

## Validace spolehlivosti predikce pro celkové denní složení mléka z variant zkrácených odběrů vzorků v kontrole užítkovosti

### Validation of prediction reliability for total day milk composition from shortened sampling variants in milk recording

Hanuš, O.<sup>1</sup> – Hering, P.<sup>2</sup> – Roubal, P.<sup>3</sup> – Landová, H.<sup>4</sup> – Dufek, A.<sup>4</sup> – Jedelská, R.<sup>1</sup> – Janecká, M.<sup>2</sup> – Heřman, F.<sup>2</sup> – Vaněk, P.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Výzkumný ústav pro chov skotu, s.r.o., Rapotín

<sup>2</sup> Českomoravská společnost chovatelů, Praha

<sup>3</sup> Výzkumný ústav mlékárenský s.r.o., Praha

<sup>4</sup> Agrovýzkum Rapotín, s.r.o.

---

#### ABSTRACT

Reduction of costs on milk recording (MR) is essential for production cost limitation in dairying. This effort has importance at endeavour towards MR range maintenance. MR is still very important for dairy cow genetic improvement. The goal was to validate the prediction equations which were previously stated to reduced milk sampling at morning (M) and evening (E) milking for assurance of MR reliable results. Cattle breeds as Czech Fleckvieh and Holstein were included for dual and triplet daily milking. Individual milk samples (MS; n = 575 (A), 237 (Bé), 290 (C) animals) were obtained in M, E and whole day milking. MS were analysed on fat (F), protein (P), lactose (L) and somatic cell count (SCC). The results of shortened sampling (E and M) were related to regular MR results (REF) after their conversion (to whole day milking) using relevant prediction equations (PRE). The evaluation was carried out according to milking intervals (in hours) for dual and triplet daily milking: 11/13 (A); 10/14 (Bé); 8×3 (C). Linear regression and pair t-test were used for relationship and mean difference between PRE and REF values. The relationships between investigated values (PRE and REF for F, P, L and SCC in MR) were relatively tight, the variability of reference results was explainable by variability of prediction results to a large extent and recorded differences were practically inconsiderable despite their possible statistical significance. Prediction validation correlations moved: F from 0.743 to 0.829; P from 0.907 to 0.983; L from 0.768 do 0.955; PSB from 0.833 to 0.923; log PSB from 0.855 to 0.948. The set of prediction equations for reliable MR results at reduced sampling was successfully validated. So the MR cost reduction is possible in the framework of validated ways.

#### Keywords

cow, individual milk sample, milk recording, fat, protein, lactose, somatic cell count, prediction, validation

---

#### ABSTRAKT

Redukce nákladů na kontrolu užítkovosti (KU) je významná při omezování výrobních nákladů v mlékařství. Toto úsilí má význam při snaze o udržení rozsahu KU. KU je stále velmi významná pro šlechtění dojnic. Cílem bylo validovat predikční rovnice dříve stanovené pro redukované vzorkování mléka ráno (R) a večer (V) pro zajištění věrohodných výsledků KU. Byla zahrnuta plemena skotu České strakaté a Holštýn pro dvojí a trojí denní dojení. Individuální vzorky mléka (VM; n = 575 (A), 237 (Bé), 290 (C) zvířat) byly získány v R, V a celkovém denním nádoji. VM byly analyzovány na obsah tuku (T), bílkovin (B), laktózy (L) a počet somatických buněk (PSB). Výsledky zkráceného odběru VM (R a V) po jejich přepočtu na celodenní nádoj příslušnými predikčními rovnicemi (PRE) byly vztaženy k regulérním výsledkům z K+U (REF). Vyhodnocení proběhlo podle dojicích intervalů (v hodinách) pro dvojí a trojí denní

dojení: 11/13 (A); 10/14 (Bé); 8×3 (C). Byla použita lineární regrese a párový t-test pro vztah a průměrný rozdíl mezi hodnotami PRE a REF. Vztahy mezi posuzovanými hodnotami (PRE a REF pro T, B, L a PSB v KU) byly poměrně těsné, variabilita výsledků referenčních byla do značné míry vysvětlitelná variabilitou výsledků predikovaných a zaznamenané rozdíly byly i přes případnou statistickou významnost prakticky zanedbatelné. Korelace validace predikce se pohybovaly: T od 0,743 do 0,829; B od 0,907 do 0,983; L od 0,768 do 0,955; PSB od 0,833 do 0,923; log PSB od 0,855 do 0,948. Sada rovnic pro predikci věrohodných výsledků v KU pro redukované vzorkování byla úspěšně validována. Je tak možná redukce nákladů na KU.

### **Klíčová slova**

kráva, individuální vzorek mléka, kontrola užitkovosti, tuk, bílkoviny, laktóza, počet somatických buněk, predikce, validace

## **ÚVOD A SOUČASNÝ STAV**

### **Kontrola mléčné užitkovosti**

Kontrola mléčné užitkovosti (KU) v chovech krav je jedním ze základních populačně biotechnologických opatření, které slouží chovatelům a šlechtitelům pro selekci zvířat, práci se stádem, a je zároveň zdrojem informací upozorňujících na nedostatky managementu v oblastech výživy, zoohygieny a prevence. Prostřednictvím internacionální organizace ICAR (International Committee for Animal Recording, 2008) autorizovaná KU je důležitá pro uznání mezinárodního obchodu s plemenným materiálem. Proto použité dílčí metodicko-technologické postupy v KU musí být validovány pro možnost autorizace celku.

V České republice (ČR) stále klesají stavy dojnic. Souběžně roste jejich dojivost (Kvapilík, Růžička, Bucek *et al.*, 2010). Sledování dojivosti je předmětem KU (v ČR pod hlavičkou ICAR a ČMSCH Praha), která je stále významným šlechtitelským opatřením. Podle výsledků KU jsou zvířata šlechtěna na požadované vlastnosti. Technologický vývoj, jako změny frekvence dojení a automatické dojicí systémy, však komplikuje žádoucí unifikaci systému odběru individuálních vzorků mléka (VM) pro získání věrohodných výsledků analýz v KU. Náklady na odběr VM tak mohou pro celý postup a tím chovatele neúměrně vzrůstat. Proto jsou hledány úspornější cesty řešení problému. Jednou z efektivních variant může být zkrácený odběr VM (ráno, večer, respektive jednou denně) pro charakteristiku denního nádoje. Jedná se tedy v podstatě o redukci rozsahu vzorkování. Přiblížení se reálné hodnotě analýzy je pak zajišťováno přepočtem výsledků pomocí relevantních predikčních rovnic.

Při uvedeném postupu je třeba přihlídnout rovněž ke skutečnosti, že spektrum analýz mléčných ukazatelů používaných v systému KU se spolu s rychlým technologickým rozvojem postupně rozrůstá. Od dřevních dob množství tukových se přes bílkoviny a počet somatických buněk aktuálně dospělo až po analýzy metabolitů a minoritních složek v mléce (např. močovina, aceton nebo kyselina citrónová). Tato skutečnost znamená souběžně potřebu rozšiřování poznatků o možnostech zkráceného vzorkování ve vazbě na fyziologii sekrece mléka, frekvenci a technologii dojení také pro tyto nově zaváděné mléčné ukazatele. Proces je proto ve stálém vývoji.

### **Studie vlivů délky intervalů a frekvence dojení na složení mléka**

Časové intervaly a frekvence dojení a proto i dnešní moderní automatické dojicí systémy (AMS; Galesloot a Peeters, 2000; Hogeveen *et al.*, 2001; Boulloc *et al.*, 2002; Bünger *et al.*, 2002; Lazenby *et al.*, 2002; Amodeo a Tondo, 2006; Lövendahl a Bjerring, 2006; ICAR, 2008; Chládek *et al.*, 2009; Lövendahl *et al.*, 2010) ovlivňují složení VM, které skládají celkový denní nádoj, jehož výsledky jsou předmětem šetření KU a podkladem pro šlechtění dojnic. Těmito vlivy se zabývala řada autorů (Lee a Wardorp, 1984; Palmer *et al.*, 1994; Lee *et al.*, 1995; Liu *et al.*, 2000; Klopčič *et al.*, 2003; Skýpala a Chládek, 2008). Délka intervalů mezi dojením, jejich pravidelnost

nebo nepravdivost, je významným faktorem pro posuzování výsledků složení mléka z jednotlivých nádojů (Sedláková, 1969; Gilbert *et al.*, 1972; Hargrove, 1994; Cassandro *et al.*, 1995; Ouweltjes, 1998; Jahnke *et al.*, 1999; Weiss *et al.*, 2002; Hering *et al.*, 2003, 2007 a 2009; Jovanovac *et al.*, 2005; Hand *et al.*, 2007; Lauritsen, 2007; Roelofs *et al.*, 2007; Gantner *et al.*, 2008, 2009; Remond *et al.*, 2009; Jenko *et al.*, 2010).

### Legislativní podklady kontroly užitečnosti (KU)

Existuje internacionální potřeba pro sjednocení, organizaci a provádění KU tak, aby byla v souladu s platnou legislativou\* a s mezinárodně platnými postupy\*\* schválenými v roce 2002 Mezinárodním výborem pro kontrolu užitečnosti (ICAR). Pokyny vycházejí z platných norem specifikujících analytickou činnost laboratoří pro rozbor mléka. Česká republika je členskou zemí ICAR prostřednictvím Českomoravské společnosti chovatelů, a.s., Praha, která také odpovídá za provádění KU v zemi. Legislativní podklady KU jsou v souhrnu následující:

- \* Zákon č. 154/2000 Sb. o šlechtění, plemenitbě a evidenci hospodářských zvířat a o změně některých souvisejících zákonů, úplné znění č. 344/2006 Sb., ve znění pozdějších předpisů;
- Vyhláška 448/2006 Sb. ze dne 1. 9. 2006 o provedení některých ustanovení plemenářského zákona;
- Rozhodnutí Komise 2006/427/ES ze dne 20. června 2006, kterým se stanoví metody pro KU a stanovení genetické hodnoty čistokrevného plemenného skotu;
- Rozhodnutí Komise 94/515/ES ze dne 27. července 1994, kterým se mění rozhodnutí 86/130/EHS, kterým se stanoví metody pro KU a stanovení genetické hodnoty čistokrevného plemenného skotu;
- Rozhodnutí Rady 96/463/ES ze dne 23. července 1996, kterým se určuje referenční institut pověřený spoluprací na sjednocování testovacích metod a vyhodnocování výsledků čistokrevného plemenného skotu;
- Rozhodnutí Komise 86/130/EHS ze dne 11. března 1986, kterým se stanoví metody pro KU a stanovení genetické hodnoty čistokrevného plemenného skotu;
- \*\* Mezinárodní dohoda ICAR o postupech KU ze dne 23. května 2001.

### Cíl práce

Cílem této práce bylo validovat dříve získané predikční rovnice (Hering *et al.*, 2003, 2007, 2009, 2010; Hanuš *et al.*, 2011; Chládek *et al.*, 2011) pro přepočítání hodnot složení a vlastností mléka ze zkráceného odběru vzorků na celodenní nádoj v praktických podmínkách pro účely oficiálního auditu KU prostřednictvím ICAR.

## MATERIÁL A METODY

### Zvířata v pokusném sledování a vzorky mléka, podmínky chovu a dojení

V pokusném sledování a validaci byla zahrnuta stáda krav s technologií dvojího denního dojení (DDD) s nepravidelnými intervaly 11/13 (soubor A; 4 stáda) a 10/14 (podle hodin; soubor B; 1 stádo) a trojího denního dojení (TDD) 8×3 (soubor C). Jednalo se o 5 chovů dojnic s plemenem České strakaté při DDD a 1 chov s plemenem Holštýn při TDD. Chovy byly lokalizovány v okresech Plzeň jih, Pelhřimov, Šumperk, Prostějov a Olomouc. Vzorky mléka (VM) byly postupně po lokalitách odebírány v období od května do června 2011. Průměrná mléčná užitečnost dojnic sledovaných stád za normovanou laktaci se pohybovala od 6 557 do 8 821 (obojí soubor A) kg. Pro soubor A to bylo průměrně  $7\,867 \pm 950$  kg, pro soubor B  $7\,166$  a pro soubor C  $7\,117$  kg.

Ve stájích bylo volné ustájení s dojírny různých typů a výrobců. Výživa zvířat byla typická pro podmínky České republiky a byla charakterizována celkovou směsnou krmnou dávkou. Uvedené bylo realizováno podle praktických podmínek: kukuřičná (od 15 do 30 kg na kus a den),

vojtěšková (15–30 kg) a jetelotravní (10–30 kg) siláž; seno (0–2 kg); jadrná krmiva (8–14 kg) a minerální přísady byly krmeny v souladu s normami potřeby a podle mléčné užitkovosti.

Pokusné individuální VM odebírali pracovníci ČMSCH, a.s. zároveň s rutinní KU. VM byly odebírány tak, že celodenní individuální nádoj KU byl vzorkován běžným postupem (KU-REF) a k tomu byly odebrány vždy odděleně vzorky z ranního (R) a večerního (V) nádoje pro možnost hodnocení zkráceného vzorkování zvířat.

### Ošetření a analýzy vzorků mléka

VM byly konzervovány tabletami D&F Control Systems Microtabs (bronopol, 2-brom, 2-nitro, 1, 3 propandiol, 0,03 % v mléce) a přepraveny v chladu do laboratoře (< 10 °C). Byly analyzovány v akreditovaných laboratořích (ČSN EN ISO/IEC 17025) pro rozbor mléka Buštěhrad a Brno (ZL 1312.2, resp. ZL 1312.3). Tyto kooperují v rutinním analytickém systému KU (Českomoravská společnost chovatelů a.s., Praha). VM byly analyzovány na obsahy tuku (T;  $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ), hrubých bílkovin (B;  $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ), laktózy (L; monohydrát laktózy;  $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) a počet somatických buněk (PSB;  $10^3 \times \text{ml}^{-1}$ ). K analýzám VM byly použity přístroje Bentley 2500 a Bentley FTS (T, B, L; filtrová technologie infračervené spektroskopie mléka; technologie celého infraspektra s Fourierovými transformacemi; Bentley Instruments, USA) a Somacount 500 a Somacount FCM (PSB; FC průtočná fluoro-opto-elektronická cytometrie; Bentley Instruments, USA). Přístroje byly kalibrovány a pravidelně podrobeny výkonnostnímu testování analytické způsobilosti (T, B a L, Výzkumný ústav pro chov skotu, NRL-SM Rapotín, Hanuš *et al.*, 2007 b, 2008; PSB, Státní veterinární ústav Praha; Říha *et al.*, 2008).

### Použitý design statistického vyhodnocení výsledků

Hodnoty nádoje nebyly předmětem hodnocení. Mléčné ukazatele jako T, B a L byly hodnoceny v původních hodnotách. PSB byly z důvodu výskytu lognormální frekvenční distribuce u individuálních VM hodnoceny také v logaritmičtě transformované formě ( $\log \text{PSB}$ ; Shook, 1982; Hanuš *et al.*, 2001; Hering *et al.*, 2007, 2009, 2010). Pro výpočty byl použit program Excel Microsoft. V souborech mléčných ukazatelů (T, B, L a PSB pro KU-REF a soubory A, B a C) byly eliminovány extrémně odlehle hodnoty jednak kvalifikovaným odhadem a pak Grubbsovým testem odlehlosti na hladině pravděpodobnosti 95 %.

S ohledem na zde validované předchozí predikční rovnice byly téměř u všech mléčných ukazatelů lineární závislosti nejspolehlivější (Hering *et al.*, 2003, 2007, 2009, 2010; Hanuš *et al.*, 2011; Chládek *et al.*, 2011) v porovnání k ostatním nelineárním, které byly rovněž stanoveny. Vztaženy byly výsledky zkráceného odběru VM v KU po analýze a jejich přepočtu příslušnými zmíněnými predikčními rovnicemi (KU-PRE) k regulérním výsledkům z KU (KU-REF), tzn. k výsledkům půleného odběru VM z DDD a k výsledkům třetinového mísení VM při TDD. Tyto byly tedy získány běžným celodenním odběrem VM a jejich analýzou.

Bylo provedeno dělení souborů podle intervalů mezi dojeními: intervaly v hodinách 11/13 (A), DDD; intervaly v hodinách 10/14 (Bé), DDD; intervaly v hodinách 8×3 (C), TDD. V souborech A, Bé a C, odděleně pro T, B, L, PSB a  $\log \text{PSB}$ , byly provedeny přepočty z ranního (R) a večerního (V) odběru mléka podle lineárních regresních rovnic uvedených v Tab. 1 (Hering *et al.*, 2003, 2007, 2009, 2010; Hanuš *et al.*, 2011; Chládek *et al.*, 2011) na hodnoty KU-PRE. Ve třech souborech, podle intervalů dojení A, Bé a C a dalších podsouborech podle způsobu odběru vzorku (ráno, večer a celkem (KU-REF)), podle určených hodnot (predikce kalkulací podle rovnic z odběru R nebo V na KU-PRE nebo přímo analýzou (KU-REF)) a podle mléčných ukazatelů, byly vypočteny základní statistické ukazatele jako aritmetický průměr ( $\bar{x}$ ) a směrodatná odchylka ( $s_x$ ).

S výše definovanými soubory byla vzájemně, uvnitř mléčných ukazatelů, provedena lineární regresní analýza s výpočtem koeficientů determinace ( $R^2$ ) a korelace ( $r$ ) vztahu mezi KU-REF (osa x) a KU-PRE (osa y). Při validaci metody zkráceného vzorkování mléka v KU byla posuzována její efektivita prostřednictvím následujících kritérií: 1) % ( $R^2$ ) vysvětlení variability

referenčních hodnot mléčných ukazatelů (KU-REF) variabilitou hodnot predikovaných (KU-PRE); 2) těsnost korespondujících závislostí ( $r$ ); 3) statistická významnost rozdílů průměrů korespondujících souborů párovým t-testem (KU-PRE mínus KU-REF pro mléčné ukazatele). Byl použit program Microsoft Excel. Výsledky pak byly interpretovány jako validační postup pro účely auditu KU v ČR prostřednictvím ICAR.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

### Střední hodnoty a variabilita mléčných ukazatelů

Základní statistické parametry ( $x$  a  $s_x$ ) sledovaných ukazatelů T, B, L, PSB a log PSB v modelových souborech A, B a C (podle intervalu a četnosti dojení) z R, V a celkového nádoje jako hodnoty KU ve variantách PRE a REF jsou uvedeny v Tab. 2 až 6. Průměrné hodnoty a směrodatné odchylky jako ukazatele variability jsou srovnatelné s jinými pracemi na individuálních VM (Janů *et al.*, 2007; Hanuš *et al.*, 2007 a; Sojková *et al.*, 2010 a, b) při korespondující doživnosti v KU. Soubor tak má prokazatelně modelovou hodnotu pro validaci dříve odvozených predikčních rovnic (Hering *et al.*, 2003, 2007, 2009, 2010; Hanuš *et al.*, 2011; Chládek *et al.*, 2011).

### Rozdíly průměrů výsledků predikce a reality u sledovaných mléčných ukazatelů

Významnost rozdílů průměrů mezi hodnotami predikovanými (KU-PRE) z dílčích nádojů (R a V) při různých intervalech (A, B a C) a různé frekvenci dojení a hodnotami referenčními (KU-REF) je pro sledované mléčné ukazatele (Tab. 2 až 6) zachycena v Tab. 7. Deset rozdílů z třiceti (33,3 %; T, B, L, PSB a log PSB) bylo statisticky nevýznamných. Ačkoliv tedy rozdíly byly v řadě případů statisticky významné (66,7 %), zejména u T, jejich číselné hodnoty lze označit za prakticky zanedbatelné. Zmíněné rozdíly se např. vejdou v 83,3 % případů (20 z 24 (T, B, L a PSB), zejména pro B, L a PSB) do vyčíslených neshod výsledků příslušných rutinních nepřímých analytických měření identických mléčných ukazatelů (Hanus *et al.*, 2008). Validace metod s následným výpočtem výsledkových nejistot je přitom určitým objektivním ukazatelem a měřítkem možností výsledkové správnosti a stability. Dříve uvedený závěr však přesto vynívá poněkud subjektivně, neboť je v podstatě výsledkem kvalifikovaného odhadu. Na podporu tohoto názoru lze dále uvést fakt, že ve výrazné většině případů (21 z 30, tj. 70 %) byly tyto rozdíly (KU-PRE – KU-REF; Tab. 7) u všech ukazatelů mléka (T, B, L, PSB a log PSB) a systémů vzorkování (A, B a C), ráno i večer, výrazně nižší, než ty, které lze nalézt v identických konfiguracích uvnitř jednotlivých mléčných ukazatelů mezi výsledky R a V (Tab. 2 až 6).

Rovněž pokud se uváží relativní velikost maximálních odchylek (KU-PRE – KU-REF; Tab. 7) pro jednotlivé mléčné ukazatele, lze dojít k podobnému závěru: T 5,9 % (Bé; PRE-R; Tab. 2); B 0,6 % (C; PRE-R a PRE-V; Tab. 3); L 1,6 % (C; PRE-R a PRE-V; Tab. 4). Všechny ostatní relativní diference byly nižší. Např. dobrá laboratorní praxe pro analytické metody připouští rozdíl do 5 %. Uvedené maximální hodnoty odchylek ve správnosti výsledků tak oscilují maximálně kolem zmíněného limitu. Exces u PSB (Bé; PRE-R; Tab. 5 a 7) je výjimečný v porovnání s ostatními odhady a logaritmované hodnoty naznačují možnost použití postupu i zde. Může tomu tak být proto, že zmíněný rozdíl v PSB  $48,3 \cdot 10^3 \times \text{ml}^{-1}$  (Tab. 7) činil pouze  $10 \cdot 10^3 \times \text{ml}^{-1}$  v případě odečtu geometrických průměrů ( $71 - 61 \cdot 10^3 \times \text{ml}^{-1}$ ) identických souborů PSB.

### Vztahy výsledků predikce a reality u mléčných ukazatelů

Téměř u všech těchto rovnic (Tab. 1) pro mléčné ukazatele byly lineární závislosti pro hledané predikce nejspolehlivější. Proto byly doporučeny k případnému praktickému využití v systému KU. Také proto byly i v této práci upřednostněny pro validaci lineární regrese závislosti.

Hodnoty vybraných korelačních koeficientů a indexů se v předchozí práci (Hanus *et al.*, 2011) pohybovaly od 0,809 ( $P \leq 0,001$ ; tuk, výpočet z R na REF) po 0,966 ( $P \leq 0,001$ ; B, výpočet

z V na REF). Jednalo se tedy o těsné až velmi těsné vztahy. V případě tuku bylo 65,4 % a v případě B až 93,3 % variability v hodnotách REF vysvětlitelných variabilitou v dílčích hodnotách analýz vzorků odebraných redukovánými metodickými variantami. V této práci se relevantní a korespondující validační korelační koeficienty z důvodu metodického výskytu vyššího počtu interferenčních faktorů (jiná doba vzorkování, jiná stáda zvířat, variabilita výživy krav atp. oproti souborům v předchozích pracích; Hering *et al.*, 2003, 2007, 2009, 2010; Hanuš *et al.*, 2011; Chládek *et al.*, 2011) a jejich možného vlivu na predikce logicky pohybovaly na nižších hladinách (Tab. 8). Bylo to od 0,743 (A, T, R) do 0,983 (Bé, B, R; Tab. 8; Obr. 1). Přesto a proto je lze metodicky považovat za vyhovující. V případě T bylo 55,2 % a v případě B až 96,7 % variability v hodnotách KU-REF vysvětlitelných variabilitou v hodnotách predikčních z analýz vzorků odebraných redukovánými metodickými variantami (KU-PRE). Podle ukazatelů se korelace validace predikce pohybovaly (Tab. 8): T od 0,743 do 0,829; B od 0,907 do 0,983; L od 0,768 do 0,955; PSB od 0,833 do 0,923; log PSB od 0,855 do 0,948. Kvalifikovaným odhadem výsledky ukazují na dobrou použitelnost predikčních rovnic (Tab. 1).

Hargrove (1994) zmínil, že vzorky skládané ze stejných objemů mléka R a V dojení zvedly hodnoty tuku o 0,07 % oproti pravdivé hodnotě. Použití hodnoty délky intervalu mezi dojeními k určení porce R a V vzorku redukovalo tuto chybu na hodnotu -0,02 %. Hodnoty B a PSB byly uspokojivé s rovným vzorkováním s posuny 0,01 % a  $7 \cdot 10^3 \cdot \text{ml}^{-1}$ . Nejméně jistá byla tedy předpověď hodnot T (Hanus *et al.*, 2011). Výsledky také souhlasily s předchozím vyhodnocením (Hering *et al.*, 2010). Ve zde uvedených výsledcích validace (Tab. 7 a 8; Obr. 1) byl podobný trend s jedním excesem u PSB. Naopak nejjistější předpověď byla zde zaznamenána u bílkovin (Tab. 7 a 8; Obr. 1), což rovněž souhlasí se zmíněnými předchozími výsledky. Klopčič *et al.*, (2003) našli také vyšší spolehlivost predikce pro odhady B v porovnání k T. U PSB se i v této práci jeví predikce, podobně jako v předchozí práci odhad (Hanus *et al.*, 2011) jako poměrně velmi spolehlivá (Tab. 5 a 6, Obr. 1) s jedním excesem. Svůj vliv na těsnější výsledek vztahu nepochybně vykazuje vyšší rozptyl souboru (Hering *et al.*, 2010). Odhady výsledků REF z hodnot V se pro všechny sledované ukazatele (T, B, L a PSB) jeví jako spolehlivější než z hodnot R (Hanus *et al.*, 2011), což koresponduje s výsledky Hering *et al.* (2010).

### Vyvození možnosti

Výsledky potvrdily dřívější poznatky (Hering *et al.*, 2003, 2007, 2009, 2010; Hanuš *et al.*, 2011; Chládek *et al.*, 2011) o odhadech výsledných hodnot celkové KU z různých metodických variant a modifikací odběru VM. Odhady a jejich validace přispěly k řadě dříve publikovaných výsledků (Gilbert *et al.*, 1972; Lee a Wardorp, 1984; Hargrove, 1994; Cassandro *et al.*, 1995; Lee *et al.*, 1995; Jahnke *et al.*, 1999; Liu *et al.*, 2000; Galesloot a Peeters, 2000; Bouloc *et al.*, 2002; Bünger *et al.*, 2002; Klopčič *et al.*, 2003; Jovanovac *et al.*, 2005; Roelofs *et al.*, 2007; Hand *et al.*, 2007; Lauritsen, 2007; Gantner *et al.*, 2008, 2009; Chládek *et al.*, 2009; Remond *et al.*, 2009; Jenko *et al.*, 2010).

Zmíněné predikční rovnice (Tab. 1) pro KU (Hering *et al.*, 2003, 2007, 2009, 2010; Hanuš *et al.*, 2011; Chládek *et al.*, 2011) byly zde uvedenými výsledky úspěšně validovány. Efektivita plemenářské práce tak může být zvýšena redukcí nákladů na provádění KU (Hering *et al.*, 2010; Hanuš *et al.*, 2011). Validace postupu redukováného odběru VM v KU ukazuje možnost snížení nákladů na KU zejména v položce odběru VM. Tato úspora nákladů na odběr VM může podle kvalifikovaného odhadu činit 30 % (Hanus *et al.*, 2011) oproti současnému stavu celodenního vzorkování. Nižší náklad na odběr VM v KU může přispět ke snížení chovatelských nákladů na výrobu mléka.

Kvalifikovaný odhad umožnil konstatování, že vztahy mezi posuzovanými hodnotami (tuku, bílkovin, laktózy a počtu somatických buněk v KU) byly poměrně těsné, variabilita výsledků referenčních byla do značné míry vysvětlitelná variabilitou výsledků predikovaných a vzniklé diference byly i přes případnou statistickou významnost prakticky zanedbatelné.

## Závěr

Ani dnes, v době nástupu a rychlého vývoje molekulárně-genetických metod, nelze zpochybnit zásadní význam kontroly užitkovosti (KU) jako základního chovatelského opatření pro šlechtění populací hospodářských zvířat a to zejména pro její prakticky využitelné výsledky. Historicko-ekonomický vývoj nicméně vede k potřebě přehodnocení některých jejich nákladových položek.

Byly posouzeny dříve získané predikční rovnice pro přepočet výsledků redukováného vzorkování mléka ráno nebo večer na reálné hodnoty KU. Validace byla provedena na modelových souborech vzorků mléka, kde výsledky složek mléka R a V v různých intervalech vzorkování a frekvence dojení byly přepočteny na predikční hodnoty za celý den KU a tyto byly porovnány s rutinně vzorkovanými a analyzovanými, tzn. referenčními, výsledky v KU metodami lineární regrese a párového t-testu. Vztahy mezi posuzovanými hodnotami (predikovanými a referenčními pro tuk, bílkoviny, laktózu a počet somatických buněk v KU) byly poměrně těsné, variabilita výsledků referenčních byla do značné míry vysvětlitelná variabilitou výsledků predikovaných. Zaznamenané rozdíly mezi predikcí a realitou byly i přes případnou statistickou významnost prakticky zanedbatelné. Hodnocení ukázalo na způsobilost použití predikčních rovnic v praxi KU a tím rovněž na možnou redukci nákladů na vzorkování mléka a KU celkem.

---

Příspěvek byl zpracován s podporou projektů INGO LA 09030, MSM 2672286101 a MSM 2678846201 a MSMT-CZ.1.07/2.3.00/09.0081 a aktivit NRL-SM.

---

## Literární reference

- AMODEO, P. – TONDO, A. (2006): Official milk recording with automatic milking systems: the Italian situation. ICAR session, In: *Proceedings of 34<sup>th</sup> ICAR session*, Sousse, Tunisie, 2006, s. 165–174.
- BOULOC, N. – DERVISHI, V. – DELACROIX, J. (2002): Milking recording and automatic milking systems: simplification by reducing the daily time test from 24 to 12 hours. In: *Proceedings of 33<sup>rd</sup> ICAR session*, Interlaken, Switzerland, 2002, s. 1–8.
- BÜNGER, A. – PASMAN, T. – BOHLSSEN, E. – REINHARDT, F. (2002): Transformation of AMS records to 24 hour equivalents. In: *Proceedings of 33<sup>rd</sup> ICAR session*, Interlaken, Switzerland, 2002.
- CASSANDRO, M. – CARNIER, P. – GALLO, L. – MANTOVANI, R. – CONTIERO, B. – BITTANTE, G. – JANSEN, G. B. (1995): Bias and accuracy of single milking testing schemes to estimate daily and lactation milk yield. *J. Dairy Sci.*, 78, 1995, s. 2884–2893. ISSN 0022-0302
- ČSN EN ISO/IEC 17025: Conformity assessment – General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. (In Czech) ČNI Praha, 2005.
- GALESLOOT, P. J. B. – PEETERS, R. (2000): Estimation of 24-hour yields for milk, fat and protein based on data collected with an automatic milking system. In: *Proceedings of 32<sup>nd</sup> ICAR session*, Bled, Slovenia, 2000, s. 147–153.
- GANTNER, V. – JOVANOVAČ, S. – KLOPČIČ, M. – CASSANDRO, M. – RAGUŽ, N. – KUTEROVAČ, K. (2009): Methods for estimation of daily and lactation milk yields from alternative milk recording scheme in Holstein and Simmental cattle breeds. *Ital. J. Anim. Sci.*, 8, 4, 2009, s. 519–530. ISSN 1594-4077
- GANTNER, V. – JOVANOVAČ, S. – RAGUŽ, N. – KLOPČIČ, M. – SOLIČ, D. (2008): Prediction of lactation milk yield using various milk recording methods. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 24, 2008, 3–4, s. 9–18. ISSN 1450-9156
- GILBERT, G. R. – HARGROVE, G. L. – KROGER, M. (1972): Diurnal variations in milk yield, fat yield, milk fat percentage and milk protein percentage by the test interval method. *J. Dairy Sci.*, 56, 1972, s. 409–410. ISSN 0022-0302
- HAND, K. J. – LAZENBY, D. – MIGLIOR, F. – KELTON, D. F. – QUIST-MOYER, M. A. (2007): Use of daily milk weight to predict lactation and 24-hour yields. *EAAP publication No. 121, Proceedings of the 35<sup>th</sup> Biennial session of ICAR*, Kuopio, Finland, June 2006, *Breeding, production recording, health and the evaluation of farm animals*, 2007, s. 37–40. ISBN 978-90-8686-030-2

- HANUŠ, O. – BJELKA, M. – TICHÁČEK, A. – JEDELSKÁ, R., KOPECKÝ, J. (2001): Analýza nezbytnosti a účelnosti transformací dat u souborů výsledků některých mléčných parametrů. In: *Chov a šlechtění skotu pro konkurenceschopnou výrobu: sborník referátů VÚCHS Rapotín*, 2001, s. 122–135.
- HANUŠ, O. – FRELICH, J. – JANŮ, L. – MACEK, A. – ZAJÍČKOVÁ, I. – GENČUROVÁ, V. – JEDELSKÁ, R. (2007 a): Impact of different milk yields of cows on milk quality in Bohemian spotted cattle. *Acta Vet. Brno*, 76, 4, 2007, s. 563–571. ISSN 1801-7576
- HANUŠ, O. – GENČUROVÁ, V. – JANŮ, L. – JEDELSKÁ, R. (2007 b): Rámcové představení hlavních prvků systému QA u chemických a fyzikálních metod v referenčních a rutinních laboratořích pro analýzy kvality syrového mléka v ČR. *Sborník přednášek*, 2 THETA, Komorní Lhotka, 2007, s. 33–50. ISBN 978-80-86380-37-7
- HANUŠ, O. – GENČUROVÁ, V. – ŘÍHA, J. – VYLETĚLOVÁ, M. – JEDELSKÁ, R. – KOPECKÝ, J. – DOLÍNKOVÁ, A. (2008): Specifika referenčních materiálů a výkonnostního testování způsobilosti výsledků u základních mlékařských analýz. *III. Mezinárodní konference*, 2 THETA, Medlov, 2008, s. 53–78. ISBN 978-80-86380-46-9
- HANUŠ, O. – HERING, P. – CHLÁDEK, G. – ROUBAL, P. – DUFEK, A. – JEDELSKÁ, R. – HEŘMAN, F. (2011): Odhad složení mléka ze vzorků odebraných v rámci kontroly užitkovosti z ranního a večerního výdojku při trojím denním dojení s pevným intervalem. *Výzkum v chovu skotu*, LIII, 193, 1, 2011, s. 21–30. ISSN 0139-7265
- HARGROVE, G. L. (1994): Bias in composite milk samples with unequal milking intervals. *J. Dairy Sci.*, 77, 1994, s. 1917–1921. ISSN 0022-0302
- HERING, P. – HANUŠ, O. – DUFEK, A. – SAMKOVÁ, E. – JEDELSKÁ, R. – KRÁLÍČEK, T. – KOPECKÝ, J. (2010): Odhad složení mléka v celodenním vzorku kontroly užitkovosti z dílčího výsledku ranního a večerního dojení u trojího dojení denně s variabilním intervalem. *Výzkum v chovu skotu*, LII, 191, 3, 2010, s. 12–21. ISSN 0139-7265
- HERING, P. – HANUŠ, O. – JEDELSKÁ, R. – GENČUROVÁ, V. – KOPECKÝ, J. – HEŘMAN, F. – JANECKÁ, M. (2009): Studie možnosti odběrů individuálních vzorků mléka a objektivního vyhodnocení výsledků analýz pro kontrolu užitkovosti v režimu nepravidelného trojího denního dojení. *Výzkum v chovu*, LI, 187, 3, 2009, s. 42–50. ISSN 0139-7265
- HERING, P. – HANUŠ, O. – JEDELSKÁ, R. – REJLEK, V. – KOPECKÝ, J. (2007): Validace spolehlivosti vybraných metod odběru vzorků mléka pro zajištění věrohodnosti výsledků analýz mléka v kontrole užitkovosti dojnic v České republice. *Výzkum v chovu skotu*, XLIX, 179, 3, 2007, s. 40–49. ISSN 0139-7265
- HERING, P. – HANUŠ, O. – JEDELSKÁ, R. – ZLATNÍČEK, J. (2003): Studie věrohodnosti alternativ a výsledků kontroly užitkovosti pro trojí denní dojení. *Výzkum v chovu skotu*, XLV, 2, 2003, s. 1–18. ISSN 0139-7265
- HOGVEEN, H. – OUWELTJES, W. – DE KONING, C. J. A. M. – STELWAGEN, K. (2001): Milking interval, milk production and milk flow-rate in an automatic milking system. *Livest. Prod. Sci.*, 72, 1–2, 2001, s. 157–167. ISSN 0301-6226
- CHLÁDEK, G. – FALTA, D. – KOMZÁKOVÁ, I. – HANUŠ, O. – JEDELSKÁ, R. – HERING, P. – KRÁLÍČEK, T. (2009): Vztah mezi celkovým nádojem a dílčími výdojky dojnic dojených dojnicím robotem. *Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun.*, LVII, 5, 2009, s. 149–57. ISSN 1211-8516
- CHLÁDEK, G. – HANUŠ, O. – FALTA, D. – JEDELSKÁ, R. – DUFEK, A. – ZEJDOVÁ, A. – HERING, P. (2011): Asymmetric time interval between evening and morning milking and its effect on the total daily milk yield. *Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun.*, LIX, 3, 2011, s. 73–80. ISSN 1211-8516
- ICAR – *International agreement of recording practices: 2.1.8. Milking recording from automatic milking systems (AMS)*. ICAR, 2008, s. 51–54.
- JAHNKE, B. – WOLF, J. – WANGLER, A. (1999): *Trojí dojení v systému kontroly užitkovosti Mecklenburg-Vorpommern*, 1999 (překlad J. Kvapilík).
- JANŮ, L. – HANUŠ, O. – FRELICH, J. – MACEK, A. – ZAJÍČKOVÁ, I. – GENČUROVÁ, V. – JEDELSKÁ, R. (2007): Influences of different milk yields of Holstein cows on milk quality indicators in the Czech Republic. *Acta Vet. Brno*, 76, 4, 2007, s. 553–561. ISSN 1801-7576
- JENKO, J. – PERPAR, T. – GORJAC, G. – BABNIK, D. (2010): Evaluation of different approaches for estimation of daily yield from single milk testing scheme in cattle. *J. Dairy Res.*, 77, 2, 2010, s. 137–143. ISSN 0022-0299
- JOVANOVAČ, S. – GANTNER, V. – KUTEROVAC, K. – KLOPČIČ, M. (2005): Comparison of statistical models to estimate daily milk yield in single milking testing schemes. *Ital. J. Anim. Sci.*, 4, Suppl. 3, 2005, s. 27–29. ISSN 1594-4077



- KLOPČIČ, M. – MALOVRH, Š. – GORJANC, G. – KOVAČ, M. – OSTERC, J. (2003): Prediction of daily milk fat and protein content using alternating (AT) recording scheme. *Czech J. Anim. Sci.*, 48, 11, 2003, s. 449–458. ISSN 1212-1819
- KVAPILÍK, J. – RŮŽIČKA, J. – BUCEK, P. et al. (2010): *Chov skotu v České republice. Hlavní výsledky a ukazatele za rok 2009*, Praha 2010, 95 s. ISBN 978-80-904131-4-6
- LAURITSEN, U. (2007): Report of ICAR Sub-Committee on recording devices. *EAAP publication No. 121, Proceedings of the 35<sup>th</sup> Biennial Session of ICAR*, Kuopio, Finland, June 2006, *Breeding, production recording, health and the evaluation of farm animals*, 2007, s. 183–184. ISBN 978-90-8686-030-2
- LAZENBY, D. – BOHLSSEN, E. – HAND, K. J. – KELTON, D. F. – MIGLIOR, F. – LISSEMORE, K. D. (2002): Methods to estimate 24-hour yields for milk, fat and protein in robotic milking herds. In: *Proceedings of 33<sup>rd</sup> ICAR session*, Interlaken, Switzerland, 2002.
- LEE, C. – POLLAK, E. J. – EVERETT, R. W. – MCCULLOCH, C. E. (1995): Multiplicative factors for estimation of daily milk component yields from single morning or afternoon tests. *J. Dairy Sci.*, 78, 1995, s. 221–235. ISSN 0022-0302
- LEE, A. J. – WARDORP, J. (1984): Predicting daily milk yield, fat percent, and protein percent from morning or afternoon tests. *J. Dairy Sci.*, 67, 1984, s. 351–360. ISSN 0022-0302
- LIU, Z. – REENTS, R. – REINHARDT, F. T. – KUWAN, K. (2000): Approaches to estimating daily yield from single milk testing schemes and use of a.m.-p.m. records in test-day model genetic evaluation in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 83, 2000, s. 2672–2682. ISSN 0022-0302
- LÖVENDAHL, P. – BJERRING, M. A. (2006): Detection of carryover in automated milk sampling equipment. *J. Dairy Sci.*, 89, 2006, s. 3645–3652. ISSN 0022-0302
- LÖVENDAHL, P. – BJERRING, M. A. – LARSEN, T. (2010): Determination of carry-over in automated milking, recording and sampling systems using fluorescent tracers. In: *37<sup>th</sup> ICAR Annual Meeting*, Riga, Latvia, June 2010.
- Ouweltjes, W. (1998): The relationship between milk yield and milking interval in dairy cows. *Livest. Prod. Sci.*, 56, 3, 1998, s. 193–201. ISSN 0301-6226
- PALMER, R. W. – JENSEN, E. L. – HARDIE, A. R. (1994): Removal of within-cow differences between morning and evening milk yields. *J. Dairy Sci.*, 77, 1994, s. 2663–2670. ISSN 0022-0302
- REMOND, B. – POMIES, B. – JULIEN, C. – GUINARD-FLAMENT, J. (2009): Performance of dairy cows milked twice daily at contrasting intervals. *Animal*, 3, 10, 2009, s. 1463–1471. ISSN 1751-7311
- ROELOFS, R. M. G. – JONG, G. – DE ROOS, A. P. W. (2007): Renewed estimation method for 24-hour fat percentage in AM/PM milk recording scheme. *EAAP publication No. 121, Proceedings of the 35<sup>th</sup> Biennial Session of ICAR*, Kuopio, Finland, June 2006, *Breeding, production recording, health and the evaluation of farm animals*, 2007, s. 31–36. ISBN 978-90-8686-030-2
- ŘÍHA, J. – HANUŠ, O. – LEDVINA, D. – GENČUROVÁ, V. – SOJKOVÁ, K. – JEDELSKÁ, R. – KOPECKÝ, J. (2008): Autorizovaný software AS 1 – MSM 2678846201, SomaRing, www.vuchs.cz/software/somaring; informace ve *Výzkum v chovu skotu*, L, 183, 3, 2008, s. 70. ISSN 0139-7265
- SEDLÁKOVÁ, L. (1969): Kvalita a množství ranního a večerního mléka u dojníc při stejném intervalu dojení v souvislosti se systémy krmení. *Živoč. Věr.*, 14, 62, 1969, s. 573–582. ISSN 0044-4847
- SHOOK, G. E. (1982): Approaches to summarizing somatic cell count which improve interpretability. *Nat. Mast. Council*, Louisville, Kentucky, 1982, s. 1–17.
- SKÝPALA, M. – CHLÁDEK, G. (2008): Složení a technologické vlastnosti mléka získaného z ranního a večerního dojení. *Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun.*, LVI, 5, 2008, s. 187–198. ISSN 1211-8516
- 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, 2010, s. 21–28. ISSN 1211-3174
- 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, 2010, s. 84–91. ISSN 1211-3174
- WEISS, D. – HILGER, M. – MEYER, H. H. D. – BRUCKMAIER, R. M. (2002): Variable milking interval and milk composition. *Milchwiss.-Milk Sci. Int.*, 2002, 57, 5, s. 246–249. ISSN 0026-3788

**Tab. 1**

Regresní lineární predikční rovnice použité při validaci postupu vzorkování mléka (Hering *et al.*, 2003, 2007, 2009, 2010; Hanuš *et al.*, 2011; Chládek *et al.*, 2011) pro výpočet hodnot (KU-PRE) tuku (T, %), bílkovin (B, %), laktózy (L, %) a počtu somatických buněk (PSB,  $10^3 \times \text{ml}^{-1}$  a log PSB) za celý kontrolní den ze zkrácených variant vzorkování (ráno (R) a večer (V)) při různých intervalech dojení (soubory A, B a C, tzn. 11/13, 10/14 a 8x3) podle hodin (den = 24) a počtu dojení za den (dvě a tři) v kontrole mléčné užitkovosti (KU).

Soubor	Ukazatel	Přepočet	Rovnice
A	T	R x REF	$y = 0,8754x + 0,6841$
		V x REF	$y = 0,7748x + 0,5948$
	B	R x REF	$y = 0,9619x + 0,1415$
		V x REF	$y = 0,9319x + 0,2063$
	L	R x REF	$y = 0,9413x + 0,2886$
V x REF		$y = 0,9446x + 0,2684$	
log PSB	R x REF	$y = 1,0319x + 24,719$	
	V x REF	$y = 0,8264x + 10,358$	
	R x REF	$y = 0,9235x + 0,2317$	
Bé	T	R x REF	$y = 0,8016x + 0,968$
		V x REF	$y = 0,7552x + 0,5126$
	B	R x REF	$y = 0,9648x + 0,129$
		V x REF	$y = 0,9412x + 0,1863$
	L	R x REF	$y = 0,9421x + 0,2753$
V x REF		$y = 0,8911x + 0,5258$	
PSB	R x REF	$y = 0,9466x + 67,53$	
	V x REF	$y = 0,8592x - 14,424$	
log PSB	R x REF	$y = 0,8948x + 0,3632$	
	V x REF	$y = 0,9695x - 0,0492$	
C	T	z R na REF	$y = 0,6871x + 1,3191$
		z V na REF	$y = 0,6971x + 1,1044$
	B	z R na REF	$y = 0,9353x + 0,2582$
		z V na REF	$y = 0,9219x + 0,2291$
	L	z R na REF	$y = 0,9348x + 0,3065$
z V na REF		$y = 0,8298x + 0,8348$	
PSB	z R na REF	$y = 1,0026x + 19,591$	
	z V na REF	$y = 0,8732x + 43,246$	
log PSB	z R na REF	$y = 0,8915x + 0,251$	
	z V na REF	$y = 0,909x + 0,1813$	

T = obsah tuku %; B = obsah hrubých bílkovin %; L = obsah monohydrátu laktózy %; PSB = počet somatických buněk  $10^3 \times \text{ml}^{-1}$ ; log = dekadický logaritmus; V = večerní dojení; R = ranní dojení; REF = referenční hodnota.

**Tab. 2**

Průměrné hodnoty (n, x a sx) v přímo odebíraných (dílčím, zkráceným způsobem ráno (R) a večer (V)), vypočítaných (KU-PRE) a referenčních (KU-REF), tzn. přímo (kompletně) odebíraných vzorcích mléka ve všech souborech (A, Bé, C, po Grubbsově testu odlehlosti) pro tuk (T, %).

		n	x	sx
A	V	575	4,06	0,649
	R	575	3,48	0,658
	KU-REF	575	3,77	0,559
	KU-PRE - R	575	3,73	0,576
	KU-PRE - V	575	3,74	0,503

		n	x	sx
Bé	V	237	4,30	0,591
	R	237	3,40	0,547
	KU-REF	237	3,92	0,480
	KU-PRE - R	237	3,69	0,439
	KU-PRE - V	237	3,76	0,446
C	V	290	3,72	0,541
	R	290	3,63	0,630
	KU-REF	290	3,69	0,537
	KU-PRE - R	290	3,81	0,433
	KU-PRE - V	290	3,70	0,377

KU = kontrola užítivosti; REF = referenční hodnota (celodenní nádoj (v jednotkách podle ukazatele T, B, L a PSB)); PRE = hodnota predikce (celodenní nádoj (v jednotkách podle ukazatele T, B, L a PSB)); n = počet případů; x = aritmetický průměr; sx = směrodatná odchylka.

**Tab. 3**

Průměrné hodnoty (n, x a sx) v přímo odebíraných (dílčím, zkráceným způsobem ráno (R) a večer (V)), vypočítaných (KU-PRE) a referenčních (KU-REF), tzn. přímo (kompletně) odebíraných vzorcích mléka ve všech souborech (A, Bé, C, po Grubbsově testu odlehlosti) pro bílkoviny (B, %).

		n	x	sx
A	V	593	3,48	0,343
	R	593	3,43	0,368
	KU-REF	593	3,43	0,336
	KU-PRE - R	593	3,44	0,354
	KU-PRE - V	593	3,45	0,320
Bé	V	240	3,49	0,300
	R	240	3,43	0,317
	KU-REF	240	3,46	0,301
	KU-PRE - R	240	3,44	0,305
	KU-PRE - V	240	3,47	0,282
C	V	293	3,34	0,272
	R	293	3,30	0,261
	KU-REF	293	3,33	0,290
	KU-PRE - R	293	3,35	0,244
	KU-PRE - V	293	3,31	0,251

**Tab. 4**

Průměrné hodnoty (n, x a sx) v přímo odebíraných (dílčím, zkráceným způsobem ráno (R) a večer (V)), vypočítaných (KU-PRE) a referenčních (KU-REF), tzn. přímo (kompletně) odebíraných vzorcích mléka ve všech souborech (A, Bé, C, po Grubbsově testu odlehlosti) pro laktózu (L, %).

		n	x	sx
A	V	573	4,88	0,190
	R	573	4,88	0,199
	KU-REF	573	4,92	0,186
	KU-PRE - R	573	4,88	0,187
	KU-PRE - V	573	4,88	0,179
Bé	V	231	4,81	0,151
	R	231	4,81	0,165
	KU-REF	231	4,82	0,151
	KU-PRE - R	231	4,81	0,156
	KU-PRE - V	231	4,82	0,135

		n	x	sx
C	V	285	4,91	0,133
	R	285	4,92	0,143
	KU-REF	285	4,99	0,139
	KU-PRE - R	285	4,91	0,134
	KU-PRE - V	285	4,91	0,110

**Tab. 5**

Průměrné hodnoty (n, x a sx) v přímo odebíraných (dílčím, zkráceným způsobem ráno (R) a večer (V)), vypočítaných (KU-PRE) a referenčních (KU-REF), tzn. přímo (kompletně) odebíraných vzorcích mléka ve všech souborech (A, Bě, C, po Grubbsově testu odlehlosti) pro počet somatických buněk (PSB,  $10^3 \times \text{ml}^{-1}$ ).

		n	x	sx
A	V	113	128,08	100,976
	R	113	89,23	76,430
	KU-REF	113	113,74	88,822
	KU-PRE - R	113	116,80	78,868
	KU-PRE - V	113	116,20	83,446
Bě	V	187	91,47	66,795
	R	187	61,32	46,362
	KU-REF	187	77,27	51,080
	KU-PRE - R	187	125,58	43,886
	KU-PRE - V	187	64,16	57,390
C	V	257	207,91	202,303
	R	257	220,43	211,535
	KU-REF	257	217,61	204,186
	KU-PRE - R	257	240,59	212,085
	KU-PRE - V	257	224,79	176,651

**Tab. 6**

Průměrné hodnoty (n, x a sx) v přímo odebíraných (dílčím, zkráceným způsobem ráno (R) a večer (V)), vypočítaných (KU-PRE) a referenčních (KU-REF), tzn. přímo (kompletně) odebíraných vzorcích mléka ve všech souborech (A, Bě, C, po Grubbsově testu odlehlosti) pro log PSB.

		n	x	sx
A	V	113	1,9388	0,4204
	R	113	1,7705	0,4275
	KU-REF	113	1,8782	0,4420
	KU-PRE - R	113	1,8668	0,3948
	KU-PRE - V	113	1,9042	0,3838
Bě	V	187	1,8481	0,3209
	R	187	1,6622	0,3385
	KU-REF	187	1,7870	0,3058
	KU-PRE - R	187	1,8505	0,3028
	KU-PRE - V	187	1,7426	0,3111
C	V	257	2,0906	0,4726
	R	257	2,1509	0,4190
	KU-REF	257	2,0902	0,5190
	KU-PRE - R	257	2,1685	0,3736
	KU-PRE - V	257	2,0816	0,4296

**Tab. 7**

Výsledky významnosti rozdílů průměrů mezi hodnotami predikce (KU-PRE) a referenčními hodnotami (KU-REF) pro všechny soubory a mléčné ukazatele párovým t-testem.

		Ukazatel	n	d	sd	t	význ.
A	KU-PRE - R - KU-REF	T	575	-0,040	0,407	2,33	*
		B	593	0,005	0,119	0,98	Ns
		L	573	-0,036	0,107	8,02	***
		PSB	113	3,052	36,485	0,89	Ns
		log PSB	113	-0,0114	0,1499	0,80	Ns
	KU-PRE - V - KU-REF	T	575	-0,031	0,327	2,27	*
		B	593	0,015	0,103	3,62	***
		L	573	-0,038	0,099	9,06	***
		PSB	113	2,460	34,217	0,76	Ns
		log PSB	113	0,0261	0,1448	1,91	Ns
Bé	KU-PRE - R - KU-REF	T	237	-0,225	0,314	11,03	***
		B	240	-0,026	0,056	7,16	***
		L	231	-0,010	0,046	3,33	***
		PSB	187	48,309	25,235	26,11	***
		log PSB	187	0,0635	0,1357	6,39	***
	KU-PRE - V - KU-REF	T	237	-0,158	0,302	8,04	***
		B	240	0,010	0,063	2,40	*
		L	231	-0,003	0,053	0,96	Ns
		PSB	187	-13,104	29,063	6,15	***
		log PSB	187	-0,0444	0,1511	4,01	***
C	KU-PRE - R - KU-REF	T	290	0,123	0,300	6,95	***
		B	293	0,012	0,123	1,67	Ns
		L	285	-0,083	0,093	15,05	***
		PSB	257	22,985	119,546	3,08	**
		log PSB	257	0,0783	0,2643	4,74	***
	KU-PRE - V - KU-REF	T	290	0,008	0,322	0,42	Ns
		B	293	-0,026	0,108	4,16	***
		L	285	-0,083	0,079	17,74	***
		PSB	257	7,186	92,105	1,25	Ns
		log PSB	257	-0,0086	0,2687	0,51	Ns

$d$  = průměrný rozdíl;  $sd$  = směrodatná odchylka průměrného rozdílu;  $t$  = testovací kritérium párového t-testu; význ. = statistická významnost, kde Ns =  $P > 0,05$ , \* =  $P < 0,05$ , \*\* =  $P < 0,01$  a \*\*\* =  $P < 0,001$ .

**Tab. 8**

Výsledky regresní analýzy mezi hodnotami referenčními (KU-REF) a hodnotami predikce (KU-PRE) pro všechny soubory a mléčné ukazatele.

	Ukazatel	R <sup>2</sup>	r	význ.	n
A	T R	0,5518	0,743	***	575
	B R	0,8862	0,941	***	593
	L R	0,7009	0,837	***	573
	PSB R	0,8318	0,912	***	113
	log PSB R	0,8873	0,942	***	113
	T V	0,6653	0,816	***	575
	B V	0,9057	0,952	***	593
	L V	0,7279	0,853	***	573
	PSB V	0,8519	0,923	***	113
	log PSB V	0,8991	0,948	***	113

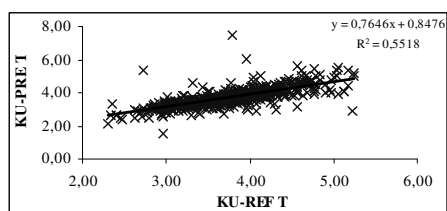
	Ukazatel	R <sup>2</sup>	r	význ.	n
Bé	T R	0,5935	0,770	***	237
	B R	0,9665	0,983	***	240
	L R	0,9117	0,955	***	231
	PSB R	0,756	0,869	***	187
	log PSB R	0,8112	0,901	***	187
	T V	0,625	0,791	***	237
	B V	0,958	0,979	***	240
	L V	0,8768	0,936	***	231
	PSB V	0,7443	0,863	***	187
log PSB V	0,7746	0,880	***	187	
C	T R	0,6871	0,829	***	290
	B R	0,8233	0,907	***	293
	L R	0,5899	0,768	***	285
	PSB R	0,6939	0,833	***	256
	log PSB R	0,7627	0,873	***	256
	T V	0,6511	0,807	***	290
	B V	0,8648	0,930	***	293
	L V	0,6765	0,822	***	285
	PSB V	0,7952	0,892	***	256
log PSB V	0,7309	0,855	***	256	

R<sup>2</sup> = koeficient determinace; r = koeficient korelace; význ. = statistická významnost, \*\*\* = P ≤ 0,001.

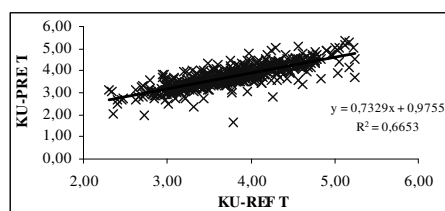
**Obr. 1** Vybrané regresní vztahy provedené validace (x = KU-REF a y = KU-PRE) pro všechny soubory a mléčné ukazatele

**Soubor A**

**R**

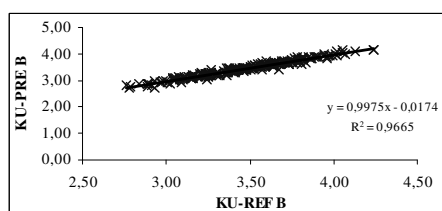


**V**

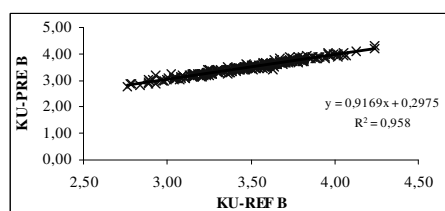


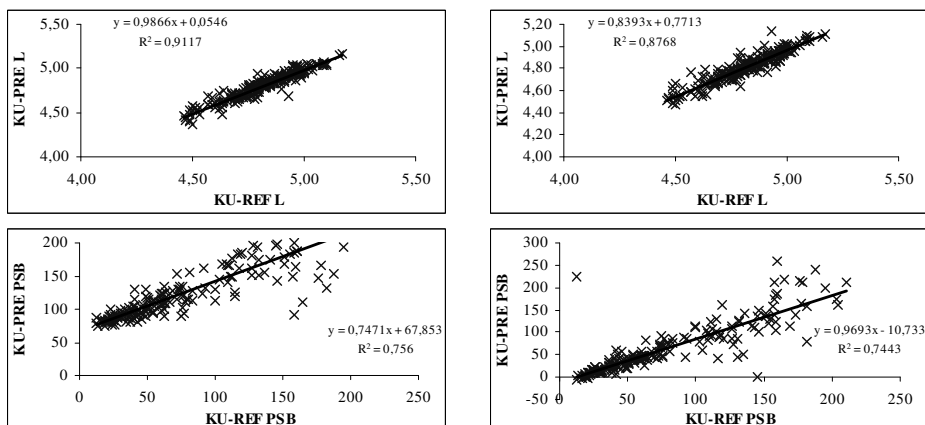
**Soubor Bé**

**R**



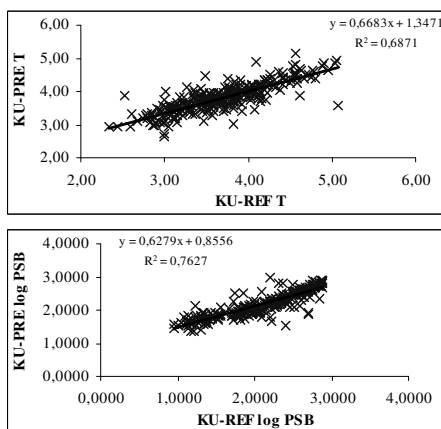
**V**



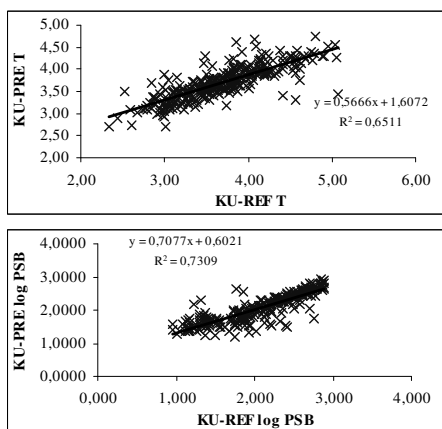


**Soubor C**

**R**



**V**



T = obsah tuku %; B = obsah hrubých bílkovin %; L = obsah monohydrátu laktózy %; PSB = počet somatických buněk  $10^3 \times \text{ml}^{-1}$ ; log = dekadický logaritmus; V = večerní dojení; R = ranní dojení; KU = kontrola užítkovosti; REF = referenční hodnota (celodenní nádoj (v jednotkách podle ukazatele T, B, L a PSB)); PRE = hodnota predikce (celodenní nádoj (v jednotkách podle ukazatele T, B, L a PSB)); statistická významnost \*\*\* =  $P \leq 0,001$ .

**Korespondující autor**

Ing. Pavel Hering  
 Českomoravská společnost chovatelů a.s. Praha, Laboratoř pro rozbor mléka Buštěhrad  
 Lidická 2/334, 273 43 Buštěhrad, Česká republika  
 E-mail: hering@cmsch.cz