

Reologické vlastnosti oblátkových ciest

JAROSLAVA DZUGASOVÁ – LADISLAV DODOK – ALENA SZABOVÁ

Súhrn. Sledovali sme reologické vlastnosti oblátkových ciest, pričom sme sa zamerali na tokové správanie oblátkového cesta, vplyv sušiny, teploty, receptúrnych zložiek a spôsobu prípravy cesta na jeho štruktúrno-mechanické vlastnosti. Na meranie sme použili rotačný viskozimeter Rheotest – typ RV.

Z výsledkov vyplýva, že oblátkové cestá sú nenenewtonovské kvapaliny. Značný vplyv na reologické vlastnosti cesta má sušina a teplota. Zdanlivá viskozita oblátkového cesta pri danej šmykovej rýchlosti rastie s rastúcou sušinou a klesajúcou teplotou. Minoritné zložky receptúry ovplyvňujú reologické správanie cesta v malej miere. Spôsob prípravy cesta má vplyv na jeho štruktúrno-mechanické vlastnosti.

Oblátkové cestá sa výrazne líšia svojou konzistenciou a reologickými vlastnosťami od ostatných pečivárenských ciest. Je to spôsobené tým, že oblátkové cestá sú pomerne riedke, lebo obsahujú 60-65 % vody. Aj časový interval od zarobenia po pečenie v porovnaní s ostatnými cestami je veľmi krátky, maximálne 30 min [1].

Všeobecne sa v odbornej literatúre nachádza veľmi málo informácií o štruktúrno-mechanických vlastnostiach tohto typu ciest, hoci poznanie jeho reologických vlastností má veľký význam v praxi [2], a to v súvislosti s problematikou optimálnej konštrukcie dopravných systémov a miešacích zariadení, alebo na druhej strane s možnosťami optimalizácie technologického procesu a akosti hotových výrobkov.

Ing. Jaroslava Dzugasová, doc. Ing. Ladislav Dodok, CSc., Ing. Alena Szabová, Katedra chémie a technológie sacharidov a potravín, Chemickotechnologická fakulta SVŠT, Radlinského 9, 812 37 Bratislava.

Materiál a metódy

Suroviny, ktoré sme používali na prípravu obľátkových ciest, boli odobraté z k.p. Pečivárne a kávoviny, Sered'. Boli to: pšeničná múka hladká Špeciál – pečivárenská slabá, sušené pasterizované žĺtky, sušené odstredenú mlieko, pšeničný škrob – púder, lecitín, stužený pokrmový tuk, NaHCO_3 , NH_4HCO_3 , enzýmový preparát Veron P (proteolytický enzýmový preparát s aktivitou podľa výrobcu 366 nkat/g).

Základnou surovinou na prípravu obľátkového cesta je múka, preto sme ju podrobili hlbšej vstupnej analýze. Stanovovali sme tieto ukazovatele: vlhkosť, sušinu, mokrý lepok, lepok v sušine, ťažnosť lepku, napúčavosť lepku, väznosť múky, čas vývinu cesta, stabilitu cesta a stupeň zmäknutia cesta [3].

Príprava obľátkového cesta. Na prípravu obľátkových ciest sme použili túto receptúru:

múka	100,00 d
tuk	3,00 d
lecitín	0,30
NaHCO_3	0,40 d
NH_4HCO_3	0,40 d
sušené žĺtky	0,90 d
sušené mlieko	0,80 d
škrob	3,00
Veron P	0,06 d
voda	prídavok podľa požadovanej sušiny

Postup prípravy cesta. Na homogenizáciu surovín sme použili mixér ETA 0010 a zvolili sme 2. prevodový stupeň (8000 min^{-1}). Do mixovacej nádoby sme dali polovičné množstvo vody, sušené mlieko a sušené žĺtky a mixovali sme 60 s. Potom sme pridali roztopený tuk a lecitín, ktoré sme však pred pridaním navzájom rozmiešali, a mixovali sme 60 s. Napokon sme pridali zvyšné suroviny a mixovali 120 s. Takto pripravené cesto, ihneď ochladené na požadovanú teplotu, sme použili na meranie.

Modifikované spôsoby prípravy cesta. 1. Pri sledovaní vplyvu jednotlivých receptúrnych zložiek na tokové správanie cesta sme si pripravili 6 druhov „cesta“: K1 – múka + voda, K2 – múka + škrob + voda, K3 – múka + tuk + lecitín + voda, K4 – múka + Veron P + voda, K5 – múka + sušené žĺtky + sušené mlieko + voda, K6 – múka + NaHCO_3 + NH_4HCO_3 + voda. Jednotlivé receptúrne zložky boli v množstve uvádzanom v receptúre a prídavok vody zodpovedal cestu so sušinou 36 %. Zložky sme mixovali 240 s a merali až po 30 min odležania cesta.

2. Pri sledovaní vplyvu spôsobu prípravy cesta na jeho tokové správanie sme zvolili 2 spôsoby prípravy cesta: S1 – emulzný spôsob a S2 – spôsob „all in“. Spôsob S1 pozostával z dvoch fáz, pričom v prvej fáze sme z tuku, lecitínu a polovičného množstva vody pripravili emulziu (mixovanie 60 s). V druhej fáze sme prídavkom ostatných receptúrnych zložiek pripravili vlastné cesto (mixovanie 180 s). Spôsob S2 predstavoval jednorazový prídavok všetkých receptúrnych zložiek (mixovanie 240 s).

Meranie a vyhodnocovanie výsledkov. Na reologické meranie sme použili rotačný viskozimeter Rheotest – typ RV (Messgeräte, Medingen, DDR) s meracím systémom S/N. Systém sme temperovali na $22 \pm 0,2$ °C. Merania sme uskutočňovali v celom rozsahu šmykových rýchlostí D_r [s⁻¹] a podľa odčítaných dielikov na ukazovateli (odčítanie ihneď po ustálení ukazovateľa) sme výpočtom určovali šmykové napätie τ_r [N.m⁻¹] a zdanlivú viskozitu η_z [N.m⁻¹.s] použitím vzťahov uvedených v návode na obsluhu prístroja:

$$\tau = z \cdot \alpha$$

$$\eta_z = \frac{\tau_r}{D_r}$$

Grafickým znázornením $\eta_z = f(D)$ sme získali viskozitné krivky, ktoré sú po pri tokových krivkách určujúce na posúdenie tokového správania kvapalín.

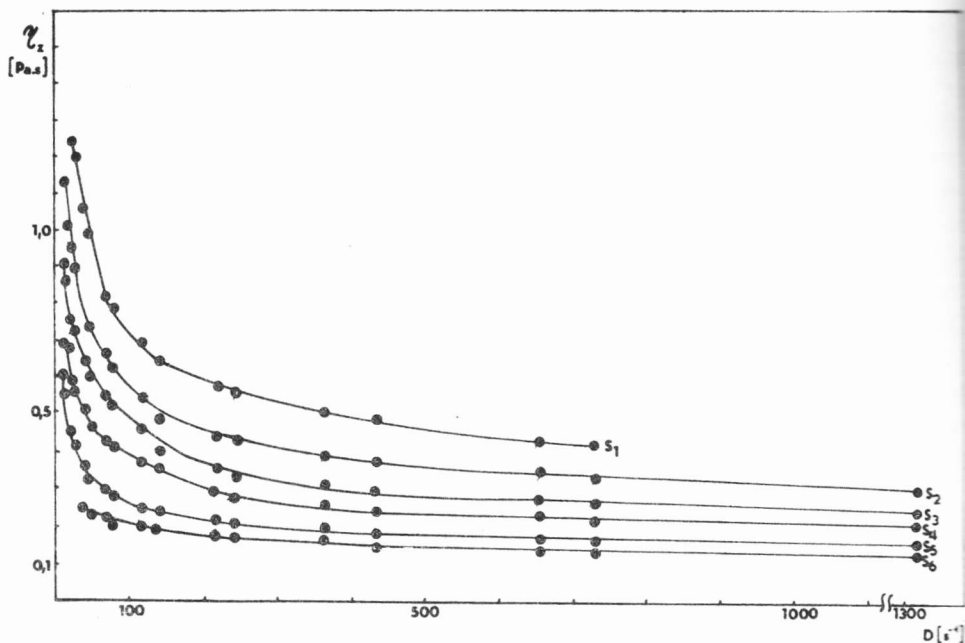
Výsledky a diskusia

Výsledky analýzy múky: vlhkosť – 14,8 %, sušina – 85,2 %, mokrý lepok – 21,8 %, lepok v sušine – 25,6 %, ťažnosť lepku – 20 mm, napúčavosť lepku – 18 ml, väznosť múky – 53 %, čas vývinu cesta – 2,5 min, stabilita cesta – 5,7 min, stupeň zmäknutia cesta – 100 BJ.

Vplyv sušiny. Sledovali sme tokové správanie oblátkového cesta v závislosti od sušiny v intervale 34-41 % pri teplote $22 \pm 0,2$ °C. Uskutočnili sme 6 meraní so sušinami: 33,41 %, 35,36 %, 36,40 %, 37,97 %, 38,83 % a 40,82 %. Získané výsledky sú graficky znázornené pomocou viskozitných kriviek na obrázku 1.

Z priebehu viskozitných kriviek možno konštatovať, že oblátkové cestá sú newtonovské kvapaliny. Najvýraznejšie štruktúrne zmeny vznikajú pri šmykových rýchlostiach do 150 s⁻¹, čo vyplýva z veľkého poklesu zdanlivej viskozity. Ďalšie zvyšovanie šmykovej rýchlosti už nespôsobovalo také výrazné zmeny. Závislosť η_z od sušiny pri šiestich zvolených šmykových rýchlostiach je na obrázku 2.

Sušina významne vplyva na tokové vlastnosti oblátkových ciest. Zdanlivá



Obr. 1. Viskozitné krivky pre oblátkové cestá rôznych sušín:

$\eta_z = f(D)$; t_0 , $T = 22 \pm 0,2$ °C, $S_1 = 40,82$ %, $S_2 = 38,83$ %, $S_3 = 37,97$ %, $S_4 = 36,40$ %, $S_5 = 35,36$ %, $S_6 = 33,41$ %.

Fig. 1. Viscosity curves for waffle dough of various solids content:

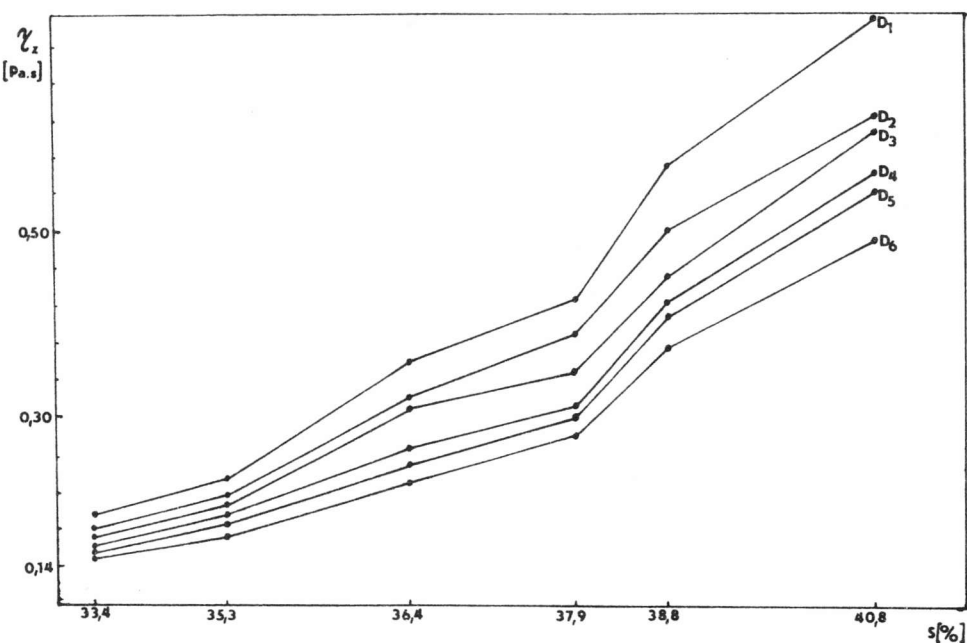
$\eta_z = f(D)$. (¹Viscosity; ²Shear rate).

viskozita pri danej šmykovej rýchlosti rastie s rastúcou sušinou, pričom z obrázku 2 vidieť, že zmeny zdánlivej viskozity pri nižších sušinách sú podstatne menšie ako zmeny zdánlivej viskozity pri vyšších sušinách. Z toho vyplýva, že aj štruktúrne zmeny oblátkového cesta pri šmykovom namáhaní sú väčšie pri vyšších sušinách.

Vplyv teploty. Pri sledovaní vplyvu teploty na reologické vlastnosti oblátkového cesta sme pripravovali oblátkové cestá so sušinou $36,09 \pm 0,14$ %, pričom teplota sa menila. Získané výsledky sú graficky znázornené na obrázkoch 3 a 4.

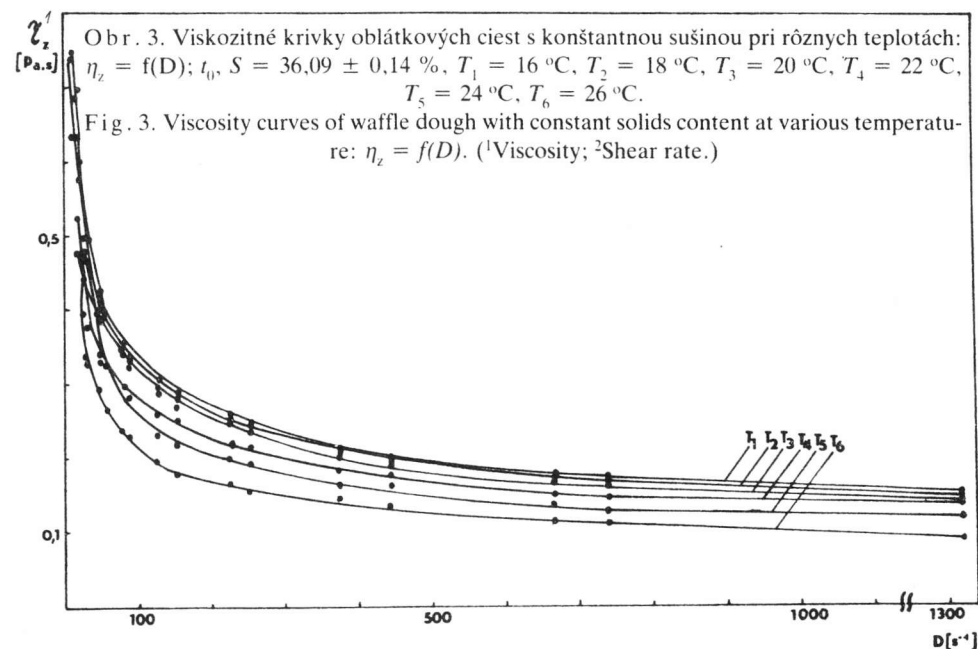
Vplyv teploty na štruktúrno-mechanické vlastnosti oblátkového cesta je preukázaný. Možno povedať, že s rastúcou teplotou zdánlivá viskozita klesá, hoci sa pri teplotách 22 a 24 °C zjavil mierny nárast oproti 18 a 20 °C (obr. 4) Zmeny η_z oblátkového cesta v meranom rozsahu šmykových rýchlostí pri teplote 16 °C sú výrazne väčšie oproti zmenám pri 26 °C, z čoho podobne ako pri sledovaní vplyvu sušiny možno zistiť rozsah štruktúrnych zmien cesta.

Vplyv zložiek receptúry. Aby sme zistili vplyv receptúrnych zložiek na reologické vlastnosti oblátkového cesta, pripravili sme si 6 kombinácií jed-



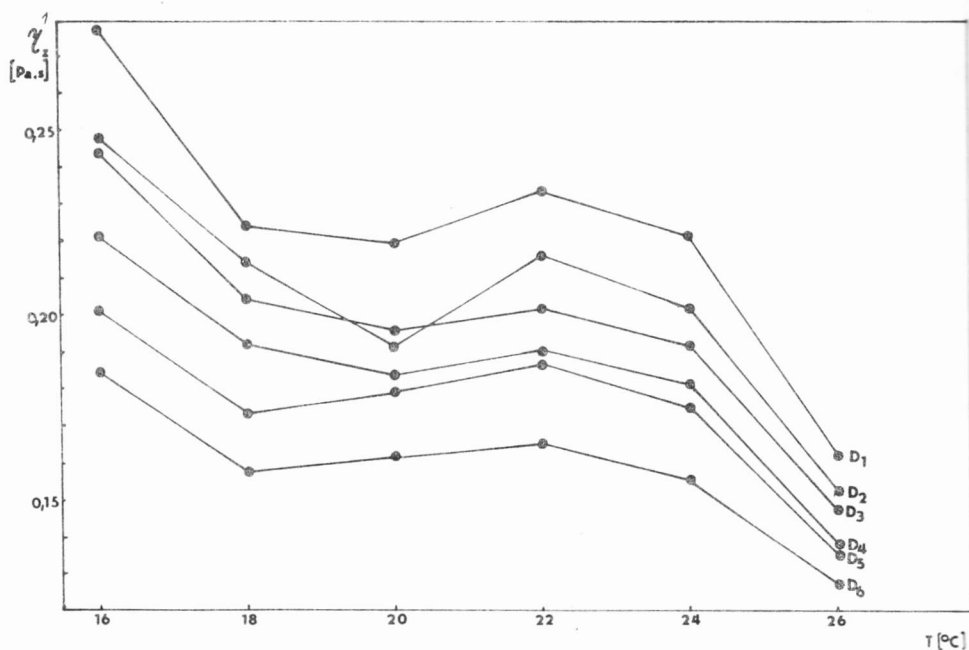
Obr. 2. Grafické znázornenie $\eta_z = f(s)$; $T = 22 \pm 0,2$ °C, $D_1 = 81$ s⁻¹, $D_2 = 121,5$ s⁻¹, $D_3 = 145,8$ s⁻¹, $D_4 = 218,7$ s⁻¹, $D_5 = 243$ s⁻¹, $D_6 = 364,5$ s⁻¹.

Fig. 2. Graphical plot of $\eta_z = f(s)$. (¹Viscosity; ²Solids content.)

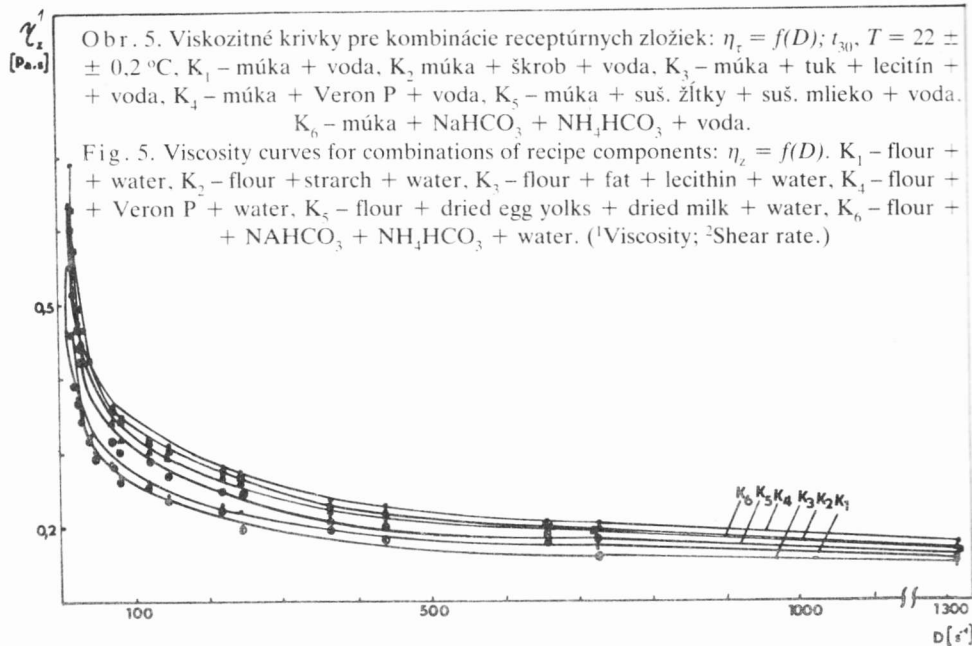


Obr. 3. Viskozitné krivky oblátkových ciest s konštantnou sušinou pri rôznych teplotách: $\eta_z = f(D)$; t_0 , $S = 36,09 \pm 0,14$ %, $T_1 = 16$ °C, $T_2 = 18$ °C, $T_3 = 20$ °C, $T_4 = 22$ °C, $T_5 = 24$ °C, $T_6 = 26$ °C.

Fig. 3. Viscosity curves of waffle dough with constant solids content at various temperatures: $\eta_z = f(D)$. (¹Viscosity; ²Shear rate.)

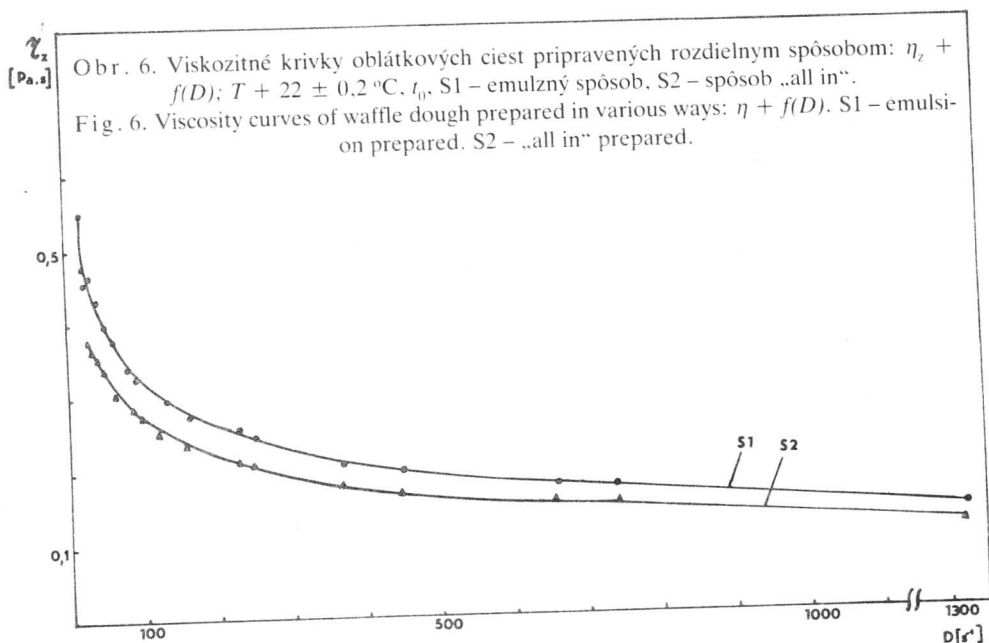


Obr. 4. Grafické znázornenie $\eta_z = f(T)$; $S = 36,09 \pm 0,14 \%$, $D_1 = 81 \text{ s}^{-1}$, $D_2 = 121,5 \text{ s}^{-1}$, $D_3 = 145,8 \text{ s}^{-1}$, $D_4 = 218,7 \text{ s}^{-1}$, $D_5 = 243 \text{ s}^{-1}$, $D_6 = 364,5 \text{ s}^{-1}$.
Fig. 4. Graphical plot of $\eta_z = f(T)$. (¹Viscosity; ²Temperature.)



Obr. 5. Viskozitné krivky pre kombinácie receptúrnych zložiek: $\eta_z = f(D)$; t_{30} , $T = 22 \pm \pm 0,2 \text{ }^\circ\text{C}$, K_1 – múka + voda, K_2 – múka + škrob + voda, K_3 – múka + tuk + lecitín + + voda, K_4 – múka + Veron P + voda, K_5 – múka + suš. žĺtky + suš. mlieko + voda, K_6 – múka + NaHCO_3 + NH_4HCO_3 + voda.

Fig. 5. Viscosity curves for combinations of recipe components: $\eta_z = f(D)$. K_1 – flour + + water, K_2 – flour + starch + water, K_3 – flour + fat + lecithin + water, K_4 – flour + + Veron P + water, K_5 – flour + dried egg yolks + dried milk + water, K_6 – flour + + NaHCO_3 + NH_4HCO_3 + water. (¹Viscosity; ²Shear rate.)



notlivých zložiek receptúry. Viskozitné krivky uvedených kombinácií sú na obrázku 5.

Z výsledkov vyplýva, že hlavná zložka receptúry – múka, má určujúci vplyv na tokové vlastnosti cesta. Ostatné receptúrne zložky majú len malý vplyv na zmeny v tokovom správaní oblátkového cesta.

Vplyv spôsobu prípravy cesta. Viskozitné krivky oblátkových ciest pripravené emulzným spôsobom a spôsobom „all in“ sú na obrázku 6. Spôsob prípravy cesta je teda tiež faktorom, ktorý ovplyvňuje štruktúrno-mechanické vlastnosti cesta. Oblátkové cesto pripravené emulzným spôsobom malo vyššie hodnoty η_z pri daných šmykových rýchlostiach oproti oblátkovému cestu, ktoré bolo pripravené spôsobom „all in“.

Symbody a skratky

- D_r – šmyková rýchlosť [s^{-1}]
- d – diely v receptúre
- K_n – kombinácie receptúrnych zložiek ($n = 1, \dots, 6$)
- S_n – sušina oblátkových ciest ($n = 1, \dots, 6$) [%]
- S1, S2 – spôsoby prípravy cesta
- t_0 – meranie ihneď po príprave cesta
- t_{30} – meranie po 30 min odležania cesta

T	– teplota [$^{\circ}\text{C}$]
α	– odčítané dieliky na stupnici Rheotestu
η_z	– zdanlivá viskozita [$\text{N.m}^{-1}.\text{s}$],
τ	– šmykové napätie [N.m^{-1}],
z	– konštanta meracieho systému.

Literatúra

- [1] SKOUPIL, J. – SKALICKÝ, J.: Technológia trvanlivého pečiva. Bratislava, Alfa 1974.
- [2] JURCZYŃSKI, N. – MACZICHIN, S. – SOROKIN, S., Przegl. Piek. Cukier., 24, 1976, s. 112.
- [3] SMELÍK, A. a kol.: Laboratórium odboru Chémia a technológia sacharidov. Bratislava, ES SVŠT 1987.

Реологические свойства вафельного теста

Резюме

В работе наблюдалось за реологическими свойствами вафельного теста, в основном свойства течения, влияние сухого остатка, температуры, рецептурных компонентов и способа приготовления вафельного теста на его структурно-механические свойства. Для измерения авторы применили ротационный вискозиметр Rheotest тип RV.

Результаты показывают, что вафельное тесто является неньютоновской текучей жидкостью. Значительное влияние на реологические свойства имеет сухой остаток и температура. Видимая вязкость вафельного теста при определенной скорости сдвига новыщается с повышением сухого остатка и понижением температуры. Вторичные рецептурные компоненты показывают небольшое влияние на реологические свойства теста. Способ приготовления теста имеет влияние на структурно-механические свойства теста.

Rheological properties of waffle dough

Summary

Rheological properties of waffle dough were studied and attention was paid to flow behaviour of waffle dough, influence of solids content, temperature, recipe components, and the way of dough preparation on its structure-mechanical properties on rotary viscosimeter Rheotest – type RV was used for measurements.

The results showed that the waffle dough were non-Newtonian liquids. Solids content and temperature showed a considerable influence on the rheological properties. At a given shear rate apparent viscosity of waffle dough raised with increasing solids content and decreasing temperature. Minor components of the recipe influenced rheological properties of the dough only in little extent. The way of the dough preparation showed an influence on the structure-mechanical properties of the dough.