

Co je viskóznější, čokoláda, med nebo olej?

Štěpán Boudyš

První soukromé jazykové gymnázium, Brandlova 875, 500 03 Hradec
Králové

boudys.stepan@psjg-hk.cz

Abstrakt:

Tato práce se zabývá měřením viskozity u 4 vybraných vzorků pomocí viskozimetru Haake Viscotester iQ Thermo Fisher za účelem poukázat na různé viskozity jiných látek. U všech látek byla změřena dynamická viskozita, u vzorku s mazacím olejem poté i kinematická, která byla vypočtena přes hustotu a dyn. viskozitu mazacího oleje. Z výsledků vzešlo, že mazací olej je z těchto látek nejméně viskózní, zatímco vzorek čokolády Fin Carré milk chocolate byl viskózní nejvíce. Za vysokou viskozitou mléčné čokolády pravděpodobně stojí vyšší obsah jemných pevných částic.

1 Úvod

Viskozita je fyzikální veličina, která vyjadřuje vnitřní třecí sílu mezi sousedními vrstvami kapaliny, které jsou v relativním pohybu. Z toho tedy vyplývá, že pokud je viskózní kapalina protlačována trubicí, proudí rychleji v blízkosti osy než v blízkosti jejích stěn. Obecně viskozita závisí na stavu kapaliny, např. její teplotě, tlaku a rychlosti deformace. Nulová viskozita, tedy kapalina, která nemá žádný odpor vůči smykovému napětí, se vyskytuje pouze při velmi nízkých teplotách u supratekutých kapalin. Kapalina, která má nulovou viskozitu, se nazývá ideální nebo inviscidní. [1]

Rozlišujeme dva hlavní typy viskozity: dynamickou a kinematickou.

Dynamická viskozita charakterizuje odpor, který klade voda (nebo obecně tekutina) vlastnímu pohybu (toku) nebo jiné vzájemné změně částic vodní masy. Můžeme jí určit jako sílu, která je potřebná v určitém médiu k posunu 1 kg za 1 s o 1 m. Jednotkou je Pa·s (pascalsekunda, vyjádření pomocí jednotek SI je poté $\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$). Značka této veličiny je η . Pro výpočet se používá vztah mezi smykovým napětím τ a smykovou rychlostí $\dot{\gamma}$ [2]:

$$\eta = \frac{\tau}{\dot{\gamma}} \quad [\text{Pa} \cdot \text{s}]$$

Převrácenou hodnotou viskozity je tekutost, která se značí φ . Tekutost je fyzikální veličina, která vyjadřuje schopnost látky téci. Jinými slovy částice tekutých látek se mohou vůči sobě relativně snadno pohybovat. Vzorec je uveden níže [3]:

$$\varphi = \frac{1}{\eta} \quad [Pa \cdot s]$$

Kinematická viskozita je dána poměrem mezi dynamickou viskozitou a hustotou. Lze ji vyjádřit v jednotkách $\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ a značí se symbolem ν [4].

Jednou z mnoha oblastí, kde se měření viskozity využívá je pyrolýza odpadů. Tato metoda probíhá za nepřístupu vzduchu. Při tepelném rozkladu vznikají jak kapalné, tak i plynné a pevné produkty. Tyto produkty obsahují uhlovodíky s významným využitím. Dále nám určení viskozity kapalin slouží ke správnému popisu závislosti viskozity na jiných fyzikálních veličinách, kdy se těchto znalostí využívá při transportu kapalin v potrubí a dávkovacích zařízeních.

V potravinářském průmyslu se viskozita čokolády jeví jako důležitý cíl pro zlepšení kvality této sladkosti. V dnešní době se pro zlepšení viskozity čokolády využívá lecitin (E322), v případě mléčné čokolády pak i jakákoliv forma mléčného tuku, tedy mléko či smetana (může být i ve formě sušiny) [5].

Tato práce se zabývá měřením viskozity čokolády s cílem vyzkoušet si, jak může vypadat měření ve výrobním procesu, v našem případě v potravinářském průmyslu.

2 Materiály a metody

V první části experimentu byla měřena viskozita nejdříve čokolády hořké: (Fin Carré dark chocolate), a poté i čokolády mléčné: (Fin Carré milk chocolate).

Čokoláda byla nejdříve namleta na co možná nejmenší kousky, aby proces rozpuštění trval co nejkratší dobu. Vzhledem k tomu, že byla měřena čokoláda, měřili jsme pouze dynamickou viskozitu. Nejprve bylo vždy pomocí váhy Kern 770 zváženo přibližně 17 g daného vzorku.

Abychom čokoládu dostlali do kapalného skupenství, byla v rámci přístroje Haake Viscotester iQ Thermo Fisher (Obr. 1) zahřata na požadovanou teplotu. Měření se uskutečnilo za teploty $40 \text{ }^\circ\text{C}$ při smykové rychlosti 100 s^{-1} . Vždy byla viskozita měřena pouze jednou. V tabulce 1 níže je uvedena viskozita změřená za uvedených podmínek.

Stejný postup byl zopakován i u měření mazacího oleje a medu. Abychom byli schopni dopočítat kinematickou viskozitu oleje, změřili jsme hustotu této látky. Měření hustoty probíhalo za pomoci přístroje Densito Mettler Toledo, kdy byla hodnota 3krát změřena a následně zprůměrována.



Obrázek 1 Rotační ponorný viskozimetr Haake Viscotester iQ Thermo Fisher s válcovou geometrií (CC25 DIN/Ti)

3 Výsledky

Níže je uvedena tabulka s hodnotami viskozit jednotlivých látek.

Tabulka 1 Hodnoty viskozity měřených látek, při oleji uvedena i hustota a z ní vypočtená kinematická viskozita

Měřená látka	Parametry při měření (°C, s ⁻¹)	Dynamická viskozita η (Pa·s)	Hustota (g/cm ³)	Kinematická viskozita (mm ² /s)
Fin Carré milk chocolate	40 °C, 100 s ⁻¹	8,272 Pa·s	-	-
Fin Carré dark chocolate	40 °C, 100 s ⁻¹	5,394 Pa·s	-	-
Med	40 °C, 100 s ⁻¹	1,151 Pa·s	-	-
Mazací olej	40 °C, 100 s ⁻¹	0,05227 Pa·s	0,8814 g/cm ³	0,5930 mm ² /s

Z tabulky je patrné, že mazací olej je z těchto látek nejméně viskózní s jeho hodnotou viskozity $\eta = 0,05227 \text{ Pa}\cdot\text{s}$, naopak vzorek čokolády Fin Carré milk chocolate je nejvíce viskózní ($\eta = 8,272 \text{ Pa}\cdot\text{s}$).

4 Diskuse

Viskozitu čokolády ovlivňuje řada faktorů. V základě jde o celkový souhrn míry působení mezi molekulami. Jde například o obsah jednotlivých složek a jejich vzájemný poměr. Dále velikost částic jednotlivých složek a použité technologické postupy. Vliv obsahových látek se týká zejména množství vody, kakaového másla, kakaové hmoty, sušeného mléka a cukru, či jiného sladidla. Viskozitu mohou také ovlivňovat různá potravinářská aditiva, např. lecitin, která mají funkci na zlepšení sensorických vlastností, jako jsou chuť, vůně nebo vláčnost.

Po porovnání medu a čokolády si můžeme všimnout, že mléčná čokoláda má přibližně pětinasobně vyšší viskozitu. Je to pravděpodobně dáno tím, že med se skládá zejména z velkého množství ve vodě rozpustných sacharidů a vody, vosku a částiček pylu. Právě pevné částice a zejména jejich velikost mají na vyšší viskozitu vliv. Čím více jich je a čím jsou menší, tím větší viskozita výsledné směsi bude [7].

5 Shrnutí

V projektu byla změřena viskozita 5 látek pomocí viskozimetru Haake Viscotester iQ Thermo Fisher. Bylo poukázáno na význam měření viskozity různých látek a případně využití těchto dat. Při práci jsem si osvojil několik různých dovedností jak při samotném měření, tak i při sepisování tohoto článku.

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat Ing. Jaroslavu Cihlářovi Ph.D. za jeho čas o ochotu, kterou mi věnoval při zpracování tohoto projektu. Dále bych rád poděkoval Ústavu struktury a mechaniky hornin AV ČR za zprostředkované materiály a milé prostředí.

Reference

- [1] Viscosity. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2023 [cit. 2023-06-19]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Viscosity>
- [2] Prezentace fy Pragolab. Seminář reologie. REOLOGIE (pragolab.cz)
- [3] Tekutost. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2023 [cit. 2023-06-20]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Tekutost>
- [4] Viskozita. *AV EQUEN* [online]. Česká republika: AV EQUEN, 2023 [cit. 2023-06-19]. Dostupné z: <https://www.av-equen.cz/znalosti/914/>
- [5] Kdy je čokoláda čokoládou. *FÉR potravina* [online]. Česká republika: FÉR potravina, 2012 [cit. 2023-06-20]. Dostupné z: <https://www.ferpotravina.cz/clanky/kdy-je-cokolada-cokoladou>
- [6] *Analytické a senzorické hodnocení čokoládových výrobků* [online]. Zlín, 2010 [cit. 2023-06-20]. Dostupné z: http://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/11731/barto%C5%A1kov%C3%A1_2010_dp.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.
- [7] Technologie výroby čokoládových a nečokoládových cukrovinek [online]. [cit. 2023-06-20]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=1436&typ=html