

A tészta relaxációjának vizsgálata laborograferral (I. rész)

*LÁSZTITY RADOMIR—BÁRÁNY ANDRÁS
Budapesti Műszaki Egyetem Élelmiszerkémiai Tanszék
Érkezett: 1958. december 28.

A gabona- és lisztminősítésben igen nagy szerepet játszik a lisztből készített tészta mechanikai tulajdonságainak vizsgálata. A műszeres tésztavizsgálatok ma már több mint fél évszázados múltra tekinthetnek vissza. *Rejtő* (1), *Kosutány* (1,2) és *Hankóczy* (3) úttörő vizsgálatai nyomán a világ minden részén és nálunk is, számos készüléket szerkesztettek, melyek a tészta mechanikai tulajdonságainak vizsgálatára szolgálnak.

E készülékek nagy részének az a jellemzője, hogy eredményeiket nem abszolút mértékegységekben, vagy fizikai állandókban adják meg, hanem gyakorlati, relatív mértékegységekben. (Minőségi értékszám, farinográfus egység stb.) Az újabb időkben számos kutató végzett vizsgálatokat abból a célból, hogy egyrészt a tészta fizikai-mechanikai tulajdonságait abszolút fizikai mértékegységekkel jellemezzék, másrészt, hogy összefüggést találjanak a lisztek sütőipari minősége és a tészta abszolút mértékegységekben megadott fizikai tulajdonságai között. A vizsgálatok során a tészták számos rheologiai állandóját határozták meg, többek között pl. a plasztikus viszkozitást, Bingham-féle határfeszültséget, relaxációs időt stb. E vizsgálatokról jó áttekintést adnak *Volárovics* (4), *Scott-Blair* (5), *Eirich* (6) munkái.

A rheologiai vizsgálatok fontos részét képezi a relaxáció folyamatának vizsgálata. Relaxáción azt a jelenséget értjük, hogy egy testen létrehozott adott deformáció fenntartásához az idő függvényében egyre kisebb erő szükséges. A relaxációs folyamat jellemzésére azt az időt szokták felhasználni, mely alatt az adott deformáció fenntartásához szükséges erő $1/e$ -ed részére csökken. A relaxáció jelenségét általában az ún. Maxwell-féle folyadékon szokták vizsgálni (7), mely egyidejűleg viszkozus és rugalmas tulajdonságú. Egy ilyen testre a deformáció sebessége a következő egyenlettel fejezhető ki:

$$D_s = \frac{1}{\eta} p + \frac{1}{G} \frac{dp}{dt} \dots\dots\dots \text{I.}$$

- ahol D_s = a deformáció sebessége
 η = a viszkozitás
 p = a feszültség
 t = az idő
 G = a nyíró rugalmassági modulus

Ha a deformációt egy adott időpontban megállítjuk, vagyis a deformáció sebessége zérus lesz, akkor

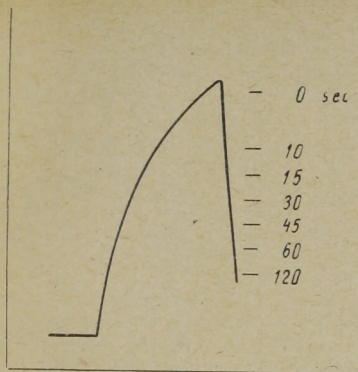
$$\frac{1}{\eta} p + \frac{1}{G} \frac{dp}{dt} = 0$$

és
$$\frac{dp}{p} = - \frac{G}{\eta} dt$$

$$\ln \frac{p}{p_0} = - \frac{G}{\eta} t \text{ integrálva}$$

$$p = p_0 e^{-t/\tau} \dots\dots\dots \text{II.}$$

- ahol p_0 = feszültség $t = 0$ időpontban
 p = feszültség t időpontban
 τ = η/G = relaxációs idő.

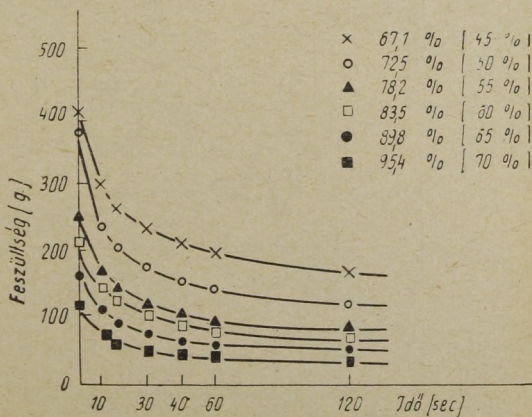


1. ábra

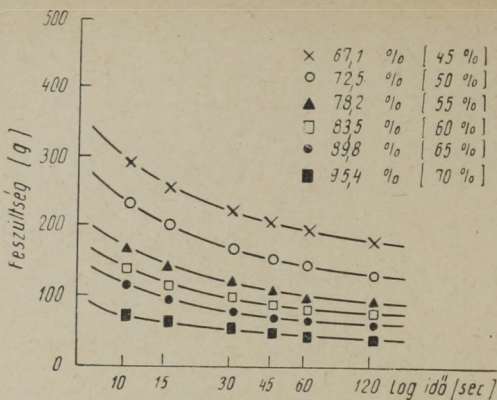
után a laborográf motorját megállítottuk és egyidejűleg stopper órát indítva 10, 15, 30, 45, 60, 120 másodperc után bejelöltük a laborográf írócsúcsának helyzetét a diagram papíron. (1. ábra).

(Kisebb mértékű defomáció a műszer motorjának a kikapcsolása után is fellép. Ez a mérési adatokat bizonyos mértékben módosítja azonban ez a befolyás elhanyagolható.) Az egyes írócsúcsállásokhoz tartozó erőértékeket kalibrációs diagram alapján határoztuk meg. A kalibrációs diagramot a laborográf nyújtószerkezetére függesztett ismert súlyok segítségével készítettük el.

A vizsgálati eredményeket a könnyebb áttekinthetőség kedvéért diagramban adjuk meg. A deformációval szemben fellépő feszültségváltozást az idő függvényében a 2. ábra mutatja. A megadott pontok 3—5. mérés átlagából vannak számítva, az egyes görbék mellett szereplő százalékkértékek a tézsta szárazanyagára számított víztartalmát, míg a zárójelben levő százalékos értékek a tézsta készítéskor a liszthez adagolt víz mennyiségét adják meg. A diagramból látható, hogy a különböző víztartalmú tézsták azonos mértékű deformálásához szükséges erő a növekvő víztartalommal csökken. A relaxációs görbék a különböző víztartalmú tézstáknál közel párhuzamos lefutásúak. A 3. ábrában a feszültség értékeket az idő logarit-



2. ábra



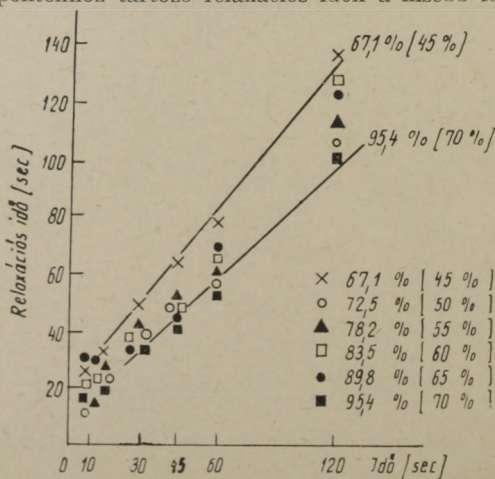
3. ábra

musának függvényében ábrázoltuk. A különböző víztartalmú téztták itt is hasonló jellegű görbéket adnak. Az összefüggés a feszültség és az idő logaritmusa között nem lineáris, ami azt jelenti, hogy a tézta relaxációs görbéje eltér az ún. Maxwell-féle folyadék megfelelő görbétől, vagyis nem exponenciális lefutású. Vizsgálataink ezen eredménye megegyezik más kutatók ez irányú vizsgálatainak megállapításaival (8,9).

A relaxációs görbe nem exponenciális lefutása azt jelenti, hogy a tézta relaxációs ideje nem állandó érték, hanem többek között függ a deformáló erő nagyságától, illetve a deformálás megszüntetése után eltelt időtől.

Ha a II. képletben p_0 helyébe az egyes tézttáknál a $t = 0$ időponthoz tartozó feszültséget, a p helyébe pedig sorban a $t = 10, 15, 30, 45, 60, 120$ mp-hez tartozó feszültségértékeket írjuk, akkor minden egyes tézttára kapunk egy sor relaxációs időértéket ($\tau_{10}, \tau_{30}, \tau_{60}$ stb.). Minél jobban eltér a relaxációs görbe lefutása az exponenciálisról, annál nagyobb lesz a különbség a fenti módon számított relaxációs időértékek között. Az így számított értékeket a 4. ábrában ábrázoltuk az idő függvényében.

A diagramból látható, hogy az egyes tézttáknál a különböző időpontokhoz tartozó relaxációs idők a kisebb időértékeknél nem mutatnak



4. ábra

jól áttekinthető képet, a nagyobb idő értékekhez tartozó relaxációs idők viszont elég jó közelítésben egy egyenes mentén helyezkednek el. Ami az egyenesek iránytangense és a tézta víztartalma közötti összefüggést illeti, erre vonatkozóan az eddigi adatok nem mutatnak teljesen világos képet. Annyi megállapítható, hogy a 45%-os vízadagolással készített téztaegyeneseinek iránytangense nagyobb, mint a 70%-os vízadagolással készített tézta egyeneséé. A többi tézttára vonatkozó értékek a két szélső víztartalmú tézta értékei között helyezkednek el. E

kérdés teljesebb értékelése céljából, valamint a tézisa relaxációját befolyásoló további tényezők (hőmérséklet, pihentetési idő, deformálás mértéke) hatásának tanulmányozására további vizsgálatokat folytatunk.

Munkánkat dr. Telegdy Kováts László egyetemi tanár irányítása mellett végeztük, kinek tanácsaiért ezután is hálás köszönetet mondunk.

IRODALOM

- (1) *Rejtő, P.—Kosutány T.*: Kísérletügyi Közl. 6, 10, 1903.
- (2) *Kosutány T.*: Magyar búzák és magyar lisztek chemiai és fizikai vizsgálata. Budapest, 1906.
- (3) *Hankóczy J.*: Kísérletügyi Közl. 17, 614, 1914.
- (4) *Volárovics, N. P.*: Kolloid v piscevoj promislenosztii 2. füzet. 40, 1949.
- (5) *Scott—Blair, G. V.*: Foodstuffs, their Plasticity, Fluidity and Consistency. Amsterdam 1953.
- (6) *Eirich, F. R.*: Rheology, New York 1956.
- (7) *Vándor J.*: Bevezetés a reológiába. Budapest, 1954.
- (8) *Bohn, L. J.—Bailey, C. H.*: Cereal Chemistry 13, 389, 1936.
- (9) *Cunningham, J. R.—Hlynka, J.*: J. Appl. Physics. 25, 1075, 1954.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЛАКСАЦИИ ТЕСТА ПРИБОРОМ ЛАБОРОГРАФ I.

Ластынь Р. и Барань А.:

Авторы исследовали релаксацию теста приготовленного из пшеничной муки с добавлением разного количества воды. Установили — согласно с исследованиями других авторов, что зависимость между напряжением и временем не экспоненциальная. Далее исследовали зависимость между временем протекающим от окончания деформации и периодом релаксации.

UNTERSUCHUNG DER RELAXATION VON TEIGEN MIT DEM LABOROGRAPH. I.

R. Lásztity und A. Bárány

Verfasser untersuchten die Relaxation von Teigen, die aus Weizenmehl durch verschieden grosse Wasserzugaben hergestellt worden sind. In Einklang mit anderen Forschern wurde festgestellt, dass bei der Relaxation der Zusammenhang zwischen Spannung und Zeit nicht exponential ist. Es wurde ferner der Zusammenhang zwischen den nach der Unterbrechung der Deformation verlaufenen Zeitwerten und den angehörigen Relaxationszeiten studiert.

RESEARCH ON THE RELAXATION OF DOUGH WITH LABOROGRAPH. I.

R. Lásztity, and A. Bárány

The relaxation of wheat flour doughs containing different amounts of water has been studied, and it was found — in agreement with other research workers — that in the course of relaxation the relation between stress and time is not an exponential one. Furthermore, the relation of time intervals measured from the switching off the deforming force to the corresponding relaxation-times was examined.

L'EXAMEN DE LA RELAXATION DE LA PÂTE DE FARINE AVEC LE LABOROGRAPH

R. Lásztity et A. Bárány

En examinant la relaxation des pâtes faites de la farine de froment à l'admixtion de l'eau variée, les auteurs ont établi que, en conformité avec les résultats d'autres auteurs, (pendant) la relaxation, le rapport entre la tension et le temps n'est point exponentiel. Ensuite, les rapports entre les valeurs du temps écoulé dès l'arrêt de la déformation et les temps de relaxation relatifs à ceux-ci ont été examinés.