

FUNCTIONAL PROPERTIES OF NONPASTEURIZED EGG WHITE

Šárka Nedomová, Jana Simeonovová, Libor Severa, Jaroslav Buchar

ABSTRACT

The most important egg properties for food industry are the gel formation, foaming and emulsification properties. This work was aimed at function properties of non-pasteurized egg white by foamability and index of persistence albumen's foam. Technological characteristics were tested with different length of whipping (2, 4 and 6 min), different temperature of egg white (4, 12, 20 and 58 °C), with water addition (20 and 40 %), salt addition (5 and 8 %), sugar addition (10, 20, 30 and 40 %), yolk addition (1 and 5 %). Between the length of whipping 2 min and 4 min was no statistically significant difference, the highest volume was at 6 min of whipping. Foamability was highest at temperature 58 °C. The addition of sugar had positive influence on persistence of foam. Yolk content decreased foamability and persistence of foam.

Keywords: non-pasteurized egg white, foamability, foam stability

ÚVOD

Nejdůležitějšími vlastnostmi vajec využitelnými při výrobě potravin jsou tvorba gelu (např. kreky, sušenky), tvorba pěny (např. piškoty) a emulgační vlastnosti (majonézy, dresinky, omáčky). Ačkoliv dnes existuje řada aditiv, zejména různých polysacharidů a proteinů, kterými lze docílit podobné účinky, jedná se vždy o monofunkční látky, které nikdy nemohou plně nahradit tak polyfunkční systém, jakým je vejce. Většina skořápkových vajec se v současnosti zpracovává na vaječné hmoty různého typu, které jsou snáze použitelné v potravinářské výrobě než skořápková vejce. Mezi nejdůležitější technologické vlastnosti vaječného bílku patří tvorba pěny, která se uplatňuje v potravinářských technologiích při výrobě pekařských a cukrářských výrobků (při výrobě třešňového a šlehaného pečiva, zmrzliny, krémů, pěn, desertů, cukrovinek atd.), naopak nežádoucí je při zpracování vajec, např. při míchání, čerpání, pasteraci apod. Bílková pěna je tvořena soustavou dvou látek, kde látka plynná (vzduch) je rozptýlena v prostředí viskózní kapaliny (solu). K denaturaci proteinů dochází mechanicky - šlehaním a její mechanismus je jiný než u tepelné denaturace. Dochází k prostorovým konformačním změnám proteinů, kdy vystupují na povrch hydrofóbní skupiny, které byly původně ve vnitřních vrstvách molekuly (Simeonová et al., 2003).

Technologické vlastnosti vaječného bílku závisí na různých faktorech – na věku nosnic (Hammershøj a Qvist, 2001; Silversides a Budgell, 2004), délce skladování vajec (Hatta et al., 1997; Alleoni a Antunes, 2004; Jones, 2007), na pH bílku (Conrad, 1991; Damodaran, 1989; Baldwin, 1986), na přidávku různých látek (Oldham et al., 2000) i na způsobu konzervace vajec (Min et al., 2005). Z hlediska jakosti a technologické využitelnosti se u bílku posuzuje schopnost tvorby pěny, tzv. šlehatelnost a trvanlivost pěny. Naše legislativa však nedefinuje žádné znaky, které by sloužily k posuzování technologické jakosti vaječných hmot.

Cílem této práce bylo stanovení funkčních vlastností nepasterovaného bílku v závislosti na různých přídavných a podmínkách šlehání.

MATERIÁL A METODY

Výchozím materiálem pro vytvoření vzorků vaječných hmot byla skořápková vejce hybrida ISA Brown. Nosnice byly chovány v klecovém chovu, vejce byla odebrána 34. týden snáškového cyklu. ISA Brown je charakteristický vysokým potenciálem produkce vajec, je určen pro intenzivní chovy a využívá jej téměř třetina chovatelů nosnic na celém světě. Po odebrání vajec byla vejce skladována při nekolísavé teplotě 6 °C.

Vzorky byly pro každé stanovení připraveny z důkladně zhomeogenizovaného nepasterovaného bílku 30 vajec. 100 ml vzorku vaječného bílku bylo šleháno do vytvoření pěny za vybraných podmínek – při rozdílné délce šlehání (2 min, 4 min, 6 min), různé teplotě šlehání (temperace bílků na 4 °C, 12 °C, 20 °C, 58 °C), s přidavkem vody do bílku (20 %, 40 %), s přidavkem NaCl (5 %, 8 %), s přidavkem cukru (10 %, 20 %, 30 %, 40 %) a přidavkem žloutku (1 %, 5 %). U bílků bylo stanoveno pH a sušina bílku.

Po 30 min a 60 min stání vytvořené pěny byl objem zkapalněného bílku zjištěn odlitím do odměrného válce. Následně byl ze zjištěných objemů vyjádřen index šlehatelnosti, index trvanlivosti pěny po 30 a 60 min dle následujících vzorců dle Simeonové et al. (2003):

$$\text{Index šlehatelnosti: } I_s = \frac{V_2}{V_1} \cdot 100 \text{ [%]}$$

V_1 = objem bílku před našlehaním (ml)

V_2 = objem bílku po našlehaní (ml) = objem pěny

Index trvanlivosti pěny po 30 min:

$$I_{trv.30} = \frac{V_2 - V_1'}{V_1} \cdot 100 \text{ [%]}$$

V_1' = objem zkapalněného bílku po 30 min (ml)

šlehání tedy ovlivňuje šlehatelnost bílku, což uvádí i Stadelman a Cotterill (1994).

Index trvanlivosti pěny po 60 min:

$$I_{trv.60} = \frac{V_2 - V_1'}{V_1} \cdot 100 \text{ [%]}$$

V_1' = objem zkapalněného bílku po 60 min (ml).

U získaných výsledků byl proveden t-test statistickým programem Unistat, v tabulkách jsou výsledky uvedeny s SD.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Vliv délky šlehání na funkční vlastnosti vaječného bílku

Průměrné indexy šlehatelnosti se pohybovaly v rozmezí od 503 - 540 %, což znamená, že při šlehání bílku zvětšil bílek svůj objem 5 až 5,4násobně, což jsou mnohem nižší hodnoty šlehatelnosti, než uvádí ostatní autoři (Simeonová et al., 2003; Jones, 2007). Nejnižší index šlehatelnosti byl zaznamenán při délce šlehání 2 min, nejvyšší index šlehatelnosti při délce šlehání 6 min (viz tab. 1). Index trvanlivosti pěny po 30 min se pohyboval v rozmezí od 472 - 497 %, index trvanlivosti pěny po 60 min 444 - 472 % - při delším šlehání se trvanlivost pěny zvyšovala. Statisticky průkazné a vysoce průkazné rozdíly mezi funkčními vlastnostmi bílku ovlivněnými délkou šlehání jsou uvedeny v tab. 1. Délka šlehání tedy ovlivňuje významně šlehatelnost bílku, což uvádí i Baldwin (1986).

Tab. 1. Funkční vlastnosti bílku při různé délce šlehání

Délka šlehání	Index šlehatelnosti [%]	Index trv. pěny po 30 min [%]	Index trv. pěny po 60 min [%]
2 min (A)	503,3 ± 35,8 ^C	486,7 ± 5,6 ^{BC}	463,9 ± 6,4 ^{BC}
4 min (B)	520,0 ± 17,3	472,4 ± 16,0 ^A	443,8 ± 1,6 ^A
6 min (C)	540,0 ± 16,7 ^A	497,3 ± 8,7 ^B	471,9 ± 14,9 ^B

^{abc} (P<0,05); ^{ABC} (P<0,01)

Vliv teploty šlehání na funkční vlastnosti vaječného bílku

Technologické vlastnosti bílku při různé teplotě šlehání jsou uvedeny v tab. 2, kde je patrné zvýšení objemu pěny v závislosti na teplotě šlehané hmoty. Průměrné indexy šlehatelnosti se pohybovaly v rozmezí od 480 - 600 %. Nejnižší index šlehatelnosti byl zjištěn při teplotě šlehání 4 °C, nejvyšší index šlehatelnosti při teplotě šlehání 58 °C. Průměrné indexy trvanlivosti pěny po 30 min se pohybovaly v rozmezí od 480 - 500 % - nejnižší index trvanlivosti pěny po 30 minutách byl zaznamenán u vzorku o teplotě 4 °C, nejvyšší u vzorku o teplotě 58 °C. Průměrné indexy trvanlivosti pěny po 60 min se pohybovaly v rozmezí od 477 - 586 % v závislosti na teplotě šlehání. Shodně jak po 30 minutách i po 60 minutách byl zaznamenán nejnižší index trvanlivosti pěny u vzorku o teplotě 4 °C, nejvyšší index trvanlivosti pěny u vzorku o teplotě 58 °C, což bylo způsobenou denaturací bílkové pěny. Statisticky průkazné a vysoce průkazné rozdíly ve funkčních vlastnostech bílku při různé teplotě šlehání jsou uvedeny v tab. 2. Teplota

Tab. 2. Funkční vlastnosti bílku při různé teplotě šlehání

Teplota šlehání	Index šlehatelnosti [%]	Index trv. pěny po 30 min [%]	Index trv. pěny po 60 min [%]
4 °C (A)	480,0 ± 15,8 ^D	480,0 ± 15,4 ^{BCD}	477,8 ± 2,9 ^{BCD}
12 °C (B)	540,0 ± 12,3	497,3 ± 15,0 ^{AC}	471,9 ± 14,9 ^{ACD}
20 °C (C)	500,0 ± 14,7	495,0 ± 1,7 ^{ABD}	479,3 ± 2,9 ^{ABD}
58 °C (D)	600,0 ± 12,4 ^A	600,0 ± 13,0 ^{AC}	583,7 ± 9,8 ^{ABC}

^{abcd} (P<0,05); ^{ABCD} (P<0,01)

Vliv přidavku vody na funkční vlastnosti vaječného bílku

Do vaječného bílku bylo před šleháním dodáno 20 a 40 % destilované vody. Průměrné indexy šlehatelnosti se pohybovaly v rozmezí od 537 - 680 %. Vliv přidavku vody na objem bílkové pěny a její stabilitu je uveden v tab. 3. Shodně u obou stanovení trvanlivosti pěny bylo zjištěno vyšší množství zkapalněného bílku u vzorku s vyšším přidavkem vody, což popsal i Baldwin (1986), který uvádí, že přidavek vody vyšší než 40 % způsobí, že se tekutina od pěny oddělí. Vysoce průkazný rozdíl byl zjištěn u indexu šlehatelnosti a trvanlivosti pěny po 30 min (viz tab. 3).

Tab. 3. Funkční vlastnosti bílku při různém přidavku vody

Přídavek vody	Index šlehatelnosti [%]	Index trv. pěny po 30 min [%]	Index trv. pěny po 60 min [%]
bez (A)	503,3 ± 35,8 ^{BC}	486,7 ± 5,6 ^{BC}	463,9 ± 6,4
20 % (B)	587,3 ± 12,7 ^{AC}	561,2 ± 26,6 ^{AC}	537,6 ± 26,8
40 % (C)	680,0 ± 17,3 ^{AB}	640,3 ± 13,6 ^{AB}	613,0 ± 13,9

^{abc} (P<0,05); ^{ABC} (P<0,01)

Vliv přidavku soli na funkční vlastnosti vaječného bílku

V závislosti na přidavku soli bylo patrné zvýšení objemu bílkové pěny (viz tab. 4). Stabilita pěny byla prokazatelně vyšší u vzorku s vyšším přidavkem soli (8 %) než u vzorku s nižším přidavkem (5 %) soli. Index šlehatelnosti při různém přidavku soli vykázal vysoce průkazný rozdíl pouze mezi vzorky s přidavkem 5 % a 8 % soli. U indexu trvanlivosti pěny po 30 min byly zaznamenány vysoce průkazné rozdíly rovněž jen mezi 5% a 8% přidavkem soli. U indexu trvanlivosti pěny po 60 min nebyly zaznamenány statistické rozdíly mezi jednotlivými vzorky.

Tab. 4. Funkční vlastnosti bílku při různém přidavku soli

Přídavek soli	Index šlehatelnosti [%]	Index trv. pěny po 30 min [%]	Index trv. pěny po 60 min [%]
bez (A)	503,3 ± 35,8	486,7 ± 5,6	463,9 ± 6,4
5 % (B)	526,7 ± 23,1 ^C	509,2 ± 22,2 ^C	485,7 ± 21,4
8 % (C)	523,3 ± 40,4 ^B	507,3 ± 40,4 ^B	490,7 ± 39,3

^{abc} (P<0,05); ^{ABC} (P<0,01)

Vliv přidavku cukru na funkční vlastnosti vaječného bílku

Při statistickém hodnocení technologických vlastností vaječných hmot s různým přidavkem cukru nebyly zjištěny rozdíly v indexu šlehatelnosti, tedy v objemu našlehané hmoty, ale byly zjištěny statisticky vysoce průkazné rozdíly v trvanlivosti pěny po 60 min (viz tab. 5). Průkazný rozdíl nebyl zjištěn pouze mezi vzorkem bez přidavku cukru a vzorkem s přidavkem cukru 10 %.

Tab. 5. Funkční vlastnosti bílku při různém přidavku cukru

Přídavek cukru	Index šlehatelnosti [%]	Index trv. pěny po 30 min [%]	Index trv. pěny po 60 min [%]
bez (A)	503,3 ± 35,8	486,7 ± 5,6	463,9 ± 6,4 ^{CDE}
10 % (B)	483,3 ± 5,7	505,3 ± 62,9	449,3 ± 9,2 ^{CDE}
20 % (C)	500,0 ± 8,4	493,3 ± 29,0	474,3 ± 11,5 ^{ABDE}
30 % (D)	508,1 ± 14,0	500,3 ± 17,3	483,3 ± 7,45 ^{ABCe}
40 % (E)	511,8 ± 14,3	508,6 ± 14,8	495,4 ± 16,6 ^{ABCd}

^{abcde} (P<0,05); ^{ABCDE} (P<0,01)

Vliv přídavku žloutku na funkční vlastnosti vaječného bílku

Triacylglyceroly, cholesterol a fosfolipidy přítomné ve žloutku zhoršují šlehatelnost bílku. Technologické vlastnosti po přidavku žloutku jsou uvedeny v tab. 6. Šlehatelnost se rapidně zhoršila až při 5% přidavku žloutku, což odpovídá výsledkům **Baldwina (1986)** a **Simeonovové et al. (2003)**, kteří uvádí snížení šlehatelnosti bílku díky přítomnosti žloutků. Mezi vzorky bez přídavku a vzorky s 1 % přidaného žloutku nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl. Obsah sušiny a pH při stanovení funkčních vlastností bílku je uveden v tab. 7.

Tab. 6. Funkční vlastnosti bílku při různém přidavku žloutku

Přídavek žloutku	Index šlehatelnosti [%]	Index trv. Pěny po 30 min [%]	Index trv. pěny po 60 min [%]
bez (A)	503,3 ± 35,8 ^C	486,7 ± 5,6 ^C	463,9 ± 6,4 ^C
1 % (B)	502,7 ± 2,3 ^C	483,1 ± 1,6 ^C	462,0 ± 1,7 ^C
5 % (C)	200,2 ± 8,4 ^{AB}	148,4 ± 11,4 ^{AB}	138,9 ± 10,6 ^{AB}

^{abc} (P<0,05); ^{ABC} (P<0,01)

Tab. 7. Obsah sušiny a pH při stanovení funkčních vlastností bílku

Sušina bílku [%]	pH bílku
11,70	8,21

ZÁVĚR

Hodnoty indexu šlehatelnosti nepasterovaného bílku se pohybovaly v rozmezí od 200 do 680 %, což znamená, že bílek během šlehání zvětšil svůj objem 2 – 6,8krát v závislosti na podmínkách šlehání a použitých přídavcích. Z našich výsledků vyplývá, že nejvyšší šlehatelnost byla zjištěna u bílku při přidavku vody (40 %), nejnižší při přidavku 5 % žloutku.

Závěrem lze konstatovat, pomocí vhodných přídavků a volbou podmínek šlehání můžeme funkční vlastnosti bílku - jak objem našlehané bílkové pěny, tak i její trvanlivost - zvýšit.

LITERATURA

ALLEONI, A.C.C., ANTUNES, A.J., 2004. Albumen foam stability and s-ovalbumin contents in eggs coated with whey protein concentrate. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 6, 105–110.

BALDWIN, R.E., 1986. Functional properties of eggs in foods. In: *Egg Science and Technology*, 3rd ed. W. J. Stadelman and O. J. Cotterill, ed. AVI Publishing Co., Inc., Westport, 345–377.

CONRAD, K.M., 1991. *Concentration of liquid egg white by vacuum evaporation*. Ph.D. dissertation, The Pennsylvania State University, University Park, PA, 154 p.

DAMODARAN, S., 1989. Interrelation of molecular and functional properties of food proteins. In: *Food proteins: Structure and Functional Relationship*. J. E. Kinsella and W. Source, ed. American Oil Chem. Soc., Champaign, IL, 21–51.

HAMMERSHØJ, M., QVIST, K.B., 2001. Importance of hen age and egg storage time for egg albumen foaming. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, 34, 118–120.

HATTA, H., HAGI, T., HIRANO, K., 1997. Chemical and physicochemical properties of hen eggs and their application in foods. In: YAMAMOTO T., JUNEJA L.R., HATTA H., KIM M. (eds): *Hen Eggs. Their Basic and Applied Science*. CRC Press, Boca Raton, 117–134.

JONES, D. R., 2007. Egg functionality and quality during long - term storage. *International Journal of Poultry Science*, 6, 3, 157–162.

MIN, B. R., NAM, K. C., LEE, E. J., KO, G. Y., TRAMPEL, D. W. and AHN, D. U., 2005. Effect of Irradiating Shell Eggs on Quality Attributes and Functional Properties of Yolk and White. *Poultry Science*, 84, 1791–1796.

OLDHAM, A.M., McCOMBER, D.R., COX, D.F., 2000. Effect of cream of tartar level and egg white temperature on Angel food cake quality. *Family and Consumer Sciences Research Journal*, 29, 111–124.

SILVERSIDES, F.G., BUDGELL, K., 2004. The relationships among measures of egg albumen height, pH, and whipping volume. *Poultry Science*, 83, 1619–1623.

SIMEONOVÁ, J., MÍKOVÁ, K., KUBIŠOVÁ, S., INGR, I., 2003. *Technologie drůbeže, vajec a minoritních živočišných produktů*. Brno, MZLU, 247 s.

STADELMAN, W.I., COTTERILL, O.J., 1994. Foaming. In: *Egg Science & Technology*. Food Product Press, Haworth Press Inc., Binghamton: 418–434.

Poděkování:

Práce vznikla za podpory GA AV ČR IAA201990701.

Contact address:

Šárka Nedomová, Departement of Food Technology, Mendel University in Brno, 613 00, Brno, Czech Republic, E-mail: snedomov@mendelu.cz

Jana Simeonovová, Departement of Food Technology, Mendel University in Brno, 613 00, Brno, Czech Republic, E-mail: simeon@mendelu.cz

Libor Severa, Department of Technology and Automobile Transport, Mendel University in Brno, 613 00, Brno, Czech Republic, E-mail: severa@mendelu.cz

Jaroslav Buchar Departement of Technology and Automobile Transport, Mendel University in Brno, 613 00, Brno, Czech Republic, E-mail: buchar@mendelu.cz