

MÁKÖRLEMÉNYEK HATÁSA A FEHÉR CSOKOLÁDÉ
REOLÓGIAI TULAJDONSÁGAIRA



*A kép illusztráció / Picture is for illustration only
Fotó/Photo: Shutterstock*

Különböző tulajdonságú mákőrlemények hatása a fehér csokoládé reológiai tulajdonságaira

Kulcsszavak: mák, fehér csokoládé, állományvizsgálat, reológiai tulajdonságok, termékfejlesztés

1. Összefoglalás

Kutatásaink során különböző aprítottsági fokú és eltérő mennyiségben adagolt mákkal és mákliszttel készült fehér csokoládé-mintákat hasonlítottunk össze, hogy megállapíthassuk, milyen hatással van a végtermék reológiai módosulásaira, azaz hogyan befolyásolja a végtermék penetrációs és rotációs viszkozitás tulajdonságait. A rotációs viszkozimetria eredményei alapján a mákkal kevert minták között szignifikáns különbséget tapasztaltunk a mák aprítottsági fokának függvényében. A penetrációs mérések eredményei alapján viszont a kisebb olajtartalmú máklisztes minták között volt szignifikáns különbség az aprítottság mértékével összefüggésben. Az aprítás során két, egymással ellentétes hatás érvényesül: egyrészt az olajtartalom távozása, másrészt az adott térfogategységre eső részecskék számának növekedése. A technológiában e két hatás együttesen, de különböző mértékben érvényesül. A mákos és máklisztes masszák átlagos szemcseméretére vonatkozóan egyaránt szignifikáns különbség adódott a minták között. Főkomponens-elemzéssel és diszkriminancia-elemzéssel kapott eredményeink alapján elmondható, hogy a mákos/máklisztes csokoládék csoportosítása esetén a fő hatótényező a csokoládéhoz adott mák/mákliszt formája volt. A hozzáadott mák/mákliszt mennyiségének hatása csak másodlagosan érvényesült. A fogyasztói érzékszervi bírálat eredményei alapján a megkérdezett fogyasztók az egészben és kisebb mennyiségben adagolt mákos mintákat kedvelték a leginkább, ezzel szemben a nagyobb mennyiségben adagolt egész máklisztes csokoládékat pedig kevésbé.

2. Bevezetés

A kutatás során előállított mákos csokoládé az egyrétegű készítmények csoportjába, azon belül a bonyolult összetételű szuszpenziók közé tartozik. Az olvadt állapotú csokoládében a diszperziós közeget a kakaóvaj képezi, és ebben van szuszpendálva a finoman aprított szacharóz és a többi komponens [12]. A csokoládé olyan egyedülálló élelmiszer, amely szobahőmérsékleten szilárd halmazállapotú, míg fogyasztása során, a szájban 37 °C körül könnyen olvad. Ez a tulajdonság a kakaóvajnak köszönhető [2]. A csokoládé kakaóvajtartalmát túlnyomó részt a telített zsírsavak alkotják. Összetevői között a sztearinsav (S) 34%-ban, a palmitinsav (P) 27%-ban, az egyszerűen telítetlen olajsav (O) 34%-ban van jelen. Így a kakaóvajban a legjellegzetesebb trigliceridek (POP,

POS, SOS) az említett három zsírsav észterei [1]. Az ilyen típusú termékek sajátossága az állagszilárdság, ami azt jelenti, hogy a felolvasztott zsiradékot megfagyasztják, miközben a triglicerid-molekulák megfelelő formában kristályosodnak, ezek a kristályformák felelnek a csokoládé kagylós töréséért és a felületi fényességért [12].

Az élelmiszerek túlnyomó többsége és a korábban említett jellemzők alapján a csokoládémassza is a nem-newtoni folyadékokra jellemző tulajdonságot mutat, ami azt jelenti, hogy a viszkozitása a nyírófeszültséggel változik [17]. A nem-newtoni anyagok áramlása a Bingham-teszt szerinti folyáshatár egyenlettel jellemezhető [9]. A leggyakoribb viselkedést pszeudoplasztikus viselkedésnek nevezzük, ami azt jelenti, hogy a nyírófeszültség növelésével a viszko-

¹ Szent István Egyetem Élelmiszertudományi Kar Gabona és Iparnövény Technológia Tanszék

zítás csökken. Ez a viselkedés-típus gyakori az olyan folyadékoknál, mint az olvasztott csokoládé. A csokoládémassza viszkozitása nagyobb a kakaóvajnál, és függ a nyírósebességtől. Reogramja alapján megállapítható, hogy folyása csak a határfeszültség elérése után indul meg, majd a folyáshatárt átlépve a massa kiindulási viszkozitása a legnagyobb, és a nyírósebesség fokozatos növekedésével a meredeksége csökken.

A csokoládé reológiai viselkedését Casson az alábbi egyenlettel írta le:

$$\tau^{1/2} = \tau_{Ca}^{1/2} + (\eta_{Ca} \cdot \dot{\gamma})^{1/2} \quad (1)$$

A Casson-egyenlet (1) pozitívuma, hogy egyszerű linearizálható formulával, valamint a Casson-féle folyáshatárral és a Casson-féle viszkozitással lehet jellemezni a masszát igen széles nyírófeszültség és nyírósebesség tartományban.

A viszkozitás mérésére ipari gyakorlatban többféle mérőműszer áll rendelkezésre, de a csokoládé gyártása során leginkább a rotációs viszkoziméterek használata terjedt el, mint például a MacMichael egysebességű, vagy a Brookfield és Haake többsebességű műszerek [11].

Az érzékszervi vizsgálatokat képzett és/vagy laikus (fogyasztói) bírálókkal szokás elvégezteni. A képzett pannellel végzett bírálatok során analitikus kérdésfeltevést alkalmaznak, tehát a kérdések az egyes érzékszervi tulajdonságok intenzitásértékeire vonatkoznak (pl.: mennyire intenzív a minta édes íze). A képzett panel tagjai képzésben részesülnek, ezt részletezi az MSZ EN ISO 8586:2014 szabvány [13]. A szabvány többek között egy előírást is tartalmaz a bírálók teljesítményének folyamatos értékelésére. Ezzel szemben a fogyasztói érzékszervi bírálatok során laikus, előzetes képzéssel nem rendelkező bírálókat alkalmaznak. A bírálatok során kizárólag a kedveltségre, vagy a vizsgált termék egyéb tulajdonságaira vonatkozó véleményre kérdeznek, analitikus kérdésfeltevést nem alkalmaznak. A fogyasztói bírálatokból kapott eredmények jól használhatók a fogyasztói preferencia leírására akár képzett bírálók adataival, akár műszeres mérések eredményeivel együttesen [4].

A fogyasztói érzékszervi bírálatok külön csoportját képezi a fogyasztói termékfejlesztés során alkalmazott optimum-skálákkal történő bírálatok köre. Az optimum-skálák bimodális skálák, amelyek a kedveltségi skálákkal együtt alkalmazva a kedveltségre legnagyobb hatással bíró érzékszervi tulajdonságokat azonosítják [5]. A szakirodalomban az optimum-skálák értékelésére számos eljárást ismertetnek. Ilyenek például a penalty analízis, opportunity analízis, PRIMO analízis [15], bootstrappelt penaly analízis [10], lineáris regresszió [3], Khí-négyzet próba, Spearman-féle rangkorreláció, többváltozós regresszió [15], többváltozós alkalmazkodó regressziós szplájnfüggvény (multivariate adaptive regression spline, MARS) [18], részleges legkisebb négyzetek elvén alapuló regresszió [18], általánosított párkorrelációs módszer [6] és a rangszámkülönbségek összege módszer [8]. Egy friss publikációban az optimum-skálák használatának előnyeit kefirek példáján mutatták be [7].

3. Anyag és módszer

3.1. Felhasznált anyagok

Munkánk kezdetén számos előkísérletet végeztünk, amelyek során kereskedelmi forgalomban is kapható tej-, ét- és fehér csokoládékhoz különböző mennyiségű mákkrémet és különböző módon aprított mákot és máklisztet adagoltunk. A táblás csokoládékat 13 főből álló laikus bírálócsoporthoz bírálták és kedveltség vizsgálat során, amelyben a mák íz kedveltségét vizsgáltuk elsősorban, majd az eredményeket varianciaanalízissel értékeltük ki.

Ezen előkísérletek eredményei alapján meghatároztuk a leginkább kedvelt fehér csokoládét, amely egy 29,5 % kakaóvaj tartalmú termék lett. Ehhez a termékhez egész mákot és máklisztet adagolva hoztuk létre a vizsgálat során felhasznált mintákat.

A felhasználás során a mákot egészben, darálva és konsolva és 2-4-6%-ban, míg a máklisztet egész és konsolt állapotban 6-8-10%-ban adagoltuk a maszszához. A mák darálása 2 percen keresztül kézi darálóval történt. A konsolás 24 órán keresztül egy laboratóriumi aprító és finomító konsban történt. Az előkísérletek eredményei alapján az **1. táblázatban** jelölt mintákat állítottuk elő.

1. táblázat: A felhasznált minták
Table 1: Samples used

Mákkal kevert termékek <i>Products mixed with poppy seeds</i>			Mákliszttel kevert termékek <i>Products mixed with poppy seed flour</i>		
2%	4%	6%	6%	8%	10%
egész / whole	egész / whole	egész / whole	-	-	-
darált / ground	darált / ground	darált / ground	egész / whole	egész / whole	egész / whole
konsolt / conched	konsolt / conched	konsolt / conched	konsolt / conched	konsolt / conched	konsolt / conched

Az elkészült mintákat egy 42 főből álló fogyasztói bíráló panel értékelte optimumskálák segítségével. Az optimum-skálákon kapott eredményeket penalty analysis módszerrel értékeltük, hogy megadjuk, mely érzékszervi tulajdonságok befolyásolják a leginkább a termékek kedveltségét. Az eredményekből a leginkább és legkevésbé kedvelt csokoládét választottunk ki és jellemeztük, hogy a termékfejlesztés során mely paraméterek változtatása lenne célravezető az optimális termék elkészítéséhez.

3.2. Felhasznált eszközök

- Thermo Scientific HAAK Viszkoziméter és iQ Reométer,
- Stable Micro System (SMS) állománymérő,
- kézi szemcseméret meghatározó,
- Red Jade érzékszervi célszoftver;

3.3. Szemcseméret-meghatározás

Az **1. táblázatban** látható minták és az alapanyagok szemcseméretét, kézi részecske meghatározóval mértük meg. Az egyes alapanyagokat olajban elkevertük, és úgy vittük fel a mérőfej felületére. A szemcseméretet mikrométerben adtuk meg.

3.4. A minták reológiai vizsgálata

Az etalonként vett fehér csokoládét és a mintákat Thermo Scientific HAAK- típusú viszkoziméterrel és iQ reométerrel vizsgáltuk a γ vs η és γ vs τ függvényében és az alábbi paramétereket határoztuk meg:

- látszólagos viszkozitás = Casson viszkozitás (Pas) A látszólagos viszkozitás a 0 nyírósebességre extrapolált nyírófeszültség értéke.
- viszkozitás (Pas)
- nyírófeszültség (Pa)
- nyírósebesség (1/s)

A leolvasott viszkozitás- és folyáshatárértékeket a nyírósebesség függvényében ábráztuk.

3.5. Állománymérés

A csokoládé állományának meghatározására Texture Analyser Stable Micro System állománymérő műszert használtunk 2 mm átmérőjű tű formájú mérőfejjel. Csokoládémintaként 9 párhozamos mérést végeztünk. A kísérlet eredményei a terhelés függvényében kapott behatolási értékek voltak (maximális erő (N), a csokoládéréteg átszakításához szükséges erő (N), kompressziós munka (Nmm) és gradiens erő (N/mm). A vizsgálati eredmények közül a keménységet leíró Fmax (N) maximális erőt találtuk a legjellemzőbbnek amelyeket a **4. táblázatban** foglaltuk össze. A penetrációs vizsgálatoknál hitrelesített súlyt használtunk, de a mérőeszköz az eredményeket értelem-szerűen N-ban adta meg.

A kapott adatokból átlagot és szórást számítottunk, majd ezeket hasonlítottuk össze egymással.

A minták vizsgált paramétereit közti különbséget 5%-os szignifikanciaszint beállítása után varianciaanalízissel értékeltük a mák hozzáadott mennyisége és formája alapján is. Az adatok matematikai elemzésére a Legkisebb Szignifikáns Differencia (*least significant differences*, LSD) módszert alkalmaztuk, amelynek feltétele a szórás homogenitás volt [16]. A minták csoportosítását SPSS rendszer alapú főkomponens-analízissel (*principal component analysis*, PCA) és diszkriminancia-analízissel (*canonical discriminant analysis*, CDA) is elvégeztük, annak érdekében, hogy az adagolt mák és mák liszt mennyiségének illetve aprítottságának csoportképző hatását megállapítsuk.

3.6. Érzékszervi bírálat

A minták fogyasztói érzékszervi bírálatát során penalty analysis alkalmazásával azokat a terméktulaj-



A kép illusztráció / Picture is for illustration only
Fotó/Photo: Shutterstock

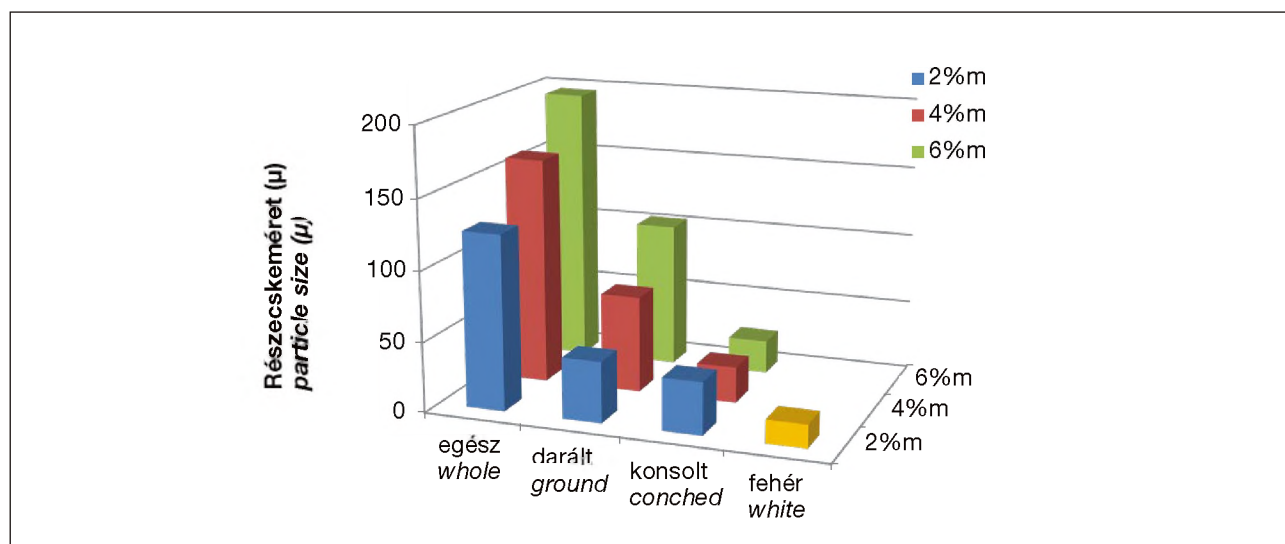
donságokat kerestük, amelyek a legnagyobb hatással vannak a fogyasztói elfogadottságra. A bírálati módszer segítségével megadható, hogy az egyes tulajdonságok, jelen esetben a mák/mákliszt intenzitás értékei a fogyasztók számára mennyire térnek el az optimálistól. Az érzékszervi bírálatokat a Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Karának Érzékszervi Minősítő Laboratóriumában végeztük Red Jade® érzékszervi célszoftver alkalmazásával. A mintákat négyjegyű, véletlen számokkal kódoltuk, hogy a bírálók ne tudják azonosítani az egyes csokoládékat. Számukra a bírálat során semleges ízű, szénsavmentes ásványvizet biztosítottunk íz-semlegesítés céljából. A bírálati helyiség megfelel az MSZ ISO 8589:2015 szabvány [14] előírásainak. Az érzékszervi bírálatokban 42 fő fogyasztói bíráló vett részt. A bírálat során optimum-skálákat és kedveltségi skálát alkalmaztunk, hogy megállapítsuk, melyek azok a terméktulajdonságok, amelyek a kedveltségre szignifikánsan hatnak.

4. Eredmények

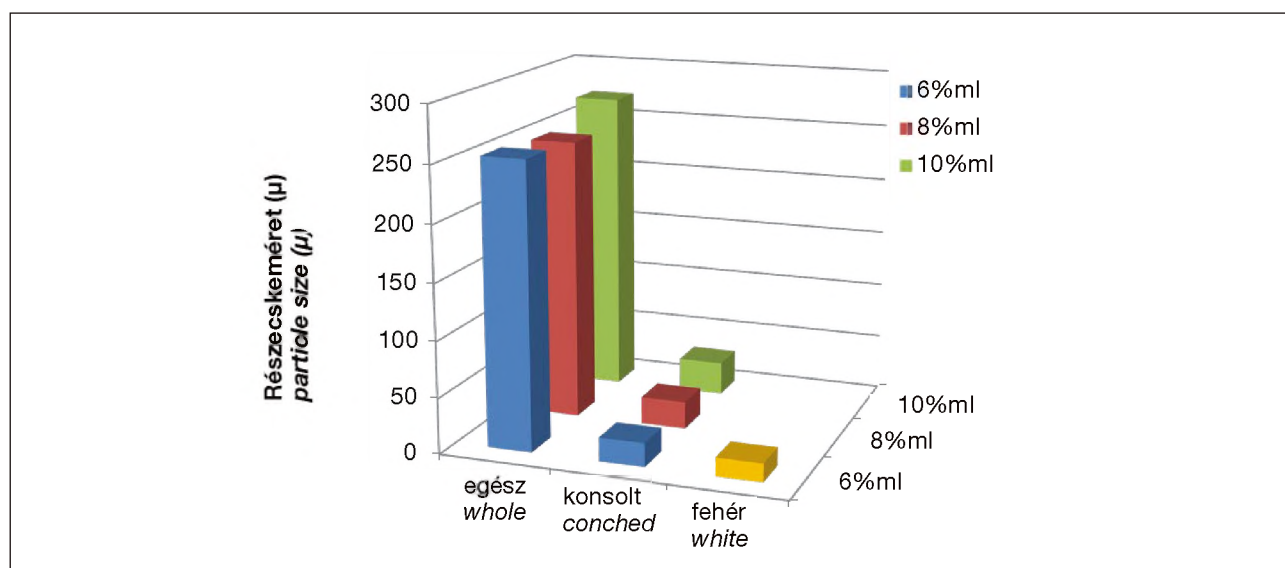
4.1. Szemcseméret-meghatározás

Az **1. ábra** a mákos a **2. ábra** a máklisztes csokoládék szemcseméretét szemlélteti, aminek alapján megállapítható, hogy mind a mákos, mind a máklisztes minták esetében a konsolás hatására jelentős méretcsökkenést figyeltünk meg az egészben adagolt máktermékhez képest. A mákos minták esetében a darálás hatására szintén méretcsökkenést tapasztaltunk.

A mákkal kevert minták esetében az egész és darált mákkal készült mintáknál a mennyiség növelésével nőtt a részecskeméret. A mák mennyiségének növelésével az együttaprításnál jelentkezett jelentős mértékű növekedés. A máklisztes mintáknál sem az egészben adagolt, sem a konsolt mintáknál nem tapasztaltunk részecskeméret növekedést a hozzáadott liszt mennyiségének növelésével.



1. ábra: Mákos csokoládé szemcsemérete
Figure 1: Particle size of poppy seed chocolates



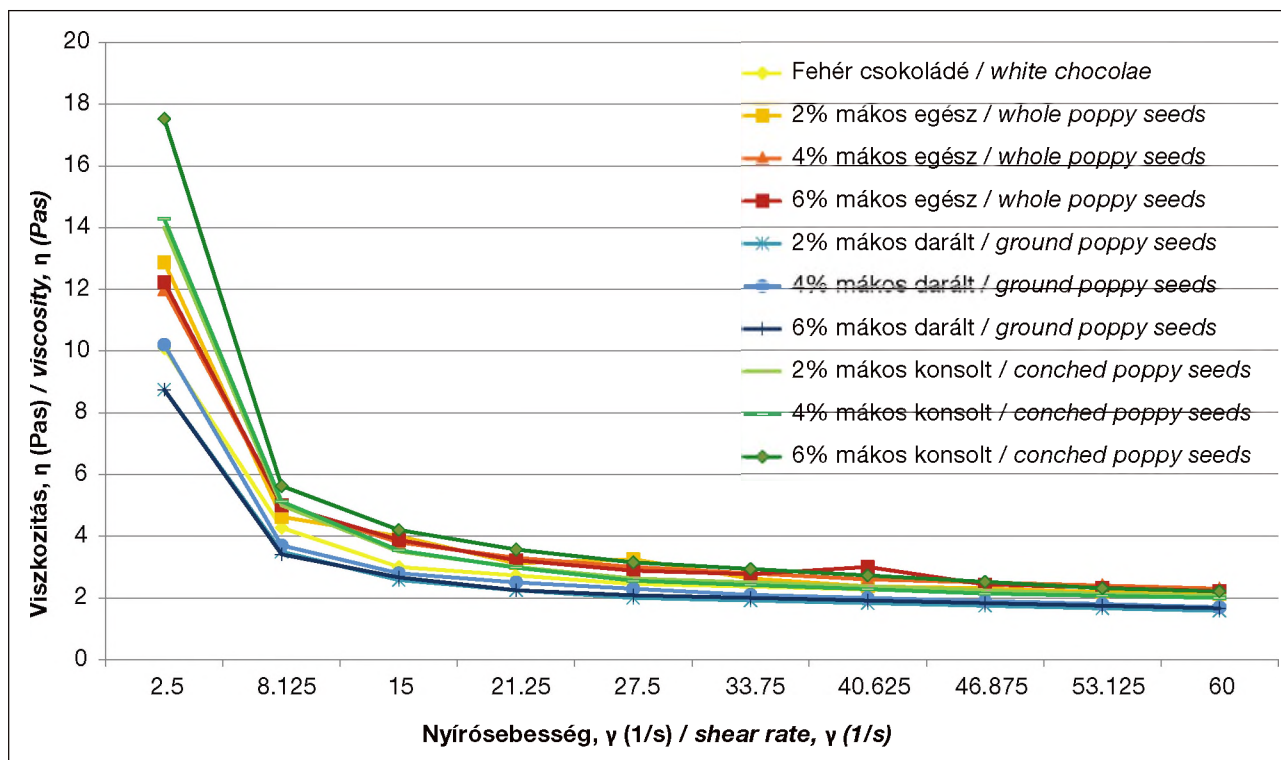
2. ábra: Máklisztes csokoládé szemcsemérete
Figure 2: Particle size of poppy seed flour chocolates

4.2. A minták reológiai vizsgálata

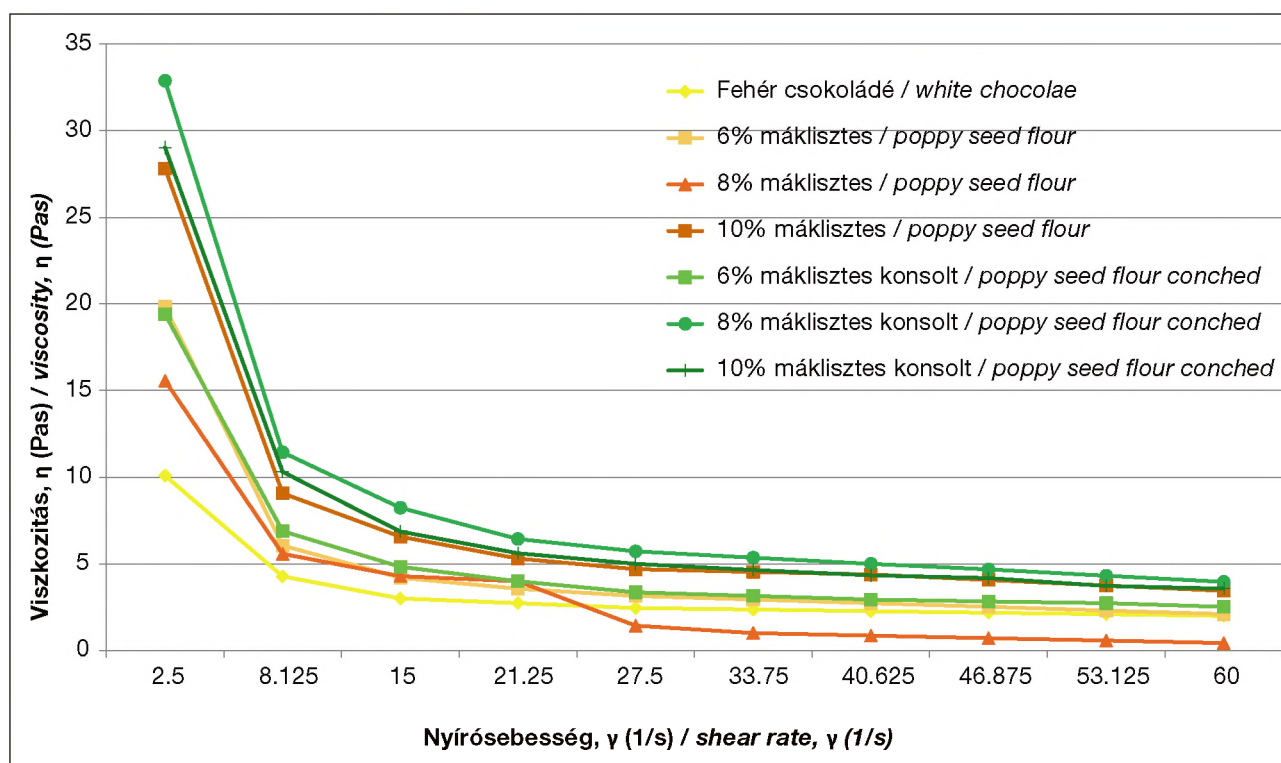
A reológiai tulajdonságok meghatározása céljából kvalitatív és kvantitatív értékelést is végeztünk. A kvalitatív eredményeket a viszkozitás görbéken, a kvantitatív eredményeket pedig a folyásgörbéken mutatjuk be.

4.2.1. Viszkozitáseredmények

A **3. ábrán** láthatók a mákkal kevert csokoládék viszkozitás görbéi. A görbék alapján megállapítható, hogy a legnagyobb viszkozitás-értékeket a kezdeti nyírőfeszültségnél mértük, és a nyírősebesség növelésével a viszkozitásértékek csökkentek. Ezek alapján a csokoládéminták nyírásra vékonyodó jellegűt mutatnak.



3. ábra: A mákos csokoládék viszkozitásának változása
Figure 3: Changes in the viscosities of chocolates containing poppy seeds



4. ábra: A máklisztes csokoládék viszkozitása
Figure 4: Viscosities of chocolates containing poppy seed flour

A mákos minták esetében a viszkozitás-görbék 2 Pas körüli viszkozitás-értéket vettek fel.

A **4. ábrán** a máklisztes minták viszkozitás-görbéi láthatók, ahol szintén megfigyelhető a nyírásra vékonyodó jelleg a mákkal kevert mintákhoz hasonlóan. A nagyobb nyírósebességhez tartozó görbék – a lisztes minták a mákkal készített mintákkal szemben – kevésbé mutattak egy irányba tendáló jelleget és 5 Pas körüli értéket vettek fel.

4.2.2. Nyírófeszültség-eredmények

A folyásgörbék a viszkozitásgörbékkel hasonló lefolyásúnak adódtak, de a sebesség növelésével a nyírófeszültség értékek megnöttek, különösen a máklisztes minták esetén tapasztaltunk jelentős mértékű eltérést.

Az eredményekre az ipari gyakorlatban is leginkább elterjedt Casson-modellt illesztettük $r > 0,9$ korrelá-

ciós együtthatóval, amely megfelelő pontosságúnak mondható. A folyásgörbéből τ_0 (folyáshatár) és η (látszólagos viszkozitás) számoltuk.

4.2.3. Látszólagos viszkozításeredmények

A **2. táblázat** alapján elmondható, hogy az egész mákszemekkel készített minták esetében a látszólagos viszkozitás értékek az együttaprítás hatására lecsökkentek, míg az egészben adagolt máklisztes mintákhoz képest a konsolás viszkozitás-növekedést idézett elő. A darált mákos minták esetében nem figyelhető meg valamilyen irány a viszkozitás értékek alakulása tekintetében.

A varianciaanalízis eredményei alapján a mákkal készített minták között volt szignifikáns különbség. A látszólagos viszkozitásnak az anyagtranszportnál van szerepe, fontos tényező a csokoládé adagolhatóságánál.

2. táblázat: A csokoládé minták látszólagos viszkozitása
Table 2: Apparent viscosity of chocolate samples

	Mákos (Pa) Products mixed with poppy seeds (Pa)			Máklisztes (Pa) / with poppy seed flour Products mixed with poppy seed flour (Pa)		
	2%	4%	6%	6%	8%	10%
egész / whole	0.99	1.23	1.24	0.90	1.16	1.56
darált / ground	0.89	0.96	0.984	-	-	-
konsolt / conched	0.94	0.86	0.99	1.08	1.61	1.44
fehér csokoládé white chocolate	1.17					

3. táblázat: A csokoládéminták folyáshatárértékei
Table 3: Yield point values of chocolate samples

	Mákkal készített minták (Pa) Products mixed with poppy seeds (Pa)			Mákliszttel készített minták (Pa) Products mixed with poppy seed flour (Pa)		
	2%	4%	6%	6%	8%	10%
egész / whole	13.93	10.38	11.26	18.96	16.08	27.08
darált / ground	7.17	8.29	6.24	-	-	-
konsolt / conched	13.32	14.8	18.17	20.09	38.77	34.07
fehér csokoládé white chocolate	7.27					

4. táblázat: A csokoládé minták Fmax értékei
Table 4: Fmax values of chocolate samples

	Mákkal készített minták Products mixed with poppy seeds			Mákliszttel készített minták Products mixed with poppy seed flour		
	2%	4%	6%	6%	8%	10%
egész / whole	7.40	15.46	14.45	15.84	15.75	15.30
darált / ground	15.64	15.58	13.32	-	-	-
konsolt / conched	18.87	16.65	16.57	17.75	19.45	18.13
fehér csokoládé white chocolate	7.74					

4.2.4. Folyáshatár-mérési eredmények

A kontrollként szolgáló fehér csokoládéhoz képest úgy, a mákos mint a máklisztes minták esetében nőtt a folyáshatár. Ez a növekedés az egészben adagolt mákos mintákhoz képest a konsolás hatására kisebb, míg a máklisztes mintáknál nagyobb mértékű volt. A darált mákos minták esetében a folyáshatár értékeinek változása semmilyen tendenciát nem mutatott. A varianciaanalízis eredményei alapján szignifikáns különbséget a mákkal készített minták között mutatunk ki. (3. táblázat)

4.3. Az állományvizsgálat eredményei

Általánosan megállapítható, hogy az állománymérés során vizsgált 4 tényező ugyanazt a jelenséget támasztotta alá, ezért a csokoládé szerkezetét módosító hatást a leginkább elfogadott Fmax eredményeken mutatjuk be.

A 4. táblázatban látható maximális erőértékek alapján megállapítható, hogy a kontrollmintához képest a 2% egészben adagolt mákos csokoládé állománya a kontrollal azonosnak bizonyult. Az összes többi minta vizsgálati eredményei a fehér csokoládéhoz képest nagyobb értéket mutattak, azaz a készítmények állaga keményebb lett a hozzáadott máktermék hatására. Az egészben adagolt mákos mintához képest a konsolás hatására kisebb, míg az egészben adagolt

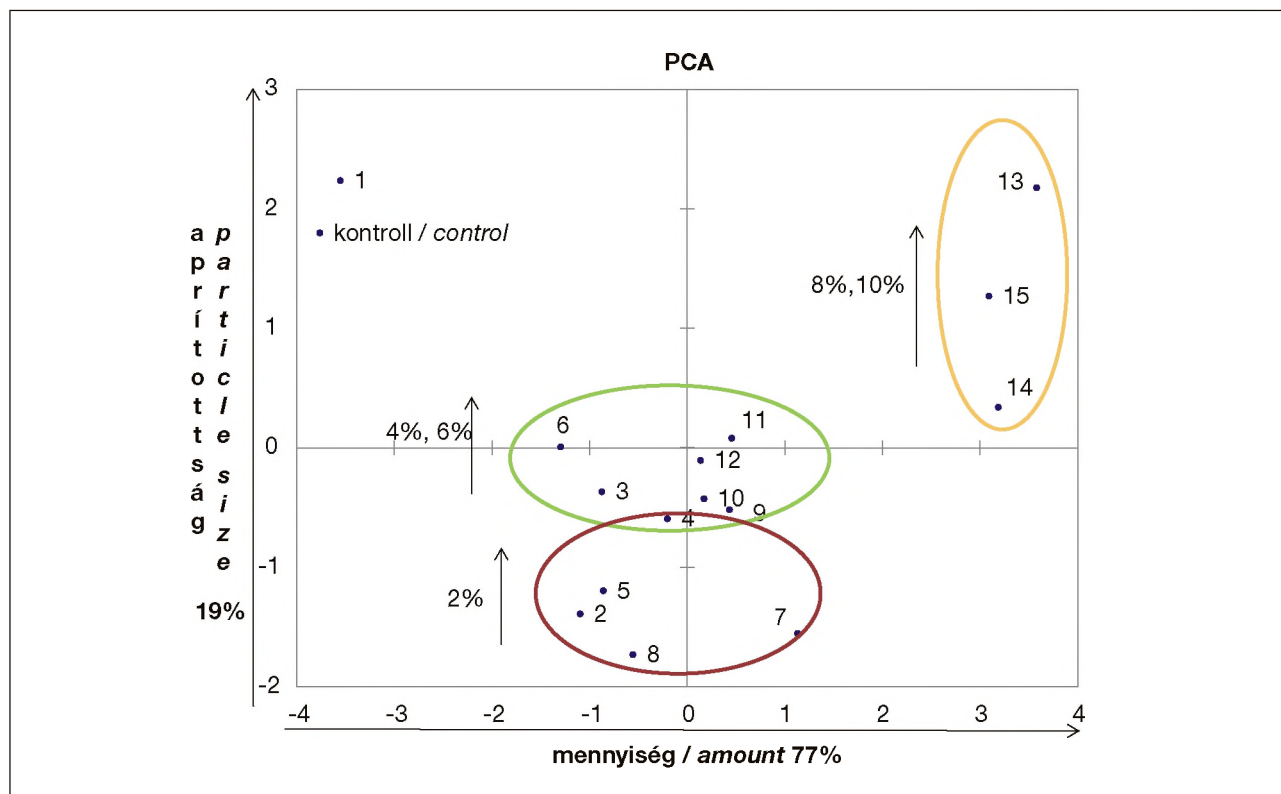
máklisztes mintákhoz képest nagyobb mértékű volt a növekedés. A darált mákos minták esetében az állománymérés során nem figyeltünk meg egyértelmű irányban változó tendenciát. A varianciaanalízis eredményei alapján mind a négy vizsgált paraméter esetében a mákliszttel készített minták között észleltünk szignifikáns különbségeket.

4.4. Diszkriminancia-analízis eredményei

Annak érdekében, hogy a kísérleti minták reológiai és állománybeli tulajdonságait együttesen tudjuk értelmezni, többváltozós adatfeldolgozást – főkomponens-analízist (PCA – Principal Component Analysis) – is végeztünk. A varianciaanalízissel ellentétben a nem szignifikáns minták figyelembevételével képeztünk csoportokat úgy, hogy az eredmények összes szórásnégyzetét bontottuk fel csökkenő súlyú tényezők összegére. Ilyen módon a varianciaanalízishez képest szemléletesebb képet kaptunk a minták elkülönüléséről.

Az 5. ábra alapján a minták az első két tényező függvényében vannak pozicionálva. A első főkomponens 77%-ot ír le, a minták az adagolt mennyiségek szerint rendeződnek és különülnek el a kontrolltól.

A második főkomponens, amely 19%-ban írja le az összes varianciát, az aprítottság mértékével hozható összefüggésbe.



5. ábra: A csokoládé minták főkomponens analízisének eredményei
Figure 5: Principal component analysis results of chocolate samples

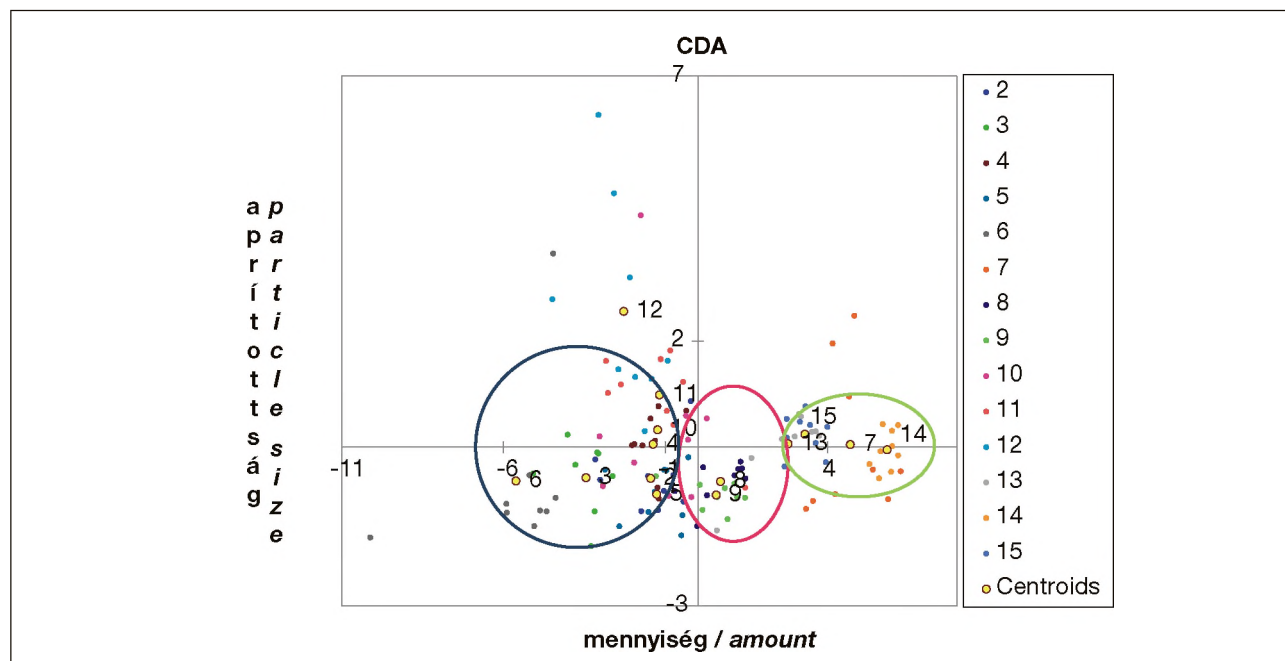
A **6. ábrán** a kanonikus diszkriminancia analízis eredménye látható, amely hasonló a főkomponens-analízis eredményeihez. Az ábrán a minták a két csoportosító függvény rendszerében vannak pozícionálva. Megállapítható, hogy az első csoportosító függvény az adagolt mák mennyiségével, a másik pedig a mák aprítottságának mértékével van összhangban.

A többváltozós analízis összességében arra mutatott rá, hogy nem csupán a hozzáadott mák aprítottságának mértéke, hanem az adagolt mákmennyiség is csoportosító jelleggel bír.

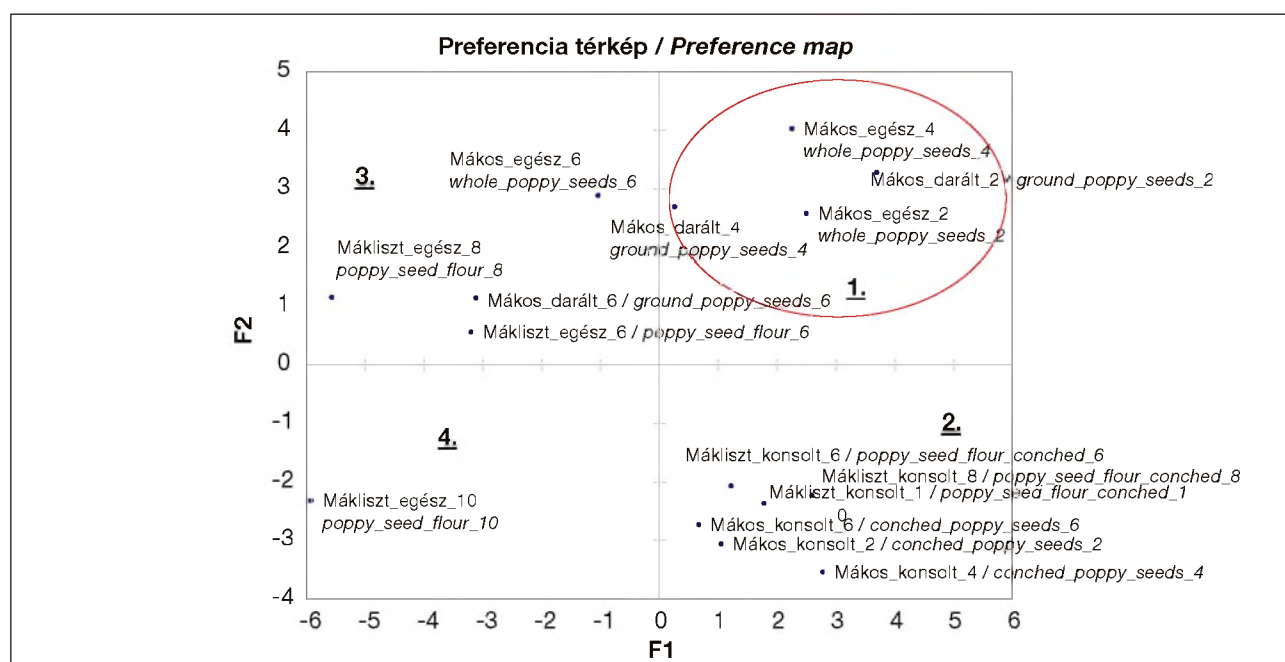
4.5. Az érzékszervi bírálat eredményei

A **7. ábrán** látható preferencia-térkép a kísérleti minták halmazát négy részre bontotta fel. A jobb felső sarokban 1-sel jelölt negyed a leginkább kedvelt, 2-es a kevésbé, 3-as a még kevésbé és 4-es a legkevésbé kedvelt minták csoportját jelöli.

A fogyasztói érzékszervi bírálatok eredményeiből készített preferencia-térkép alapján elmondható, hogy a 42 fős bírálói csoport a 2%, illetve 4%-os, egész és darált mákkal készített mintákat kedvelte a leginkább, míg a 10%-os egész máklisztes minta volt a legkevésbé kedvelt.



6. ábra: A csokoládéminták diszkriminancia-analízisének eredményei
Figure 6: Discriminant analysis results of chocolate samples



7. ábra: Az érzékszervi bírálatok preferencia-térképe
Figure 7: Preference map of sensory tests

Eredményeink arra mutattak, hogy a fogyasztók a kisebb mennyiségben és egész mákszemeket tartalmazó mintákat találták a leginkább elfogadhatónak. Véleményünk szerint ezek a minták a további termékfejlesztéshez modell gyanánt is szolgálhatnak. A preferencia-térkép 2. negyedében a máktermék mennyiségétől és annak típusától függetlenül a konsolt minták különültek el. A kedveltségi teszteken ez a második leginkább kedvelt minták halmaza, termékfejlesztés szempontjából is. A 3. negyedben a nagyobb mák- és mákliszttartalmú, egészben és darált módon aprított mákkal dúsított minták találhatók. A 4. negyedben az egész máklisztet 10%-ban tartalmazó minta található, amelyet a fogyasztók a legkevésbé fogadtak el.

Az érzékszervileg leginkább elfogadott termék elkészítése további érzékszervi bírálatokat igényel. Eddigi eredményeink alapján a fogyasztók az egészben adagolt és alacsonyabb máktartalmú mintákat kedvelték a leginkább. Ezt az eredményt a további termékfejlesztések tervezése során célszerű figyelembe venni.

5. Következtetések

Az aprítás során két ellentétes hatás együttesen van jelen a technológia során, miszerint az olajtartalom távozásával nő a csokoládé folytonos fázisa, segítve ezzel a rétegek egymáson való elcsúszását, míg az aprítás során nő az adott térfogategységre eső részecskék száma, nehezítve a rétegek elmozdulását.

A fent említett hatások különböző mértékben érvényesülnek:

- a nagyobb olajtartalmú mákos mintáknál a rotációs viszkozimetriával kapott jellemzőknél,
- a kisebb olajtartalmú máklisztes mintáknál a penetrációs hatás esetében okoztak szignifikáns különbséget;

A minták jellemzői között a mákkal és mákliszttel készített masszák átlagos szemcseméretére vonatkozóan egyaránt szignifikáns különbség volt. A PCA és CDA eredményei alapján elmondható, hogy a mákos/máklisztes csokoládék csoportosítása esetén a fő tényező a csokoládéhoz adott mák/ mákliszt formája volt és a második a mennyiség hatása.

Eredményeink alapján megállapítható, hogy az általunk vizsgált egyik tényező hatását sem célszerű figyelmen kívül hagyni egy adott technológiai tervezés során, mivel a bemutatott vizsgálatok alapján a két hatás feltárásával nyert eredmények együttesen járulnak hozzá a csokoládék optimális reológiai jellemzőinek meghatározásához.

A technológiai felhasználást illetően az eredmények alapján megállapítható, hogy a nagyobb olajtartalmú, mákkal kevert minták a könnyebben adagolható, kenhetőbb és plasztikusabb szerkezetű anyagok kialakításához alkalmasak, mint például a töltött bonbonok.

A kisebb olajtartalmú máklisztes minták inkább a roppanósabb szerkezetű, keményebb és szilárdabb minták elkészítéséhez alkalmasabbak, szemben a táblás és szeletes termékekkel.

Vizsgálati eredményeink szerint a rendszer viselkedése az együtt aprítás során volt a legkiszámíthatóbb. Ennek ismerete a termék előállítását javító technológiai tervezés során nyújthat segítséget.

A fogyasztói bírálat eredményei alapján az érzékszervileg elfogadott termékek előállításához az egészben adagolt és kisebb máktartalmú minták szolgálnak alapul, de az optimális jellemzők meghatározásához további érzékszervi bírálatokat szükségesek.



A kép illusztráció / Picture is for illustration only
Fotó/Photo: Shutterstock

6. Irodalom

- [1] Afoakwa E. O., (2010): *Chocolate Science and Technology*, John Wiley & Sons Ltd., Chichester, 35-36., 44-46.
- [2] Beckett, S. T., (2008): *The Science of Chocolate 2nd Edition*, The Royal Society of Chemistry, Cambridge, 13., 93-95.
- [3] Gacula, M., Rutenbeck, S., Pollack, L., Resurreccion, A.V.A., Moskowitz, H.R., The Just-About-Right intensity scale: Functional analyses and relation to hedonics, *Journal of Sensory Studies* 22 (2007): 194-211. doi:10.1111/j.1745-459X.2007.00102.x
- [4] Gere, A., Losó, V., Györey, A., Kovács, S., Huzsvai, L., Nábrádi, A., Kókai, Z., Sipos, L., (2014a.): Applying parallel factor analysis and Tucker-3 methods on sensory and instrumental data to establish preference maps: case study on sweet corn varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94, 3213-3225. doi:10.1002/jsfa.6673
- [5] Gere, A., Kovács, S., Pásztor-Huszár, K., Kókai, Z., Sipos, L., (2014b.): Comparison of preference mapping methods: a case study on flavored kefirs. *Journal of Chemometrics*, 28, 293-300. doi:10.1002/cem.2594
- [6] Gere, A., Sipos, L., Héberger, K., (2015): Generalized Pairwise Correlation and method comparison: Impact assessment for JAR attributes on overall liking. *Food Quality and Preference*, 43, 88-96. doi:10.1016/j.foodqual.2015.02.017
- [7] Gere, A., Szabó, Z., Pásztor-Huszár, K., Orbán, C., Kókai, Z. and Sipos, L. (2017): Use of JAR-Based Analysis for Improvement of Product Acceptance: A Case Study on Flavored Kefirs. *Journal of Food Science*, 82: 1200-1207. doi:10.1111/1750-3841.13701
- [8] Gere, A., Sipos, L., Kovács, S., Kókai, Z., Héberger, K., (2017): Which just-about-right feature should be changed if evaluations deviate? A case study using sum of ranking differences. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 161, 130-135. doi:10.1016/j.chemolab.2016.12.007
- [9] Macsihin, Ju. A., Macsihin Sz. A., (1981): *Élelmiszeripari termékek reológiája*, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest 102-103.
- [10] Meullenet, J.F., Xiong, R., Findlay, C. (2007): *Multivariate and Probabilistic Analyses of Sensory Science Problems*, 1st ed., Wiley-Blackwell, Ames, Iowa.
- [11] Minifie, B. W., (1989): *Chocolate, Cocoa and Confectionery: Science and Technology 3rd Edition*, An AVI Book, New York 135.
- [12] Mohos, F., (2006): *Édesipari technológia I.*, FVM Képzési és Szaktanácsadási Intézet, Budapest 276., 339-341.
- [13] MSZ EN ISO 8586:2014 *Érzékszervi vizsgálat. Általános útmutató a kiválasztott bírálók és az érzékszervi szakértő bírálók kiválasztásához, képzéséhez, valamint folyamatos ellenőrzéséhez*
- [14] MSZ EN ISO 8589:2015 *Érzékszervi vizsgálatok. Általános útmutató a bírálati helyiségek kialakításához (ISO 8589:2007)*
- [15] Rothman, L., Parker, M.J. (2009): *ASTM MNL63; Just about Right (JAR) Scales: Design, Usage, Benefits, and Risks*, West Conshohocken,. doi:10.1520/MNL63-EB
- [16] Shirley, D., és Stanley, W., (1983): *Statistics for research: John Wiley & Sons, Inc., Canada*
- [17] Talbot, G., (2009): *Science and technology of enrobed and filled chocolate, confectionery and bakery products*. In: Wells, M., *Controlling the rheology of chocolate and fillings.*, Woodhead Publishing Limited, Cambridge 26., 257-259.
- [18] Xiong, R., Meullenet, J.F., (2006): A PLS dummy variable approach to assess the impact of jar attributes on liking, *Food Quality and Preference*, 17 188-198. doi:10.1016/j.foodqual.2005.03.006