

Seznam literatury

- EMILE, J. C., DIAS, F. J., AL-RIFAI, M., ROY, P., LE FAVERDIN, P., HOPKINS, A., GUSTAFSSON, T., BERTILSSON, J., DALIN, G., NILSDOTTER-LINDE, N., SPÖRNDLY, E. (2008): Triticale and mixtures silages for feeding dairy cows. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden, Biodiversity and animal feed: future challenges for grassland production. Proceedings of the 22nd General Meeting of the European Grassland Federation, Uppsala, Sweden: s. 804-806.
- HANUŠ, O., HEGEDUŠOVÁ, Z., HOCHMAN, M., KLIMEŠOVÁ, M., HUŇÁDY, I., ROUBAL, P., JEDELSKÁ, R., KOPECKÝ, J. (2016): Vliv zkrmování luskovino-obilných směsí ve formě siláží na kvalitu mléka a reprodukci krav. *Mlékařské listy - zpravodaj*, 27, 157, 3, s. 3-8.
- HANUŠ, O., HEGEDUŠOVÁ, Z., HUŇÁDY, I., POZDÍŠEK, J., KUČERA, J., KLIMEŠOVÁ, M., PONÍŽIL, A., ROUBAL, P., ŽÁK, P., KOPECKÝ, J., JEDELSKÁ, R. (2018 a): Vliv krmení dojnic luskovino-obilnou směsí na jejich mléko a reprodukci. *Mlékařské listy - zpravodaj*, 29, 168, 3, s. 1-5.
- HANUŠ, O., NĚMEČKOVÁ, I., POZDÍŠEK, J., HUŇÁDY, I., KLIMEŠOVÁ, M., PONÍŽIL, A., ELICH, O., ROUBAL, P., JEDELSKÁ, R., KOPECKÝ, J. (2018 b): Impact of feeding of legume-cereal mixture silages on dairy cow milk thermostability and quality. *Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun.*, 66, 3, s. 647-653.
- KRATOCHVÍL, L. (1991): Nové poznatky o bakteriální kontaminaci mléka. *Náš Chov*, 2, s. 69-71.
- KSIEZAK, J. a STANIAK, M. (2009): Evaluation of legume-cereal mixtures in organic farming as raw material for silage production. Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych (PIMR), Branzowy Ośrodek Informacji Naukowej, Technicznej i Ekonomicznej, Poznan, Poland. *Journal of Research and Applied Agricultural Engineering*, 54, 3, s. 157-163.
- KUNGUROV, YU. N. a GARTVIKH, M. YA. (1981): Silage from slightly cured pea-and-oat mixture in a diet for lactating cows. Novosibirsk, USSR, *Kormlenie i sodержanie molochnogo skota v Sibiri*, s. 104-109.
- KVAPILÍK, J., KUČERA, J., BUČEK, P. et al. (2017): Chov skotu v České republice. Ročenka 2016. ČMSCH a.s. Praha, červenec, s. 106.
- LAHOLA, J., GROHMANN, L., HOFÍREK, P., HOCHMAN, M., HORÁK, A., CHALUPA, A., CHALUPOVÁ, L., KOLÁŘ, I., KOLAŘÍK, J., ONDŘEJ, M., PAVELKOVÁ, A., RUBEŠ, L., STRYK, J., STRÍDA, J., ŠMIROUS, P. (1990): Luskoviny: pěstování a využití. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 224.
- LAMAN, N. A., SHASHKO, K. G., KAPUSTIN, N. K., ZINOVENKO, A. L. (2002): Nutritive value of silage from mixed cereal-legume crops and its use on rations of lactating cows. Akademiya Agrarnykh Nauk Respubliki Belarus', Minsk, Belarus, Vestsi Natsyyanal'nai Akademii Navuk Belarusi. *Seryya Agrarnykh Navuk*, 3, s. 58-62.
- PHELAN, P., MOLONEY, A. P., MCGEOUGH, E. J., HUMPHREYS, J., BERTILSSON, J., O'RIORDAN, E. G., O'KIELLY, P. (2015): Forage legumes for grazing and conserving in ruminant production systems. Taylor & Francis, Philadelphia, USA, *Critical Reviews in Plant Sciences*, 34, 1/3, s. 281-326.
- SALCEDO, G. (2007): Dairy cattle fed silage-based diets. Results of fifteen year experiments in Cantabria (N Spain). Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (SEEP), Madrid, Spain, Pastos, 37, 1, s. 81-127.
- STODDARD, F. L., HOVINEN, S., KONTTURI, M., LINDSTRÖM, K., NYKÄNEN, A., VANHATALO, A., ALAKUKKU, L., HELENIUS, J., PELTONEN-SAINIO, P., PIETOLA, K., VALKONEN, J. (2009): Legumes in Finnish agriculture: history, present status and future prospects. The Scientific Agricultural Society of Finland. *Agricultural Food Sciences*, 18, 3/4, s. 191-205.
- URBAŃSKI, A. a BRZÓSKA, F. (1996): Legume-cereal forage mixtures for silage. 2. Nutritive value of silage for dairy cows. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 5, 2, s. 117-126.

Přijato do tisku: 30. 11. 2018

Lektorováno: 16. 11. 2018

VÝVOJ SOFTWARE VÝVOJ NÁSTROJE (IMPE-COAG) PRO SLEDOVÁNÍ ENZYMATICKÉ KOAGULACE MLÉKA METODOU IMPEDANČNÍ SPEKTROSKOPIE

Jan Říha¹, Oto Hanuš², Eva Samková³, Ondřej Elich², Miloslava Kavková², Jaroslav Kopecký², Radoslava Jedelská²

¹ Bentley Czech s.r.o., Praha

² Výzkumný ústav mlékařenský s.r.o., Praha

³ Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta

Development of the software tool for evaluation of milk enzymatic coagulation by impedance spectroscopy method (Impe-Coag).

Abstrakt

Impe-Coag je softwarový (SW) nástroj pro sledování změn impedančního spektra v průběhu enzymatické koagulace mléka (syřitelnosti; S) pro podporu kvality v mlékařských technologických procesech. S je důležitá pro produkci mléčných výrobků s vyšší přidanou hodnotou. Zlevnění, zjednodušení a zrychlení této analýzy s věrohodnými výsledky je prakticky významné. SW Impe-Coag slouží pro ovládání hardware přístroje mScope Instrument (Bentley Czech), k řízení měřicích cyklů a sběru dat o změnách impedančního spektra a spektra fázového posunu. Predikce S s využitím dat pořízených pomocí SW Impe-Coag ukázala korelace 0,98 a 0,87 k referenčním metodám. To jsou velmi příznivé vztahové hodnoty. Variabilita dat získaných pomocí metody Impe-Coag tak vysvětluje 95 a 76 % variability S metodami klasickou a nefelometrickou za uvedených podmínek. SW Impe-Coag byl vyvinut jako autorizovaný software (ASW) na základě vlastních výsledků výzkumu a poradenství při zohlednění příslušných literárních pramenů.

Klíčová slova: technologické vlastnosti mléka, syřitelnost, individuální vzorek mléka, impedanční spektroskopie

Abstract

Impe-Coag is a software (SW) tool for impedance spectra data collecting during the enzymatic milk coagulation (cheeseability, S) to promote quality in dairy technological processes. S is important for the production of dairy products with higher added value. Reducing, simplifying and speeding up this analysis with reliable results is practically significant. SW Impe-Coag is designed to work with the mScope Instrument hardware (Bentley Czech), to drive and set-up measurements cycles and to collect a data about

impedance spectra changes. The value of S prediction using data captured by Impe-Coag showed correlation of 0.98 and 0.87 to the reference methods. These are very favorable relationship values. Thus, the variability of the Impe-Coag data values explains 95 and 76% of S variability by classic and nephelometric method under the mentioned conditions. SW Impe-Coag was developed as authorized software (ASW) on the basis of own research and advisory service results with respect to relevant literature references.

Keywords: milk technological properties, cheeseability, individual milk sample, impedance spectroscopy

Úvod

Mlékařství je obecně technologicky velmi náročný a variabilní obor, rovněž s ohledem na četnost technologických směrů zpracování mléka a jeho výsledných produktů. V podstatě nelze nalézt další potravinářský obor, kde zpracování jednoho druhu suroviny, s relativně mírně varírujícím složením a vlastnostmi z důvodu biologických faktorů, může vést k tak různým variantám zpracovatelských postupů a následně k tak širokému sortimentu výsledných potravin. Jedna ze základních složek mléka, bílkoviny, tak podléhá řadě modifikačních procesů s velmi různorodými výstupy. Na jedné straně proto, v závislosti především na zpracovatelské technologii, jsou požadovány dobré koagulační vlastnosti laktoproteinů (dobrá syřitelnost) při produkci sýrů (SCHAAR, 1984; POLITIS a NG-KWAI-HANG, 1988 a, b; JAKOB, 1993; CASSANDRO et al., 2008; HALLÉN, 2008; TOFFANIN et al., 2012; STURARO et al., 2012; BITTANTE et al., 2012, 2015; BOBBO et al., 2016, 2017), zatímco při výrobě jiných trvanlivých výrobků (mléko kondenzované a sterilované UHT (SINGH, 2004)) je požadována jejich dobrá odolnost a prostorová stabilita vůči tepelnému záhřevu a následné koagulaci denaturačního typu (Obr. 1). Syřitelnost, resp. čas enzymatické koagulace mléka a také charakter jejího průběhu, je proto důležitá technologická, ale i ekonomická vlastnost, neboť v mlékařství vždy souvisí s technologiemi, které vedou k produkci výrobků s vyšší přidanou hodnotou, která je ekonomickým požadavkem doby (GURRIÁ, 2014).

Syřitelnost (jako čas koagulace mléčných bílkovin) se stanovuje po přidavku vybraného enzymatického syřidla (živočišného, mikrobiálního nebo rostlinného původu) do mléka měřením času do vytvoření prvních vloček, tedy do počátku koagulace (PŘIBYLA et al., 2006; ČEJNA, 2007; SOJKOVÁ et al., 2010 a, b, 2011; PYTEL et al., 2016 a, b). Metody stanovení syřitelnosti jsou často zatíženy různě výraznou mírou subjektivit a následně je obtížné provést porovnání mezi zdroji výsledků, mezi mlékárnami, pracovišti atd. Jedním ze sofistikovaných výstupů bylo poměrně nákladné (mechanicko-optické, mechanicky náročné a drahé) laktodynamografické měření (Foss

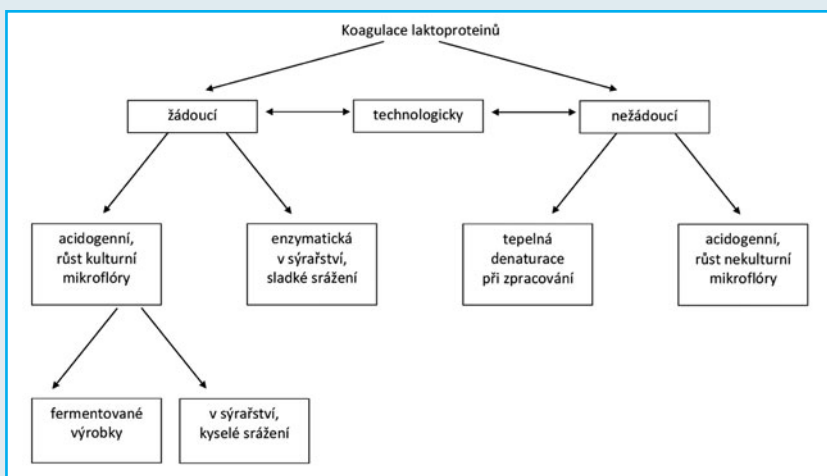
Electric), kde se stanovil čas koagulace a následně pevnost syřeniny (SCHAAR, 1984; JAKOB, 1993) za definované, fyziologicky relevantní teploty v přítomnosti syřidla podle tvaru a amplitudy tzv. zvonové křivky (obrácené Y; Švýcarsko, Švédsko a Itálie; SCHAAR, 1984; JAKOB, 1993; ERMACORA, 2014; FWV, 2014). Je tak třeba zdůraznit, že zatímco laktodynamograf podchycuje jak čas koagulace, tak průběh synerize, ostatní objektivnější metody měření syřitelnosti jsou soustředěny především jen na určení času koagulace. Z těchto důvodů se tedy provádějí pokusy o objektivizaci, resp. standardizaci metod, např. použitím nefelometrie (PŘIBYLA et al., 2006; ČEJNA, 2007; SOJKOVÁ et al., 2011; PYTEL et al., 2016 a). V současnosti se proto uplatňují nové metody posouzení technologických vlastností mléka. Pro syřitelnost je jednou z nich také impedanční spektroskopie (ŘÍHA et al., 2014, 2018).

Cílem bylo navrhnout a zpracovat autorizovaný software (ASW) Impe-Coag umožňující řízení hardware (HW) pro průběžný sběr dat o průběhu enzymatické koagulace mléka v průtočném instrumentálním systému pro časově zkrácenou predikci hodnoty syřitelnosti. Účelem je pak podpora kontroly technologické kvality mléka v produkčních mlékařských systémech s akcentem na tvorbu vyšší technologické kvality výrobků a vyšší přidané hodnoty.

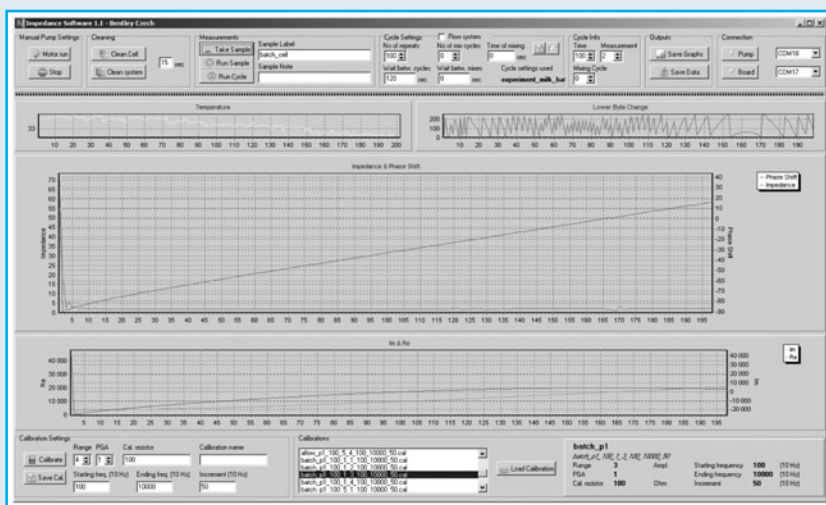
Materiál a metody

SW rozhraní Impe-Coag je vytvořeno s pomocí programovacího prostředí Borland Delphi v7 (www.embarcadero.com). Impe-Coag využívá SW platformy pro řízení HW přístroje mScope (Bentley Czech s.r.o.) a komunikačního protokolu pro tuto platformu.

Pro validaci elektrochemického čidla predikce koagulace (ECH) při stanovení syřitelnosti mléka (času koagulace) na bázi impedanční spektroskopie bylo použito 80 individuálních vzorků mléka krav. Individuální vzorky byly zvoleny k zajištění potřebného variačního oboru syřitelnosti. Vzorkovaná 2 stáda dojníc vykazovala následující ukazatele mléčné produkce: 9 549 kg mléka, 3,66 % tuku, 3,22 % bílkovin; 5 478 kg mléka, 4,46 % tuku, 3,5 % bílkovin. Nefelometrické



Obr. 1 Schéma srážení bílkovin syrového mléka jako vhodné nebo nevhodné mlékařské technologické vlastnosti podle typu zpracování suroviny



Obr. 2 Rozhraní SW Impe-Coag

(turbidimetrické) stanovení času koagulace mléka bylo provedeno na přístroji Nefelo - turbidimetrický snímač koagulace mléka ML - 2 (PŘIBYLA et al., 2006). Pro určení syřitelnosti (času koagulace mléčných bílkovin) byla ke koagulaci mléčných bílkovin použita jako enzym Fromase 75TL (3 ml koncentráty enzymu byly doplněny do 100 ml destilovanou vodou). Teplota vodní lázně pro baňky s koagulátem byla 37 °C a nastavení u metody nefelometrické bylo 35 °C.

V průběhu koagulace jednotlivých vzorků byla pomocí SW Impe-Coag určena spektra impedance a posunu fáze pro rozmezí 1 kHz - 100 kHz s krokem 500 Hz. Naměřená spektra pak obsahují 200 datových bodů odpovídajících hodnotám impedance a posunu fáze v daných frekvencích. Pro určení spekter byl použit následující cyklus měření - doba měřicího cyklu odpovídající času koagulace vzorku určeného pomocí referenční metody:

- určení "pozadí" - duplicitní měření vzorku bez přidavku syřidla;
- přidání syřidla;
- 20 vteřin proplach průtokového systému vzorkem;
- 5 sekund - stabilizace čidla;
- duplicitní určení impedančního spektra a spektra posunu fáze;
- opakování cyklu do času koagulace stanoveného referenční metodou.

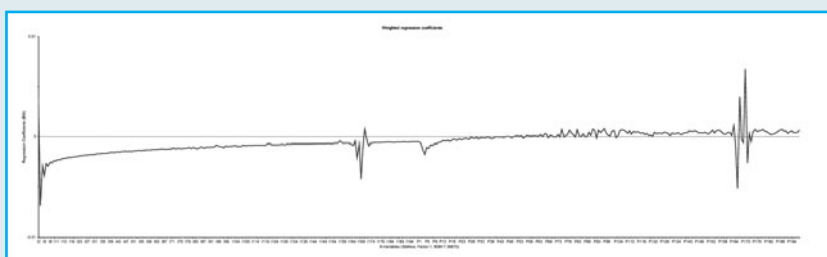
Výsledky a diskuse

Syřitelnost mléka byla stanovena klasicky, nefelometricky (PŘIBYLA et al., 2006) a za daným účelem také impedančně (ŘÍHA et al., 2014, 2018) na zařízení mScope Instrument, instrumentálně vždy podle manuálu výrobce, v případě mScope s využitím SW Impe-Coag.

Software Impe-Coag je navržen s ohledem na různé možnosti řízení průtokového systému HW a sběr dat o změnách impedančního spektra a spektra posunu fáze ve vzorku za probíhající reakce (syření vzorku mléka).

Software umožňuje:

- přímé ovládání některých částí průtokového systému HW;
- nastavení cyklu měření s možností měření pozadí reakce (vzorku bez přidání syřidla), nastavení počtu opakování měření a počet a čas provedených cyklů měření a promíchání vzorku;
- nastavení počáteční a koncové měřicí frekvence a kroku frekvenční změny pro každé měření;
- spuštění měřicího cyklu a komunikaci s HW během tohoto cyklu;
- pomocí implementace komunikačního protokolu mezi HW a SW průběžně sbírat data o signálu impedančního spektra a spektra posunu fáze aktuálně měřeného vzorku, transformovat je a ukládat do souboru;
- zobrazovat průběh aktuálního měřicího cyklu a celého měření, včetně aktuálního signálu (Obr. 2 a 3).



Obr. 3 Transformovaný signál spektra fázového posunu získaný za využití SW Impe-Coag.

Výsledky byly statisticky vyhodnoceny s ohledem na shodu metod. Korelace a determinace byly použity pro vzájemné % vysvětlení variability výsledků syřitelnosti jedné metody variabilitou výsledků metod ostatních. ASW Impe-Coag byl navržen, konstruován a adjustován ve všech svých parametrech (nastavení a řízení funkcí přístroje i matematické vyhodnocení průběžně získávaného signálu) pro získání maximální výtěžnosti signálu impedanční spektroskopie s ohledem na predikci enzymatické koagulace mléka (syřitelnosti), kdy zlevnění, zjednodušení a zrychlení této analýzy s věrohodnými výsledky je prakticky významné.

Na modelovém souboru 80 individuálních vzorků kravského mléka byla nově experimentálně validována metoda (hardware a software) impedanční spektroskopie s aplikací ASW Impe-Coag. Jako referenční metody stanovení syřitelnosti mléka byly použity: - klasická metoda; - metoda nefelometrická. Hodnota predikce syřitelnosti s využitím dat získaných pomocí ASW Impe-Coag poskytla korelaci 0,98 a 0,87 ($P < 0,001$) k referenčním metodám klasické a nefelometrické. Jedná se o velmi příznivé vztahové hodnoty. Variabilita hodnot metody impedanční spektroskopie s využitím ASW Impe-Coag tak vysvětluje 95 a 76 % variability syřitelnosti stanovené metodami klasickou a nefelometrickou za uvedených podmínek.

Závěr

Autorizovaný software (ASW Impe-Coag) podporuje pracovní technologicko-analytickou metodu pro spolehlivou predikci času enzymatické koagulace bílkovin (syřitelnosti) syrového mléka s ambicí možnosti praktické aplikace pro podporu kvality technologických procesů v mlékařství, zejména syrařství.

Poděkování

Práce vznikla za podpory projektů NAZV KUS QJ1510339 a MZE RO 1418.

Seznam literatury

- BITTANTE, G., CIPOLAT-GOTET, C., MALCHIODI, F., STURARO, E., TAGLIAPIETRA, F., SCHIAVON, S., CECCHINATO, A. (2015): Effect of dairy farming system, herd, season, parity and days in milk on modeling of the coagulation, curd firming, and syneresis of bovine milk. *J. Dairy Sci.*, 98, s. 2759-2774.
- BITTANTE, G., PENASA, M., CECCHINATO, A. (2012): Invited review: Genetics and modeling of milk coagulation properties. *J. Dairy Sci.*, 95, 12, s. 6843-6870.
- BOBBO, T., RUEGG, P. L., STOCCO, G., FIORE, E., GIANESELLA, M., MORGANTE, M., PASOTTO, D., BITTANTE, G., CECCHINATO, A. (2017): Associations between pathogen-specific cases of subclinical mastitis and milk yield, quality, protein composition, and cheese-making traits in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 100, s. 1-16.
- BOBBO, T., CIPOLAT-GOTET, C., BITTANTE, G., CECCHINATO, A. (2016): The nonlinear effect of somatic cell count on milk composition, coagulation properties, curd firmness modeling, cheese yield, and curd nutrient recovery. *J. Dairy Sci.*, 99, s. 5104-5119.
- CASSANDRO, M., COMIN, A., OJALA, M., ZOTTO, R. D., DE MARCHI, M., GALLO, L., CARNIER, P., BITTANTE, G. (2008): Genetic parameters of milk coagulation properties and their relationships with milk yield and quality traits in Italian Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 91, 1, s. 371-376.
- ČEJNA, V. (2007): Vliv laktace krav na vybrané technologické vlastnosti mléka. Impact of cow lactation on chosen milk technological properties. *Doktorská disertační práce*. Doctoral Thesis. Mendelova univerzita v Brně.
- ERMACORA, M. (2014): Top quality organic cheese production in Italy - Parmigiano Reggiano PGI. *Fleckvieh World* 2013/2014, s. 14-15.
- FVW (2014): Kappa-casein and beta-lactoglobulin. *Fleckvieh World* 2013/2014, s. 12-13.
- GURRIÁ, A. (2014): Vláda České republiky. Angel Gurriá v Praze prezentoval Hospodářský přehled OECD pro ČR 2014. 18.3.2014. <https://www.vlada.cz/cz/media-centrum/aktualne/angel-gurria-v-praze-prezentoval-hospodarsky-prehled-oecd-pro-cr-2014-116830/>
- HALLÉN, E. (2008): Coagulation Properties of Milk, Association with Milk Protein, Composition and Genetic Polymorphism. Doctoral Thesis. Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences, Department of Food Science, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, 2008, ISBN 978-91-861-9508-3, s. 64.
- JAKOB, E. (1993): Beziehungen zwischen dem genetischen Polymorphismus der Milchproteine und der Labfähigkeit von Milch. Relationship between genetic polymorphisms of milk proteins and the rennetability of milk. *Doktor Arbeit*, Doctoral Thesis, Technische Hochschule Zürich, 1993, s. 219.
- POLITIS, I., NG-KWAI-HANG, K. F. (1988 a): Effects of somatic cell count and milk composition on cheese composition and cheese making efficiency. *J. Dairy Sci.*, 71, 7, s. 1711-1719.
- POLITIS, I., NG-KWAI-HANG, K. F. (1988 b): Effects of somatic cell counts and milk composition on the coagulation properties of milk. *J. Dairy Sci.*, 71, 7, s. 1740-1746.
- PŘIBYLA, L., ČERNÝ, V., HÁVOVÁ, R., PROCHÁZKOVÁ, J. (2006): Charakterizace syřitelnosti mléka pomocí Nefelo-turbidimetrického snímače koagulace mléka. User manual, 2006. Institute of Analytical Chemistry AS CR, Technology Centre of the AS CR, www.iach.cz, www.tc.cz, www.cett.cz, www.circ.cz.
- PYTEL, R., ŠUSTOVÁ, K., KUMBÁR, V., NEDOMOVÁ, Š. (2016 a): A comparison of the determination of the rennet coagulation properties of bovine milk. *Potrav. - Sci. J. Food Ind.*, 10, 1, s. 366-371.

- PYTEL, R., VALÍČKOVÁ, J., SÝKORA, V., PŘIBYLA, L., ŠUSTOVÁ, K. (2016 b): Vliv pasterace a přidavku chloridu vápenatého na syřitelnost mléka a jakost vznikající syřeniny. In *Mléko a sýry* 2016, 20. 1. 2016, Praha, Česká republika, VŠCHT, s. 123-128.
- ŘÍHA, J. (2014): mScope Instrument. Bentley Czech. User manual. SW version 1.1.1. 2014, s. 23.
- ŘÍHA, J., HANUŠ, O., KAVKOVÁ, M., SAMKOVÁ, E., KLIMEŠOVÁ, M., ELICH, O., KOPECKÝ, J., JEDELSKÁ, R. (2018): Vývoj v měření koagulace mléčných bílkovin. In *Mléko a sýry* 2018, 25. 1. 2018, Praha, Česká republika, VŠCHT, v tisku.
- SOJKOVÁ, K., HANUŠ, O., DUFEK, A., KOPECKÝ, J., JEDELSKÁ, R. (2011): Srovnání nefelometricky a tradičně stanovené koagulace proteinů syrového kravského mléka jako technologické vlastnosti. *Výzk. chov skotu / Cattle Res.*, LIII, 193, 1, s. 52-59.
- SOJKOVÁ, K., HANUŠ, O., ŘÍHA, J., GENČUROVÁ, V., HULOVÁ, I., JEDELSKÁ, R., KOPECKÝ, J. (2010 a): Impacts of lactation physiology at higher and average yield on composition, properties and health indicators of milk in Holstein breed. *Sci. Agric. Boh.*, 41, 1, s. 21-28.
- SOJKOVÁ, K., HANUŠ, O., ŘÍHA, J., YONG, T., HULOVÁ, I., VYLETĚLOVÁ, M., JEDELSKÁ, R., KOPECKÝ, J. (2010 b): A comparison of lactation physiology effects at high and lower yield on components, properties and health state indicators of milk in Czech Fleckvieh. *Sci. Agric. Boh.*, 41, 2, s. 84-91.
- SCHAAR, J. (1984): Effects of kappa-casein genetic variants and lactation number on the renneting properties of individual milks. *J. Dairy Res.*, 51, s. 397-406.
- SINGH, H. (2004): Heat stability of milk. *Int. J. Dairy Tech.*, 57, s. 111-119.
- STURARO, A., TIEZZI, F., PENASA, M., DE MARCHI, M., CASSANDRO, M. (2012): Study of milk coagulation properties in multibreed Italian dairy herds. *Acta agric. Slov.*, Suppl. 3, s. 89-92.
- TOFFANIN, V., DE MARCHI, M., PENASA, M., PRETTO, D., CASSANDRO, M. (2012): Characterization of milk coagulation ability in bulk milk samples. *Acta agric. Slov.*, Suppl. 3, s. 93-98.

Korespondující autor: jan@bentleyczech.cz

O využití autorizovaného software (ASW) Impe-Coag existuje smlouva podepsaná poskytovatelem (Bentley Czech s.r.o., Praha) a uživatelem (Svaz výrobců mléka a.s. Šumperk).

Recenze tohoto příspěvku je zároveň dokladem odborného projednání cíle, metod vývoje, funkcí, výsledků, výhod a otázek praktické aplikace autorizovaného software Impe-Coag.

S ohledem na srovnání novosti postupu: Impe-Coag je novým typem vyhodnocovacího nástroje vyplývajícího z výsledků vlastního předchozího výzkumu a relevantních výsledků odborné literatury. S ohledem na registraci RIV se jedná o vytvoření nového algoritmu založeného na rozšíření aplikačních možností impedanční spektroskopie.

Odhad přínosů použití Impe-Coag byl proveden s následujícími výsledky za 10 roků exploatace a ročně:

- ušetřené náklady na lidskou práci v porovnání s referenčními metodami při zpracování 100 vz/den: 2000 Kč.
- ušetřené náklady (energie, lidská práce, čištění technologie, atd.) pomocí správného nastavení technologického postupu syření při využití metody: 100 Kč/1 hl mléka.

Povinné zveřejnění a dostupnost výsledků získaných jako produkt vývoje a inovací prostřednictvím veřejných prostředků na VaVaI: www.bentleyczech.cz.

Vývoj tohoto ASW s označením Impe-Coag byl podporován projekty NAZV KUS QJ1510339 a RO 1418.

Přijato do tisku: 5. 11. 2018

Lektorováno: 21. 11. 2018