155
- Tiefenbacher, K. F. (2017): Chapter Three - Technology of Main Ingredients—Sweeteners and Lipids. In: K. F. Tiefenbacher (szerk.): *Wafer and Waffle*. Kansas: Academic Press, pp. 123-225
- ToxStrategies. (2018). *GRAS determination of erythritol for Use in Human Food notice* (Vol. 789.).
- WHO (2017). Sugars and dental caries. Letöltés dátuma: 2023. 05. 22. forrás: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/sugars-and-dental-caries>
- WHO (2020). Healthy diet. Letöltés dátuma: 2023. 05. 15. forrás <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>
- WHO (2022a). Noncommunicable diseases. Letöltés dátuma 2023. 05. 15. forrás: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>

WHO (2022b). *WHO European Regional Obesity report 2022*. Letöltés dátuma: 2023. 05. 16. forrás: <https://www.who.int/europe/publications/i/item/9789289057738>

WHO (2023). WHO advises not to use non-sugar sweeteners for weight control in newly released guideline. Letöltés dátuma: 2023. 07. 11. forrás: <https://www.who.int/news/item/15-05-2023-who-advises-not-to-use-non-sugar-sweeteners-for-weight-control-in-newly-released-guideline>

8. ÁBRÁK ÉS TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

Ábrák

1. ábra A szacharóz szerkezet.....	9
2. ábra Eritrit.....	12
3. ábra Szárazon ízesített kukoricadara és szárazon ízesített tönkölybúza minták.....	25
4. ábra Natúr kukoricapehely és tönkölybúza termék	27
5. ábra Ízesített-szárított kukorica (FM-K-2) és ízesített-szárított tönkölybúza (FM-T-2) minta.....	27
6. ábra Ízesített-nedves kukorica (FM-K-3) és ízesített-nedves tönkölybúza (FM-T-3) minta	28
7. ábra Szárazon ízesített kukorica (FM-K-4) és szárazon ízesített tönkölybúza (FM-T-4) minta.....	29

Táblázatok

1. táblázat: A kukoricadara tápértéke	6
2. táblázat A tönkölybúza tápértéke.....	8
3. táblázat A Nestlé Fitness natúr, a Nestlé Nesquik, a Kölln Oat Muesli Chocolate, a Seitenbacher Spezial-Müsli, a Kellogg's Corn Flakes Cereal és a Honey Nut Cheerios Medley Crunch beltartalmi értékei	17
4. táblázat: Háztartási eszközökkel végzett kísérleti minták megnevezése.....	18
5. táblázat: Extruderrel végzett kísérleti minták megnevezése.....	20
6. táblázat Az édesítőszer hozzáadásával előállított kukoricadara és tönkölybúza alapú termékek beltartalmi értékei	30

NYILATKOZAT

a szakdolgozat, diplomamunka nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A szerző neve: Halmi Ádám

A dolgozat címe: Édesítőszerrel készített extrudált termékek előállítása és vizsgálata

A megjelenés éve: 2023.

A tanszék neve: Gabona- és iparnövény Technológiai 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. október 17.

.....


a szerző aláírása

NYILATKOZAT

Halmi Ádám (Neptun azonosító: EZ8ZF1) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre **javaslom** / **nem javaslom**.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: Budapest, 2023. 10. 18.



Dr. Soós Anita

belső konzulens