

Adatok a csokoládégyártás reológiájához

I. Kakaóvaj és kakaómassza reológiája

LÁSZTITY RADOMIR és VARGA JÁNOS

Budapesti Műszaki Egyetem Élelmiszerkémiai Tanszék

Érkezett: 1965. február 25.

Az édesipari termékek reológiai vizsgálata az utóbbi időben igen széleskörű és intenzív kutatási téma. Nálunk az utóbbi évekig szórványosan jelentek meg ilyen irányú vizsgálatokról szóló közlemények. Szisztematikusan felépített és tudományos elemzést lehetővé tevő kutatásokkal csak a legutóbbi időben találkozunk (1, 2, 3). Az édesipari termékek közül a csokoládék reológiai vizsgálata a legterjedelmesebb. Ez érthető, hiszen a csokoládék fizikai tulajdonságainak ismerete a csokoládék minőségének jellemzése és a technológia szempontjából igen nagy jelentőségű. Az édesipar e területének automatizálása a reológiai jellemzők ismerete nélkül elképzelhetetlen, ezenkívül a jelenleg ismeretes reológiai műszerek közül néhány igen jól használható a csokoládék reológiai tulajdonságainak vizsgálatára (rotációs elvű-, esőgolyós-, viszkoziméterek, penetrométerek). Az intézetünkben folyó széleskörű reológiai vizsgálatok keretében az édesipari lisztesárak beható tanulmányozása (4) után a csokoládégyártás reológiai kérdéseivel foglalkozunk.

Mielőtt a tulajdonképpeni mérési módszerről és a kapott eredményekről beszámolnánk, röviden ismertetnénk a csokoládé fizikai-kémiai jellemzését. A csokoládé olyan kolloid rendszer, melynek diszperziós közege a kakaóvaj. Ebben a fázisban vannak elosztva a kakaóbab szilárd alkotórészei és a finoman aprított szaharózskristályok, valamint kevés víz is. Lényegében poli- és heterodiszperz rendszerről van szó. Első közelítésben a rendszer viszkozitásának meghatározására *Einstein* egyenlete használható (5):

$$\eta_s = \eta_0 (1 + 2,5\varphi)$$

ahol! η_s = a szuszpenzió viszkozitása

η_0 = diszperziós közeg viszkozitása

φ = a diszperz fázis térfogathányada

Ez az összefüggés *gömbalakú*, merev részecskékből álló *hig* szuszpenziókra érvényes. A csokoládékban a diszperz fázis összetevői nem gömbalakúak és a részecskék a diszperziós közeggel és egymással is kölcsönhatásban vannak. Csokoládéknaként változik a diszperz fázis diszperzításfoka, valamint a nedvességtartalom is. Emulgeáló szer (lecitin) adagolása szintén megváltoztatja a viszkozitást. Ezek miatt a csokoládék viszkozitásának meghatározására, ill. számítására nem alkalmas *Einstein* egyenlete. Így a csokoládék reológiai tulajdonságainak jellemzésére egyetlen viszkozitásiérték nem elegendő, hanem szükséges a teljes folyásgörbe felvétele.

A mérés elvégzésére, a gyakorlatban is jól alkalmazható, *Höppler*-reoviszkozimétert használtuk.

Mielőtt magának a csokoládénak a viszkozitását mértük volna, előbb két fontos nyersanyagának a viszkozitását néztük meg.

1. A kakaóvaj reológiája

A vizsgált kakaóvaj ipari minőségű volt, tehát olyan, amelyet az édesipari telepek csokoládégyártásra közvetlenül használnak fel. A méréseket a reoviszkoziméter 0,1-es küvettájában végeztük 38 C° – 80 C°-ig terjedő hőmérséklet-intervallumban. A terhelést 5 – 50 g/cm² értékek között változtattuk. (Itt megjegyezzük, hogy a készülékhez mellékelt súlyokkal minimálisan 10 g/cm²-es különbségeket lehet biztosítani. A mérési pontok sűrítése céljából finomabbá tettük a különbségeket és 5 g/cm²-es értékekkel változtattuk a terhelést.) A merülés mélysége minden esetben 30 mm volt. A viszkozitás számszerű értékeit egy-egy hőmérsékleten, különböző terhelések mellett az alábbi összefüggésből számítottuk:

$$\eta = P \cdot t \cdot K$$

ahol: P = terhelés (g/cm²)
 t = merülés ideje (sec)
 K = küvetta állandó

Először a viszkozitás-hőmérséklet összefüggését vizsgáltuk. Az eredményeket az alábbi 1. táblázatban foglaltuk össze:

1 táblázat

Kakaóvaj viszkozitásának változása a hőmérséklet függvényében

Hőmérséklet C°	38	42	46	50	54	58	62	66	70	74	78
Viszkozitás c poise	44,0	37,5	32,4	28,0	25,4	22,8	20,3	18,1	16,0	14,7	13,4

A kakaóvaj viszkozitásának kiszámítására, a fenti hőmérséklet intervallumban, jól használható az alábbi empirikus összefüggés (*Rappaport*) (6).

$$\lg \eta = 2,2 - 0,0145 \cdot t$$

ahol: t = hőmérséklet (C°)
 η = viszkozitás (c poise)

A mérések azt mutatták, hogy 38 C° fölötti hőmérsékleteken a kakaóvaj viszkozitása független volt a terhelés értékeitől (2 táblázat). Adott hőmérsékleten így a kakaóvaj egyetlen viszkozitásértékekkel jellemezhető.

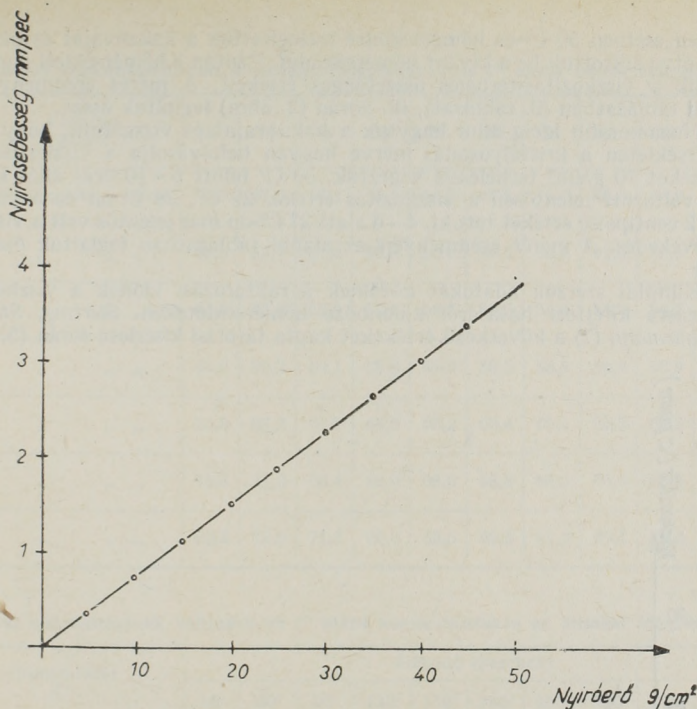
Ha a nyírófeszültség-nyírósebesség összefüggést ábrázoljuk grafikusán, akkor azt tapasztaljuk, hogy ez az összefüggés lineáris és az egyenes az origóból indul. Ebből következik, hogy a kakaóvaj newtoni- folyadékként kezelhető, azaz jellemezhető a

$$p = \eta \cdot \varepsilon$$

egyenlettel.

ahol: p = nyírófeszültség
 η = viszkozitás
 ε = nyírósebesség

Szemléltetésül közöljük a nyírófeszültség-nyírósebesség összefüggést 40 C°-on 5 – 50 g/cm² terhelési értékek mellett (1. ábra).



Kakaóvaj folyásgörbéje (40°C-on)

1. ábra

Nyirőfeszültség-nyirősebesség összefüggés kakaóvajra

2. táblázat

Nyirőfeszültség g/cm ²	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Nyirősebesség mm/sec	0,35	0,73	1,12	1,50	1,88	2,25	2,66	3,04	3,40	3,65

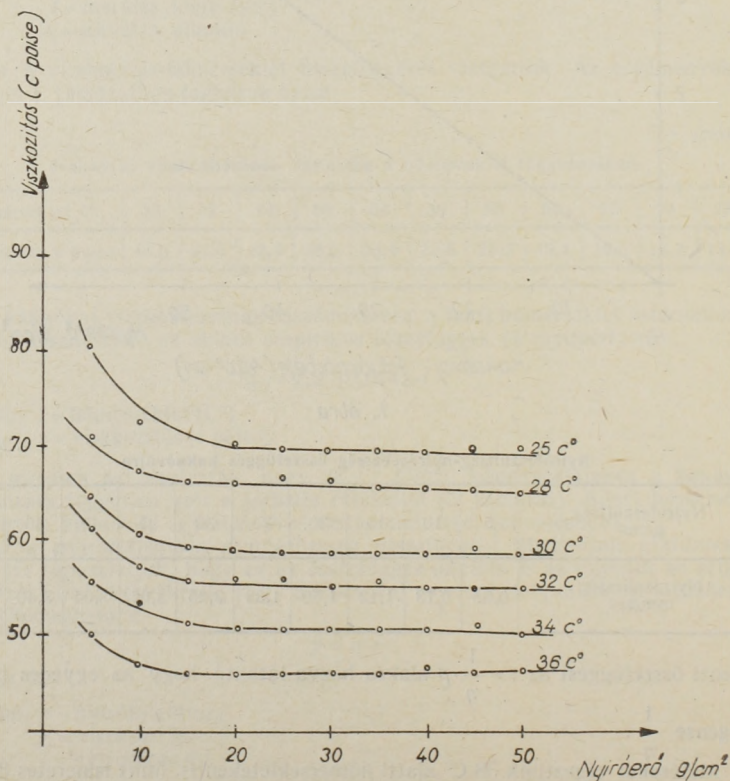
A fenti összefüggést az $\varepsilon = \frac{1}{\eta} \cdot p$ alakra hozva látható, hogy az egyenes irány-
tangense $\frac{1}{\eta}$.

Méréseket végeztünk 38 °C alatti hőmérsékleteken is. Mint ismeretes 36 °C-nál már megindul a kakaóvaj polimorf kristályainak képződése, ha nagyobb hőmérsékleten tartás után fokozatosan hűtjük le a kakaóvaját. 36 °C alatt tehát már kristályok is jelen vannak, ill. lehetnek a kakaóvajban. A méréseink során kiderült, hogy a jelenlévő kristályok mennyisége már 36 °C-nál változtatott a kakaóvaj newtoni folyadék jellegén. A méréseket 26–36 °C között végeztük.

Minden esetben 50 C°-os hőmérsékletre melegítettük a kakaóvaját és fokozatosan hűtve állítottuk be a kívánt hőmérsékletet. Ezután e hőmérsékleti pontokon mértük a viszkozitás-terhelés összefüggés értékeit. A mérés eredményeit az alábbi táblázatban (3. táblázat), ill. ábrán (2. ábra) foglaltuk össze.

Huzamosabb ideig állni hagytuk a kakaóvaját és vizsgáltuk, hogy adott hőmérsékleten a kristályosodás mérve hogyan befolyásolja a viszkozitást. A méréseket 10 g/cm² terheléssel végeztük. 30 C° fölött 6–10 órás állás közben nem változott jelentősen a viszkozitás értéke. 29 C°, 28 C°-on ez a változás 1,5–2 centipoise értéket tett ki. 4–6 alatt 27 C°-on már jelentős volt a viszkozitásnövekedés. A mérés eredményeit az alábbi táblázatban foglaltuk össze (4. tábl.)

Külföldi szerzők adatokat közölnek a raktározási időnek a viszkozitásváltozásra kifejtett hatásáról különböző hőmérsékleteken. *Sterling, Shimazu és Wuhrmann* (7) a következő értékeket kapta tárolási kísérlete során (5. tábl.)



Kakaóvaj viszkozitása 26–36 C° közötti hőmérsékleten,
a nyiróerő függvényében.

2. ábra

Kakaóvaj viszkozitásváltozás a terhelés függvényében 36 C° alatti hőmérsékleteken

C°	Terhelés g/cm ²	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
36	Viszkozitás c poise	50,0	47,6	47,1	46,4	46,3	46,5	46,4	46,3	46,5	46,2
34	„ „ „	55,5	53,4	51,8	50,8	50,6	50,5	50,8	51,0	50,8	50,0
32	„ „ „	61,0	57,0	55,9	55,6	55,5	55,0	55,4	54,9	54,7	54,6
30	„ „ „	64,6	60,2	59,1	58,8	58,6	58,5	58,8	58,8	58,9	58,5
28	„ „ „	70,8	67,2	66,7	66,0	66,2	65,4	65,1	65,2	64,9	65,0
27	„ „ „	75,6	71,0	69,4	69,0	68,6	68,8	68,5	68,4	68,5	68,4
26	„ „ „	80,2	72,0	71,4	69,8	69,6	69,5	69,3	69,1	69,4	69,6

4. táblázat

Kakaóvaj viszkozitásának változása 36 C° alatti hőmérsékleteken az állásidő függvényében

Hőmérséklet C°	Állásidő (percben)									
	30'	60'	90'	120'	150'	180'	210'	240'	270'	300'
30	60,8	60,7	61,0	60,8	60,9	61,1	61,0	61,2	61,3	61,2
29	63,4	63,6	63,5	63,7	63,4	63,8	63,9	64,0	64,3	64,7
28	66,8	66,7	66,8	67,0	67,1	67,0	67,3	67,5	67,6	67,8
27	71,3	71,6	71,6	71,8	72,4	74,2	74,0	74,8	75,2	82,1
26	72,0	72,4	73,0	120	146	—	—	—	—	—

A vizsgálatra Ostwald-viszkozimétert alkalmaztak és 31 C°-on mérték a kifolyási időket. A mérésnél 20,1 ± 0,01 Hgcm levegőnyomást alkalmaztak. A vizsgált kakaóvaj nem ipari minőségű volt, hanem C Cl₄-al, éterrel és aktív szénrel tisztított, jellegtelen ízű és szagú.

Mi is vizsgáltuk a tárolás hatását gyakorlatban előforduló hőmérsékleteken 10 C°-on és 25 C°-on. 180 napos tárolás után a 10 C°-on tárolt kakaóvaj viszkozitásban nem észleltünk változást, míg a 25 C°-on tárolt kakaóvajnál 10–15%-os volt a viszkozitásnövekedés, tehát lényegesen kisebb, mint a fentebb említett szerzőknél. Az eltérés oka valószínűleg az, hogy mi nem tisztítottuk vizsgálat előtt a kakaóvaját. Elképzelhető ugyanis, hogy az odószer-

A kakaóvaj relatív viszkozitásának változása a tárolás során

Raktározás ideje (nap)	Raktározás hőmérséklete (C°)				
	0	17,5	30	45	60
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	1,04	1,02	1,02	1,04	1,05
2	1,06	1,04	1,04	1,06	1,09
3	1,07	1,06	1,05	1,08	1,11
5	1,07	1,07	1,06	1,09	1,13
10	1,09	1,10	1,09	1,14	1,22
20	1,09	1,13	1,10	1,19	1,35
30	1,10	1,17	1,18	1,26	1,49
60	1,10	1,23	1,19	1,43	1,82
90	1,10	1,27	1,28	1,60	2,18
270	—	—	—	—	5,88

kel történő tisztításnak, majd az oldószer eltávolításának következményeként bizonyos mértékű oxidáció indukálódott a kakaóvajban, és állás közben ez esetleg polimerizálódáshoz vezetett. A polimerizálódás viszont a viszkozitás tetemes megnövekedésével járt (pl. 60 C°-on 270 nap után majdnem a hatszorosára)

2. Kakaótészta reológiája

A csokoládégyártás e másik alapvető nyersanyagát is vizsgáltuk. Tanulmányoztuk a hőmérséklet-viszkozitás, majd 38 C°-on a nedvességtartalom-viszkozitás, kakaóvajtartalom-viszkozitás és adott zsirtartalmú massa diszperzításhoz vezető viszkozitás közötti összefüggést. A vizsgálatot a reoviszkoziméter 10-es küvettájában végeztük. Az alkalmazott terhelés 10–60 g/cm² értékek között változott.

2.1 A hőmérséklet-viszkozitás összefüggését 10 g/cm² terheléssel vizsgáltuk. Az eredményeket az alábbi (6. tábl.) táblázatban foglaltuk össze:

Kakaótészta viszkozitása a hőmérséklet függvényében

Kakaótészta zsirtartalma: 55%
 „ „ nedvességtartalma: 0,6%
 Alkalmazott nyirófeszültség: 10 g/cm²

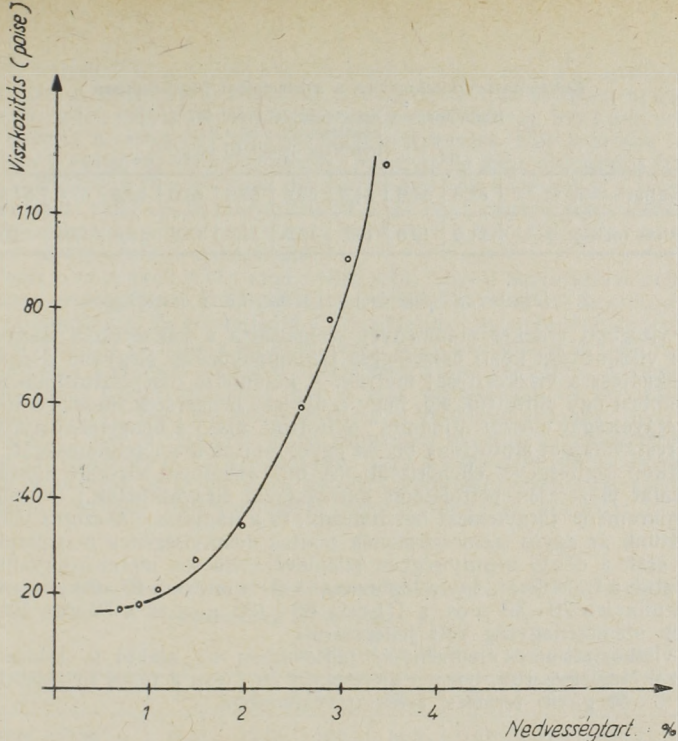
Hőmérséklet (C°)	34	38	42	46	50	54	58	62	66	70
Viszkozitás (c poise)	17,5	15,0	12,0	10,0	8,5	7,1	6,0	4,9	4,4	4,2

2.2 A nedvességtartalom-viszkozitás összefüggés mérését 38 C°-on 10 g/cm² terhelési érték mellett végeztük. Az eredményeket a 7. táblázat tartalmazza. A jobb áttekintés érdekében az adatokat diagrammal is szemléltetjük (3. ábra).

Nedvességtartalom hatása a kakaótészta viszkozítására

Kakaómassza zsirtartalma: 54,8%
 Alkalmazott nyirófeszültség: 10 g/cm²

Nedvesség %	0,7	0,9	1,1	1,5	2,0	2,6	2,9	3,1	3,5
Viszkozitás (poise)	17	18	20,5	27,0	34,0	59,0	77,0	90,0	110



*Nedvességtartalom hatása a kakaó viszkozitására
(zsirtart.: 54,8 %, nyirderék 10 g/cm²)*

3. ábra

A diagramból (3. ábra) is látható, hogy 2% körüli nedvességtartalomnál a görbe erőteljesen emelkedik, azaz további nedvességtartalomnövekedés a viszkozitást nagymértékben növeli. Ezen túl azt is megfigyeltük, hogy 1% nedvességtartalom alatt a viszkozitás a nedvességtartalom csökkenésével csak kissé mértékben csökken. E két megfigyelésből levonható az a következtetés, hogy a gyakorlatban már a pörkölésnél biztosítani érdemes a 2%-os, vagy 2% alatti nedvességtartalmat, mert ez a kakaótészta mozgatásának (a nyolcas hengerek után) megkönnyítését eredményezi. A továbbiakban pedig törekedni kell, hogy a technológiai műveletek során a nedvességtartalom 1%-ra csökkenjen 1% alá sem gazdaságossági szempontok, sem viszkozitáscsökkentés miatt nem érdemes lemenni.

2.3 Kakaóvajtartalom-viszkozitás összefüggés

A kakaótészta viszkozitását döntő mértékben befolyásolja a folytonos fázist képező kakaóvajtartalom. Ez a tény szerepet játszik a kakaótészta szivattyús továbbításánál, a préselésnél és nem utolsósorban a csokoládégyártásnál. A mérést 38 C°-on 10 g/cm² terhelési értékkel végeztük. Az eredmények összefoglalását az alábbi (8. tábl.) táblázat adja:

Kakaómassza viszkozitása a zsirtartalom függvényében

Kakaómassza nedvességtartalma: 0,7%
 „ hőmérséklete: 38 C°
 „ nyirofeszültség: 10 g/cm²

Kakaóvajtartalom, %	53,6	54,0	54,5	55,0	55,5	56,0	56,5	57,0	57,5	58
Viszkozitás (poise)	21,0	19,0	16,5	15,0	14,6	13,8	13,0	12,4	12,0	11,8

2.4 Diszperzításfok és viszkozitás közti összefüggés

A vizsgálat érdekes eredményét szolgáltatva a kakaótészta diszperzításfoka és viszkozitása közti összefüggés tanulmányozása. Négyféle diszperzításfokú kakaótészta viszkozitását mértük. A különböző diszperzításfokú masszákat üzemben úgy állítottuk elő, hogy a nyolcas hengerszék finomörülő hengereinek réstávolságát először „finomra” állítottuk, majd a hengereket nyitva még három réstávolságot állítottunk be. Az egyes minták szemcsefinomságát, felületi mikroszkóp segítségével ellenőriztük. (A mikroszkóppal vizsgált mintákból a kakaóvaját előzetesen petroléteres extrakcióval eltávolítottuk.) Összehasonlításra mikrométer tárgylemezt használtunk, és a nagyítás 100-szoros volt. Nem törekedtünk az egyes szemcsefrakciók pontos mennyiségének megállapítására, hanem csak a döntő mennyiségben jelenlevő szemcsék méret-intervallumával jellemeztük a frakciókat. Így a legfinomabb (I) mintára a 10–20 μ -os nagyság a II-es mintára 20–30 μ -os, a III-asra 80–120 μ -os és a IV-esre 100 μ -nál nagyobb szemcsenagyság volt jellemző.

A viszkozitásmérés eredményeit poise-okban az alábbi 9. táblázat tartalmazza. Megjegyezzük, hogy a méréseknél 38 C°-on a teljes folyásgörbét felvettük 5–50 g/cm² terhelési értékintervallumban.

9. táblázat

Diszperzításfok hatása a kakaómassza viszkozitására

Kakaómassza zsirtartalma: 54,8%
 „ nedvessége: 0,7%
 „ hőmérséklete: 38 C°

Terhelés g/cm ²	Minták száma	I.	II.	III.	IV.
		Jellemző szemcsenagyság			
		10–20 μ	20–30 μ	80–120 μ	100 μ →
5		21,5	25,7	145,0	172,0
10		17,4	20,0	93,0	105,0
15		16,2	18,3	75,0	78,0
20		15,4	17,3	67,0	70,0
25		14,7	16,6	63,0	66,0
30		14,5	16,3	60,0	61,0
35		14,3	16,1	58,0	59,0
40		14,2	16,0	57,2	57,8
45		14,1	16,0	56,5	56,8
50		14,0	15,9	56,0	56,2

Ha az egyes minták esetében kapott viszkozitásértékeket összehasonlítjuk, akkor az alábbi következtetést vonhatjuk le. A kakaótészta diszperzításfokának növelése a viszkozitásérték nagymértvű csökkenését eredményezi. A magyarázat nyilvánvalóan az, hogy a diszperzításfok növelése egyben növeli a ka-

kaóanyag sejtjeiből kiszabaduló kakaóvaj mennyiségét, azaz a diszperziós közeg mennyiségét. A kiszabaduló kakaóvaj, a vizsgált minták esetében nyilván nagyobb mértékben csökkentette a kakaótészta viszkozitását, mint amilyen mértékben növelte a részecskék fajlagos felületnövekedése. Egy bizonyos határon túl, amikor a kakaóvaj összes, lehetséges mennyisége mint diszperziós fázis van jelen, a kakaóanyag részecskéinek diszperzításfok-növekedése már a viszkozitás növekedéséhez vezet. A gyakorlatban az I. és II-es minták szemcsefinomsága felel meg azoknak a követelményeknek, melyeket a belőle készült csokoládé és kakaópor szempontjából támasztunk.

A fenti eredmények révén mód nyílik arra, hogy a zsirtartalom és nedveségtartalom ismeretében, a kakaótészta viszkozitásértékéből következtessünk a szemcsefinomságra. Ez közvetlenül a hengersizéknél gyorsan elvégezhető.

A kakaótészta vizsgálata során kiderült, hogy reológiai sajátosságai már nem hasonlítanak a kakaóvaj reológiai tulajdonságaihoz, azaz nem *newtoni*-folyadék. Különböző nyíróerőértékhez más és más viszkozitásérték tartozik, tehát adott hőmérsékleten nem jellemezhető egyetlen viszkozitásértékkel, hanem csak a folyásgörbe teljes felvételével. Ezen túlmenően bizonyos nyírófeszültség értékeknél a nyírósebesség 0. Ez azt mutatja, hogy a kakaótészta határfeszültség jellemző. Nézzük pl. 38 °C-on a kakaótészta viszkozitásértékeit és nyírósebesség értékeit a terhelés (nyírófeszültség) függvényében (10. táblázat):

10. táblázat

Kakaómassza viszkozitása és nyírósebesség értékei a terhelés függvényében

Kakaómassza zsirtartalma: 54,8%
 „ nedvessége: 0,7%
 „ hőmérséklete: 38 °C

Terhelés g/cm ²	5	10	15	20	25	30	35	40
Viszkozitás (poise)	21,5	17,4	16,2	15,4	14,7	14,5	14,3	14,2
Nyírósebesség mm/sec	0,7	1,66	2,65	3,90	5,10	6,40	7,35	8,60

A határfeszültség szemléltetése céljából ábrázoljuk grafikusán a nyírófeszültség-nyírósebesség összefüggést (4. ábra).

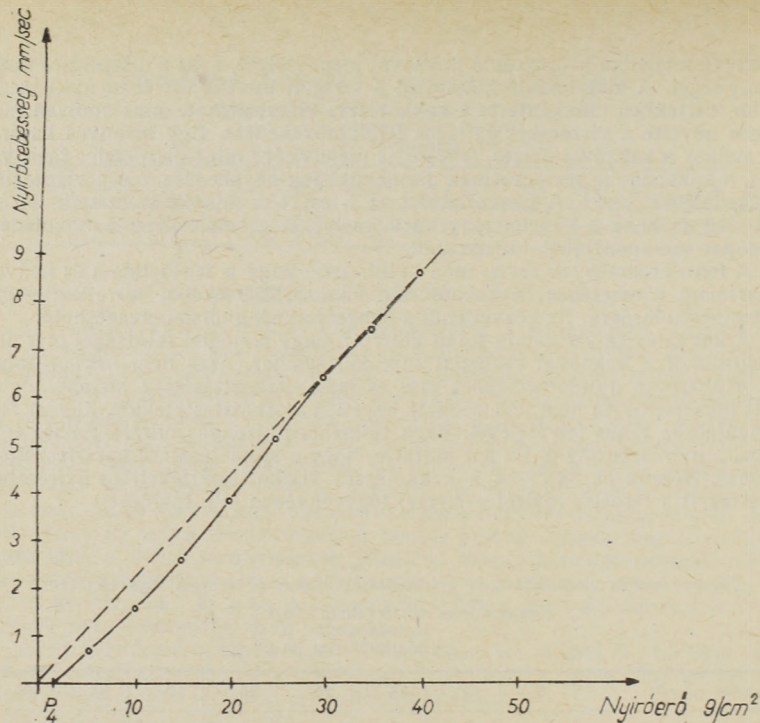
Ha megvizsgáljuk a nyírási sebesség értékei közti különbséget, azt tapasztaljuk, hogy bizonyos nyírófeszültség értékig növekvő tendenciát mutat, majd állandó lesz, azaz ettől kezdve a viszkozitásértékek is egy állandó érték felé tendálnak.

Mielőtt még tovább mennénk a következtetésekkel, a határfeszültség tényéből és a nyírófeszültség és nyírási sebesség kezdeti nem lineáris összefüggéséből levonhatjuk azt a következtetést, hogy a kakaótészta az általánosított *Bingham*-test modelljével jellemezhető. Az ilyen általános plasztikus-viszkózus testek folyási görbéjének reológiai egyenlete a következő:

$$P = P_h + \eta_{pl} \varepsilon$$

ahol: p = nyírófeszültség
 p_h = határfeszültség
 η_{pl} = plasztikus viszkozitás
 ε = nyírósebességi gradiens

Így tehát a kakaótészta jellemzésére két állandót kell használni. Az egyik a p_h határfeszültség, a másik a η_{pl} plasztikus viszkozitás. Ez a plasztikus viszkozitás nem egyenesen arányos a nyírófeszültséggel. Ezt fejezi ki a fenti egyen-



Kakaómassza konzisztenciagörbéje
(38°C, zsírt.: 54,8%, nedvességt.: 0,7%)

4. ábra

letben az ϵ nyírósebességi gradiens, melyre igaz, hogy $\epsilon = f(p)$. E függvénykapcsolat általánosan érvényes alakja ezideig nem ismert és különböző anyagokra empirikusan határozzák meg. Kakaótésztnál egy $\sqrt{P^2} = A\sqrt{\delta^2} + B$ alakú összefüggés alkalmas a folyásgörbe jellemzésére, ahol P = nyírófeszítés δ = nyírási sebesség B tengelymetszet (látszólagos határfeszítés) (8).

IRODALOM

- (1) Telegdy Kováts L.: Édesipar. 6, 9, 1964.
- (2) Lásztity R.: Élelmezési Ipar. 18, 281, 1964.
- (3) Telegdy Kováts L.: Az édesipar új problémái. MITE kiadvány. Budapest, 1952.
- (4) Telegdy Kováts L., Lásztity R., Nedelkovits J.: Zucker u. Süßwarenwirtschaft. 76, 115, 164, 1963.
- (5) Törley D., Lásztity R.: Korszerű élelmiszerkémiai és ipari vizsgálati módszerek. Budapest. 1962.
- (6) Rappaport, A. L. - Szosznovszkij: Édesipari technológia. I. (Magyar nyelvű) Moszkva. 1951.
- (7) Sterling, C., Fuminaga Simazu, Whurmann, J. J.: Food Research. 25, 630, 1960.
- (8) Heimann, W., Fincke, A.: ZUL. 117, 297, 1962.
- (9) Huszár J.: A csokoládé minőségének és formázhatóságának optimális fizikai és kémiai feltételei. Műszaki Doktori Értekezés. 1961.

ДАнные О РЕОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ШОКОЛАДА.

I. Реология масла какао и тертого какао.

Р. Ласзтить и Й. Варга

К исследованию реологических свойств масла какао и тертого какао хорошо пригодный реовискозиметр Геплера. При температурах выше 38°C масло какао является ньютоновской жидкостью. В пределах температур от 26 до 36°C вследствие начинающейся кристаллизации вязкость изменяется. Величина отклонений от ньютоновской жидкости зависит от температуры и продолжения выдержки при данной температуре. Реологические свойства тертого какао зависят главным образом от содержания масла, влажности, температуры и дисперзности массы, а также от напряжения сдвига или градиента скорости. При данной влажности и определенном содержании масла тертого какао на основе измерения вязкости можно определить степень измельчения массы.

ANGABEN ZUR RHEOLOGIE DER SCHOKOLADENFABRIKATION I. RHEOLOGIE DES KAKAOFETTES UND DER KAKAOMASSE

R. Lászlity und J. Varga

Zur rheologischen Prüfung des Kakaofettes und des Kakaoteiges ist der Rheoviskosimeter nach Höppler sehr geeignet. Das Kakaofett verhält sich bei einer Temperatur über 38°C als newton'sche Flüssigkeit, unterhalb 36°C Temperatur ändert sich der Charakter der Fliesskurve infolge eintretender Kristallisation. Die Abweichung von dem newton'schen Verhalten wird mit der Verminderung der Temperatur und der Steigerung der Lagerungszeitdauer immer grösser. Die Kakaomasse verhält sich als allgemeiner Ringham-Körper. Der Ablauf der Konsistenzkurve wird von dem Gehalt der Kakaomasse an Kakaobutter und Feuchtigkeit, von der Temperatur und dem Dispersionsgrad am bedeutendsten beeinflusst. Im Falle eines bestimmten Wasser- und Kakaobuttergehaltes kann auf Grund der Messung der Kakaomassenviskosität auf die Körnchengrösse geschlossen werden.

CONTRIBUTIONS TO THE RHEOLOGY OF CHOCOLATE PRODUCTION, I. RHEOLOGY OF COCOA BUTTER AND COCOA MASS

R. Lászlity, and J. Varga

The Höppler rheoviscosimeter proved to be suitable for the rheological investigation of cocoa butter and cocoa mass. Cocoa butter behaved as Newtonian liquid at temperatures over 38°C, while at temperatures below 36°C the character of the liquidus curve altered, due to the begin of crystallization. The deviation from Newtonian behaviour became greater with the rise of temperature and with the lengthening of the period of storage. Cocoa mass behaved as a general Bingham body. The shape of the consistency curve proved to be affected to the greatest extent by the content of cocoa butter and moisture in the mass, and by temperature and degree of dispersity. At a given content of water and cocoa butter, the fineness of grains may be estimated by measuring the viscosity of the cocoa mass.