

Fehérje alapú habképző anyagokkal lazított édesipari lisztesárak reológiai vizsgálata*

II. A tárolási idő és a zsirtartalom befolyása a reológiai tulajdonságokra

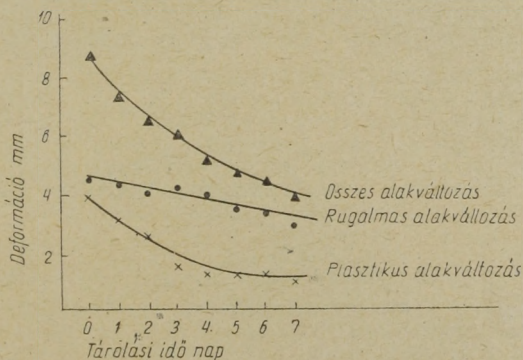
LÁSZTITY RADOMIR, MAJOR JÓZSEF és
NEDELKOVITS JÁNOS

Budapesti Műszaki Egyetem Élelmiszerkémiai Tanszék

Érkezett: 1961. szeptember 8.

1. Tárolási idő befolyása a reológiai sajátságokra

A sütőipari termékek és az édesipari lisztes árak nagy részénél a tárolás során jelentős változások lépnek fel, melyeket „öregedés” néven foglalnak össze. Az „öregedés” problémájával igen nagyszámú és részletes irodalom foglalkozik, elég, ha itt csak néhány régebbi, illetve új összefoglaló műre utalunk (1, 2, 3, 4.). Bár a piskóta a liszt mellett nagyobb mennyiségű egyéb nyersanyagból készül, benne is tárolás közben a kenyér öregedéséhez hasonló változások lépnek fel. Mivel az öregedés folyamata legjobban a bélzet fizikai tulajdonságainak vizsgálatával követhető, érdekesnek mutatkozott a piskóta bélzet reológiai jellemzőinek tanulmányozása a tárolás során.



1. ábra

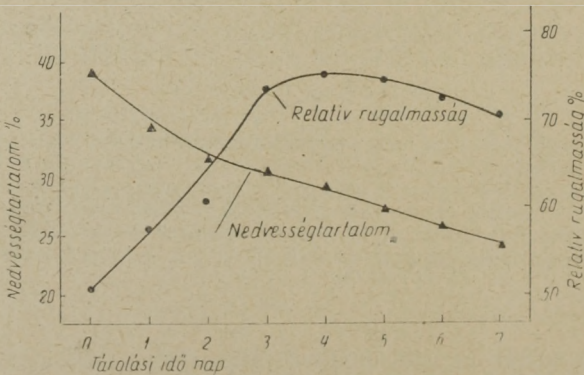
Vizsgálatainkat az előző közleményünkben (5) közölt módon készített piskótákon végeztük. Ennek során a következő bélzetjellemzőket határoztuk meg: összes alakváltozás, plasztikus alakváltozás, elasztikus alakváltozás, relatív rugalmasság. A meghatározásokat az előző munkáinkban (5, 6) közölt módszerekkel végeztük. Kiegészítésül meghatároztuk a víztartalom változását is a tárolási idő függvényében. A vizsgálati adatokat az 1. táblázatban és az 1., 2. ábrában összesítettük. (A piskótákat 20 C°-os hőmérsékleten és 65–75% relatív nedvességtartalmú térben tároltuk.) Az ábrák és a táblázat egyaránt azt mutatja, hogy a tárolás során a piskótabélzet reológiai tulajdonságaiban jelentős változások következnek be. Az összes alakváltozás tárolási idő növeke-

*A dolgozat I. része az Élelmiszervizsgálati Közleményekben jelent meg (7, 189, 1961.) (Szerk).

Tárolási idő nap	Nedvesség tartalom %	Összes	Rugalmas	Maradó	Relatív rugalmasság %
		alakváltozás mm-ben			
0	38,2	8,8	4,6	4,2	52
1	33,5	7,3	4,2	3,1	58
2	32,4	6,6	4,0	2,6	61
3	31,1	5,8	4,3	1,5	74
4	29,6	5,0	3,8	1,2	76
5	27,4	4,8	3,5	1,3	73
6	25,6	4,6	3,3	1,3	72
7	23,2	3,8	2,8	1,0	73

*Az adatok 12 piskótán végzett 2–2 párhuzamos mérés átlagértékeit jelentik.

désével csökken. Az idő függvényében bekövetkező csökkenés a kenyér öregedésénél tapasztaltakhoz hasonlóan (7, 8, 9, 10) hipربولikus görbével jellemezhető. A kenyértől eltérően azonban az összenyomhatóság — különösen a tárolás első néhány napos szakaszában — sokkal lassabban csökken. Míg a kenyereknél



2. ábra

a legtöbb esetben az összenyomhatóság már 24 óra alatt a kezdetinek kb. 50%-ára csökken, addig a piskóták esetében ez csak 5–7 nap után következik be. Ez lényegileg azt jelenti, hogy a piskótáknál az „öregedés” folyamata lassabban zajlik le, mint a kenyér esetében. Ez az öregedéssel kapcsolatos eddigi kutatások alapján érthető is. A piskóta a liszt alapanyag mellett számos olyan alapanyagot tartalmaz, melyek alkalmasak az öregedés folyamatának lassítására. Ezek közül első helyen említhető a tojássárga lipid és lipoid tartalma, ezenkívül kisebb szerepet játszhat még itt a tojásfehérje és a nagyobb cukortartalom is.

Csökken a tárolás során a plasztikus alakváltozás is. Az első néhánynapos szakaszban párhuzamosan változik az összes alakváltozással. A plasztikus deformáció ezen változását az öregedés során bekövetkező keményítő retrogradációjával magyarázhatjuk, mivel a bélzet plasztikus tulajdonságai legnagyobb mértékben az elcsirizededett keményítőre vezethetők vissza és ennek állapotváltozása maga után vonja a plasztikus deformálhatóság csökkenését. A tárolás további szakaszában a plasztikus alakváltozás mértéke gyakorlatilag alig változik. A rugalmas deformáció a tárolás ideje alatt gyakorlatilag egyenletesen csökken. Változását lényegileg az összes- és a plasztikus deformáció alakulása befolyásolja. Érdekes a relatív rugalmasság változása a tárolási idő függvényében (2. ábra). A relatív rugalmasság a tárolás kezdeti szakaszában jelentősen emelkedik, majd a továbbiakban lassú csökkenést mutat. A görbe lefutása hasonló jellegű, mint azt Nyikolajev (7) a kenyérbélzetről tapasztalta, azzal az eltéréssel, hogy a piskóta esetében a maximum eltolódik a hosszabb tárolási idők felé, amit szintén az öregedési folyamat lassulásával magyarázhatunk. A relatív rugalmasság első szakaszbeli emelkedését a plasztikus alakváltozás mértékének csökkenése magyarázza. A további szakaszban a maradó irreverzibilis alakváltozás változatlan marad, míg a teljes deformáció tovább csökken. Ez azt eredményezi, hogy a rugalmas alakváltozás és ezzel együtt a relatív rugalmasság is kisebb értéket mutat. Azt, hogy a maradó irreverzibilis deformáció mértéke a tárolás ezen szakaszában nem csökken tovább, azzal magyarázhatjuk, hogy a keményítő retrogradációja folytán bekövetkező irreverzibilis plasztikus alakváltozás csökkenését ellensúlyozza a bélzetvázban a repedések, légbuborékok keletkezése folytán fellépő, a rideg szilárd testekre jellemző irreverzibilis alakváltozás (morzsolódás) növekedése.

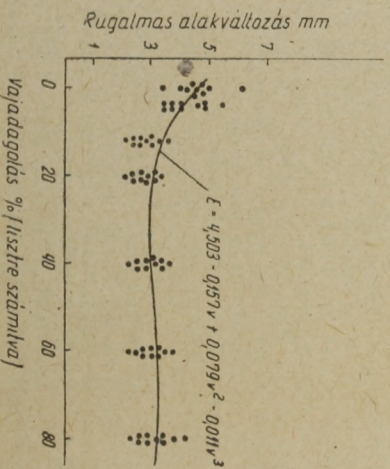
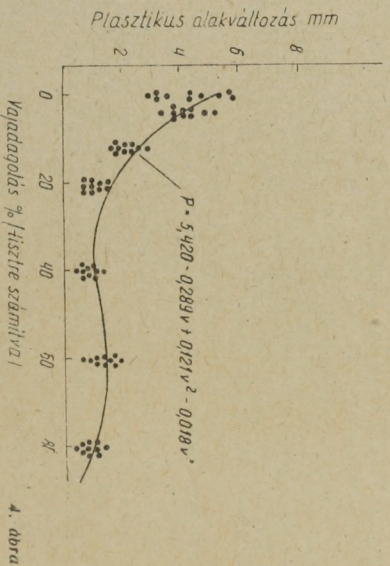
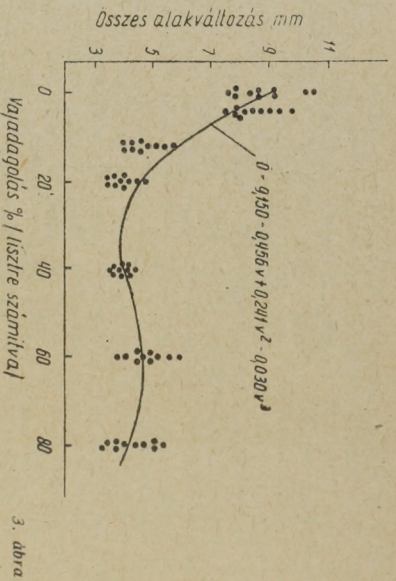
Mint azt már az előzőekben említettük, mértük még a víztartalom változást is az idő függvényében. A 2. ábrából látható, hogy a bélzet víztartalma jelentősen csökken az adott tárolási körülmények között. Mivel a víztartalom változás befolyásolja a reológiai sajátságokat és az öregedési folyamatának lefutását, szükséges olyan vizsgálatok végzése is, ahol a bélzet víztartamának jelentős változása meg van akadályozva. Ilyen irányú vizsgálataink folyamatban vannak és ezek eredményeiről következő közleményeinkben kívánunk beszámolni.

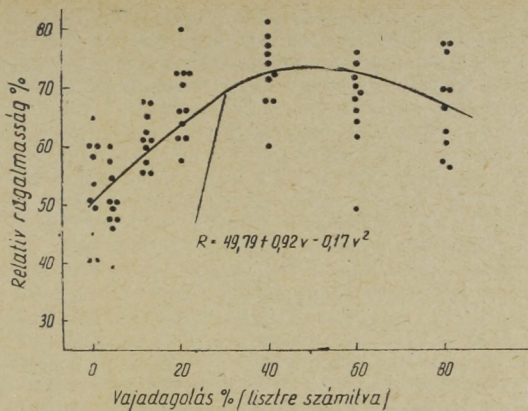
2. A zsirtartalom befolyása a bélzet reológiai tulajdonságaira

A piskóta zsirtartalmának a reológiai sajátságokra kifejtett hatásának tanulmányozása céljából az előző közleményben leírt módon piskótákat készítettünk változó mennyiségű (a felhasználó lisztre számítva 0, 4, 12, 20, 40, 60, és 80%) vaj adagolásával. Az így kapott piskóták bélzetén a következő vizsgálatokat végeztük el: Összes-, maradó- és rugalmas alakváltozás, relatív rugalmasság, térfogat, pórustérfogat. A vizsgálatok eredményeit a 3., 4., 5., 6. és 7. ábrákban összesítettük. Az eredményeket matematikai-statisztikai módszerekkel dolgoztuk fel, meghatároztuk a regressziós görbék egyenleteit és a megfelelő korrelációs indexek értékeit. A számítások alapján az egyes reológiai jellemzők és a zsirtartalom közötti összefüggés a következő egyenletekkel közelíthető meg:

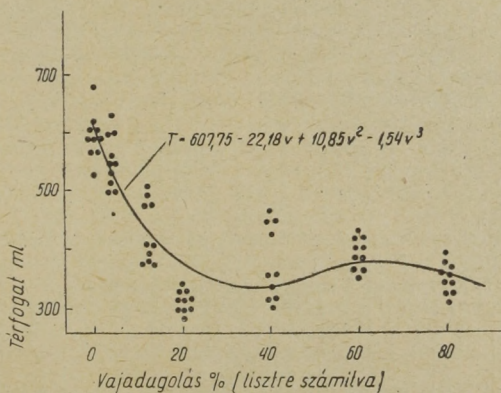
Összes alakváltozás:	$\ddot{O} = 9,510 - 0,456v + 0,241v^2 - 0,030v^3;$	$I_{\ddot{O}} = 0,917$
Plasztikus " :	$P = 5,420 - 0,289v + 0,131v^2 - 0,018v^3;$	$I_P = 0,791$
Rugalmas " :	$E = 4,503 - 0,157v + 0,079v^2 - 0,011v^3;$	$I_E = 0,722$
Relatív rugalmasság:	$R = 49,79 - 0,92v - 0,17v^2;$	$I_R = 0,739$
Térfogat:	$T = 607,75 - 22,18v + 10,85v^2 - 1,54v^3;$	$I_T = 0,855$

ahol $v =$ a piskótakészítésnél felhasznált vaj mennyisége %-ban (lisztre számítva).





6. ábra



7. ábra

Valamennyi ábra azt mutatja, hogy a vajadagolás hatására a nyert termék tulajdonságai nagymértékben megváltoznak. Az első ami szembeötlik a térfogat nagymértékű csökkenése. Mint ismeretes a térfogat nagyságát főleg a fehérjehab bejuttatott levegő mennyisége szabja meg. Mivel a fehérjehab relatív mennyisége a piskótamasszán belül a zsirtartalom növekedésével csökken, ez jelenti az egyik tényezőt mellyel a térfogat kisebbedés magyarázható. A további térfogatkisebbitő tényezők azok a behatások lehetnek, melyek csökkentik a fehérjehab stabilitását. Mint ismeretes a habok stabilitását lényegileg két tényező befolyásolja: az adszorpciós réteg szilárdsága és a difform közeg viszkozitása. Mindkettőre az adagolt vaj hatást fejthet ki. Egyrészt az adszorpciós rétegbe juthatnak olyan felületaktív anyagok, melyek gyengítik azt, másrészt a zsiradék hozzáadás hatására csökken a difform közeg viszkozitása. A térfogat nagysága és a késztermék vázának a kialakítása szempontjából fontos szerepet játszik a liszt és főleg a benne levő sikkéfehérjék. Bár a piskóta alap-

massza készítésének körülményei között nincs mód a lisztfehérjék teljes duzzadására és erős síkerváz kialakulására, mégis a részben duzzadó fehérjékből kialakuló gélrészecskék jelentős szerepet játszanak a piskóta habszerkezetének stabilizálásában. Az adagolt vajjal bizonyos mennyiségű vizet is juttatunk a rendszerbe. Bár a rendszer relatív víztartalma csökken a vajadagolással a liszthez viszonyított vízmennyiség kis mértékben nő. Ez azt jelenti, hogy lehetőség van arra, hogy a síkérfehérjék duzzadása kis mértékben megnövekedjen, ami egyben a rendszer stabilitásának a fokozódását is jelenti. Valószínű, hogy a 40–60% vajadagolásnál észlelt kicsiny térfogatemelkedés erre a hatásra vezethető vissza. További vajadagolásnál a zsiradék térfogatcsökkentő hatása ezt a befolyást túlkompenzálja és újból csökkenő térfogatokat észlelünk.

Vizsgálva az összes-, plasztikus- és rugalmas deformáció változását a növekvő vajadagolás függvényében azt tapasztaljuk, hogy minden esetben jelentős csökkenés következik be. Az egyes regressziós görbék azt mutatják, hogy a változás iránya, a görbék lefutása hasonló, mint a térfogat esetében. Ez arra mutat, hogy a reológiai tulajdonságokban bekövetkező változások legfontosabb okozója a térfogat csökkenés. Hogy a térfogat változása és a deformációváltozás között, milyen kvantitatív összefüggés van, azt nehéz megállapítani.

Erre vonatkozólag *Telegdy Kováts* és *Lászlity* (11) közöl számításokat. A számítások abból az egyszerűsítésből indulnak ki, hogy a pórusok hexaéder alakúak és a pórusfalvastagság végig egyenletes. E feltételezések alapján a következő egyenletek írhatók fel (az egyenletek levezetését lásd az előbbieken említett irodalomban (11.)):

az elemi cella pórusfalkeresztmetszete:

$$f = \sqrt[3]{\left(\frac{Pv}{N}\right)^2} \cdot \left[\sqrt[3]{\left(\frac{100}{P}\right)^2} - 1 \right] \quad 1.$$

csökkent térfogatú termék elemi cellájának pórusfalkeresztmetszete:

$$f_c = \sqrt[3]{\left(\frac{Pv}{N}\right)^2} \left[\sqrt[3]{\left(\frac{100 - Vc}{P}\right)^2} - \sqrt[3]{\left(\frac{P - Vc}{P}\right)^2} \right] \quad 2.$$

az 1. és 2. egyenlet alapján a kontroll és a csökkent térfogatú termék pórusfalkeresztmetszeteinek aránya:

$$\frac{f}{f_c} = \frac{\sqrt[3]{\left(\frac{100}{P}\right)^2} - 1}{\sqrt[3]{\left(\frac{100 - Vc}{P}\right)^2} - \sqrt[3]{\left(\frac{P - Vc}{P}\right)^2}} \quad 3.$$

Az egyes betűk jelentései: P = pórustérfogat %
 v = az össztérfogat 1/100-ad része
 N = elemi cellák száma
 V_c = térfogatcsökkenés a kontrollhoz képest %-ban.

Ezek után feltételezve, hogy a deformációk fordítva arányosak a póruskeresztmetszetekkel közelítőleg számíthatjuk a térfogatváltozás következtében be-

következő deformációs csökkenés mértékét. A 2. táblázatban összehasonlítottuk a vajadagolással készült piskóták és a kontroll piskóták összes, plasztikus és rugalmas alakváltozásának, valamint térfogatának arányát a fenti megfontolások alapján számított pórúsfalkeresztmetszetek arányaival.

2. táblázat

Felhasznált vaj %	$\frac{V_p}{V}$	$\frac{\bar{O}_p}{\bar{O}}$	$\frac{P_p}{P}$	$\frac{E_p}{E}$	$\frac{f}{f_p}$
4	0,93	0,91	0,97	0,85	0,96
12	0,71	0,55	0,48	0,61	0,86
20	0,53	0,47	0,29	0,63	0,75
40	0,59	0,47	0,29	0,63	0,80
60	0,69	0,55	0,38	0,70	0,85
80	0,58	0,54	0,29	0,76	0,79

A táblázat adatai arra mutatnak, hogy a deformáció csökkenése majdnem minden esetben nagyobb mértékű, mint az a fenti feltételezések alapján számított pórúsfalvastagság növekedésének megfelelően. Ez az eltérés legszembetűnőbb a plasztikus alakváltozás esetében, legkisebb a rugalmas alakváltozásnál. Az eltérések részben a számítás közelítő voltából adódnak, részben a belső szerkezetben bekövetkező változások eredményezik azokat. A plasztikus alakváltozás csökkenésében szerepet játszik az is, hogy az átlagos pórúsfalvastagság növekedés miatt nagyobb lesz a határfeszültség eléréséhez szükséges erő.

A relatív rugalmasság a növekvő vajadagolás hatására érdekesen változik. Körülbelül 40%-os adagolásig (lisztre számítva) jelentős emelkedés következik be, amit a továbbiakban csökkenés követ. Kenyerekkel végzett vizsgálatoknál azt tapasztaltuk (11), hogy a zsiradékadagolás esetében a relatív rugalmasság csökken. Az ebben az esetben tapasztalt kezdeti emelkedés egyrészt a nagymértékű térfogatesökkenésre vezethető vissza, másrészt a plasztikus alakváltozásnak a fentebb vázoltak miatt bekövetkező nagymértékű csökkenésére. A nagyobb vajadagolásnál már a zsiradékok a bélzetzváz rugalmasságát csökkentő hatása érvényesül.

A pórústerfogató változás vizsgálatára, mint az várható is, a térfogatváltozással párhuzamosan futó eredményeket adott.

Összefoglalva megállapítható, hogy a vajadagolás a piskótabelzettel reológiai tulajdonságait nagymértékben befolyásolja. A változások nagyobb részben a bekövetkező térfogatesökkenésre, kisebb részben a bélzetszerkezetben fellépő változásokra vezethetők vissza.

Befejezésül köszönetet mondunk dr. Telegdy Kováts László egyetemi tanárnak a munkánk során nyújtott értékes tanácsaiért.

I R O D A L O M

- (1) Karácsonyi L.: A kenyér öregedése. Műszaki doktori értekezés. Budapest. 1928.
- (2) Romanov, A. N.: Hranjenije chleba. Moszkva. 1950.
- (3) Neumann, G. - Pelschenke, P. F.: Brotgetreide und Brot. 476. Berlin. 1954.
- (4) Kent - Jones, D. W., - Amos, A. J.: Modern Cereal Chemistry. 295. Liverpool. 1957.
- (5) László R., Major J., Nedelkovits J.: ÉVIKE 7, 183, 1961.
- (6) Telegdy Kováts L., László R., Susitzky I.: Periodica Polytechnica 3, 17, 1959.
- (7) Nyikolajev, B. A.: Isledovanyije obscej i uprugoj deformaciji chleobnogo mjakisa. Moszkva. 1951.
- (8) Bice, C. W. - Geddes, W. F.: Cereal Chem, 26, 440, 1949.
- (9) Noznick, P. P. - Merritt, P. P. - Geddes, W. F.: Cereal Chem. 23, 297, 1946.
- (10) Platt, W. - Powers, R.: Cereal Chem. 17, 601, 1940.
- (11) Telegdy Kováts L., - László R.: Periodica Polytechnica 4, 183, 1960.

ИС СЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ ПРИГОТОВЛЕННЫХ ИЗ СБИВНОГО ТЕСТА

II. Влияние продолжительности хранения и содержания жира на реологические свойства

Р. Ластить, Й. Майор и Й. Неделькович

Реологические свойства мякиша сбивных мучных кондитерских изделий изменяются в значительной степени при хранении. Эти изменения подобны процессу черствения хлеба, но скорость процесса значительно меньше.

Прибавление масла в большой степени снижает общую, пластическую и эластическую деформацию мякиша. Относительная упругость повышается при малых количествах масла и снижается при больших содержаниях масла. Причиной изменений реологических свойств является снижение объема изделий и изменение структуры мякиша.

RHEOLOGISCHE PRÜFUNG VON MIT SCHAUMBILDENDEN SUBSTANZEN AUF EIWEISSGRUNDLAGE AUFGELOCKERTEN SÜSSWAREN-INDUSTRIELLEN TEIGWAREN II.

EINFLUSS DER LAGERUNGSZEIT UND DES FETTGEHALTES AUF DIE RHEOLOGISCHEN EIGENSCHAFTEN

R. Lásztity, J. Major, J. Nedelkovits

Im Laufe der Lagerung treten in den rheologischen Eigenschaften der Biskuitkrumen bedeutende Änderungen auf. Die Änderungen ähneln den bei der Alterung des Brotes beobachteten, erfolgen jedoch mit viel geringerer Geschwindigkeit.

Bei Zusatz von Butter vermindert sich die gesamte plastische und elastische Formänderung in hohem Masse. Die relative Elastizität steigt anfangs in Abhängigkeit des Fettgehaltes an, und verringert sich bei höherem Buttergehalt.

Die erfolgten Änderungen sind zum grösseren Teil auf die Volumenveränderung, zum kleineren Teil auf die in der Krumenstruktur erfolgten Veränderungen zurückzuführen.

RHEOLOGICAL INVESTIGATION OF CONFECTIONERY PREPARED WITH FLOUR UND LOOSENED BY PROTEIN-BASE FOAMPRODUCING AGENTS, II.

EFFECT OF PERIOD OF STORAGE AND FAT CONTENT ON RHEOLOGICAL PROPERTIES

R. Lásztity, J. Major and J. Nedelkov

During storage, appreciable changes occur in the rheological properties of the interior of finger-biscuits. These changes resemble to those observed in the ageing of bread, with the difference that they take place at a much lower speed.

On the effect of the admixture of butter, the total, plastic and elastic deformations decrease to a great extent. Relative elasticity plotted against fat content shows an initial increase and decreases at higher butter contents.

The observed changes may be ascribed to a greater extent to volume decrease, while to a smaller extent to alterations occurring in the structure of.