



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
Állattermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék

Állati eredetű fehérjeporok technofunkciós tulajdonságainak vizsgálata

Búcsús Nelli

Budapest

2023.11.06.

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

**Szak neve: BSc Élelmiszermérnöki
Árúkezelési technológiák és minőségügy**


Szakedolgozat készítés helye: Állatitermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék

Hallgató: Búcsús Nelli

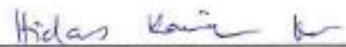
A szakedolgozat címe: Állati eredetű fehérjeporok technofunkciós tulajdonságainak vizsgálata

Konzulens: Dr. Hidas Karina Ilona
Külső konzulens esetén tanszéki felelős: -

Beadás dátuma: 2023. 11.06.



szakedolgozat készítés helyének vezetője
Dr. Friedrich László Ferenc



konzulens
Dr. Hidas Karina Ilona



Dr. Hitka Géza
Árúkezelési technológiák és minőségügy ismeretkör felelős

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	1
2. A munka célja	2
3. Irodalmi áttekintés	4
3.1 Fehérjék felépítése és csoportosítása	4
3.2 A fehérjék élettani jelentősége	6
3.3 Fehérjeporok előállításának technológiai lépései	7
3.3.1 Ultraszűrés és diafiltráció	7
3.3.2 Porlasztva szárítás	9
3.4 Különböző állati eredetű fehérjeporok jellemzése	10
3.4.1 Savófehérje koncentrátum és izolátum (WPC: Whey Protein Concentrate és WPI: Whey Protein Isolate)	10
3.4.2 Tejfehérje koncentrátum (MPC: Milk Protein Concentrate)	14
3.4.3 Tejfehérje izolátum (MPI: Milk Protein Isolate)	14
3.4.4 Teljes tojásból készült tojáspor (WEP: Whole Egg Protein)	14
3.4.5 Tojásfehérje por (EWP: Egg White Protein)	15
3.5 Fehérjeporok technofunkciós tulajdonságai	16
3.6 Folyékony élelmiszerek reológiai viselkedésének vizsgálata	16
4. Anyagok és módszerek	19
4.1 Felhasznált anyagok	19
4.2 Kísérlet felépítése	20
4.3 Mérési módszerek	20
4.3.1 pH meghatározása	20
4.3.2 Objektív szín meghatározása	21
4.3.3 Szárazanyag-tartalom meghatározása	23
4.3.4 Oldhatóság meghatározása	23
4.3.5 Ömlesztett és tömörített sűrűség	24
4.3.7 Vízáktivitás meghatározása	26
4.3.6 Fehérje szuszpenziók reológiai tulajdonságainak meghatározása	26
5. Kísérleti eredmények és értékelésük	29
5.1 Fehérjesuszpenziók pH-jának összehasonlítása	29
5.2 Fehérjeporok színének összehasonlítása	30
5.2.1 L* színtényező értékelése	30
5.2.2 a* színtényező értékelése	32
5.2.3 b* színtényező értékelése	33
5.2.4 A fehérjepor minták színének összehasonlítása	35
5.3 Oldhatóság meghatározásának eredményei	37
5.4 Ömlesztett és tömörített sűrűség meghatározásának eredményei	39
5.5 Vízáktivitás meghatározásának eredményei	42
5.6 Szárazanyag-tartalom meghatározásának eredményei	44
5.7 Vizsgált fehérjesuszpenziók reológiai viselkedésének jellemzése	45
6. Összefoglalás	48

<i>Mellékletek</i>	50
<i>Irodalomjegyzék</i>	51
<i>Köszönetnyilvánítás</i>	59
<i>Nyilatkozatok</i>	60

Búcsús Nelli Szakdolgozat

1. Bevezetés

Napjainkban számos állati eredetű fehérjeport, valamint fehérjepor felhasználásával készült terméket találhatunk meg a boltok polcain. Ezen termékek népszerűsége az elmúlt években jelentősen megnövekedett, ugyanis a középpontba került az egészséges életmód. Sok más tényező mellett a magas fehérjebevitelt és nagy fehérje tartalmú élelmiszerek fogyasztását javasolja a legtöbb étrendajánlás. Ennek köszönhető, hogy megnőtt a kereslet a piac ezen területén az előbb említett élelmiszerek iránt. A fehérjeporok fogyasztása először az aktívan sportolók körében vált népszerűvé, ugyanis nekik különösen magas fehérje bevitelre van szükségük izomzatuk fenntartása és növekedése érdekében. Ezek a portermékek praktikusnak bizonyultak könnyű szállíthatóságuk és felhasználásuk miatt. Az ízesített termékeket elég adott mennyiségű vízzel vagy tejjel összekeverni és már fogyasztható is. A fogyasztói igényeket további desszert jellegű termékek is szolgálják, például magas fehérjetartalmú szeletek és pudingok.

Mára nagy választékból választhatunk már, amikor egy fehérjeport szeretnénk vásárolni. Léteznek növényi, -és állati eredetű portermékek is. Növényi eredetű például a szójafehérje, a borsófehérje vagy a csicseriborsóból készült fehérjepor. Ezek a termékek vegetáriánus vagy vegán táplálkozás esetében is fogyaszthatóak, azonban aminosav profiljuk nem tartalmaz minden esszenciális aminosavat. Állati eredetűek a teljes tejből készült porok, a tejsavóból készültek, valamint a tojásból készült termékek. Természetesen, mindegyik fajtából elérhetőek különféle változatok (például tejsavó vagy szójafehérje koncentrátum és izolátum, teljes tojáspor és tojásfehérje por stb.).

A tejfehérje koncentrátumok (MPC) és a tejfehérje izolátumok (MPI) fehérjében gazdag portermékek. A különbséget a két változat között a fehérjetartalom teszi. 90% fehérje tartalom alatt koncentrátumnak, 90% felett izolátumnak minősítünk egy porterméket. Mind az MPC-ok és mind az MPI-ok előállítása laboratóriumi körülmények között történt 1990 körül. Kezdetben a tejfehérjéket (kazein és tejsavó) csak együttesen savas körülmények között tudták koagulálni. Azonban az így előállított termék nem nyerte el a felhasználók érdeklődését korlátolt funkcionális tulajdonságai, különösen az oldhatóság miatt. A jó minőségű tejfehérjéket koncentrátum formátumban állítják elő, a fehérje tartalma pedig olyan hányadban található meg a késztermékben, mint a friss tejben (Meena, Singh, Panjagari, és mtsai., 2017). Manapság leginkább élelmiszeriparban használják, illetve a legtöbben a kávéfehérítő krémpor alapanyagaként ismerik a köztudatban.

A tejsavó fehérje koncentrátum és izolátum az, amelyre a fogyasztók legtöbbször a „fehérjepor” szó kapcsán gondolnak. Táplálékkiegészítő üzletekben is ezen eredetű termékekből érhető el a legszélesebb választék. Az előállítási eljárás során először a tejet szeparálják, majd az így kapott sovány tejet hőkezelik a fehérjék kicsapása érdekében. Ezt követően a fehérjék kivonása és tisztítása történik meg, eredményeként pedig különböző típusú tejsavó fehérje koncentrátumokat és izolátumokat kapunk. Az izolátumok magasabb fehérje tartalommal rendelkeznek (90% felett), mint a koncentrátumok (70-80%). Az izolátumok kevesebb zsírt és szinte elhanyagolható mennyiségű laktózt tartalmaznak. Ennek következtében az izolátumok lesznek az ideálisak azok számára akik kazein- vagy laktózintoleranciában szenvednek (K. Patel, 2022).

A tojásból készült fehérjeporokat széles körben használja az élelmiszeripar. Mivel alapanyaga a friss, nyers tojás, így számos olyan élelmiszerben használják, amelyhez a portermékek népszerűvé válása előtt nyers tojást alkalmaztak. A tojásfehérje porokat sütéshez, továbbá fagylaltokhoz is használják állomány javítás, illetve a fehérje tartalom növelése érdekében. A teljes tojásból készült fehérjeporokat szintén használják a tojásfehérje poroknál említett termékeknél, továbbá pékárukhoz és térsztaipari termékeknél is. Ezekon kívül az élelmiszeriparban egyéb tojás alapú termékek esetében is alkalmazzák a tojásporokat, például tojáslikőr és tojásos édességek. A tojásfehérje porokat különféle eljárásokkal készítik. A különválasztott tojásfehérjét először szárítják, majd porlasztva szárítják. A tojásfehérje nem tartalmaz zsírt, ezáltal kalória tartalma is alacsony a magas fehérje tartalom mellett. A teljes tojásból készült portermékek előállításának szintén első lépése a fehérje és a sárgája különválasztása, ugyanis külön szükséges a szárításuk és porrá alakításuk (Stadelman és mtsai., 1996; Ndife és mtsai., 2010; Hammami & René, 1997; Duan és mtsai., 2018).

Dolgozatomban 10 féle állati eredetű fehérjepor technofunkciós vizsgálatával fogok foglalkozni különböző szempontok alapján.

2. A munka célja

A vizsgált állati eredetű fehérjeporok különböző technofunkciós tulajdonságokkal rendelkeznek, más-más célra alkalmazzák őket az élelmiszeriparban. A kutatásom célja a piacon lévő tehéntejből és tyúktojásból készített nagy fehérjetartalmú porok minősítése technofunkciós tulajdonságaik alapján. Célkitűzéseim közé tartozik ezeknek a fehérje mintáknak a fizikai tulajdonságainak vizsgálata és összehasonlítása száraz, por formában, valamint vízben oldott, szuszpendált állapotban.

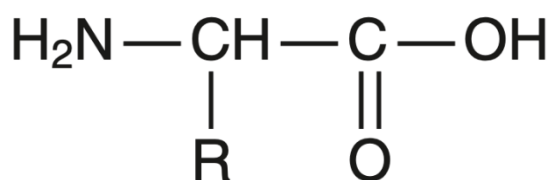
- Vizsgálataim során célul tűztem ki a fehérje minták színének vizsgálatát Konica Minolta kézi színmérő készülékkel, ugyanis a szín egy fontos tényezője a fogyasztói elfogadásnak.
- Megvizsgálom a fehérjeporokból készített szuszpenziók pH-ját, amely a különböző eredetű termékeknel eltérhet és befolyásolhatja a technofunkciós tulajdonságokat.
- Ezeken felül meghatározom a termékek szárazanyag-tartalmát és vízáktivitását, amelyek rendkívül fontos paraméterek a termék minőségét és eltarthatóságát illetően.
- Valamint a fehérjeporok esetében az egyik legfontosabb technofunkciós tulajdonság az oldhatóság. Vizsgálataim során ennek meghatározására is sort kerítetek és a kapott eredmények alapján összehasonlítom a mintákat. Cél, hogy megtaláljam a legjobb oldhatósági tulajdonsággal rendelkező porterméket.
- Továbbá, meghatározom az ömlesztett és a tömörített sűrűséget is az egyes minták esetében.
- Végül a fehérjeporokból a fehérjeitalokkal megegyező koncentrációjú szuszpenziót készítek, amelyeket reológiai tulajdonságaik alapján is összehasonlítom egymással.

3. Irodalmi áttekintés

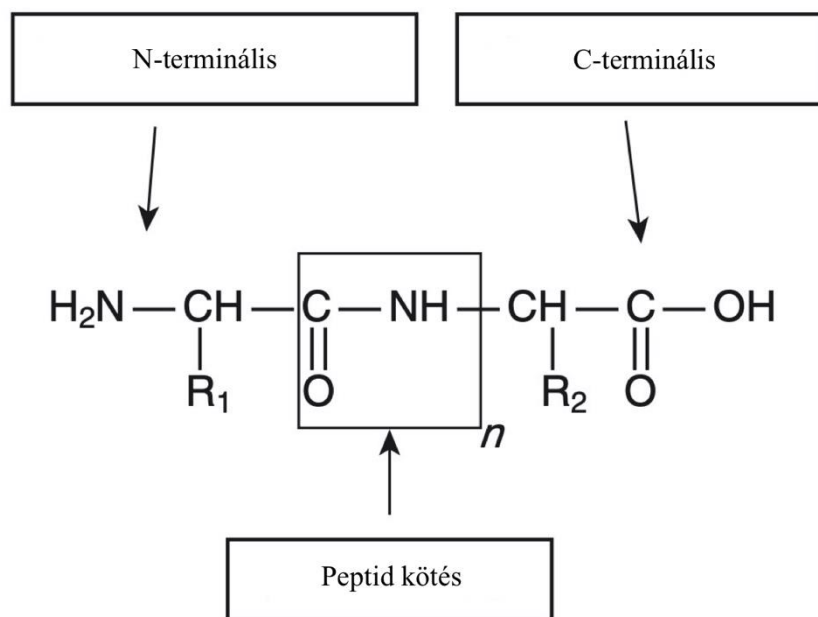
3.1 Fehérjék felépítése és csoportosítása

A fehérjék nitrogén tartalmú szerves vegyületek, amelyek szükségesek az emberi szervezet működéséhez, és fontos szerepet játszanak a legtöbb biokémiai folyamatban. A fehérjéket aminosavak építik fel, amelyek peptid kötésekkel különböző kombinációkban alkotnak egy-egy fehérjét. Minden fehérje egyedi módon áll össze, és ez a különleges összetétel határozza meg a fehérje funkcióját és tulajdonságait (Khan, 2023). Táplálkozás-élettani szempontból 20féle aminosavat különböztethetünk meg. Ezeket többségben a szervezet elő tudja állítani a bevitt makro- és mikrotápanyagokból, azonban van 9féle esszenciális aminosav (hisztidin, izoleucin, leucin, lizin, metionin, fenilalanin, treonin, triptofán, és valin) amelyet a szervezet önállóan nem tud előállítani, ezeket külső forrásból szükséges fedezni (Debret, 2022).

Minden aminosav tartalmaz egy primer amino- és karboxilsav csoportot. Ennek általános szerkezeti képlete az 1. ábrán látható. A karboxilcsoport aminosavanként különböző. Ez hatással van az adott aminosav polaritására. Az aminosav egységek peptidkötéseken keresztül kapcsolódnak egymáshoz, ezzel polipeptid láncokat alakítanak ki amelyet az 2. ábra szemléltet (Phillips & Williams, 2011).



1.ábra: Aminosavak általános szerkezeti képlete (Phillips & Williams, 2011)

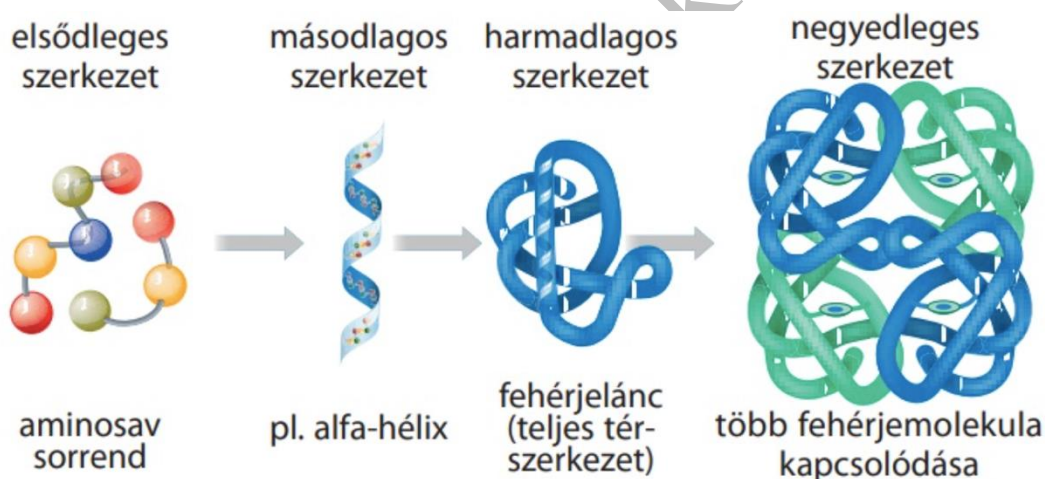


2.ábra: Polipeptid láncok kapcsolódása (Phillips & Williams, 2011)

A fehérjék szerkezetük alapján különböző típusokra oszthatók.

1. Vázanyagok: Ezek a fehérjék szabályozzák a sejtek szerkezetét és működését. Például a kollagén és az elasztin a bőr, a haj és a kötőszövetek alapvető építőelemei, valamint a miozin amely az izmok alkotórésze.
2. Enzimek: Az enzimek olyan fehérjék, amelyek katalizátorként működnek a biokémiai reakciók során. Például az emésztőenzimek segítenek az élelmiszer emésztésében, míg a légzési enzimek segítenek a sejtek oxigénfelvételében.
3. Hormonok: A hormonok olyan fehérjék vagy peptidek, amelyek a szervezet különböző részein termelődnek, és más szervek vagy szövetek működését szabályozzák. Például az inzulin hormon segít a vércukorszint szabályozásában.
4. Transzportfehérjék: Ezek a fehérjék segítenek a szervezetben lévő anyagok szállításában. Például a hemoglobin segíti a vörösvértestekben az oxigén szállításában.
5. Immunfehérjék: Az immunfehérjék olyan fehérjék, amelyek a szervezet védekezőrendszerének részei, és segítenek a különböző betegségekkel és fertőzésekkel szembeni védekezésben. Például az antitestek olyan immunfehérjék, amelyek a vérben találhatóak, és segítenek a kórokozók felismerésében és azok eltávolításában (Nyitrai és mtsai., 2000).

A fehérjék makroszerkezetük alapján két alapvető csoportra oszthatók: globuláris és fibrilláris fehérjékre. A globuláris fehérjék gömb alakúak, és általában funkciójukban fontos szerepet játszanak. Például az enzimek és a hormonok általában ilyen felépítésűek. A fibrilláris fehérjék hosszú, rendezetlen szálakból állnak, szerkezetük egy irányba terjed ki. Ezek a kollagén és az elasztin fehérjék a bőr, a haj és a kötőszövetek alapvető építőelemei. A fehérjék szerkezetét továbbá leíró más kategóriák is léteznek, például az elsődleges, másodlagos, harmadlagos és negyedleges szerkezet alapján történő csoportosítás. Ennek szemléltetése a 3. ábrán látható. Az elsődleges szerkezet a fehérje aminosav-sorrendje, a másodlagos szerkezet a fehérje aminosav-sorrendjének hélix vagy redő alakja, a harmadlagos szerkezet a fehérje térbeli formája, míg a negyedleges szerkezet több fehérje egység együttesének összekapcsolódásáról ad információt (*Biológia 9. (NAT2020) - II. Az élővilág egysége - 8. Fehérjék, 2020.*).



3. ábra: Fehérjék csoportosítása szerkezetük szerint
(*Biológia 9. (NAT2020) - II. Az élővilág egysége - 8. Fehérjék, 2020.*)

3.2 A fehérjék élettani jelentősége

A fehérjék számos fontos feladatot látnak el az emberi szervezetben. Például segítenek az izmok működésében, a sejtek közötti kommunikációban, az enzimatikus reakciókban, és a sejthártya szerkezetének fenntartásában. A fehérjék részt vesznek a vérvérvételben és a vérplazmában található antitestek képződésében is, amelyek segítenek a szervezetnek a különböző betegségekkel és fertőzésekkel szembeni védekezésében (Kiss, 2008).

A fehérjék bevitele fontos a szervezet számára, azonban ajánlott napi beviteléről különböző álláspontok léteznek. Wolfe és munkatársainak tanulmányában a becsült átlagos ajánlás

(EAR: Estimated Average Requirement) a fehérje bevittl illetően 0,8 g/ testsúly kilogramm. Szintén ugyanezen tanulmány keretein belül egy másik ajánlás alapján a kalóriabevittlünk 10-35%-ának kellene fehérjékből állnia. Ez az elfogadott makrotápanyag eloslzási arány (AMDR: Acceptable Macronutrient Distribution Range). A százalékos érték pontos eloslzása függ a fizikai aktivitástól, az életkortól, a nemtől és az egészségügyi állapottól (Wolfe és mtsai., 2017).

Fehérjeforrásaink lehetnek állati, valamint növényi eredetűek. Állati eredetű fehérjeforrások például a húsök, tejtermékek és a tojás. Növényi eredetű fehérjeforrásra pedig jó példa a bab, a szója és a lencse (Hoffman & Falvo, 2004).

3.3 Fehérjeporok előállításának technológiai lépései

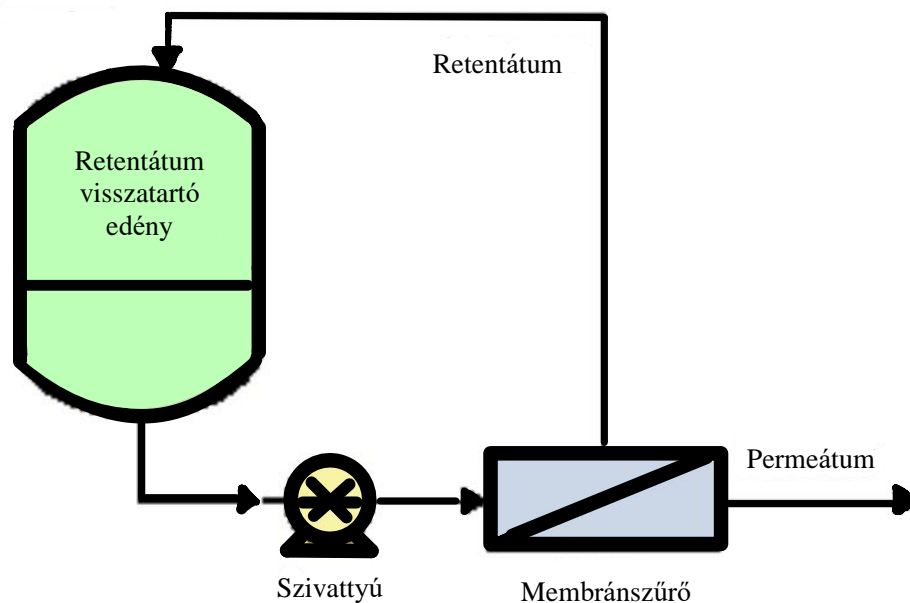
Bármilyen fehérjepor előállításáról is legyen szó, legyen az növényi vagy állati eredetű, az első lépés a nyersanyag minőségének ellenőrzése. Ezután az alapanyagtól függően a termékből kivonják a fehérjét. A savófehérje előállításánál ez a rész a savólé leeresztése sajt vagy túró előállítás során. A kivonást követően a fehérjét koncentrálják a 3.4.1 alfejezetben leírtak alapján, majd többszörös lépésben tisztítják, annak érdekében, hogy eltávolítsák az esetleges szennyeződések és csökkentsék a mikrobiális romlás valószínűségét. A következő lépés pedig a már tisztított fehérjék szárítása, hogy azokat por formában lehessen tárolni, szállítani, illetve értékesíteni (Walstra és mtsai., 1999).

3.3.1 Ultraszűrés és diafiltráció

Az ultraszűrés és a diafiltrációt is olyan feldolgozási folyamatok részeként használják, amelynek során egy termékben koncentrálni szeretnének egy adott összetevőt vagy puffer cserét szeretnének elérni. Mindkét technológia alapja a membránon keresztül történő szűrés. A membrán visszatartja a nem kívánatos anyagokat (pl.: víz, sók, maradékok) és átengedi a koncentrálni kívánt terméket. Az ultraszűrés leggyakrabban híg termékek koncentrállása esetében használják, míg a diafiltráció gyakrabban puffer csere céljából használatos (Houp, 2009).

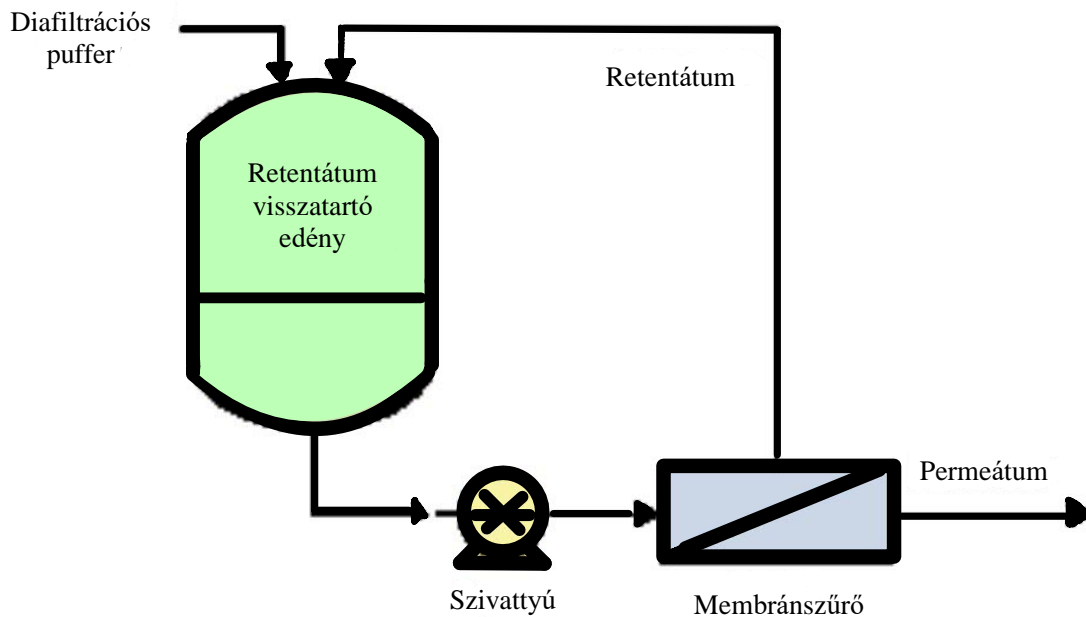
Az ultraszűrés során az oldatban lévő molekulák a különböző pórusméretű membránok segítségével kerülnek szétválasztásra. A membránszűrőn 1-100 nm méretű molekulák képesek átjutni. A nagyobb méretű részecskék azonban felhalmozódhatnak a membrán felületén, ezzel eltömítve a szűrőmembránt. A szűrőmembránra a merőleges áramlás helyett

a betáplált áram párhuzamos a membrán felületével. A folyamatot a 4. ábra szemlélteti (Houp, 2009).



4. ábra: *Ultraszűrés folyamatának szemléltetése (Houp, 2009 nyomán)*

Általánosságban elmondható, hogy a diafiltrációt a visszatartott oldat kémiai tulajdonságainak megváltoztatása céljából használják. A nem kívánatos részecskék átjutnak a membránon, miközben a megszűrt céltermékhez hozzáadásra kerül egy helyettesítő összetevő. A diafiltráció folyamata megegyezik az ultraszűrés folyamatával, (a szűrőn átjutó molekulák nagysága is azonos) azzal a kivétellel, hogy a diafiltráció alatt puffert adagolunk a retentátumhoz, olyan sebességgel, ahogyan a permeátum elhagyja a rendszert. Az eljárás a 5. ábrán látható (Houp, 2009).



5. ábra: Diafiltráció folyamatának szemléltetése (Houp, 2009 nyomán)

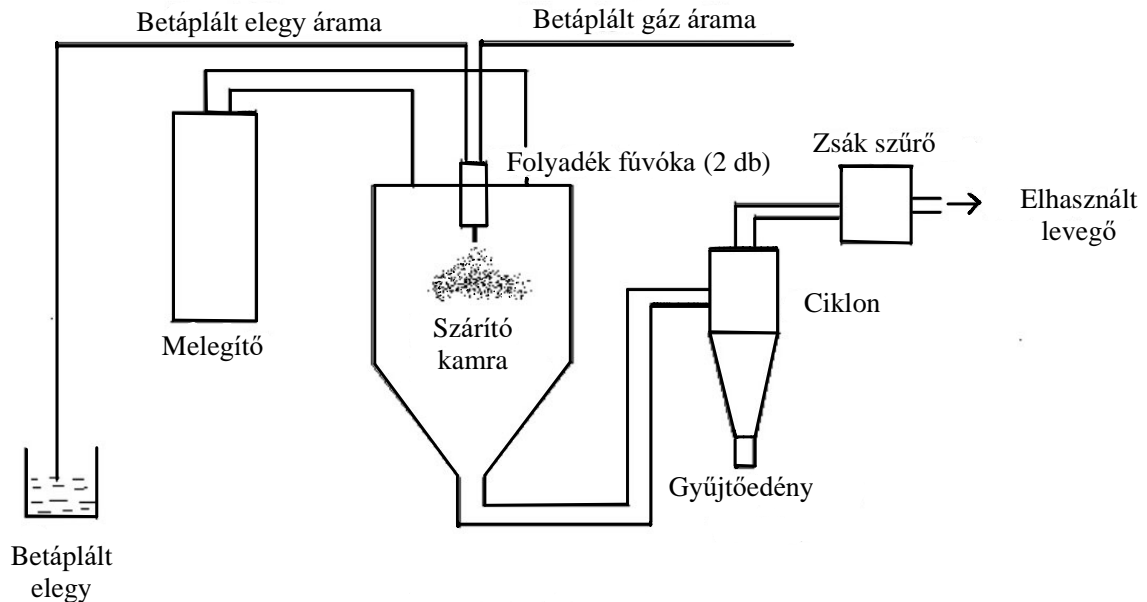
3.3.2 Porlasztva szárítás

A porlasztva szárító berendezések fejlesztése több évtizeden keresztül történt, nagyjából 1870-től az 1900-as évekig. Ez első porlasztva szárítási technológiát a II. Világháború alatt alkalmazták, amikor hirtelen szükségessé vált az élelmiszerek és egyéb alapanyagok szállításkori tömegének csökkentése. Ez a művelet lehetővé tette a betáplált folyékony halmazállapotú anyag szárított, szemcsés formába történő átalakítását forró szárítóközeg segítségével. A betáplált elegy lehet szuszpenzió, diszperzió vagy emulzió. A végtermék pedig a betáplált elegy fizikai és kémiai tulajdonságaitól függően lehet por, granulátum vagy agglomerátum (Michael, 1993) A porlasztva szárítás folyamata alapvetően öt lépésből áll, folyamatát pedig az 6. ábra szemlélteti (R. P. Patel, 2009):

A porlasztva szárítás első lépése a bepárlás. Az alapanyag általában már koncentrált formában kell, hogy a szárító berendezés tartályába kerüljön. Második lépés a porlasztás. Ebben a szakaszban kerülnek megteremtésre az optimális feltételek ahhoz, hogy a betáplált termékből a nedvesség elpárologjon és kialakuljanak a kívánt jellemzői a végterméknek. Ezt követi a porlasztott folyadék forró gázzal történő érintkeztetése, amelynek következtében elpárolog a termék 95%-a néhány másodperc alatt. Ezután a cseppszárítás folyamata során a nedvesség elpárologtatása két szakaszban történik. Az első szakaszban a részecskék külső

felületéről párolog el a nedvesség majd a második szakaszban a részecskék belső felületéről diffúzióval a felszínre jutott nedvesség indul párologásnak.

Utolsó lépés pedig az elválasztás, amelyhez ciklonokat, zsák szűrőket és elektrosztatikus elválasztókat használnak.



6. ábra: Porlasztva szárító berendezés és részei (Patel, 2009 nyomán)

3.4 Különböző állati eredetű fehérjeporok jellemzése

3.4.1 Savófehérje koncentrátum és izolátum (WPC: Whey Protein Concentrate és WPI: Whey Protein Isolate)

A savó a sajtgyártás mellékterméke, amely a sajt készítése során a tej koagulálásával képződik. Nagyjából 9 liternyi savó keletkezik egy kilogramm sajt gyártása során, melynek illata és íze is savanykás jellegű, színe pedig sárgászöld. A napjainkban is alkalmazott savó kinyerést a 7. ábra szemlélteti a sajt gyártásának előállításánál.

A Magyar Élelmiszertankönyv meghatározása szerint a savó a tejnek a kazeinfehérje eltávolítása (azaz kicsapása) után visszamaradt része. A savófehérje alatt a kazein kicsapása után visszamaradt fehérjék összességét értjük (Magyar Élelmiszertankönyv, 2009).

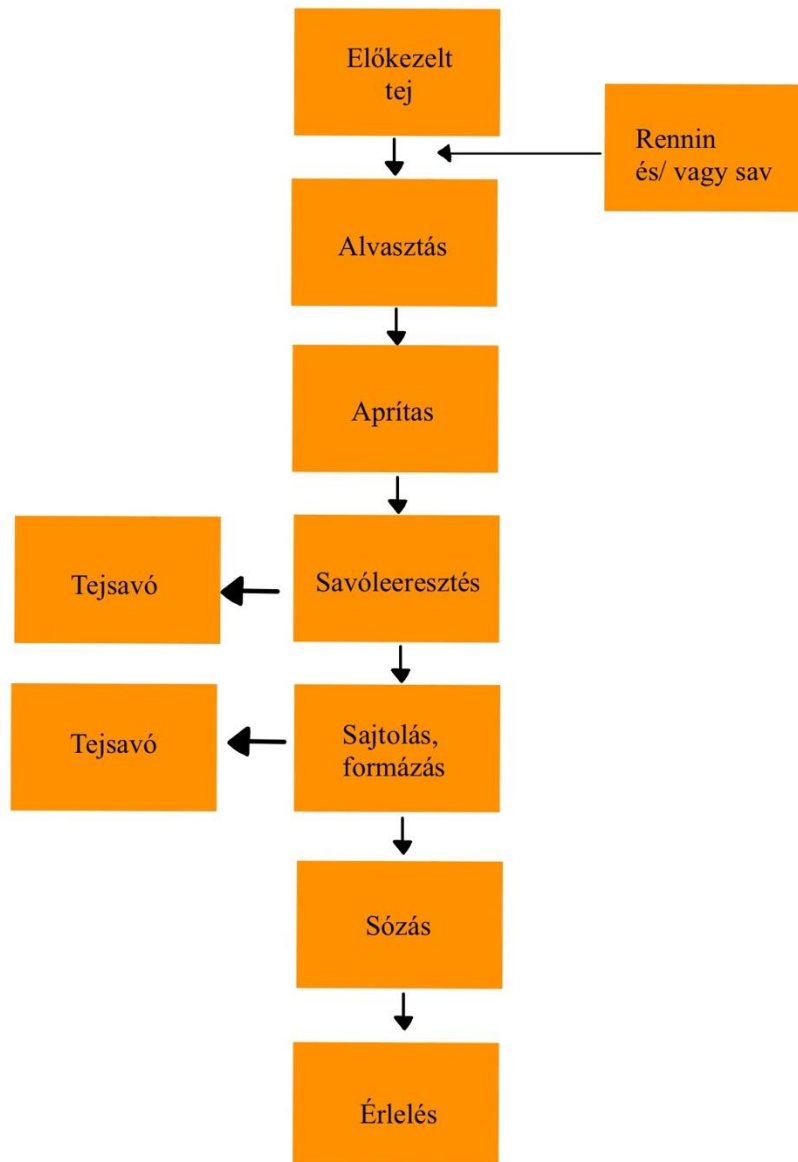
A sajt készítése feltehetően valamikor 8000 évvel ezelőtt a Termékeny Félhold területén kezdődött el, miután felfedezték, hogy egy savas koagulált tej gél szétválhat túróra és savóra. A savót kezdetben nem használták fel emberi fogyasztásra szánt alapanyagként, csupán sertéseket és egyéb haszonállatokat takarmányozták vele. Viszont napjainkban egy keresett terméké vált a piacon az ásványianyag, valamint fehérje tartalma miatt. Továbbá a

funkcionális tulajdonságai sem elhanyagolhatóak az élelmiszeriparban (pl.: kívánt állag elérése, fehérje tartalom növelése) (Schmidt és mtsai., 1984; Smithers, 2008).

Az egészségügyi és funkcionális előnyei miatt hamar fejlesztésnek indult annak a folyamata, hogy a száraz anyagot koncentrációval és szárítással izolálni tudják a savóból. Az 1920-as években valósították meg egy hatékony eljárást a savó koncentrációjára. A folyamat során addig melegítették a tejet, amíg kialakult egy koncentrált folyadék, majd ennek hűtése és megszilárdulása után extrudáló alagútban történt a szárítás (Gillies, 1974).

Az első jelentős fejlesztés 1933-ban valósult meg, amikor a többtestes bepárlókat kezdték használni a savó feldolgozása során (Gillies, 1974). Az 1970-es évekig a savó fehérje csupán hő által denaturált formában volt elérhető, amely vízben oldhatatlan, daraszerű, sárgásbarna por volt, így felhasználhatósága is limitált volt. Ezután különböző membránszűrők segítségével elválaszthatóvá váltak a frakciók, és az oldhatóság kérdése is megoldódott (Duan és mtsai., 2018).

Búcsús Nelli Szakdolgozat



7.ábra: A tejsavó előállításának lépései a sajtkészítésen keresztül (Walstra és mtsai., 1999 nyomán)

A savó ultraszűrése egy fehérje koncentrátumot eredményezett, amelyből porlasztva szárítás után kialakult a savó fehérje koncentrátum (WPC). Ez a termék 20-89%-os fehérje tartalommal bír, a WPC-85 egy népszerű változata melyben 85 % fehérje található. Az ultraszűrés és a diafiltráció kombinált alkalmazásával eltávolíthatóak az ásványi anyagok és a laktóz a retentátumból, amely lehetővé teszi az 50% feletti fehérje tartalmat. A savó fehérje izolátum (WPI) legalább 90%-os fehérje tartalommal rendelkezik. Zsírtartalmuk ezeknek a termékeknek 0,4-0,6 %, valamint laktóz tartalmuk is minimális: 0-0,5 % közötti (Morr & Ha, 2009).

Csaknem 170 millió kilogramm savó fehérje koncentrátumot gyártottak az Egyesült Államokban 2005-ben és ennek 86% emberi fogyasztás céljából (Gandhi és mtsai., 2020). Szintén 2005-ben 15,6 millió kilogrammot állítottak elő belőle az Egyesült Államokban (Tunick, 2009).

A tejsavót nem csak az élelmiszeriparban, hanem a mezőgazdaságban és a biotechnológiában is hasznosítják. Kereskedelmi forgalomban általában por formájában található meg, ugyanis így sokkal előnyösebb eltarthatósági tulajdonságokkal rendelkezik, könnyebb a szállítása és a raktározása, valamint az így kapott koncentrált fehérje tartalomnak köszönhetően még értékesebb tápanyagként szolgál. Azokat a tejsavókat, amelyeknél az összes ásványi anyag eltávolításra került (deminalizált termékek), csecsemőknek szánt tápszerekhez is szokták adagolni (Román, 2010).

A különböző savófehérje készítmények alkalmazását és felhasználását az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat: Különböző savófehérjék felhasználása (Chegini & Taheri, 2013)

Termék	Alkalmazás, felhasználás
Savó por	Közvetlenül a sajt előállításakor keletkező savóból készül pasztörözés és szárítás után. Kenyerekben, pékárukban és tejtermékekben is használják.
Savófehérje koncentrátum (WPC)	A tejsavó legelterjedtebb és legkifizetődőbb formája. Fehérje italokban, szeletekben, pék- és édesipari termékekben használják.
Savófehérje izolátum (WPI)	Fehérje kiegészítő termékekben, fehérje italokban, szeletekben és egyéb magas fehérje tartalmú élelmiszerek alapanyagaként használják.
Hidrolizált savófehérje koncentrátum	Sportolóknak kifejlesztett táplálékiegészítőkben használják
Hidrolizált savófehérje izolátum	Könnyen emészthető peptideket tartalmaz, amelyek csökkentik az allergiás reakciók kockázatát.

3.4.2 Tejfehérje koncentrátum (MPC: Milk Protein Concentrate)

A kereskedelmi forgalomban kapható tejfehérje koncentrátumok körülbelül 50-85% tejfehérje tartalommal rendelkeznek. Az USA szabályozása alapján minimálisan 25% fehérje tartalmat kell elérniük (American Food and Drug Administration: Internet 1.). Gyártásuk során a sovány tejből ultraszűrővel részben eltávolítják a laktózt és az ásványi anyagokat. Ez a folyamat nyomás alatt történik membránokon keresztül. A retentátumot, amely ebből az eljárásból visszamaradt, tovább koncentrálják bepárlással, majd a por állagot porlasztva szárítással érik el. Az elkészült tejfehérje koncentrátum ugyanolyan arányban tartalmaz savófehérjéket és kazeint, mint az a tej, amit a gyártásához felhasználtak. Különböző porok fehérje tartalmát a jelölésükben is szokás feltüntetni. Például MPC70, azaz 70% fehérje tartalmú tejfehérje koncentrátum. A tejfehérje koncentrátumokat számos területén használják az élelmiszeriparnak. Gyakori a sajt-, és joghurtgyártás során a tej egy részének helyettesítése MPC porokkal (Havea, 2006).

3.4.3 Tejfehérje izolátum (MPI: Milk Protein Isolate)

Azokat a tejfehérje porokat, amely minimálisan 90%-os fehérje tartalommal rendelkeznek, tejfehérje izolátumoknak nevezzük.

Előállításuk a tejfehérje koncentrátumhoz hasonlóan szintén sovány tejből történik, membránszűrőes technikát alkalmaznak, csupán végső fehérjetartalma nagyobb. A savófehérjék és a kazein aránya ennél a termékénél is megegyezik a nyers tejben található mennyiségi arányokkal. A tejfehérje izolátumok hátránya a rossz rehidratációs képesség és a rossz oldhatóság a fehérjék lassú disszociációja miatt (Wu és mtsai., 2019b).

Élelmiszeripar felhasználása közel azonos a tejfehérje koncentrátumával (Agarwal és mtsai., 2015).

3.4.4 Teljes tojásból készült tojáspor (WEP: Whole Egg Protein)

Az egész tojás funkcionális tulajdonságainak legfőbb szerepe az emulzió stabilitása, habosodása és a gélek szilárdságának biztosítása. Az egész tojásnak ezek a természetes tulajdonságai hasznosak péktermékek előállításánál, a majonéz gyártásánál, salátaöntetek,

édességek, fagylalt, tészták és még sok más késztermék készítése esetében (Stadelman és mtsai., 1996).

A közelmúltban a héjas tojás felhasználása, mint nyers alapanyag csökkent az élelmiszergyártásban. A technológiai fejlesztéseknek köszönhetően ma már sokkal nagyobb népszerűségű a tojás felhasználása fagyasztott, pasztörözött tojáslé és szárított tojásporok formájában (Sagar & Suresh, 2009).

A jelenlegi technológia alapján a tojáspor előállítás a következő lépésekből áll: a héjas tojás mosásával indul a folyamat, amely a higiénia fenntartása miatt szükséges. A mosás után következik a tojások feltörése, szűrése és pasztörözése. A keletkezett tojáslevet ezután szárítják. A tartósítás szempontjából számos szárítási módszert alkalmaznak az iparban, például porlasztva szárítást, tálcás szárítást és fagyasztva szárítást. A tojáspor előállítás során a porlasztva szárítás technológiája lehetővé teszi a stabil, állandó minőségű és funkcionális termékek gyártását (Ndife és mtsai., 2010; Sagar & Suresh, 2009).

A tojás egyedi ízének és minőségének megtartását jelentősen befolyásolják a szárítási körülmények (Bergquist, 1980).

Kutatások alapján megállapították, hogy a porlasztva szárítás megfelelően biztosított körülmények között speciális habképző, zselésítő és emulgeáló tulajdonságú tojástermékekhez vezet. Ez függ a folyadék áramlási sebességétől és a szárító belépő levegő hőmérsékletétől. Koc és munkatársai (2010) megállapították, hogy péktermékek, majonéz, saláta öntet és egyéb tojást tartalmazó termékek elkészítéséhez szánt tojáspor előállításánál a legoptimálisabb, ha a belépő szárító levegő 171,9 °C, míg a kilépő 72,5 °C-os és a folyamat 392 kPa porlasztó nyomáson megy végbe (M. Koc és mtsai., 2010).

3.4.5 Tojásfehérje por (EWP: Egg White Protein)

A tojásfehérje fontos alapanyaga az élelmiszeriparnak, kiváló habképző és gélképző tulajdonságait előszeretettel alkalmazzák pudingok, különböző desszertek előállításánál, valamint pékárukban is (Duan és mtsai., 2018). Továbbá a tojásfehérje különféle értékes fehérjéket tartalmaz, például ovoalbumint, ovotranszferrint, ovomucoidot, ovomucint és lizozimet, így használható az élelmiszer-előállítás során tápanyag dúsítóként (Sheng és mtsai., 2017). Az élelmiszeriparban a teljes tojásporhoz hasonlóan, a tojásfehérje esetében is elterjedtebb a por formátumú alkalmazás, mint a friss vagy a folyékony tojásfehérjéé. Ezzel jelentős csomagolási költség takarítható meg, valamint könnyebb a szállítás és a tárolás megvalósítása is. A tojásfehérje porra szárításának fő módszerei a fagyasztva szárítás és a porlasztva szárítás. A fagyasztva szárítási technológiához képest a porlasztva szárítás

technológiáját gyakrabban alkalmazzák a tojáspor feldolgozásában, mivel kevesebb energiát fogyaszt és rövidebb szárítási idő szükséges (Hammami & René, 1997). Továbbá ezzel a módszerrel könnyebb kontrollálni a tojásfehérjepor egyes minőségi mutatóit, mint például a szemcseméretet, a nedvesség tartalmat és az érzékszervi tulajdonságokat (Vehring és mtsai., 2007; Li és mtsai., 2020).

3.5 Fehérjeporok technofunkciós tulajdonságai

A fehérjék olyan makromolekulák, amelyek különböző funkcionális tulajdonságokkal rendelkeznek az élelmiszer-mátrixban. A funkcionális tulajdonságok magukba foglalják a fehérjék fizikai és kémiai tulajdonságait, ugyanis ezek lesznek, amelyek meghatározzák az adott fehérje viselkedését az élelmiszer-feldolgozás során. Ezek közé a tulajdonságok közé tartozik a habzási képesség, a víztartó képesség, az oldhatóság, az emulgeáló tulajdonságok és a géllépző tulajdonságok. A funkcionális tulajdonságokat befolyásolja a pH, a hőmérséklet, az ionerősség, valamint az adott termék egyéb összetevői. Az élelmiszer-feldolgozás során egyes folyamatok megváltoztatják a fehérjék szerkezetét, ezáltal technofunkciós tulajdonságait is, amelyek végső soron a késztermék végső szerkezetének és színének változását is okozhatják (Shokri és mtsai., 2022).

Portermékek esetében különösen fontos technofunkciós tulajdonság az ömlesztett és a tömörített sűrűség (Meena és mtsai., 2017).

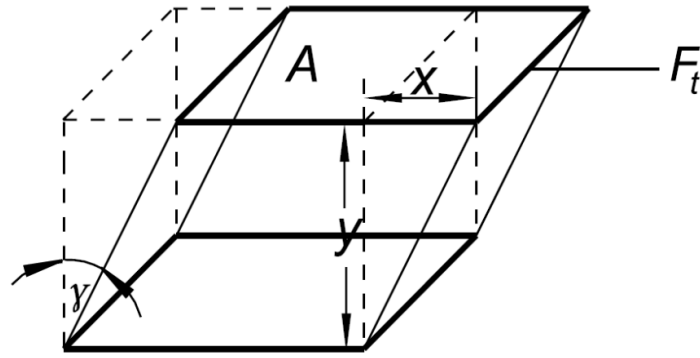
3.6 Folyékony élelmiszerek reológiai viselkedésének vizsgálata

A reológia olyan tudományág, amely az anyagok erőhatásra fellépő deformációját vizsgálja, illetve azoknak az erőhatásra történő áramlását. Reológiai tulajdonságoknak azokat a tulajdonságokat nevezzük, amelyek meghatározzák, hogy milyen módon következnek be ezek a deformációs és áramlási változások egy adott anyag esetében.

A folyadékoknak van saját térfogatuk, azonban nincs önálló alakjuk. Ez a folyadékmolekulák kölcsönös vonzásának következménye. Ennek a kölcsönhatásnak köszönhető az is, hogy a folyadékokra ható erő vagy feszültség hatására folytonos alakváltozás fog bekövetkezni (Nagy, 2012).

Az 8. ábrán a viszkózus folyás szemléltetése látható. F nyíróerő hatására az A síkfelület állandó sebességű elmozdulást produkál. A nyírófeszültség ($F/A = \tau$) és a nyírási sebesség ($d\gamma/dt = \dot{\gamma}$) között a viszkozitás (η [Pa·s]) lesz az összefüggés (lásd: 1. egyenlet):

$$\tau = \eta \cdot \dot{\gamma} \quad (1)$$

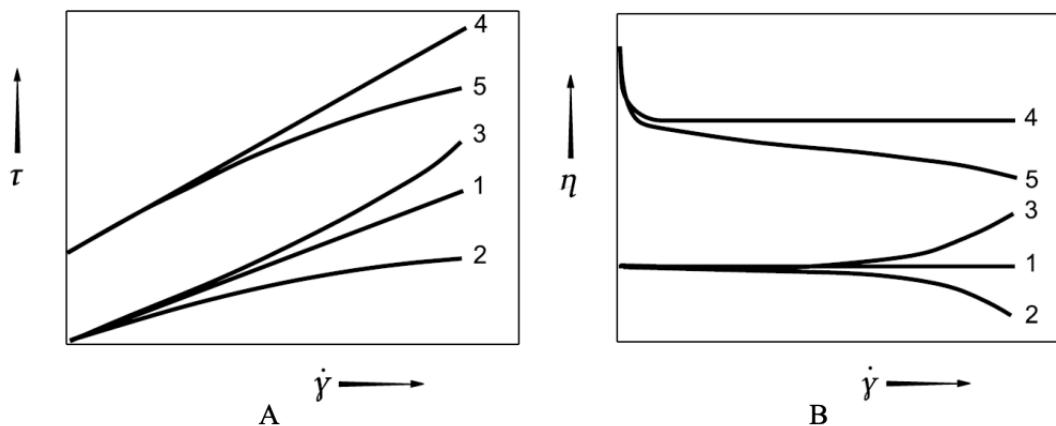


8. ábra: *A viszkozus folyás ábrázolása*

A – felület [m^2], F_t – tangenciális erő [N], γ – deformációs szög [rad], x – A felületű sík lemez elmozdulása [m], y – film vastagsága [m]

(Figura & Teixeira, 2007)

Ha egy anyag viszkozitása állandó, tehát nem függ a nyírási sebességtől, akkor azt Newtoni folyadéknak nevezzük. A nyírófeszültség nyírási sebesség függvényében történő ábrázolással egy origón áthaladó egyenest kapunk, amely megfelel az anyag folyásgörbéjének (9. A ábra 1. számú görbe). A nyírófeszültség és a nyírási sebesség ábrázolásával az anyag viszkozitásgörbéjét kapjuk (9. B ábra 1. számú görbe). Ezen egyenes meredeksége alapján számítható a dinamikus viszkozitás. Ez minden nyírási sebesség esetében állandó marad.



9. ábra: *A viszkozus folyás típusai*

A – Folyásgörbék; B – Viszkozitásgörbék; 1: Newtoni folyadék, 2: pszeudoplasztikus, 3: dilatáló, 4: Binghami plastikus, 5: pszeudoplasztikus folyáshatárral

(Figura & Teixeira, 2007)

Ha a nyírófeszültség csökkenő ütemben mutat növekedést a nyírási sebesség növekedésével, akkor pszeudoplasztikus áramlásról beszélünk (9. A ábra 2. számú görbe). A folyásgörbe konvex, amelyen az érintőleges meredekség csökken a nyírási sebesség növekedésével. Tehát a viszkozitás csökken a nyírási sebesség növekedésével (9. B ábra 2. számú görbe). Továbbá, a pszeudoplasztikus folyadékokról elmondható, hogy a növekvő áramlási ellenállás, azaz nyírófeszültség, csökkenést mutat amikor a folyadékot nagyobb nyírási sebességgel nyírjuk. Ez a folyamat lehet reverzibilis vagy irreverzibilis is.

Amikor a nyírási sebesség növekedésével egyre nagyobb mértékben növekszik a nyírófeszültség, a folyadék dilatáló áramlási viselkedést mutat (9. A ábra 3. számú görbe). A folyásgörbe homorú profilú, amelyen az érintőleges meredekség növekszik a nyírási sebesség növekedésével. Tehát a viszkozitás is növekszik a nyírási sebesség növekedésével (9. B ábra 3. számú görbe). A dilatáló áramlási viselkedés is lehet reverzibilis, valamint irreverzibilis is.

Ha a deformáció akkor valósul meg amikor a feszültség nagyobb, mint a folyáshatár, akkor a közeg plasztikus viselkedésűnek tekinthető (9. A ábra 4. és 5. számú görbe). A folyásgörbén a folyáshatár a nulla nyírási sebességnél a nyírófeszültség érték. A 9. A ábra 4. számú görbéje a Bingham anyagok folyásgörbéjét szemlélteti, viszkozitásgörbéjét pedig a 9. B ábra 4. számú görbéje. A pszeudoplasztikus folyáshatárral rendelkező anyagok folyásgörbéje a 9. A ábra 5. számú görbének, viszkozitásgörbéje a 9. B ábra 5. számú görbének felel meg (Hidas, 2022).

4. Anyagok és módszerek

4.1 Felhasznált anyagok

A kísérlet tervezésekor elsődleges szempontnak tartottam, hogy olyan állati eredetű termékek technofunkciós tulajdonságait vizsgáljam, amelyek kereskedelmi forgalomban kaphatóak. A választásom két tej-, négy savó- valamint négy tojás alapú portermékre esett. A méréseim során különböző alapanyagú fehérjepor mintákat vizsgáltam. A termékek között volt teljes tej koncentrátum, illetve izolátum, savófehérje koncentrátumból 60% és 80% fehérjetartalmú, továbbá egy savófehérje izolátum és egy savófehérje por. A tej alapú mintákon kívül foglalkoztam tojástermékekkel is. A vizsgált minták közé tartozott két teljes tojáspor, valamint két tojásfehérjepor is, amelyek két különböző gyártótól származtak, azonban a fehérjetartalmuk közel megegyező. A termékeket mintakódokkal láttam el, amelyek a 2. táblázatban láthatóak, és a dolgozatom során ezeket a jelöléseket használom. A mintákat az Állattermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék bocsájtotta rendelkezésemre. A minták ismert fizikai, kémiai és technofunkciós tulajdonságait, valamint a tápértékre vonatkozó információit az M1 melléklet tartalmazza.

2. táblázat: Vizsgált minták teljes neve és mintakódja

SORSZÁM	MINTAKÓDOK	TELJES NÉV
1.	MPC	Tejfehérje koncentrátum
2.	MPI	Tejfehérje izolátum
3.	WPC-60	60% fehérje tartalmú savófehérje koncentrátum
4.	WPC-80	80% fehérje tartalmú savófehérje koncentrátum
5.	WPI	Savófehérje izolátum
6.	WPP	Savófehérje por
7.	WEP_1	Tojáspor (EUROVO)
8.	WEP_2	Tojáspor (OVOBEST)
9.	EWP_1	Tojásfehérje por (EUROVO)
10.	EWP_2	Tojásfehérje por (OVOBEST)

4.2 Kísérlet felépítése

A minták különböző kiszerezésekben és csomagolásokban voltak, amelyek közül a legtöbb nem volt visszazárható. Így a felbontást követően mindegyik termékből egy megközelítőleg 300 grammos mennyiséget áthelyeztem egy-egy áttetsző PA-PE (poliamid-polietilén) (90 µm: 20 µm PA + 70 µm PE; AMCO Kft, Budapest, Magyarország) fóliából készült tasakba és azokat fóliahegesztővel felhasználásig lezártam.

A termékekről por formátumban végeztem objektív szín meghatározást, majd szuszpendált állapotban megvizsgáltam az egyes minták pH értékeit. Ehhez 5 m/m %-os szuszpenziót állítottam elő valamennyi mintából.

A szárazanyag-tartalom-, vízakaktivitás-, illetve ömlesztett és tömörített sűrűség meghatározását szintén elvégeztem, ezekhez por állapotban használtam a termékeket.

A boltok polcain egyre több magas fehérje tartalmú ital található meg. Szerettem volna megvizsgálni a kiválasztott mintákat ezekhez az italokhoz hasonló, feloldott formában és kiválasztani, hogy melyik a leginkább alkalmas arra, hogy ilyen italkészítmény készüljön belőle. Ehhez szintén az elkészített 5 m/m%-os szuszpenziókat használtam és ez alapján állapítottam meg az egyes minták oldhatóságát.

Továbbá, három kiválasztott minta esetében a reológiai tulajdonságokat is vizsgáltam.

4.3 Mérési módszerek

4.3.1 pH meghatározása

A mintákból készített szuszpenziók pH-ját a 10. ábrán látható Testo 206 típusú pH mérő készülékkel vizsgáltam (Testo SE & Co. KGaA.; Németország). Első lépésként a használati utasításban leírtak alapján kalibráltam a műszert először pH 4,0, majd pH 7,0 pufferoldattal. Minden mérés megkezdése (beleértve a kalibrálást is) előtt az eszköz mérőelektrodáját desztillált vízzel öblítettem és papírtörülkövel szárazra töröltem. A mérés elvégzése során ügyeltem arra, hogy az elektróda teljes felülete érintkezzen a szuszpenzióval, viszont az edény oldalához ne érjen hozzá.



10. ábra: Testo 206 típusú pH mérő és tartozékai (Internet 2.)

4.3.2 Objektív szín meghatározása

A minták színének vizsgálatát Konica Minolta CR 400 (KONICA MINOLTA, INC; Osaka, Japan) kézi színmérő műszerrel végeztem. A CIELAB tristimulusos színingertérben az L^* a világossági tényező, az a^* a vörös/zöld szintényező (pozitív előjel esetén vörös színezet, negatív előjel esetén zöld színezet), a b^* pedig a sárga/kék szintényező (pozitív előjel esetén sárga színezet, negatív előjel esetén kék színezet). A rendszert a 11. ábra szemlélteti.

Két minta színének összehasonlításához a színinger különbség (ΔE^*_{ab}) használható, amely a (2) egyenlet alapján számolható (Fullerton és mtsai., 1996).

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

Ahol ΔL^* , Δa^* és Δb^* a két vizsgált minta szintényezői közötti különbséget jelölik.

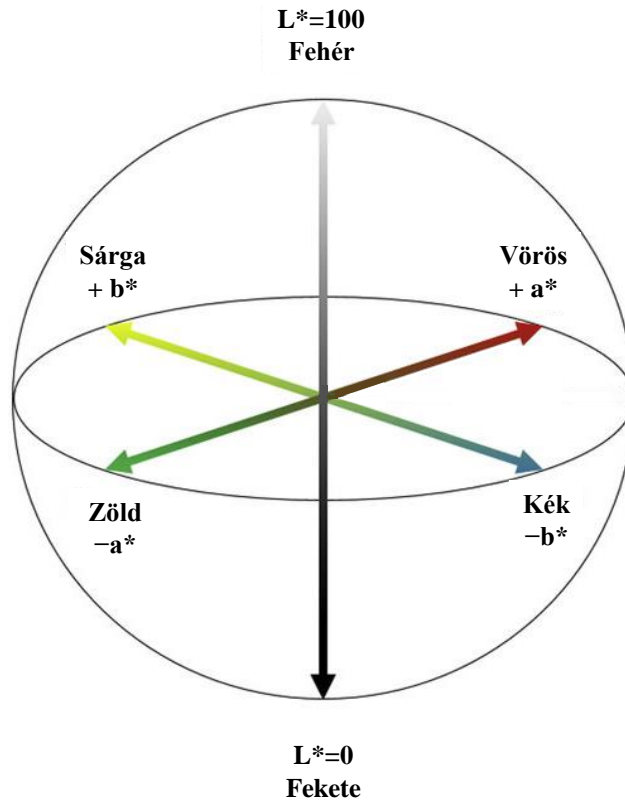
A színinger különbség értékek bizonyos tartományai megfeleltethetők az emberi szem által érzékelt különbségek mértékének (3. táblázat)

A mérések előtt kalibráltam a készüléket a hozzá tartozó kalibráló csempével, illetve a fehérjeporok csomagolására alkalmazott áttetsző PA-PE (poliamid-polietilén) (90 μm : 20 μm PA + 70 μm PE; AMCO Kft, Budapest, Magyarország) fóliájával. A fólia használatával

megakadályoztam a készülék szennyeződését, illetve a minták színének mérését is egyszerűbben kivitelezhetővé tettem ezáltal.

A vizsgálat nem destruktív mérés, de minimum 50-100 g minta szükséges hozzá.

A méréseket minden esetben 3-szor hajtottam végre és az eredményeket, valamint a színíngér különbségeket az egyes minták esetében ezek átlagából adtam meg.



11. ábra: A CIE Lab színrendszer sematikus ábrázolása (Ly és mtsai., 2020; Hidas, 2022)

3. táblázat: Az emberi szem által érzékelhető színekülönbségek (Cserhalmi és mtsai., 2006)

Színkülönbség (ΔE^*) értéke	Szemünk által érzékelt különbség
0-0,5	nem észrevehető
0,5-1,5	alig észrevehető
1,5-3,0	észrevehető
3,0-6,0	jól látható
6,0-12,0	nagy

4.3.3 Szárazanyag-tartalom meghatározása

A vizsgálatot a Magyar Élelmiszerkönyvben szereplő víztartalom meghatározási módszere alapján készítettem el (*MAGYAR-ÉLELMISZERKÖNYV 3-1-79/1067 számú előírása*, 2010.).

A mérés megkezdése előtt a használni kívánt Petri-csészéket analitikai mérlegen megmértem, valamint feljegyeztem azok tömegét. Ezután mindegyik Petri-csészébe szintén analitikai mérleget használva kimértem 1,5-2 g pormintát minden esetben.

A Petri-csészéket, bennük a mintákkal, behelyeztem a már előre felmelegített 102 ± 1 °C-os szárítószekrénybe a Petri-csésze fedője nélkül és tömegállandóságig szárítottam azokat. Ez a folyamat nagyjából négy órát vett igénybe.

A négy óra elteltével a mintákat kivettem a szárítószekrényből, majd mindegyik Petri-csészére rátettem a fedelüket, annak érdekében, hogy elkerüljem a minták nedvességtartalmának növekedését és szennyeződését. Így exsikkátorba helyeztem őket, ahol megvártam, hogy szobahőmérsékletűre hűljenek. A visszahűlt minták tömegét ezt követően szintén analitikai mérlegen megmértem. A minta szárítás utáni tömegét a visszamért Petri-csésze, a bemért-, és a benne lévő szárítás utáni minta, valamint csak az előre lemért Petri-csésze tömegéből számítottam ki a 3. egyenlet alapján. A tömegvesztésüket, amelyet a szárítás során tapasztaltam tömegszázalékban kifejezve kell megadni.

A szárazanyag-tartalom a következőképp számítható:

$$\text{Száraza. - tart.} = \frac{m_v - m_p}{m_{\text{bemért minta}}} * 100 \quad (3)$$

Ahol:

Száraza. – tart.: szárazanyag-tartalom (g/ 100g minta)

m_v : szárítás után visszamért tömeg (g)

m_p : Petri-csésze tömege üresen (g)

m_b : bemért minta tömege (g)

4.3.4 Oldhatóság meghatározása

Az oldhatóság vizsgálatát a Le (2011) és munkatársai által is alkalmazott referenciamódszer alapján végeztem (Le és mtsai., 2011).

A vizsgálathoz előkészítettem 5 g portermék és 95 g szobahőmérsékletű víz felhasználásával egy 5 m/m %-os szuszpenziót. Az összemért komponenseket először Ultra Turrax

készülékkel 10000 1/min fordulatszámon 30-30 másodpercig homogenizáltam, majd mágneses kevertetőn további 30 percen keresztül 400 1/min fordulatszám mellett folytattam a folyamatot.

A mágneses kevertetés után 25-25 ml szobahőmérsékletű oldatot áthelyeztem centrifuga csövekbe és azokat 10 percig 700 RCF fordulatszámot beállítva centrifugáltam szintén szobahőmérsékleten.

A centrifugálást megelőzően a szuszpenzió, illetve azt követően a felülúszó szárazanyag-tartalmát meghatároztam a 4.2.3. fejezetben leírt módszerrel, majd az oldhatóságot a (4) egyenlet szerint számoltam:

$$Old. (\%) = \frac{sz.a.f.u.}{sz.a.f.e.} * 100 \quad (4)$$

Ahol:

Old.: oldhatóság (%)

sz.a.f.u.: a minta centrifugálás utáni felülúszó szárazanyag-tartalma (%)

sz.a.f.e.: a minta centrifugálás előtti szárazanyag-tartalma (%)

4.3.5 Ömlesztett és tömörített sűrűség

Por állagú élelmiszerek esetében az ömlesztett és a tömörített sűrűség, valamint ezek arányának (a Carr Indexnek) a meghatározása az adott termék összenyomhatóságáról ad egy kvantitív leírást (McGuire és mtsai., 2022). Az ömlesztett és tömörített sűrűség mérését Pugliese és munkatársai (2017) által alkalmazott mérési módszer alapján végeztem módosításokkal. Kísérleteim során egy 50 ml-es kalibrált mérőhengert használtam, amelyet a 25 ml-es jelzésig tömörítés nélkül megtöltöttem az adott pormintával és feljegyeztem annak tömegét. Az ömlesztett sűrűség a továbbiakban ezen adatok felhasználásával számolható az (5) egyenlet alapján. A tömörített sűrűség meghatározásához a mérőhengereket legalább 10 percig óvatosan egy asztallaphoz ütöttem. Az ütögetést addig folytattam, amíg már nem figyelhető meg további térfogatváltozás. A folyamat szemléltetése az 12. ábrán látható. Az állandósult térfogat leolvasásával, illetve a korábban megmért tömeggel meghatározható a tömörített sűrűség értéke a (6) egyenlet alapján (Pugliese et al., 2017).

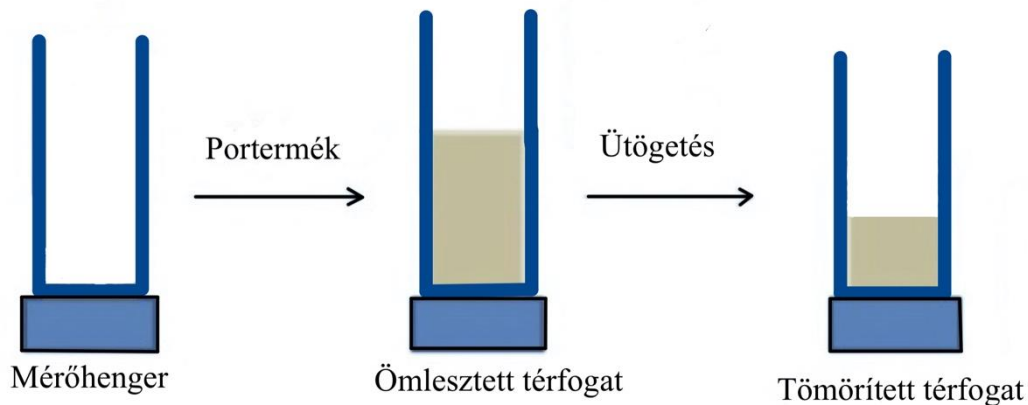
A két sűrűség értéket összevetve pedig megállapítható a tömöríthetőségi index, azaz a Carr Index, amelyet a (7) számú egyenlet szemléltet.

$$\text{Ömlesztett sűrűség} = \frac{\text{minta tömege (kg)}}{\text{minta térfogat (m}^3\text{)}} \quad (5)$$

$$\text{Tömörített sűrűség} = \frac{\text{tömörített minta tömege (kg)}}{\text{tömörített minta térfogata (m}^3\text{)}} \quad (6)$$

Carr Index (tömöríthetőségi index):

$$CI = 100 * \frac{\text{Tömörített sűrűség} - \text{Ömlesztett sűrűség}}{\text{Tömörített sűrűség}} \quad (7)$$



12.ábra: Ömlesztett és tömörített sűrűség mérésének lépései

[Internet 3.](#) alapján

A folyékonyág Európai Gyógyszerkönyv szerinti osztályozása a 4. táblázatban látható. Pugliese és munkatársai (2017) is kutatásaikat ezen referencia értékek alapján kategorizálták. A nehezen folyó porok esetében a tömörített sűrűség sokkal alacsonyabb, mint az ömlesztett sűrűség (Guerin és mtsai., 1999).

4. táblázat: Porok folyékonyságának minősítése Carr Index alapján
(Európai Gyógyszerkönyv, 7.1. kiadás., Európai Tanács, Strasbourg, 2011)

FOLYÉKONYSÁG	CARR INDEX (%)
KIVÁLÓ	0-10
JÓ	11-15
ELFOGADHATÓ	16-20
TÚRHETŐ	21-25
ROSSZ	26-31
NAGYON ROSSZ	32-37
NEM FOLYÓKÉPES	38 felett

4.3.7 Vízáktívítás meghatározása

A porminták vízáktívítás méréséhez a LabMaster vízáktívítás-mérő készüléket használtam (13.ábra). A műszerbe beépített temperáló egységnek köszönhetően állandó volt a 25 °C-os hőmérséklet, így a termékek vízáktívításának meghatározása azonos körülmények között zajlott le (Mihalkó, 2020). A készülékhez tartozó mintatartóba elhelyeztem az egyes pormintákból kb. 2 g-ot és azt elhelyeztem a berendezés erre kijelölté részébe. A gép sípoló jelzéssel jelezte a mérés befejeztét, majd a digitális kijelzőről leolvastam a vízáktívítás értéket. Minden fehérjepor minta esetén három párhuzamos mérést végeztem.



13.ábra: LabMaster-aw vízáktívítás mérő készülék ([Internet 4.](#))

4.3.6 Fehérje szuszpenziók reológiai tulajdonságainak meghatározása

A pormintákból 10 m/m%-os szuszpenziót készítettem a 4.2.4. alfejezetben említett módon.

A fehérjepor minták reológiai tulajdonságainak analizisét az Anton Paar MCR 92 típusú rotációs reométerrel végeztem, amelyet a 14. ábra szemléltet. A mérés során az Anton Paar RheoCompass szoftverrel vezéltem a berendezést. A vizsgálatokat 20 °C-on végeztem. A fehérjeszuszpenziókat egyesével betöltöttem a berendezés koncentrikus henger elrendezésű mérőcellájába.

Minden minta esetén háromszor ismételt meg a mérést. A nyírási sebességet a mérés kezdetén 10-1000 1/s között növeltem (gyorsuló szakasz), majd 1000-10 1/s között csökkentettem (lassuló szakaszban), eközben a megjelenő nyírófeszültség értékeket vettem fel. Továbbá a szoftver rögzítette a forgatónyomatékot (mNm) és a viszkozitást (mPa·s). A kiértékelés során a lassuló fázist vettem figyelembe. A nyírási sebesség-nyírófeszültség értékekre folyásgörbékét illesztettem. Ezt követően a Herschel-Bulkley modellt (8. egyenlet) illesztettem Excelben SolverTM segítségével a kapott adatokra.

Az illesztés során kiszámoltam a mért és a számolt nyírófeszültség értékek különbségét. A különbség értékek négyzetének összegét pedig minimalizáltam úgy, hogy a változó értékek a következők legyenek: folyásindex (n), folyáshatár (τ_0) és konzisztencia állandó (K).

A Herschel-Bulkley modell a következő egyenlettel írható le:

$$\tau = \tau_0 + K \left(\frac{d\gamma}{dt} \right)^n \quad (8)$$

Ahol:

τ a nyírófeszültség (Pa),

τ_0 : folyáshatár (Pa),

K: konzisztencia koefficiens (Pasⁿ),

$d\gamma/dt$: nyírási sebesség (1/s)

n: folyásindex (Newtoni folyadékok esetében n=1)



14. ábra: Anton Paar MCR 92 típusú rotációs reométer

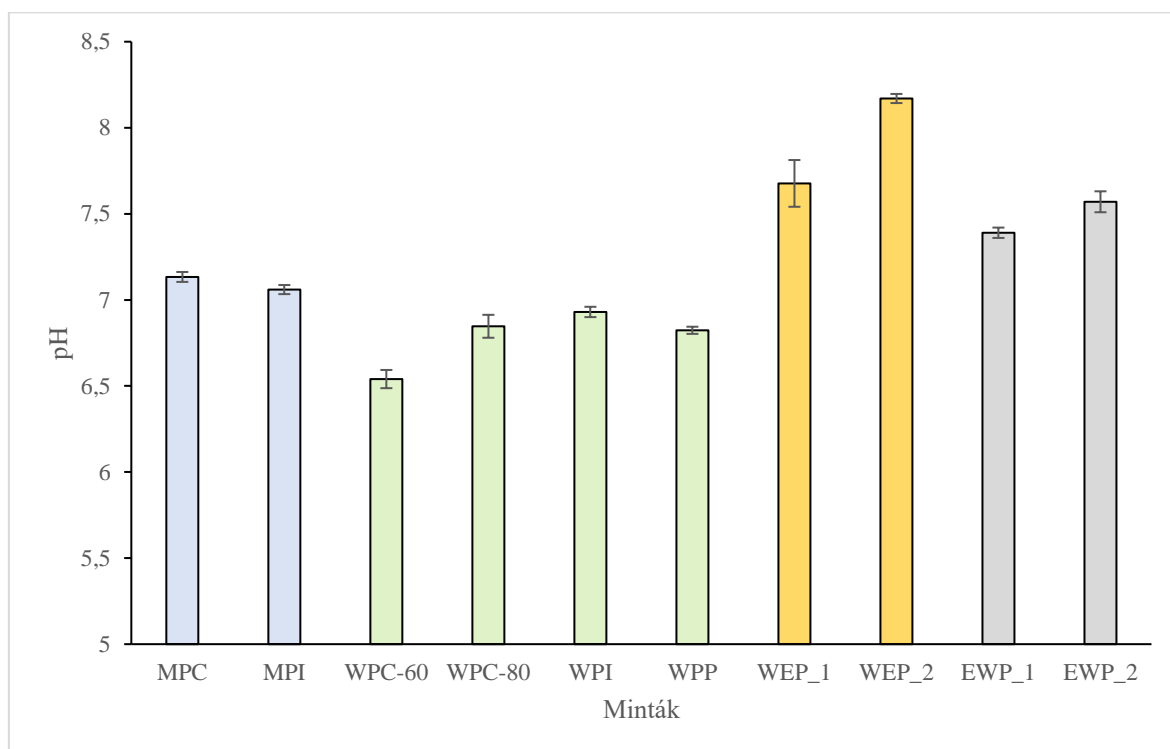
[Internet 5.](#)

Búcsús Nelli Szakdolgozat

5. Kísérleti eredmények és értékelésük

5.1 Fehérjeszuszpenziók pH-jának összehasonlítása

A fehérjepor mintákból készített 5 m/m%-os szuszpenziók pH-ját a 15. ábra szemlélteti.



15. ábra: Állati eredetű fehérjepor mintákból készített 5 m/m%-os fehérjeszuszpenziók pH-ja (MPC - tejszáranyag koncentrátum, MPI - tejszáranyag izolátum, WPC-60 – savófehérje koncentrátum 60% fehérjetartalommal, WPC-80 – savófehérje koncentrátum 80% fehérjetartalommal, WPI -savófehérje izolátum, WEP_1 és WEP-2 – teljes tojásból készült tojásporok, EWP_1 és EWP_2 – tojásfehérje porok)

Elmondható, hogy a minták pH-ja közel semleges. A legkisebb pH-jú szuszpenzió a WPC-60 jelölésű, savófehérje koncentrátum, míg a legnagyobb értékűnek a WEP_2 tojáspor bizonyult.

A tej alapú minták közül a nagyobb fehérjetartalommal (90%) rendelkező tejszáranyag izolátum pH-ja bizonyult nagyobbaknak, mint az MPC minta esetében. Crowley és munkatársai (2014) egy kutatásuk során vizsgálták tejszáranyag koncentrátum pH értékeit (Crowley és mtsai., 2014). Az értékek 6,3-7,3 között mozogtak. Wu és munkatársai (2019) tejszáranyag izolátumok pH értékeinek vizsgálatával foglalkoztak (Wu és mtsai., 2019a). Az adatok 5,4-7,4 között alakultak. Elmondható, hogy a tejszáranyag izolátum esetében a kutatók egy nagyobb pH tartományt állapítottak meg, azonban még így is megállapítható, hogy a tejszáranyag

koncentrátumok esetében általánosságban magasabb pH értékek tapasztalhatóak, amelyet az én mérési eredményem is alátámaszt.

Savóporok vizsgálatával Ryan és munkatársai (2013) foglalkoztak. Megállapították, hogy ezen termékek esetében a pH értékek 6,0-7,5 közöttiek (Ryan és mtsai., 2013). Az általam vizsgált tejsavó alapú termékek is ezen tartományban mozogtak, ugyanis a WPC-60 esetében 6,54, a WPC-80 termékénél 6,85 a WPI mintánál 6,93, míg a WPP-nél 6,82-nak bizonyultak az átlagos pH értékek.

Zang és munkatársai (2023) egy eltarthatósági vizsgálat során vizsgálták a teljes tojásból készült portermékek pH értékeit is, valamint a tárolás során annak változását (Zang és mtsai., 2023). A termékek pH értékei 7,45-8,31 közöttiek voltak. Az én mérésem során a WEP_1 termékénél pH 7,68 értéket, míg a WEP_2 mintánál 8,17 átlagos pH-t mértem, amely megfelel a kutató és munkatársai által mért eredményeknek.

Zang és munkatársai (2023) a kutatásukban azt is kijelentették, hogy a tárolási idő előrehaladtával a portermékekből előállított szuszpenziók pH értékei csökkentek, amely a zsírsavak, különösen a telített zsírsavak bomlása miatt következik be. Továbbá, nagyobb pH csökkenés tapasztalható magasabb tárolási hőmérsékleten.

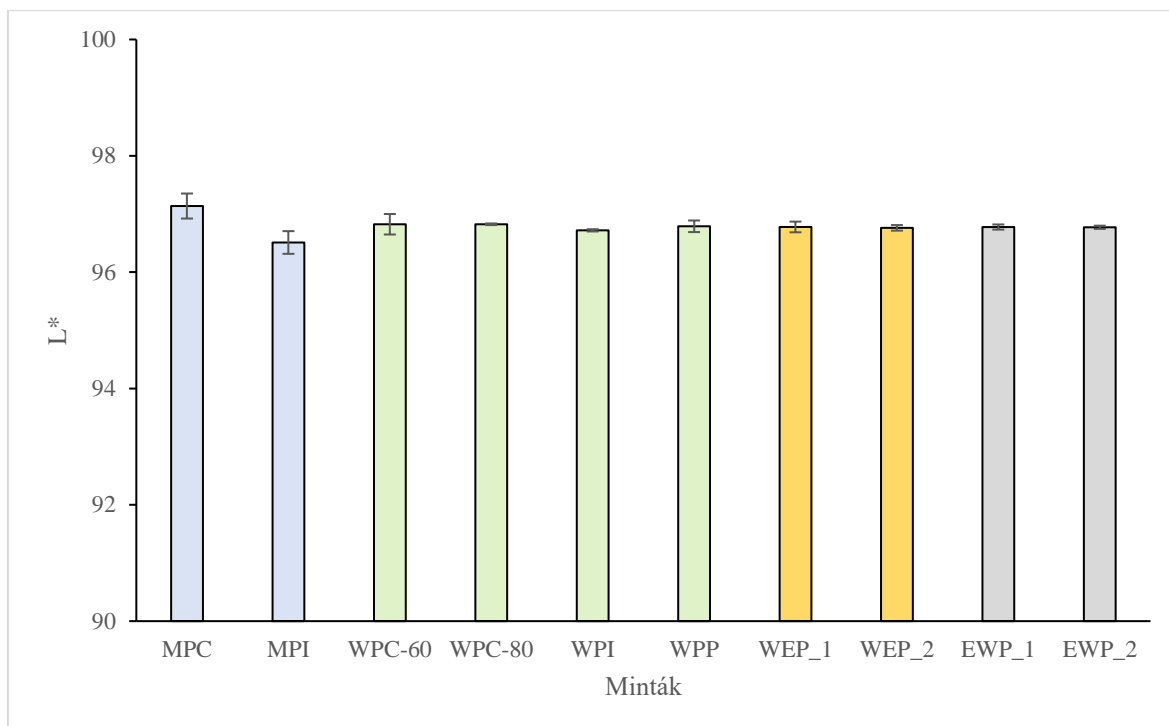
Teljes tojásból készült portermék és tojásfehérje por pH értékeit Wong és Kitts (2003) hasonlították össze (Wong & Kitts, 2003). Megállapították, hogy a teljes tojáspor esetében magasabb pH értékek tapasztalhatóak. Ezt a megállapítást az én méréseim is igazolják, ugyanis a WEP_1 és WEP_2 mintánál 7,68, valamint utóbbinál 8,17-os pH értéket tapasztaltam, míg az EWP_1 és az EWP_2 termékénél 7,39 és 7,57-os pH-t mértem.

A vizsgált minták a közel semleges pH-nak köszönhetően ideális táptalajt szolgáltatnak a mikrobák szaporodásához, ezért rendkívül romlékonyak. A pH csökkenthető például különböző gyümölcsös ízesítésekkel a természetes savtartalom miatt.

5.2 Fehérjeporok színének összehasonlítása

5.2.1 L* színtényező értékelése

Minden fehérjepor esetében megvizsgáltam a CIELAB színingertérben mért L*, a* és b* értéket. Az L* érték, azaz a világossági színtényező 0-tól 100-ig tartó skáláján a 0 érték jelenti a fekete színt, a 100 a fehéret. Így elmondható, hogy minél közelebbi egy minta L* értéke a 100-hoz, annál világosabb.



16. ábra: Fehérjepor minták világossági szintényezőjének (L^*) szemléltetése (MPC - tejfehérje koncentrátum, MPI - tejfehérje izolátum, WPC-60 – savófehérje koncentrátum 60% fehérjetartalommal, WPC-80 – savófehérje koncentrátum 80% fehérjetartalommal, WPI -savófehérje izolátum, WEP_1 és WEP-2 – teljes tojásból készült tojásporok, EWP_1 és EWP_2 – tojásfehérje porok)

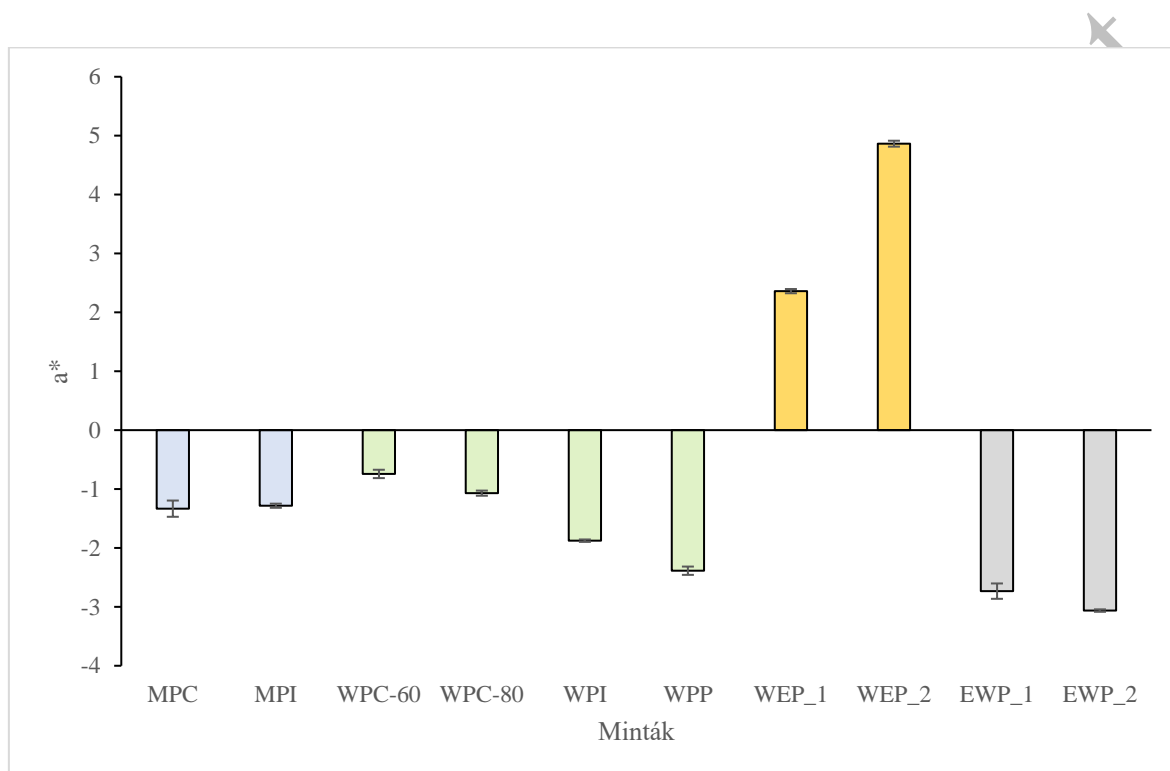
A 16. ábrán látható, hogy eltérő értékeket kaptam, azonban az egész minta állományt tekintve nem jelentősek a különbségek. A legvilágosabb minta a tejfehérje koncentrátum (MPC) 97,14-os értékkel, a legkevésbé világos pedig a tejfehérje izolátum (MPI) lett 96,51-al. Míg a két tejfehérje por esetében viszonylag nagy differenciát tapasztaltam, addig a 2-2 tojáspor és tojásfehérje por között csupán néhány ezred a színbeli eltérés. Továbbá látható, hogy a vizsgált izolátumok (tejfehérje izolátum - MPI és savófehérje izolátum -WPI) esetében is sötétebb szín figyelhető meg, mint az ugyanezen alapú koncentrátum termékekénél.

Tejfehérje koncentrátum (MPC) színvizsgálata során Power és munkatársai (2019) alacsonyabb L^* értéket (82,7) állapítottak meg. Ez 14-gyel kevesebb, mint az általam mért minta esetében. Elmondható, hogy az általam vizsgált MPC minta világosabb színárnyalattal rendelkezik (Power és mtsai., 2019).

80%-os fehérjetartalmú savófehérje koncentrátum esetében (WPC-80) az általam tapasztalt 96,82 világossági tényező értékhez képest Qui és munkatársai alacsonyabb értéket mértek (83,1) (Qui és mtsai., 2015). Az általam vizsgált minta tehát világosabb színárnyalattal rendelkezik.

5.2.2 a* szintényező értékelése

A színmeghatározás során az a* érték a vörös-zöld színezetről ad információt. Pozitív a* érték esetében a minta vörös árnyalatú, negatív a* esetében pedig zöld színezetű a minta. A 17. ábrán látható hogyan változott a vörös-zöld szintényező értéke az egyes fehérjeporok esetében.



17. ábra: Fehérjepor minták vörös-zöld szintényezőjének (a*) szemléltetése (MPC - tejfehérje koncentrátum, MPI - tejfehérje izolátum, WPC-60 – savófehérje koncentrátum 60% fehérjetartalommal, WPC-80 – savófehérje koncentrátum 80% fehérjetartalommal, WPI -savófehérje izolátum, WEP_1 és WEP-2 – teljes tojásból készült tojásporok, EWP_1 és EWP_2 – tojásfehérje porok)

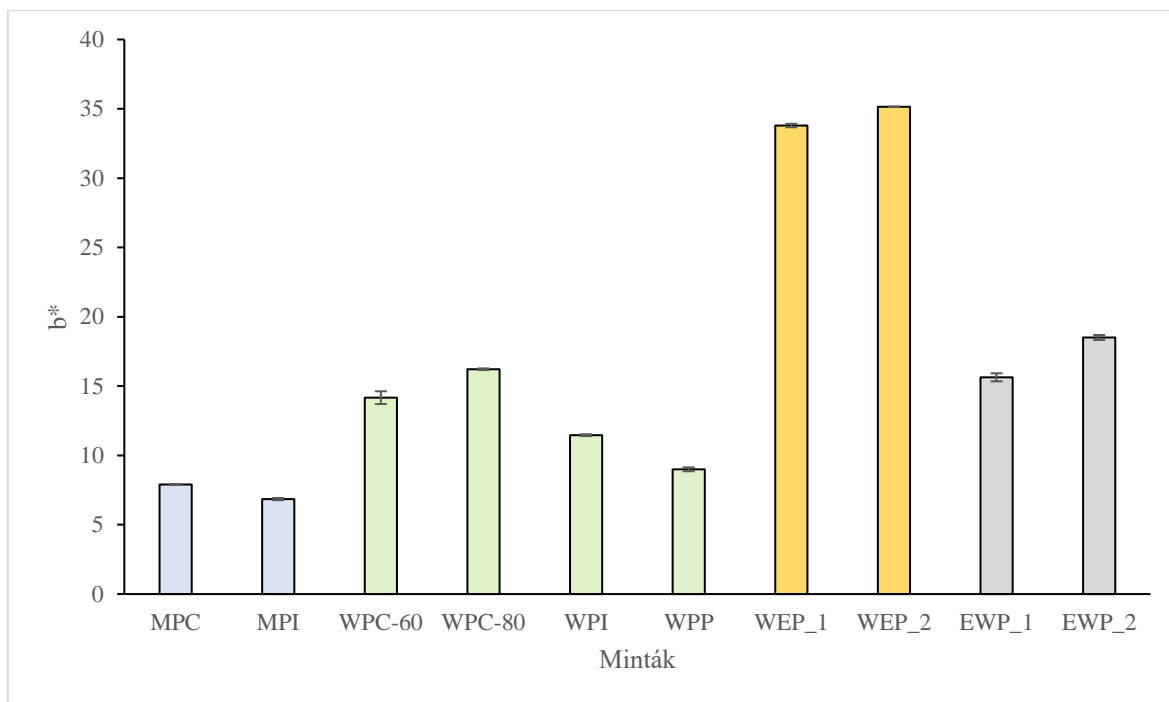
A világossági szintényezőhöz képest itt már nagyobb eltérések tapasztalhatóak. A tej, tejsavó és tojásfehérje porok zöld színezettel rendelkeznek, a teljes tojáspor pedig vörössel. Azonban még ezeknél a mintáknál is megállapítható, hogy a mért értékek alacsonyak, tehát a vörös és zöld szín nem dominál a szín kialakulásában, csupán vöröses és zöldes árnyalattal rendelkeznek a minták. A legkisebb érték az EWP_2 tojásfehérje pornál -3,06, tehát ennél a mintánál jelenik meg legintenzívebben a zöld színezet. A savófehérjék között a WPP minta bizonyult a leginkább zöld árnyalatúnak. A tejfehérjék esetén minimálisan, de mégis

zöldebbnek minősült az MPI tejfehérje izolátum, mint az MPC tejfehérje koncentrátum. A legnagyobb a^* a WEP_2 tojáspor esetében látható 4,86-os érték. Így elmondható, hogy a tojásfehérje por rendelkezik a leginkább zöld árnyalattal, a leginkább vörös árnyalattal pedig a tojáspor rendelkezik. A megegyező eredetű termékeknel hasonló adatokat kaptam, kivéve a tojáspor mintáknál. Ennél a mintapárosnál több, mint 1,5 egység eltérés figyelhető meg. Az a^* színtényező esetében tejfehérje koncentrátum (MPC) vizsgálata során Power és munkatársai (2019) szintén negatív értéket kaptak (-4,2), ahogyan én is a méréseim során. Elmondható, hogy a minták a kutató és munkatársai általi mérés során is zöldes színezettel rendelkeztek, illetve a saját méréseim alapján is. Az általam vizsgált MPC minta kevésbé zöld árnyalatúnak minősült (Power és mtsai., 2019).

MPI mintánál az a^* színínger tényező esetében Qui és munkatársai által mért értékek (a^* : -0,8) szintén hasonlónak bizonyultak az általam mért eredményekhez képest. Az általam vizsgált mintáról azonban elmondható, hogy zöldebb színárnyalattal rendelkezett (Qui és mtsai., 2015).

5.2.3 b^* színtényező értékelése

A CIELAB rendszer által meghatározott adatok közül a b^* érték a minták sárga-kék színezetének alakulásáról tájékoztat. Pozitív b^* esetében a minta sárga, míg negatív b^* -nál a minta kék színezetű. A 18. ábrán látható, hogy miként változtak a b^* értékek a vizsgált pormintáknál.



18. ábra: Fehérjepor minták sárga-kék színtényezőjének (b^*) szemléltetése (MPC - tejszáranyag koncentrátum, MPI - tejszáranyag izolátum, WPC-60 – savófehérje koncentrátum 60% fehérjetartalommal, WPC-80 – savófehérje koncentrátum 80% fehérjetartalommal, WPI -savófehérje izolátum, WEP_1 és WEP-2 – teljes tojásból készült tojásporok, EWP_1 és EWP_2 – tojásfehérje porok)

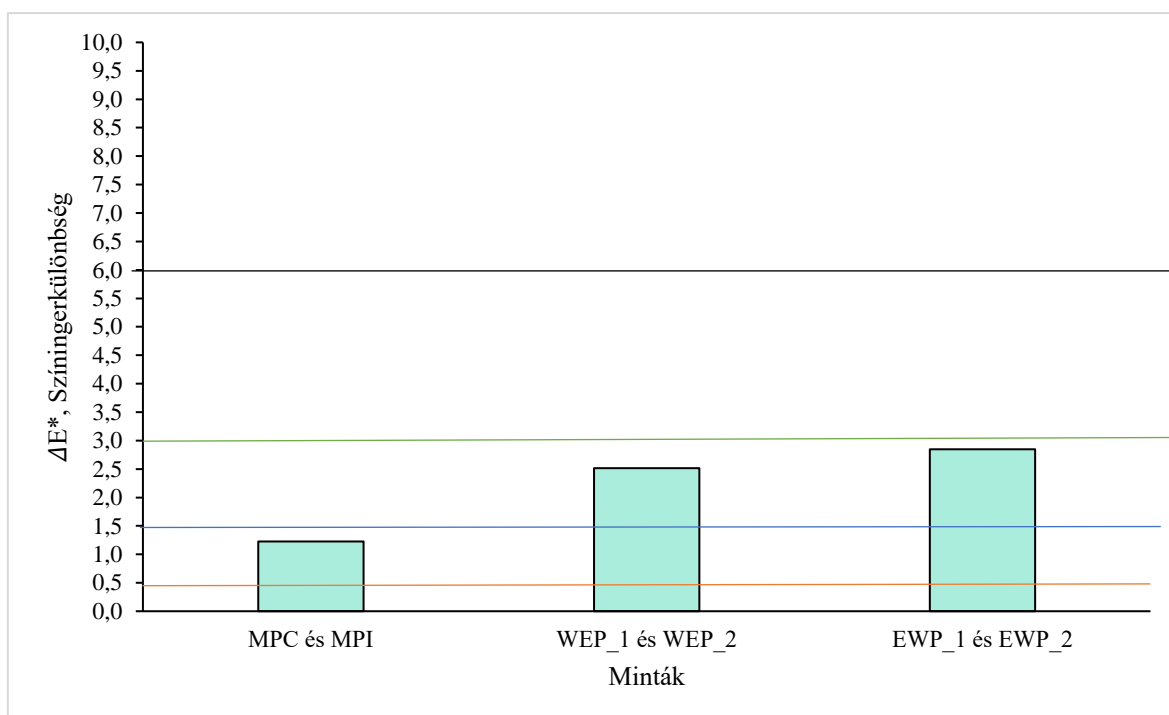
A leginkább sárga színezettel a 2 tojáspor minta, a WEP_1 és a WEP_2 rendelkezik, amely a tojássárgája erősen színező hatásának köszönhető, amit a xantofill tartalma ad (Zeidanloo és mtsai., 2014). Mindkettő esetében 30 egység feletti b^* értéket mértem. A legkevésbé sárga színezettel a tejszáranyag minták rendelkeznek, itt még 8 egység értéket sem haladták meg.

A szakirodalomban fellelhető mérési eredmények esetében a b^* színtényező esetében is hasonló az eredmény az MPC minta esetében, 6 egységgel kevesebb a Power és munkatársai (2019) által mért adat (2,06), mint az általam megállapított. Elmondható, hogy az általam vizsgált MPC minta sárgább árnyalatú volt (Power és mtsai., 2019).

MPI mintánál b^* színíngertényező esetében Qui és munkatársai által mért értékek bizonyultak magasabbnak (b^* : 20,9). Az általam vizsgált minta tehát sárgább színárnyalattal rendelkezik (Qui és mtsai., 2015).

5.2.4 A fehérjepor minták színének összehasonlítása

Végül a mintákat páronként is összehasonlítottam színingerkülönbségük alapján. A 19. és 20. ábrákon láthatók az azonos alapanyagból készült minták közötti színingerkülönbségek.

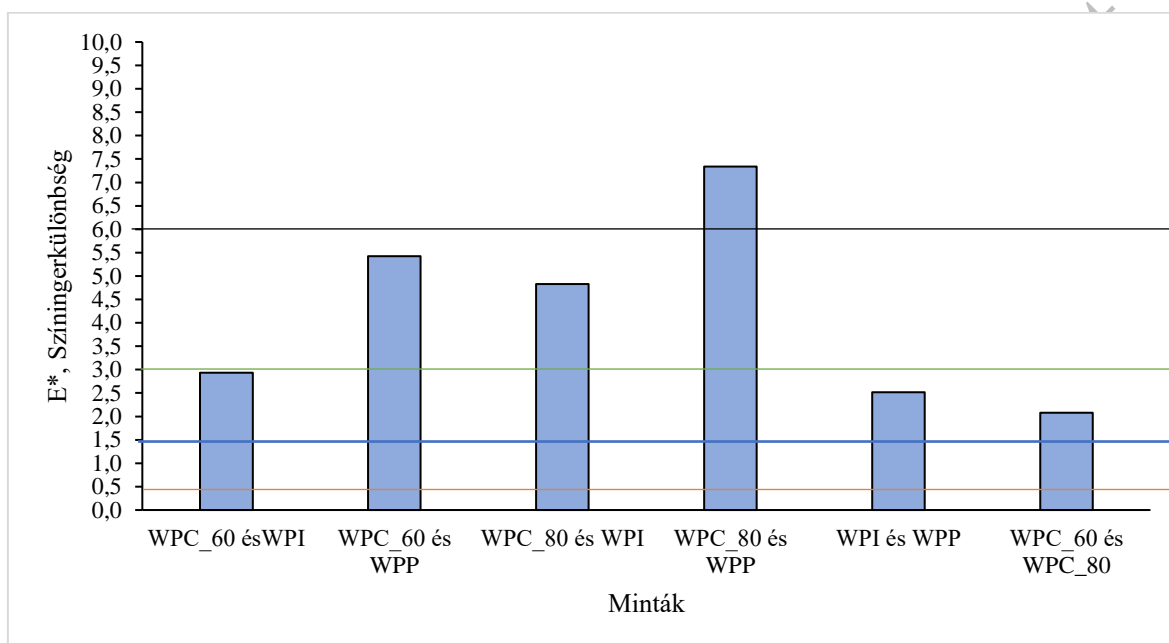


19. ábra: Tejfehérje és tojás alapú minták páronkénti színingerkülönbségi (ΔE^*)
(MPC - tejfehérje koncentrátum, MPI - tejfehérje izolátum,, WEP_1 és WEP-2 – teljes tojásból készült tojásporok, EWP_1 és EWP_2 – tojásfehérje porok)

A 19. és a 20. ábrán a vonalak a szemünk által érzékelt különbségek határait jelzik. 0–0,5 közötti érték esetében a színekülönbséget nem tudjuk érzékelni, ennek a határát a narancs színű vonal jelzi. 0,5-1,5 közötti tartományban már egy alig észrevehető eltérés látható, határa kékekkel szemléltetve. Az egyértelműen észrevehető differencia a 1,5-3,0-ig terjedő tartományban tapasztalható, felső határát a zöld vonal jelzi. A jól látható tartomány a 3,0-6,0-ig terjed, 6,0 érték felett pedig már nagy különbség látható két minta között. Ennek tartománya a fekete vonal felett látható.

A leginkább színben egyforma mintáknak a tejfehérje koncentrátum és a tejfehérje izolátum bizonyult. Itt a színekülönbséget szemmel alig tudjuk észre venni, azonban az elmondható, hogy a három színtényező esetében a világosságuk között volt a legjelentősebb

különbség. A további két mintapár esetében már látható különbség állapítható meg. A WEP_1 és a WEP_2 mintapároknál a legjelentősebb eltérés az a* adatoknál látható, így itt a színekülönbség oka a zöld színárnyalatbeli differencia. Végül az EWP_1 és az EWP_2 mintáknál a színekülönbség a sárga színárnyalat eltérése miatt nyilvánult meg, de még ez sem tartozik a jól látható kategóriába.



20.ábra: Savófehérje minták páronkénti színingerkülönbségének (ΔE^*) szemléltetése (MPC - tejsavófehérje koncentrátum, MPI - tejsavófehérje izolátum, WPC-60 – savófehérje koncentrátum 60% fehérjetartalommal, WPC-80 – savófehérje koncentrátum 80% fehérjetartalommal, WPI -savófehérje izolátum, WEP_1 és WEP-2 – teljes tojásból készült tojásporok, EWP_1 és EWP_2 – tojásfehérje porok)

A négy savófehérje por összehasonlítása esetében már sokkal nagyobb különbségeket tapasztaltam. A „nem észrevehető” és az „alig észrevehető” kategóriába egyik mintapár sem esett bele. A 60%-os savófehérje koncentrátum és savófehérje izolátum (WPC-60 és WPI), a 60%-os és 80%-os savófehérje koncentrátum (WPC-60 és WPC-80), illetve a savófehérje izolátum és a savófehérje por (WPI és WPP) esetében a színekülönbség az észrevehető kategóriába sorolható. A WPC-60 és WPC-80, valamint a WPI és a WPP mintapárok esetében a különbséget a zöld és a sárga színezet eltérése okozta.

A 60%-os savófehérje koncentrátum és savófehérje por (WPC-60 és WPP), a 80%-os savófehérje koncentrátum és savófehérje izolátum (WPC-80 és WPI) valamint a 80%-os savófehérje koncentrátum és savófehérje por esetében a színekülönbség már „jól látható” volt.

A WPI és a WPP minták bizonyultak a leginkább hasonlóknak az összehasonlítás alapján.

Megállapítható, hogy egyes megegyező eredetű termékek színe között is szemmel látható különbségek fedezhetőek fel.

5.3 Oldhatóság meghatározásának eredményei

Az oldhatóságot a pormintákból elkészített 5 m/m%-os szuszpenziós oldatokból határoztam meg, eredményeit a 21. ábra szemlélteti.

Az MPC minta kb. 31%-os eredménnyel rendelkezett, ami azt jelenti, hogy a centrifugálást követően a felülúszó szárazanyag-tartalma 31%-a a minta centrifugálás előtti szárazanyag-tartalmának. Ez azt jelenti, hogy a centrifugálás hatására nagymértékben kiülepedett a minta szárazanyag-tartalma, feltehetően a fehérjetartalma is. Méréseim alapján ez a minta rendelkezett a legkisebb oldhatósági értékkel, így a legrosszabb oldhatósággal. Hasonló eredményt kaptak Sikand és munkatársai (2011) is MPC minták esetében, akik 23 és 42 % közötti oldhatóság értékeket kaptak különböző koncentrációjú tejfehérje koncentrátum mintáknál.

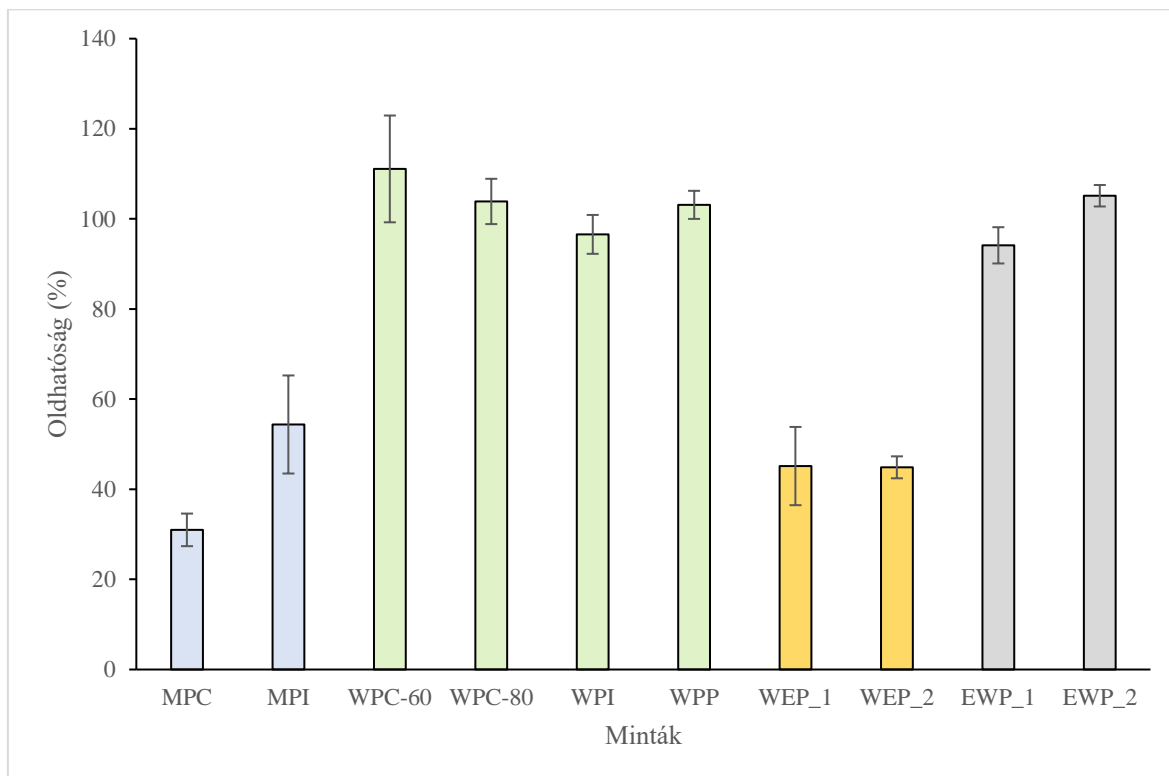
A WPI tejfehérje izolátumnál már jobb oldhatóságot tapasztaltam, ez 54,38 % lett. A fentebb említett tanulmány keretein belül Sikand és munkatársai (2011) tejfehérje izolátumok oldhatóságát is vizsgálták. Ebben az esetben ők 33-98 %-os eredményeket kaptak (Sikand és mtsai., 2011).

A méréseim alapján a savófehérje koncentrátumok és a WPP savófehérje mintáknak az oldhatósága is magasabb, mint 100 %. A 100% feletti érték azt jelenti, hogy a centrifugálás után a felülúszó szárazanyag-tartalma nagyobb lett, mint a szuszpenzió szárazanyag-tartalma a centrifugálás előtt. Azonban elmondható, hogy ezek a minták kiváló oldódással rendelkeztek. A kapott eredmények nagy valószínűséggel mérési hibának köszönhetők, amely adódhatott például a pontatlan tömeg visszamérésből vagy a szárítás nem megfelelő kivitelezéséből.

Pelegrine és Gasparetto (2004) savófehérje izolátumokon végzett oldhatósági vizsgálata alapján 40 °C hőmérséklet és 6,8 pH érték mellett 87,67 %-os oldhatóságot mértek. Ehhez az általam vizsgált minták közül a WPI savófehérje izolátum áll, amely esetében 96,56 %-os oldhatóságot tapasztaltam (Pelegrine & Gasparetto C.A., 2004).

A tojás alapú termékeknél egyértelműen látszik, hogy a tojásfehérje por jóval nagyobb mértékben oldódott vízben, mint a teljes tojásból készült. A két teljes tojásból készült

porminta esetében közel azonos oldhatóságot tapasztaltam, amely átlagosan 45,01 % volt. A tojásfehérje porok esetében a két különböző gyártótól származó minták oldhatósága átlagosan 99,63 %-os lett. Ez az érték rendkívül közeli a Moraes és Guimares (2012) által mért 98 %-os oldhatósághoz. Ők ezt az értéket 40 °C hőmérséklet és 7,5 pH érték mellett tapasztalták (Moraes Santos Gomez & Guimaraes Pelegrine, 2012).



21. ábra: Vizsgált minták oldhatóságának ábrázolása százalékos arányban (MPC - tejszárny koncentrátum, MPI - tejszárny izolátum, WPC-60 – savófehérje koncentrátum 60%fehérjetartalommal, WPC-80 – savófehérje koncentrátum 80% fehérjetartalommal, WPI -savófehérje izolátum, WEP_1 és WEP-2 – teljes tojásból készült tojásporok, EWP_1 és EWP_2 – tojásfehérje porok)

Összességében elmondható, hogy a legjobb oldhatósággal a tejsavó alapú készítmények rendelkeznek a vizsgálatom alapján, ugyanis ezeknek a szuszpenzióknak csökkent a legkisebb mértékben a szárazanyag-tartalma a centrifugálás során, ami azt jelzi, hogy a stabilitásuk is kiemelkedő. A legkevésbé oldékonyak a tejszárny és a teljes tojásból készült portermékek bizonyultak.

Banavara és munkatársai (2003) kutatásukban megállapították, hogy a fehérje tartalom és az oldhatóság között pozitív korreláció van savófehérjék esetében. Azonban mégis néhány magasabb fehérje tartalmú termék rosszabb oldhatósággal rendelkezik, mint az alacsonyabb fehérje tartalmú változata. Ennek magyarázata az, hogy az adott termék előállításának

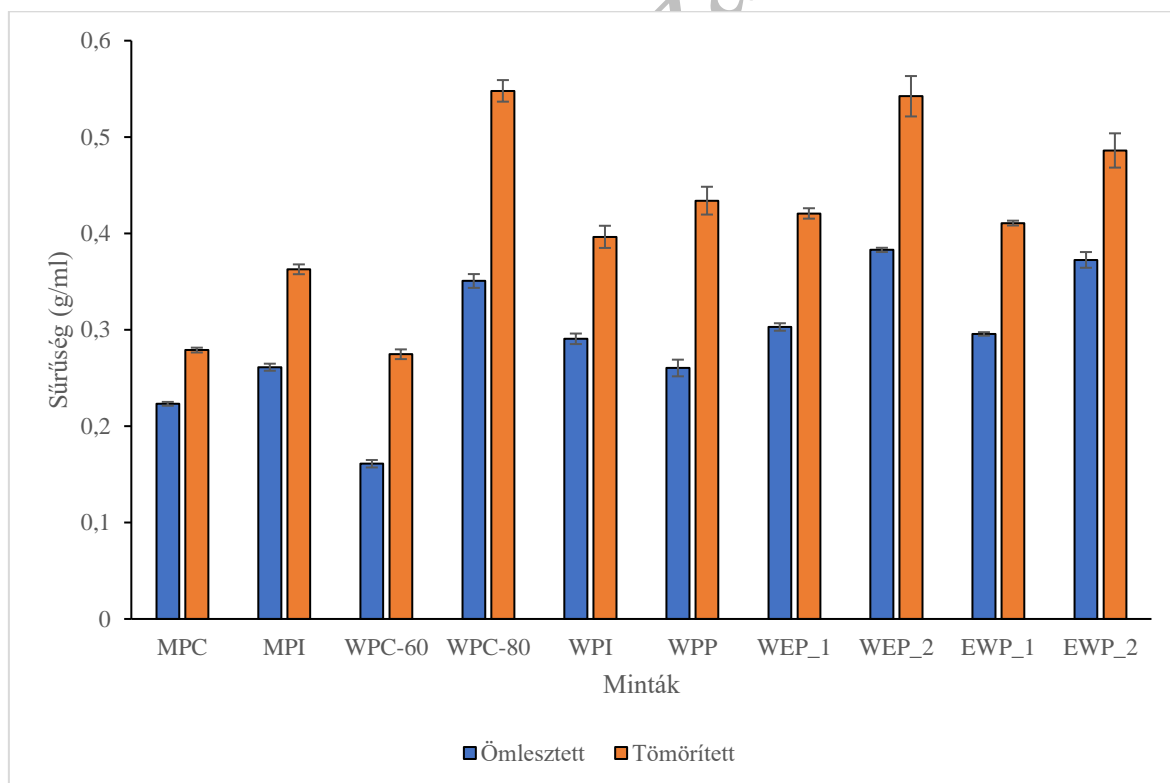
paramétere is befolyással vannak az oldhatóságra. Az előállítás során történő többszöri pasztörözés hatására megnő az ozmotikus erő amely negatívan befolyásolja az oldhatóságot (Banavara és mtsai., 2003).

Ezzel magyarázható az, hogy a 60%-os fehérje tartalmú savópor koncentrátum (WPC_60) jobb oldhatósági tulajdonságúnak bizonyult, mint a 80%-os fehérje tartalmú (WPC_80) és a savófehérje izolátum (WPI). A teljes tojásból készült termékek (WEP_1 és WEP_2) silány oldhatósága pedig valószínűleg az alacsonyabb fehérje tartalommal van összefüggésben, illetve egyéb összetevők is ronthatják az oldhatóságot.

Továbbá, McKenna (2000) megállapította, hogy a tejfehérje koncentrátumokban a kazein micellák összekapcsolódnak és ezzel egy oldhatatlan anyagot képeznek. Ez ráadásul összefüggésben áll a tárolási idő és a hőmérséklet növekedésével (McKenna, 2000). Az MPC mintám rossz oldhatósági tulajdonsága ezzel magyarázható.

5.4 Ömlesztett és tömörített sűrűség meghatározásának eredményei

A minták ömlesztett és tömörített sűrűségének alakulását a 22. ábra mutatja be.



22. ábra: Fehérjepor minták ömlesztett és tömörített sűrűsége

(MPC - tejfehérje koncentrátum, MPI - tejfehérje izolátum, WPC-60 – savófehérje koncentrátum 60% fehérjetartalommal, WPC-80 – savófehérje koncentrátum 80% fehérjetartalommal, WPI -savófehérje izolátum, WEP_1 és WEP-2 – teljes tojásból készült tojásporok, EWP_1 és EWP_2 – tojásfehérje porok)

Az ömlesztett és a tömörített sűrűségeket illetően is egészen különböző értékeket tapasztaltam a vizsgált fehérjepor minták között. A tej bázisú minták közül az izolátumnak nagyobb az ömlesztett és a tömörített sűrűsége is, mint a koncentrátumé. Valamint a tejfehérje izolátum esetében nagyobb mértékű tömörödést tapasztaltam az ütogetés hatására. Ennek oka, hogy a szemcsemérete az izolátumnak kisebb, mint a koncentrátumnak, így a szemcsék között nem tud akkora hézag keletkezni, ezáltal nagyobb lesz a sűrűség. Hasonló tendenciát figyelt meg Crowley és munkatársai (2014) kutatásukban, amelyben megállapították, hogy a tejfehérje porok esetében azoknál a mintáknál amelyeknél a fehérjetartalom 80% alatt van nagyobb részecskesűrűség tapasztalható (Crowley és mtsai., 2014).

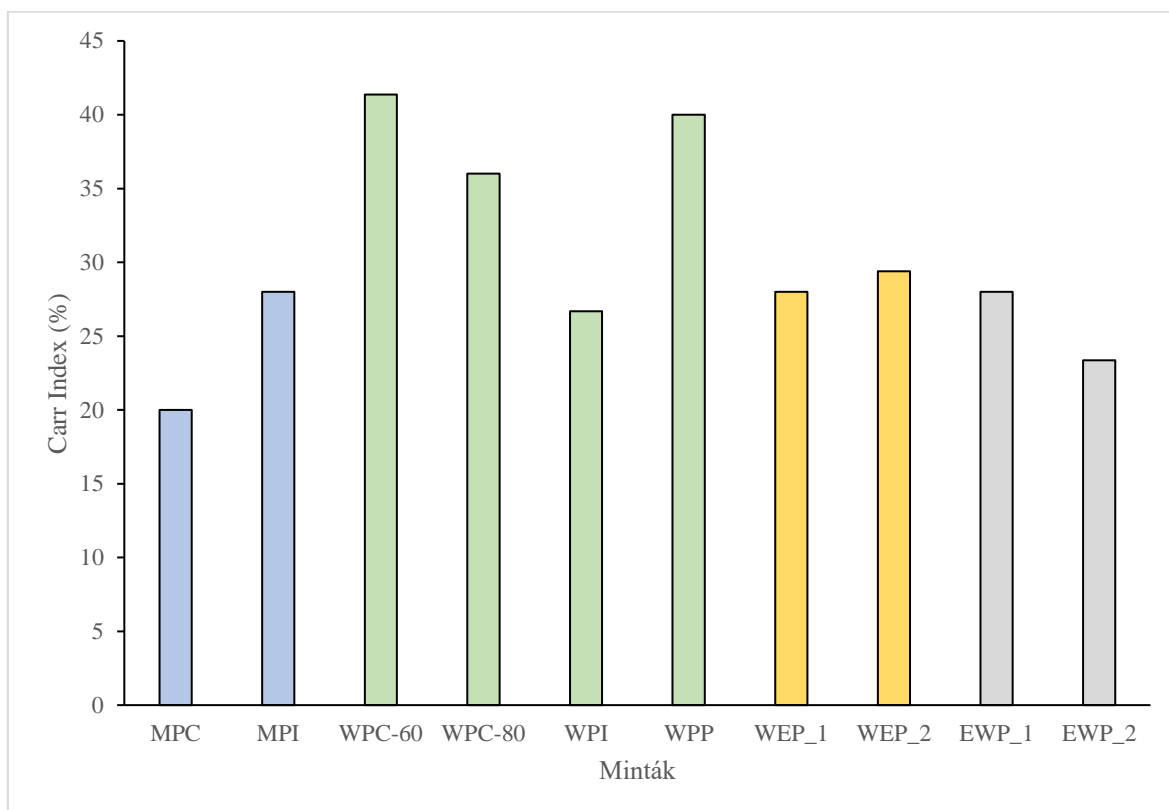
A 60% fehérje tartalmú savófehérje koncentrátum jelentősen alacsonyabb sűrűségűnek bizonyult, mint a 80% fehérje tartalmú savófehérje koncentrátum. A tömörödöttség tekintetében is a 80%-os minta nagyobb mértékű tömörödési képességet produkált. Chegini és Taheri (2013) megállapították, hogy a portermékek sűrűsége és szárazanyag tartalma között összefüggés van. Magasabb szárazanyag-tartalom alacsonyabb sűrűség értéket eredményez. Ezt az én mérés is beigazolta (Chegini & Taheri, 2013).

A WPI jelölésű savófehérje izolátum és a WPP jelölésű savófehérje por között jelentős eltérés nem volt tapasztalható. Előbbi ömlesztett sűrűsége 0,2907 g/ml, utóbbié pedig 0,2604 g/ml volt. Tömörített sűrűségük között is csupán 0,038 g/ml eltérést tapasztaltam.

A teljes tojásból készült fehérjeporok esetében az ömlesztett sűrűség a WEP_1 minta esetében 0,30 g/ml, a WEP_2 minta esetében pedig 0,38 g/ml volt. Orishagbemi és munkatársai (2017) egy teljes tojásból készült tojásporok funkcionális tulajdonságait vizsgáló kutatásunkban 0,45-0,62 g/ml ömlesztett sűrűséget mértek. A két mérés közti különbség feltehetően a gyártástechnológia különbözőségéből fakadhat (Orishagbemi és mtsai., 2017).

Pérez-Reyes és munkatársai (2021) tojásfehérje porok tulajdonságait vizsgálták egy tanulmányuk során. A vizsgált tojásfehérje por mintáik esetében az ömlesztett sűrűség 0,333-0,396 g/ml között volt, míg a tömörített sűrűség 0,505-0,595 g/ml. Az általam végzett mérés alapján az EWP_1 minta esetében 0,296 g/ml ömlesztett -, valamint 0,411 g/ml tömörített sűrűséget mértem. Az EWP_2 termékénél ezek az értékek 0,373 g/ml és 0,486 g/ml voltak. Összességében a két mérés eredményei hasonlóan bizonyultak (Pérez-Reyes és mtsai., 2021).

Az összes minta esetében összevettem az ömlesztett és a tömörített sűrűséget, azaz meghatároztam az összenyomhatósági, avagy a Carr Indexet, amelyet a 23. ábra szemléltet.



23. ábra: Fehérjepor minták számolt Carr Indexeinek ábrázolása (MPC - tejszárú koncentrátum, MPI - tejszárú izolátum, WPC-60 – savófehérje koncentrátum 60% fehérjetartalommal, WPC-80 – savófehérje koncentrátum 80% fehérjetartalommal, WPI -savófehérje izolátum, WEP_1 és WEP-2 – teljes tojásból készült tojásporok, EWP_1 és EWP_2 – tojásfehérje porok)

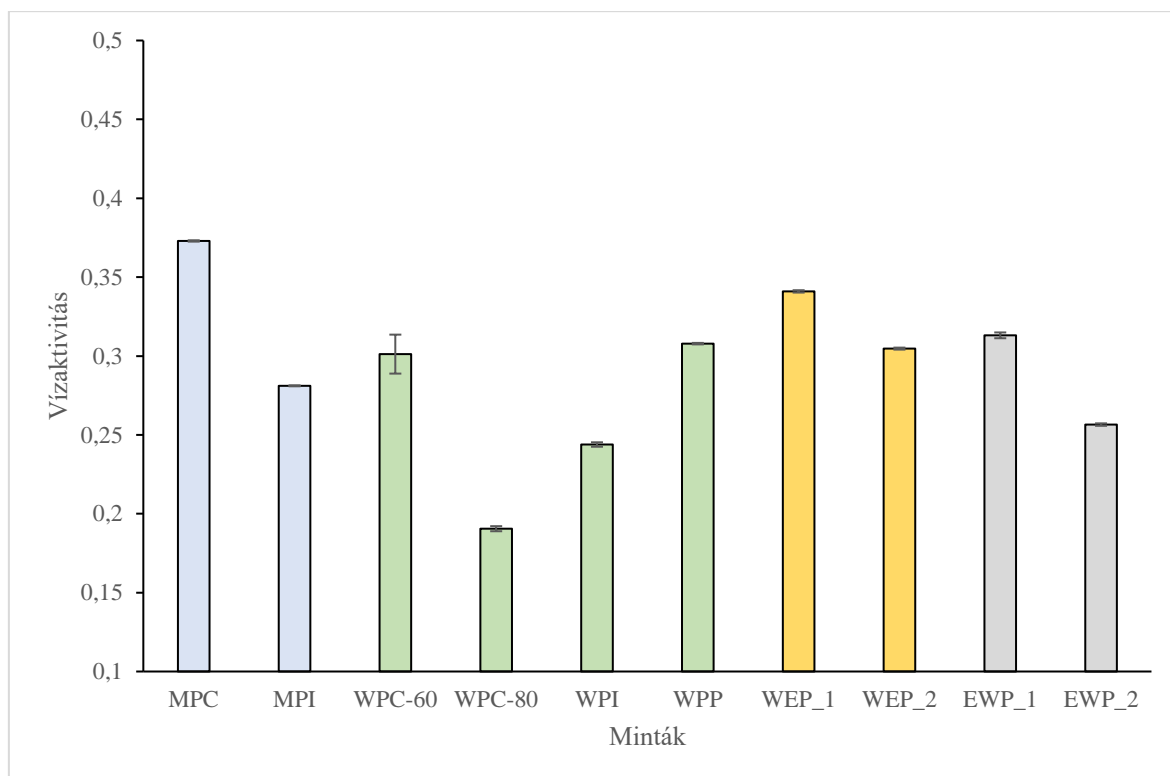
Megállapítható, hogy a legmagasabb Carr Index értékek a savófehérje minták esetében voltak tapasztalhatóak, azaz ezek rendelkeztek a legalacsonyabb folyásképességgel. Az 4. táblázat osztályozása szerint „tűrhető” folyásképességű az EWP_2 tojásfehérje por, „rossz” folyásképességű a tejszárú izolátum, a savófehérje izolátum, valamint mindkét teljes tojásból készült tojáspor. A „nagyon rossz” kategóriába csupán a 80% fehérje tartalmú savófehérje koncentrátum sorolható. A többi vizsgált termék (WPC-60, WPP) pedig a „nem folyóképes” kategóriába sorolható, ugyanis Carr Indexük meghaladja a 38 %-ot.

Továbbá, a 28%-nál nagyobb összenyomhatósági indexű portermékeket Ilari és Mekkaoui (2005) kohezívnek, azaz alacsonyabb folyásképességűnek minősítették (Ilari & Mekkaoui, 2005). Ezen minősítésnek a 60 és 80 % fehérjetartalmú savófehérje koncentrátum, a savófehérjepor, és a WEP_2 teljes tojásból készült fehérjepor felelt meg. A tejszárú

izolátum és az EWP_1 jelölésű mintánál a Carr Index pontosan 28%, tehát a határértéken állnak.

5.5 Vízáktivitás meghatározásának eredményei

A vizsgált fehérjepor minták vízáktivitás értékeit a 24. ábra mutatja be.



24. ábra: Fehérjepor minták vízáktivitásának összehasonlítása

(MPC - tejfehérje koncentrátum, MPI - tejfehérje izolátum, WPC-60 – savófehérje koncentrátum 60% fehérjetartalommal, WPC-80 – savófehérje koncentrátum 80% fehérjetartalommal, WPI -savófehérje izolátum, WEP_1 és WEP-2 – teljes tojásból készült tojásporok, EWP_1 és EWP_2 – tojásfehérje porok)

A portermékek esetében különösen fontos a megfelelő vízáktivitás érték, ugyanis a legtöbb esetben hosszú ideig tárolják őket a gyártás után, amely alatt elengedhetetlen az eredeti minőségének megőrzése. A tejfehérje koncentrátum vízáktivitás értéke 0,37; a tejfehérje izolátum esetében pedig 0,28 átlagértéket mértem. Pugliese és munkatársai (2017) tej alapú portermékek vízáktivitására 0,249-0,380-ig terjedő értékeket mértek egy tanulmány keretein belül. Mind a koncentrátum, mind az izolátum minta esetében hasonló értékeket kaptam, mint a kutató és munkatársai által mért eredmények (Pugliese és mtsai., 2017).

A vízakktivitás meghatározása során a két különböző gyártótól származó savófehérje koncentrátum esetében több, mint egy tized nagyságrendű eltérést tapasztaltam. Lee és munkatársai (1995) számos savófehérje koncentrátum vízakktivását vizsgálták és az eredmények tág tartományban mozogtak. Bizonyos minták esetében 0,11 vízakktivitás értéket mértek, azonban volt olyan minta is, amelynek 0,79 lett az eredménye. A saját mérésem során a WPC-60 minta esetében 0,301-es átlagértéket, míg a WPC-80 minta esetében 0,191 vízakktivitás átlagot kaptam eredményül. Mindkét eredmény hasonló a kutató és munkatársai által mért adatokhoz (Lee és mtsai., 1995).

Tejtermékek, azon belül is savófehérje izolátum vízakktivását Schuck és munkatársai (2005) is vizsgálták. Az eredmények 0,22-0,39 közöttiek voltak. Tehát az általam mért 0,24 vízakktivitás érték reálisnak tekinthető (Schuck és mtsai., 2005).

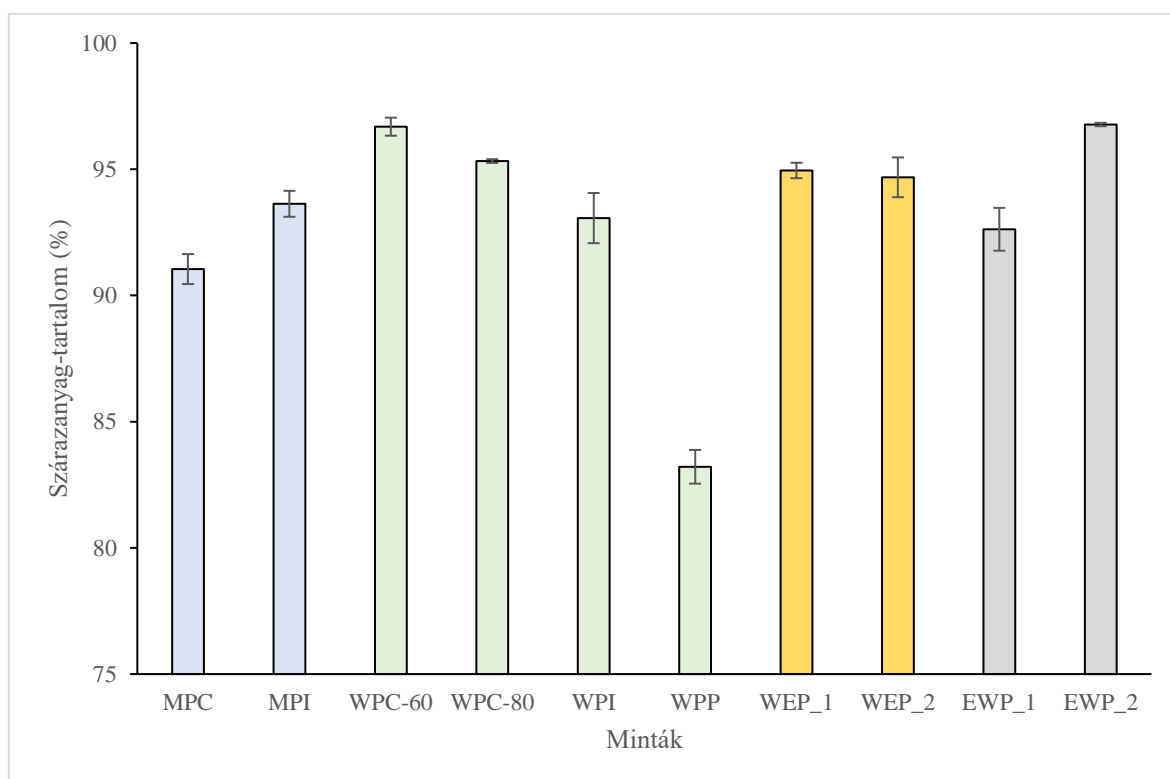
A teljes tojásból készült portermékeknel a WEP_1 termék 0,34-os, míg a WEP_2 minta 0,30-os vízakktivással rendelkezett méréseim alapján. B. Koc és munkatársai egy porlasztva szárítással készült teljes tojásból készült terméket vizsgálva 0,43-os vízakktivitás értéket tapasztaltak. A mérésüket 50%-os relatív páratartalomban végezték, így az Ő, illetve az én mérésem közötti vízakktivitás eltérést ez okozhatta, vagy a minták eltérő vízakktivitás értékei (B. Koc és mtsai., 2011).

Farakos és munkatársai (2013) a tojásfehérje porokat alacsony nedvességtartalmú élelmiszereknek minősítették, amelyeknek vízakktivása alacsonyabb, mint 0,6 (Santillana Farakos és mtsai., 2013). Ennek a kritériumnak az általam vizsgált minták teljes mértékben megfelelnek, ugyanis az EWP_1 tojásfehérje por 0,313; míg az EWP_2 jelölésű portermék 0,257 átlagos vízakktivitás értékkel rendelkezik.

A referencia adatokat figyelembe véve elmondható, hogy a kapott eredmények reálisnak tekinthetők, illetve mindegyik érték 0,6 alatti, tehát mikrobiológiailag biztonságosnak tekinthetők (Deák és mtsai., 2006).

5.6 Szárazanyag-tartalom meghatározásának eredményei

A fehérjepor minták szárazanyag-tartalmainak értékeit a 25. ábra szemlélteti.



25. ábra: Minták szárazanyag-tartalma a Magyar Élelmiszerkönyvben megtalálható referencia módszer szerint

(MPC - tejfehérje koncentrátum, MPI - tejfehérje izolátum, WPC-60 – savófehérje koncentrátum 60%fehérjetartalommal, WPC-80 – savófehérje koncentrátum 80% fehérjetartalommal, WPI -savófehérje izolátum, WEP_1 és WEP-2 – teljes tojásból készült tojásporok, EWP_1 és EWP_2 – tojásfehérje porok)

Tejfehérje porok szárazanyag-tartalmát Ayranci és Duman (2005) tanulmányozták egy kutatásuk alatt. Megállapították, hogy mindkét típusú termék esetében (tejfehérje koncentrátum és tejfehérje izolátum) a szárazanyag-tartalom 90-95% közötti. Méréseim alapján az MPC tejfehérje koncentrátum 91,05%, míg az MPI tejfehérje izolátum 93,63%-os szárazanyag-tartalommal rendelkezik. A kutatók megállapítása és az általam elvégzett mérések eredmények hasonlóan bizonyultak (Ayranci & Duman, 2004).

A tej és a tojás alapú portermékeknel egymáshoz hasonló értékeket kaptam a szárazanyag-tartalom meghatározás során, azonban a savófehérjéknél nagy eltérést is tapasztaltam. A

60%-os fehérjetartalommal rendelkező fehérjepor szárazanyag-tartalma elérte a 96,69%-ot, míg a WPP mintánál csupán 83,21%-ot mértem.

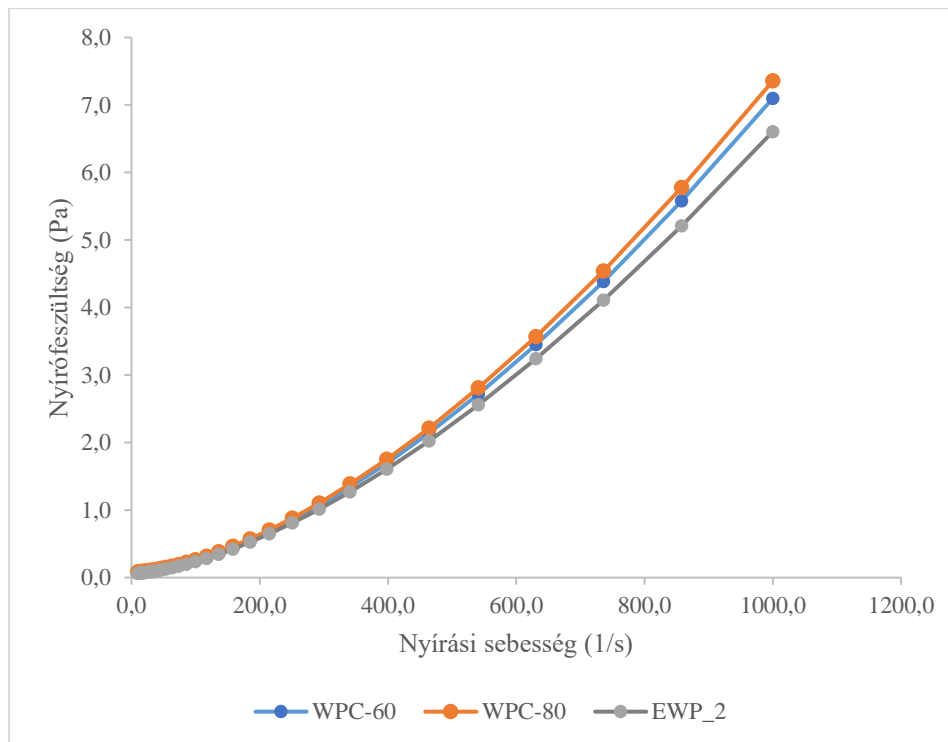
A teljes tojásból készült fehérjepor mintáknál csupán 0,27%-os eltérést tapasztaltam a szárazanyag-tartalom értékek között. Asghar és Abbas (2015) egy analízis során megállapították, hogy a teljes tojásból készült portermékek szárazanyag-tartalma 95,1% átlagosan. Minimális eltérés tapasztalható a kutató és munkatársa, valamint az általam mért értékek között (Asghar & Abbas, 2015).

Tojásfehérje porok esetében a szárazanyag-tartalom 92,8-93,4 %-os tartomány közötti (Pérez-Reyes és mtsai., 2021). Az általam vizsgált EWP_1 termékénél 92,62% lett az átlagos szárazanyag-tartalom, az EWP_2 mintánál pedig 96,77%. Az előző valamivel az értéktartomány alatt van, utóbbi pedig némileg felette. Az eltérést okozhatta, hogy a két vizsgálat nem ugyanolyan környezeti feltételek mellett történt, vagy a tárolás alatt megváltozott a minták minősége.

5.7 Vizsgált fehérjeszuszpenziók reológiai viselkedésének jellemzése

A mintákból elkészített fehérjeszuszpenziók reológiai tulajdonságait rotációs reométerrel vizsgáltam, amelynek kiértékelését a lassuló szakaszban mért adatok alapján végeztem. Az oldhatósági vizsgálat alapján választottam ki azt a három mintát, amelyek a legjobb oldhatósági tulajdonságokkal rendelkeztek. A mért adatokat összesítve készült el a 26. ábrán látható folyásgörbe. A mérés során változtattam a nyírési sebességet és mértem a nyírófeszültség értékeit. Megfigyelhető, hogy a nyírési sebesség emelésével a nyírófeszültség értéke minden minta esetében növekedett, illetve a három vizsgált mintánál nagyon hasonló értékek láthatók. A folyásgörbék kiindulási pontja az origóban van, azonban meredekségük nem állandó, így kijelenthető, hogy nem nevezhető Newtoni folyadéknak egyik szuszpenzió sem. A görbe alakja alapján elmondható, hogy a minták dilatációs reológiai viselkedéssel rendelkeztek. Az ilyen mintákra ugyanis a homorú profilú folyásgörbe a jellemző.

Az értékelés során Herschel-Bukley modellt illesztettem a mért adatokra, így meg tudtam határozni annak három változó értékét: a konzisztencia állandót (K), a folyáshatárt (τ_0) és a folyásindexet (n). Ezen értékek ismeretében még jobban megismerhető a minták reológiai viselkedése.



26. ábra: A vizsgált minták folyásgörbéi a nyírófeszültség és a nyírási sebesség függvényében ábrázolva

A Herschel-Bulkley modellben szereplő konzisztencia állandó a minta viszkozitására utal. A folyásindex az áramlási viselkedésre utal, ami ha 1-nél alacsonyabb, akkor pszeudoplasztikus, ha 1-nél nagyobb akkor pedig dilatációs folyási tulajdonságú anyagról beszélünk. Ha ez az érték 1, akkor a folyadék Newtoni. A folyáshatár az a minimális nyírófeszültségi érték, amelyen folyni kezd az anyag és ez plasztikus viselkedést jelez (Atilgan & Unluturk, 2008).

Az 5. táblázat szemlélteti az egyes minták esetében mért párhuzamosok átlagait.

Látható, hogy a folyásindex mindegyik minta esetében több, mint 1, tehát mindhárom minta dilatációs folyási tulajdonságú, amely azt jelenti, hogy növekvő nyírási sebességnél nő a nyírófeszültség és a viszkozitás is. Ebben az esetben konkáv folyásgörbét kapunk, valamint annak érintőjének iránytangense is növekszik (Figura & Teixeira, 2007). A folyamatot a 26. ábra szemlélteti.

Szemügyre véve az 5. táblázat adatait megállapítható, hogy a WPC-80 minta konzisztencia állandója (azaz a látszólagos viszkozitása) magasabb volt, mint a WPC-60 mintáé. Ennek hátterében feltehetően a fehérje tartalom áll, ugyanis a WPC-60 minta 60, míg a WPC-80 minta 80 százalékos fehérje tartalommal rendelkezik. A legalacsonyabb érték az EWP_2

minta esetében volt tapasztalható, így elmondható, hogy a tejsavó alapú fehérjepor termékek viszkózusabbak, mint a tojásfehérje por alapúak.

A folyáshatár érték ezeknél a mintáknál annyira kicsi, hogy tulajdonképpen elhanyagolható. Ez azt jelenti, hogy nincs egy olyan minimális nyírófeszültség érték, ami szükséges ahhoz, hogy a minták folyni kezdjenek

A dilatációs tulajdonságot szemlélve, a viszkozitással megegyező módon itt is a WPC-80 minta esetében volt tapasztalható a legmagasabb folyásindex, míg a tojásfehérje pornál a legalacsonyabb.

A táblázatból az is kiolvasható, hogy a korrelációs együttható, azaz az R^2 értéke minden esetben magasabb, mint 0,999, tehát a modell megfelelően illeszkedett a vizsgált adatsorra.

5. táblázat: A vizsgált minták konzisztencia állandóinak, folyáshatárainak, folyásindexeinek és korrelációs együtthatóinak átlagos értékei a Herschel-Bulkley modell alapján

	K	Szórás	τ_0	Szórás	n	Szórás	R²
WPC-60	0,069	$5,4 \cdot 10^{-6}$	0,0001	0,015	1,59	$3,6 \cdot 10^{-5}$	0,999
WPC-80	0,08	$1,1 \cdot 10^{-5}$	0,0001	0,003	1,6	0,016	0,999
EWP_2	0,057	$1,1 \cdot 10^{-5}$	0,0001	0,002	1,57	0,014	0,999

6. Összefoglalás

Az állati eredetű fehérjeporok széles körben használtak az élelmiszeriparban táplálékkiegészítők és különböző élelmiszerek tulajdonságainak kialakítása érdekében. Szakdolgozatom célja az állati eredetű fehérjeporok technofunkciós tulajdonságainak vizsgálata volt, beleértve a tejfehérje koncentrátumot és izolátumot, a tejsavó fehérje koncentrátumot és izolátumot, valamint a teljes tojásból, és a csak tojásfehérjéből készült termékeket. A vizsgált tulajdonságok közé tartozott a termékek a pH értékeiknek mérése, színének vizsgálata színínger tényezők alapján, az oldhatóságuk jellemzése, az ömlesztett és tömörített sűrűsége meghatározása továbbá a vízaktivitás, a szárazanyag-tartalom és a reológiai viselkedésüknek meghatározása.

A minták pH értékeinek vizsgálata alapján megállapítottam, hogy a teljes tojásporokból készült oldatok pH értékei bizonyultak a legnagyobbak, a legkisebbnek pedig a tejsavó termékekből készült oldatok. Azonban összességében elmondható, hogy mindegyik minta esetén az érték a 7,0, azaz semleges pH érték körüli volt. Egy további kísérlet keretein belül érdemes lenne megvizsgálni, hogy ez egyes ízesítések, mint például a csokoládé, vanília, valamint a gyümölcsök hogyan befolyásolják a pH értékek alakulását a natúr ízekéhez képest.

Fehérjepor mintáim színének vizsgálata során megállapítottam, hogy a porminták nagyon hasonló világossági szintényezővel rendelkeznek. A vörös-zöld szintényezőt vizsgálva elmondható, hogy az összes minta zöldes színárnyalattal rendelkezik, kivéve a teljes tojásból készült portermékek, ugyanis ezek a minták vöröses színezettel rendelkeznek. Azonban ezek a színezetek nem dominálóak, ugyanis a mért értékek alacsonyak, csupán egy színezetet adnak a mintáknak. A sárga-kék szintényező vizsgálatánál az összes mintánál pozitív értéket mértem, amely azt jelenti, hogy mindegyik minta sárga színezettel rendelkezik. A legnagyobb értéket a teljes tojásból készült portermékeknél kaptam, tehát ez a mintapár bizonyul a leginkább sárga színűnek. A legalacsonyabb értékeket a tejfehérje koncentrátum és izolátum esetében kaptam, tehát ezek a legkevésbé sárga színű minták.

Fehérjepor termékeknél a magas fehérje tartalom mellett fogyasztók számára a legfontosabb tulajdonság az oldhatóság. Dolgozatom egyik fő célja az volt, hogy megállapítsam melyik állati eredetű fehérjepor alkalmas a leginkább arra, hogy késztermékek, például magas fehérje tartalmú italok készüljenek belőle kereskedelmi célra. Méréseim alapján a 60 és 80% fehérje tartalmú tejsavó fehérje koncentrátumok oldhatósága volt a legkiválóbb.

Véleményem szerint ezekből a termékekből érdemes lenne egy további kísérlet keretein belül elkészíteni különböző ízesített italokat, illetve nagy fehérje tartalmú pudingot.

Az ömlesztett és a tömörített sűrűség meghatározását szintén egy nagyon fontos pontnak tartom a dolgozatomban. A termékek elkészülését követően ugyanis nagyon fontos tulajdonság csomagolás és a tárolás kivitelezése szempontjából, hogy az adott termék ömlesztés, azaz egy csomagolásba helyezés után mennyire tömöríthető és így mennyi hely szükséges a tárolás során. Kísérleteim alapján elmondható, hogy a legjobb tömörítési indexe a tejsavó fehérje eredetű mintáknak van, tehát ezeknek a termékeknek a legideálisabb a csomagolás és tárolás kivitelezése tekintetében.

A vízakaktivitás és a szárazanyag-tartalom vizsgálata során jelentős eltérések nem mutatkoztak a vizsgált minták esetében. A szárazanyag-tartalma mindegyik fehérjepornak 90% feletti érték volt, kivéve a savópornál, itt csak 83%-ot mértem, amely szintén a legkisebb vízakaktivitás értékkel is rendelkezett. A vízakaktivitás esetében a legnagyobb értéket a tejfehérje koncentrátum még a legkisebb értéket a 80 % fehérjetartalmú savófehérje pornál mértem. Összességében megállapítható a magas szárazanyag-tartalom és az alacsony vízakaktivitás miatt, hogy a termékek mikrobiológiailag stabilak, tehát hosszan eltarthatóak.

A reológiai tulajdonságok vizsgálatát 3 mintán végeztem el szuszpendált formában, a 60 % és a 80 % fehérje tartalmú savófehérje koncentrátumon, valamint az egyik tojásfehérje alapú fehérjepor esetében. Mindhárom minta dilatációs tulajdonságokat mutatott a vizsgálat során, tehát növekvő nyírási sebesség esetén a nyírófeszültség és a viszkozitás is nő ezeknél a termékeknél. A legnagyobb látszólagos viszkozitása a 80% fehérje tartalmú tejsavófehérje koncentrátumnak volt, ezt követte a 60 % fehérjetartalmú tejsavó fehérje koncentrátum, a legkisebb viszkozitással pedig a tojásfehérje alapú szuszpenzió rendelkezett. Megállapítható, hogy a nagyobb fehérje tartalmú minták nagyobb látszólagos viszkozitással rendelkeztek.

Összességében elmondható, hogy minden vizsgált termék 0,61-nél kisebb vízakaktivással rendelkezik, tehát mikrobiológiailag biztonságosnak tekinthetőek (Deák és mtsai., 2006). Oldhatóság és a tömörítés szempontjából a tejsavó fehérje koncentrátumok bizonyultak a legkiválóbbnak. A kutatás folytatásaként javaslom további technofunkciós tulajdonságok vizsgálatát, például habképző tulajdonságok és víztartó, - valamint olajtartó képességek mérését, amelyekkel átfogóbb képet lehet alkotni a minták között tapasztalható különbségekről.

Mellékletek

M1 melléklet: Vizsgált fehérjepor minták specifikációs jellemzői

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
	MPC	MPI	WPC-60	WPC-80	WPI	WPP	WEP 1	WEP 2	WEP 1	WEP 2
Nedvesség tartalom	max. 5,50 %	max. 5,50 %	max. 5,0 %	4,00%	4,90%	max. 5,0 %	max. 5,0 %	max. 4,5 %	max. 8 %	max. 8 %
Száranyag-tartalom	min. 94,5 %	min. 94,5 %	min. 95,0 %	96,00%	95,10%	min. 95,0 %	min. 95,0 %	min. 95,5 %	min. 92,0 %	min. 92,0 %
Fehérjearteralom	min. 80,30 %	min. 85 %	min. 60 %	77,50%	97,70%	min. 11 %	min. 44 %	min. 45 %	min. 80 %	min. 80 %
Relatív fehérjearteralom	min. 85,10 %	min. 89,5 %	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
pH	6,70-7,20	6,70-7,20	6,00-8,00	n.i.	n.i.	min. 6,1	8,50-9,50	8,00-9,50	6,00-8,00	6,00-8,00
Laktóz	max. 8 %	max. 1 %	n.i.	4,52 %	0,5-1 %	min. 65 %	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
Oldhatatlansági Index	< 3 ml	< 3 ml	n.i.	n.i.	n.i.	max. 3 ml	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
Ömlesztett sűrűség	280-360 g/l	290-360 g/l	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
Illat	tiszta, idegen szagtól mentes	tiszta, idegen szagtól mentes	tiszta, idegen szagtól mentes	tiszta, idegen szagtól mentes	tiszta, idegen szagtól mentes	tiszta, idegen szagtól mentes, savanykás szag megengedett	friss tojásra jellemző	tiszta, idegen szagtól mentes	tipikus, jellemző	tiszta, idegen szagtól mentes
Íz	tiszta, idegen ízűl mentes	tiszta, idegen ízűl mentes	tiszta, idegen ízűl mentes, savanykás íz megengedett	tiszta, idegen ízűl mentes, savanykás íz megengedett	tiszta, idegen ízűl mentes, savanykás íz megengedett	tiszta, idegen ízűl mentes, savanykás íz megengedett	friss tojásra jellemző	tiszta, idegen ízűl mentes	tipikus, jellemző	normál, idegen ízűl mentes
Szín	fehér	fehér	sárgás fehér	sárgás fehér	sárgás fehér	sárgás fehér	halvány sárga/sárga	sárgás	fehéres	fehér, halvány krém
Energia (kcal)	n.i.	n.i.	n.i.	364	n.i.	n.i.	595	592	332	382
Fehérje	n.i.	n.i.	n.i.	75	n.i.	n.i.	45	48	80	81,1
Szénhidrát	n.i.	n.i.	n.i.	7	n.i.	n.i.	7	1,13	3	7,8
Ömlesztett sűrűség	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	0	n.i.	0
amelyből cukor	n.i.	n.i.	n.i.	7	n.i.	n.i.	4	0,56	0,1	5,4
Zsír	n.i.	n.i.	n.i.	4,0-9,0	0,5-1	n.i.	41	43,9	0,3	0
Rost	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	0	<1	0	<1
Forrás	Sole-Mizo Zrt. 2021., a	Sole-Mizo Zrt 2021., b	BacarellExpress, 2022.	Minimizing Variations in Functionality of Whey Protein Concentrates from Different Sources * Elsevier Enhanced Reader, é. n., BacarellExpress, 2022.	(Galus & Lenart, 2019), (Gangarde et al., 2011)	Sole-Mizo Zrt. 2022.	EUROYO, 2020., a	OVOBEST Fiprodukte GmbH & Co KG, 2021., a	EUROYO, 2020., b	OVOBEST Fiprodukte GmbH & Co KG, 2021., b

Táptételek
100 g
termékben

Irodalomjegyzék

Agarwal, S., Beausire, R. L. W., Patel, S., & Patel, H. (2015). Innovative Uses of Milk Protein Concentrates in Product Development. *Nstitute of Food TechnologistsR*. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12807>

Asghar, A., & Abbas, M. (2015). Effect of spray dried whole egg powder on physicochemical and sensory properties of cake. *National Institute of Food Science and Technology, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan*. <https://doi.org/10.5251/ajsir.2015.6.5.97.102>

Atilgan, M. R., & Unluturk, S. (2008, április 23). *Rheological Properties of Liquid Egg Products (LEPS)*. p 296-309. <https://doi.org/10.1080/10942910701329658>

Ayranci, E., & Duman, O. (2004). Moisture sorption isotherms of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) and its protein isolate at 10, 20 and 30 °C. *Journal of Food Engineering*, 83–91. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.08.044>

Babcsány, I., Jacobsen, M., Gazdag, A., & Deister, Ú. (2005). *Útmutató az elérhető legjobb technika meghatározásához a tejfeldolgozás tejfeldolgozás terén*. Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium. https://ippc.kormany.hu/download/c/e9/70000/tej_utmutato.pdf

Banavara, D. S., Anupama, D., & Rankin, S. A. (2003). Studies on Physicochemical and Functional Properties of Commercial Sweet Whey Powders. *Journal of Dairy Science*, 86(12), 3866–3875. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73994-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73994-0)

Bergquist, D. (1980). *Measurable difference in quality of egg products*.

Biológia 9. (NAT2020)—II. Az élővilág egysége—8. Fehérjék. (é. n.). Elérés 2023. január 23., forrás https://www.nkp.hu/tankonyv/biologia_9_nat2020/lecke_02_008

Chegini, G. R., & Taheri, M. (2013). Whey powder: Process technology and physical properties: A review. *Middle East Journal of Scientific Research*, 13, 1377–1387. <https://doi.org/10.5829/idosi.mejsr.2013.13.10.1239>

Crowley, S. V., Gazi, I., Kelly, A. L., Huppertz, T., & O'Mahony, J. A. (2014). *Influence of protein concentration on the physical characteristics and flow properties of milk protein concentrate powders*. *Journal of Food Engineering*, 31–38. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.03.005>

Cserhalmi, Zs., Sass-Kiss, Á., Tóth-Markus, M., & Lechner, N. (2006). Study of pulsed electric field treated citrus juices. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 7(1), 49–54. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2005.07.001>

Deák, T., Maráz, A., & Mohácsiné Farkas, C. (2006). *Élelmiszer- mikrobiológia*. Academia.edu.

https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/63075065/2011_0001_521_Elelmiszer-mikrobiologia20200424-33066-y7cee7-libre.pdf?1588898608=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3D2011_0001_521_Elelmiszer_mikrobiologia20.pdf&Expires=1687959880&Signature=RrS3a3uMHb7AdPGfpxC36knZjCeeuSdwFPRYDRDFaR3Qh~VBGPHc1B6pjcs0uACCnVFk6l2QiozpsaQOSQ5n6~57-0pOhoZUT-vZhoLQ2YczcGqOYz98hDO7lkV0HGy3rjJE4dVWF11UwyBBwRWu6cSuABSbx5x19Fn3yGl2zkGzzBgKsJaj4PntIQnZNX3IPvOU4CbEjiGGNSEIEpsvyikmk8xdjbUNAl2MR8vvr6Cls45N1i3ZJ9YL-o~4X4xSPev19Y7p4n1xYVWardWvLvZhNyO-SkSmCwjYvWJnJHly39f6SbfZ1uzqvsYSJM5OmEzI1Y~HBV1n4kymSRbQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

Debret, C. (2022, július 7). *Getting All 9 Essential Protein-Amino Acids on a Plant-Based Diet*. One Green Planet. <https://www.onegreenplanet.org/natural-health/all-nine-essential-protein-amino-acids-plant-based/>

Duan, X., Li, M., Jing, S., Chen, H., Xu, X., Jin, Z., & Liu, X. (2018). *Effect of oxidative modification on structural and foaming properties of egg white protein*. *Food Hydrocolloids*. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.08.008>

Figura, L., & Teixeira, A. A. (2007). *Food Physics: Physical Properties - Measurement and Applications*. Springer Science & Business Media.

Fullerton, A., Fischer, T., Lahti, A., Wilhelm, K.-P., Takiwaki, H., & Serup, J. (1996). Guidelines for measurement skin colour and erythema A report from the Standardization Group of the European Society of Contact Dermatitis *. *Contact Dermatitis*, 35(1), 1–10. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.1996.tb02258.x>

Gandhi, K., Sharma, R., & Mann, B. (2020). *Technological Advances in Functional Food Ingredients and Validation of Their Claims*.

Gillies, M. T. (1974). Whey processing and utilization. Economic and technical aspects. *Whey Processing and Utilization. Economic and Technical Aspects.*, No. 19. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19750416562>

Guerin, E., Tchoreloff, P., Leclerc, B., Tanguy, D., Deleuil, M., & Couarraze, G. (1999). Rheological characterization of pharmaceutical powders using tap testing, shear cell and mercury porosimeter. *International Journal of Pharmaceutics*, 189(1), 91–103. [https://doi.org/10.1016/S0378-5173\(99\)00243-4](https://doi.org/10.1016/S0378-5173(99)00243-4)

Hammami, C., & René, F. (1997). Determination of freeze-drying process variables

for strawberries. *Institut National de la Recherche Agronomique, INRA, Laboratoire de GCnie et Microbiologie des Procdks Alimentaires, LGMPA, CBAI, Campus de l'INA-PG. 788.50.* [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(97\)00023-X](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(97)00023-X)

Havea, P. (2006). *Protein interactions in milk protein concentrate powders: Köt. International Dairy Journal.* <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2005.06.005>

Hidas K. I. (2022). *A FAGYASZTÁS HATÁSAI A TOJÁSLEVEK MINŐSÉGI JELLEMZŐIRE.* https://uni-mate.hu/documents/20123/336900/Hidas_Karina_Ilona_ertekezes.pdf/f1aa9a5e-3544-76a4-0a0b-15ff96f7cbc1?t=1675170065504

Hoffman, J. R., & Falvo, M. J. (2004). Protein – Which is Best? *Journal of Sports Science & Medicine*, 3(3), 118–130.

Houp, R. C. (2009). Ultrafiltration and Diafiltration. *Biotech Processes, JOURNAL OF VALIDATION TECHNOLOGY.* https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/61825871/Ultrafiltration-Diafiltration-paper_publication20200118-53487-159noox-libre.pdf?1579415504=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DUltrafiltration_and_Diafiltration.pdf&Expires=1678262234&Signature=d-rldltIc7pkouB05jyU8BwXoVhi~fslOhdYY965fzVinUf8~UIXq5zxBbCXymH8jSq819mLtpEC30R7ETipzZW8rvqk9825TTXkxzbT~LB9gTQpoARZPVMerEuycIPBIZIDzLKP-vDZwTRW~fvFTTuJrCcBmzqqFLpokKIRN8Z9q4a1Zjj8Yp8apV7VYX6N1TdFiLef8tiRnJi-LKWMLKK7J3ITtIY3e9b2PAf4N8-oXZnrqoJGG6L~64wE6SG67uvQmnbGJgv3kwIQAs4g0zC8hvWytosWHp93ipN~yVdZhlCvk49EyffNjMnc-LB5qXc8LLFq3TLvdpy38HILsg__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRB

Internet 1.: American Food and Drug Administration: [https://www.registrarcorp.com/fda-](https://www.registrarcorp.com/fda-food/registration/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_term=food%20and%20dr)

[food/registration/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_term=food%20and%20dr](https://www.registrarcorp.com/fda-food/registration/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_term=food%20and%20dr)

Internet 2.: <https://www.testo.com/hu-HU/testo-206-ph1/p/0563-2065>

Internet 3.: https://powderprocess.net/bulk_density.html

Internet 4.: <https://www.novasina.ch/produkt/labmaster-aw-neo/>

Internet 5.: https://www.anton-paar.com/fileadmin/_processed_/7/f/csm_01_Key_MCR-72_92-02_69b2df3719.jpg

V4ZA

Ilari, J.-L., & Mekkaoui, L. (2005). Physical properties of constitutive size classes of

spray-dried skim milk powder and their mixtures. *Le Lait*, 85(4–5), 279–294.
<https://doi.org/10.1051/lait:2005029>

József M. (é. n.). *ELTÉRŐ HÚSALAPANYAGOKAT TARTALMAZÓ PÁRIZSI ÉS PÁRIZSINAK NEM NEVEZHETŐ „RÚDKÉSZÍTMÉNYEK” ÖSSZEHASONLÍTÁSA*. 15.

Khan, A. (2023). *Protein structure: Primary, secondary, tertiary & quaternary (article)*. Khan Academy.
<https://www.khanacademy.org/science/biology/macromolecules/proteins-and-amino-acids/a/orders-of-protein-structure>

Kiss, I. (2008). *Az ételek tápanyag tartalma*. Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet.
https://www.nive.hu/Downloads/Szakkepzesi_dokumentumok/Bemeneti_kompetenciak_meresi_ertekelesi_eszkozrendszerenek_kialakitasa/18_1429_tartalomelem_003_munkaanyag_100331.pdf

Koc, B., Koc, M., Güngör, Ö., Sakin-Yilmazer, M., Kaymak-Ertekin, F., & Susyal, G. (2011). Effects of Formulation on Stability of Spray-Dried Egg. *Faculty of Engineering, Food Engineering Department , Celal Bayar University , Manisa, Turkey*, 63–71.
<https://doi.org/10.1080/07373937.2011.620202>

Koc, M., Koc, B., Susyal, G., Yilmazer, M. S., Ertekin, F. K., & Bagdathoglu, N. (2010). *Functional and physicochemical properties of whole egg powder: Effect of spray drying conditions*. 141–149. <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0159-1>

Le, T. T., Bhandari, B., & Deeth, H. C. (2011). Chemical and Physical Changes in Milk Protein Concentrate (MPC80) Powder during Storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(10), 5465–5473. <https://doi.org/10.1021/jf2003464>

Lee, Y. B., Laye, I., Kim, Y. D., & Morr, C. V. (1995, március). *Formation of Volatile Compounds in Whey Protein Concentrate During Elevated Temperature Storage as a Function of Water Activity*. [https://doi.org/10.1016/0958-6946\(95\)00016-X](https://doi.org/10.1016/0958-6946(95)00016-X)

Li, P., Jin, Y., & Sheng, L. (2020). *Impact of microwave assisted phosphorylation on the physicochemistry and rehydration behaviour of egg white powder*. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105380>

Ly, B. C. K., Dyer, E. B., Feig, J. L., Chien, A. L., & Bino, S. D. (2020). Research Techniques Made Simple: Cutaneous Colorimetry: A Reliable Technique for Objective Skin Color Measurement. *Journal of Investigative Dermatology*, 140(1), 3-12.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jid.2019.11.003>

Magyar Élelmiszerkönyv. (2009). 152/2009. (XI. 12.) FVM rendelet.

<https://net.jogtar.hu/getpdf?docid=A0900152.FVM&targetdate=ffffff4&printTitle=152/2009.%20%28XI.%2012.%29%20FVM%20rendelet>

MAGYAR-ÉLELMISZERKÖNYV 3-1-79/1067 számú előírása. (é. n.). 23.

McGuire, C., Siliveru, K., Ambrose, K., & Alavi, S. (2022). *Food Powder Flow in Extrusion: Role of Particle Size and Composition*. <https://doi.org/10.3390/pr10010178>

McKenna, A. (2000). *Effect of Processing and Storage on the Reconstitution Properties of Whole Milk and Ultrafiltered Skim Milk Powders*. <http://hdl.handle.net/10179/4587>

Meena, G. S., Singh, A. K., Arora, S., Borad, S., Sharma, R., & Gupta, V. K. (2017). Physico-chemical, functional and rheological properties of milk protein concentrate 60 as affected by disodium phosphate addition, diafiltration and homogenization. *Journal of Food Science and Technology*, 54(6), 1678–1688. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2600-1>

Meena, G. S., Singh, A. K., Panjagari, N. R., & Arora, S. (2017). Milk protein concentrates: Opportunities and challenges. *Journal of Food Science and Technology*, 54(10), 3010–3024. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2796-0>

Michael, J. (1993). *Spray drying and spray congealing of pharmaceuticals* (Marcel Dekker INC, NY, 14). *Encyclopedia of pharmaceutical technology*, 207–221.

Moraes Santos Gomez, M. T., & Guimaraes Pelegrine, D. H. (2012). *Solubility of egg white proteins: Effect of pH and temperature*. *International Journal of Food Engineering*. <https://doi.org/10.1515/1556-3758.2847>

Morr, C. V., & Ha, E. Y. W. H. (2009). *Whey protein concentrates and isolates: Processing and functional properties*. <https://doi.org/10.1080/10408399309527643>

Nagy, R. (2012). *Reológia*. https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0012_reologia/ch06.html.

National, R. C. (1989). *Recommended Dietary Allowances: 10th Edition* (10.). <https://doi.org/10.17226/1349>

Ndife, J., Ejikeme, C., & Amaechi, N. (2010). Effect of oven drying on the functional and nutritional properties of whole egg and its components. *African Journal of Food Science*, 254–257.

Nyitrai, J., Novák, L., & Hazai, L. (2000). *Biomolekulák kémiája*. Magyar Tudományos Akadémia. <https://www.och.bme.hu/ifj-nagy/Biomol/b-4-fehj.pdf>

Orishagbemi, C., Ichado, I., & Sanda, M. (2017). Physical, Functional and Sensory Properties of Foam Mat Dehydrated Whole Egg Powder. *Journal of Scientific Research and Reports*, 15, 1–7. <https://doi.org/10.9734/JSRR/2017/33305>

Patel, K. (2022). *Whey Protein*. Examine. <https://examine.com/supplements/whey-protein/>

Patel, R. P. (2009). Spray drying technology: An overview. *Indian Journal of Science and Technology*, 2(10), 44–47. <https://doi.org/10.17485/ijst/2009/v2i10.3>

Pelegri, D. H. G., & Gasparetto C.A. (2004). *Whey proteins solubility as function of temperature and pH*. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2004.03.013>

Pérez-Reyes, M. E., Tang, J., Barbosa-Cánovas, G. V., & Zhu, M.-J. (2021). Influence of water activity and dry-heating time on egg white powders quality. *Food Science and Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110717>

Phillips, G. O., & Williams, P. A. (2011). *Handbook of food proteins* (British Library.). Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition: Number 222. www.woodheadpublishing.com

Power, O. M., Fenelon, M. A., O'Mahony, J. A., & McCarthy, N. A. (2019, október 21). *Influence of sodium hexametaphosphate addition on the functional properties of milk protein concentrate solutions containing transglutaminase cross-linked proteins* | Elsevier Enhanced Reader. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2020.104641>

Pugliese, A., Cabassi, G., Chiavaro, E., Paciulli, M., Carini, E., & Mucchetti, G. (2017). Physical characterization of whole and skim dried milk powders. *Journal of Food Science and Technology*, 54(11), 3433–3442. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2795-1>

Qiu, Y., Smith, T. J., Foegeding, E. A., & Drake, M. A. (2015). The effect of microfiltration on color, flavor, and functionality of 80% whey protein concentrate. *Journal of Dairy Science*, 98(9), 5862–5873. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-9174>

Román A. (2010). *Tejsavó nano- és diaszűrésének vizsgálata*.

Ryan, K. N., Zhong, Q., & Foegeding, E. A. (2013). Use of Whey Protein Soluble Aggregates for Thermal Stability—A Hypothesis Paper. *Journal of Food Science and Technology*, 1105–1115. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12207>

Sagar, V. R., & Suresh, K. P. (2009). Recent advances in drying and dehydration of fruits and vegetables: A review. *Association of Food Scientists and Technologists*. <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0010-8>

Santillana Farakos, S. M., Frank, J. F., & Schaffner, D. W. (2013). *Modeling the influence of temperature, water activity and water mobility on the persistence of Salmonella in low-moisture foods*. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.07.007>

Schmidt, R. H., Packard, V. S., & Morris, H. A. (1984). Effect of Processing on Whey Protein Functionality. *Journal of Dairy Science*, 67(11), 2723–2733.

[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(84\)81630-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(84)81630-6)

Schuck, P., Blanchard, E., Dolivet, A., Méjean, S., Onillon, E., & Jeantet, R. (2005). Water activity and glass transition in dairy ingredients. *Le Lait*, 85(4–5), 295–304. <https://doi.org/10.1051/lait:2005020>

Sheng, L., Huang, M., Wang, J., Xu, Q., Hammad, H. H. M., & Ma, M. (2017). A study of storage impact on ovalbumin structure of chicken egg. *Journal of Food Engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.08.028>

Shokri, S., Javanmardi, F., Mohammadi, M., & Khaneghah, A. M. (2022). Effects of ultrasound on the techno-functional properties of milk proteins: A systematic review. *Ultrasonics Sonochemistry*. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2022.105938>

Sikand, V., Tong, P. S., Roy, S., & Rodriguez-Saona, L. E. (2011). *Solubility of commercial milk protein concentrates and milk protein isolates*. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4477>

Smithers, G. W. (2008). *Whey and whey proteins—From ‘gutter-to-gold’*. *International Dairy Journal*, 695–704.

Stadelman, W. J., Singh, R. K., Murina, P. M., & Hou, H. (1996). *Pasteurization of Eggs in the Shell* (Indiana). <https://doi.org/10.3382/ps.0751122>

Tóth A. (2019). *Tojáslevek eltarthatóságának növelése kombinált kémleletes tartósítási eljárások alkalmazásával*. https://archive.szie.hu/sites/default/files/toth_adrienn_ertekezes.pdf

Tunick, M. (2009). Whey Protein Production and Utilization: A Brief History. In *Whey Processing, Functionality and Health Benefits* (o. 1–13). <https://doi.org/10.1002/9780813803845.ch1>

Typical composition of sweet and acid whey (Jelen, 2003). (é. n.). ResearchGate. Elérés 2022. december 10., forrás https://www.researchgate.net/figure/Typical-composition-of-sweet-and-acid-whey-Jelen-2003_tbl1_268513823

Vehring, R., Foss, W., & Lechuga-Ballesteros, D. (2007). Particle formation in spray drying. *Journal of Aerosol Science*, 728–746.

Walstra, P., Geurts, T. J., Noomen, A., Jellema, A., & Boekel, M. A. J. S. van. (1999). *Dairy Technology Principles of Milk Properties and Processes* (Department of Food Science). <https://doi.org/10.1201/9780824746414>

Wolfe, R. R., Cifelli, A. M., Kostas, G., & Kim, I.-Y. (2017). Optimizing Protein Intake in Adults: Interpretation and Application of the Recommended Dietary Allowance Compared with the Acceptable Macronutrient Distribution Range. *Advances in Nutrition*,

8(2), 266–275. <https://doi.org/10.3945/an.116.013821>

Wong, P. Y. Y., & Kitts, D. D. (2003). *A Comparison of the Buttermilk Solids Functional Properties to Nonfat Dried Milk, Soy Protein Isolate, Dried Egg White, and Egg Yolk Powders* (Canada). *American Dairy Science Association*, 746–754. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73655-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73655-8)

Wu, S., Fitzpatrick, J., Cronin, K., & Miao, S. (2019a). *The effect of pH on the wetting and dissolution of milk protein isolate powder*. *Journal of Food Engineering*, 114–119. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.07.022>

Wu, S., Fitzpatrick, J., Cronin, K., & Miao, S. (2019b). *The effect of pH on the wetting and dissolution of milk protein isolate powder | Elsevier Enhanced Reader*. 114–119. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.07.022>

Zang, J., Qing, M., Ma, Y., Chi, Y., & Chi, Y. (2023). Shelf-life modeling for whole egg powder: Application of the general stability index and multivariate accelerated shelf-life test. *Journal of Food Engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2022.111313>

Zeidanloo, M. H., Ghavidel, R. A., & Afshar, S. E. (2014). The evaluation of egg replacement with soy flour and guar gum in oil cake. *International Journal of Biosciences (IJB)*, 222–227. <https://doi.org/10.12692/ijb/4.10.222-227>

Köszönetnyilvánítás

Ezúton is szeretnék köszönetet mondani konzulensemnek, Hidas Karina Ilonának, aki fáradtságot nem kímélve dolgozatomat többször is alaposan átnézte és észrevételeivel, javaslataival segítette azt, hogy dolgozatom a jelenlegi formában elkészülhessen. Külön köszönet szeretnék nyilvánítani a kísérletek megtervezése és megvalósítása alatt történő folyamatos mentorálásért.

Búcsús Nelli Szakdolgozat

Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

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

A hallgató neve: Búcsús Nelli
A Hallgató Neptun kódja: BLD23X
A dolgozat címe: Állati eredetű fehérjeporok technofunkciós tulajdonságainak vizsgálata
A megjelenés éve: 2023.
A konzulens tanszék neve: Állattermék és Élelmiszertartósítási Technológia 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 mindenkori szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

Kelt: 2023.09.04.


Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.


KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A Búcsús Nelli nevű (hallgató Neptun azonosítója: BLD23X) 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 védelemre javaslom / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: Budapest, 2023. 10. 20.


Hidas Karina Ilona

Búcsús Nelli Szaka