

Zvýšení konzistentní vazby ceny mléka na jeho jakost prostřednictvím výzkumu a vývoje algoritmu pro tvorbu syntetického ukazatele kvality

The increase of link consistency among raw milk price and its quality due to the research and development of an algorithm for the creation of the synthetic milk quality parameter

Oto Hanuš¹, Libor Janů¹, Antonín Macek², Václava Genčurová², Radoslava Jedelská²

¹ = Výzkumný ústav pro chov skotu, s.r.o., Rapotín, ² = Agrovýzkum Rapotín, s.r.o.

Summary

The raw milk quality is an important factor of the dairy food chain safety. The positive development of raw cow milk quality, which was caused due to the legislative changes of the milk quality parameter (MQP) discrimination limits, was compared during the period of ten years in the CR. The expressive improvement was observed both compositional and especially health and hygienical parameters. The aim was to prepare the basis for the construction rules of an evaluation algorithm, which will be able to synthesize the different MQPs into one relative quality value. The properties and behaviour of MQPs during long period were analysed due to the exploratory analyse (Q and Q-Q graphs) of the one dimension data files. A deviations of the data files in comparison with the normal frequency distribution were expressed by the third and fourth statistical moments, which are the obliqueness and acuteness a_3 and a_4 . The following MQPs were studied: fat content; protein content; casein content; milk freezing point; somatic cell count; total mesophilic, psychrotrophic and thermoresistent bacteria counts and so on. In consequence of the expressional deviations especially in the milk hygienic quality parameter data files in comparison with the normal frequency distribution a mathematic data transformations, for instance logarithmical, are necessary for a next procedure at the evaluation algorithm development.

Úvod

Bezpečnost a kvalita mléčného potravinového řetězce jsou důležitými aspekty ochrany veřejného zdraví. Jejich účinnost významně podporuje pravidelná kontrola jakostních ukazatelů a proplácení mléka podle kvality. Systém kontroly tak naplňuje významnou společenskou zakázku. Pro další růst kvality syrového kravského mléka v ČR existují stále jisté rezervy. Přesto lze mléčný potravinový řetězec považovat za jeden z nejbezpečnějších již dnes. Výrobní a zpracovatelský mléčný řetězec je nejvíce kontrolovaným potravinovým řetězcem vůbec. Tím pravděpodobně nejbezpečnější z těch, které připadají v úvahu pro srovnání. Uvedené platí především v mlékařsky

vyspělých zemích včetně ČR, a to ve smyslu: spektra a počtu vyšetřovaných hygienických (mikrobiologických), složkových (chemických), fyzikálních a technologických mléčných parametrů a vlastností; pravidelnosti a relativně vysoké četnosti zmíněných rutinních vyšetření syrového mléka; převážně biologického charakteru těchto vyšetření. Současné používané systémy vazby hodnot kvalitativních parametrů na cenu však přesto nejsou optimálně konzistentní. Cílem práce je posoudit vlastnosti a proměnlivost frekvenčních distribucí mléčných kvalitativních parametrů na reálných datových souborech pro možnost syntézy více jejich hodnot do jednoho relativního ukazatele jakosti konzistentně vázaného na cenu. Tak bude vytvořen základ pro konstrukci a validaci příslušného vyhodnocovacího algoritmu. Je třeba prosadit jiný pohled na kvalitu než klasický, jímž je platba podle tabulkových forem kvalitativních ukazatelů bez zcela konzistentní vazby ceny na kvalitu. V tomto případě jeden syntetický relativní ukazatel (kvalita) pro vybilancování srážek pomocí příplatků nad dohodnutou cenou mléka s možností váhové preference účelově vybraných kvalitativních ukazatelů. Takový systém bude objektivněji a konzistentněji přerozdělovat cenu podle kvality mezi horšími a lepšími výrobci s cílem vždy zohlednit v ceně i malá kvalitativní zhoršení a zlepšení přes celé spektrum ukazatelů v zájmu bezpečnosti potravinového řetězce.

Materiál a metody

Exploratorní (průzkumnou) analýzou byly zkoumány velké reálné soubory dat o kvalitě syrového kravského mléka v ČR z hlediska vlastností jejich frekvenčních distribucí, jejich časových změn a vlivu transformací dat na tyto distribuce pro nalezení vhodné formy začlenění dílčích parametrů jakosti do syntetického ukazatele kvality. Byla hodnocena celá řada kvalitativních ukazatelů bazénových vzorků mléka v rocích 1994 a 2003, v původních validovaných hodnotách bez ohledu (I, nestandard) a s ohledem (II, standard) na standardní diskriminační limity, s logaritmickými (log) transformacemi u vybraných hygienických ukazatelů.

Výsledky a diskuse

Exploratorní analýzou jednorozměrných datových souborů a testem statistické významnosti jejich odchylek šikmosti (a_3) a špičatosti (a_4) od normální frekvenční distribuce byly hodnoceny kvalitativní parametry: obsah tuku (g/100ml); obsah hrubých bílkovin (g/100g); obsah monohydrátu laktózy (g/100g); obsah celkové sušiny (g/100g); obsah sušiny tukuprosté (g/100g); obsah kaseinu (g/100g); koncentrace volných mastných kyselin v mléčném tuku (mmol.100g⁻¹); BMM = bod mrznutí mléka (°C, resp. m°C×(-1)); PSB = počet somatických buněk (tis.ml⁻¹) a log; CPM = celkový počet mezofilních mikroorganismů v mléce (tis.CFU.ml⁻¹) a log;

COLI = počet koliformních mikroorganismů (CFU.ml⁻¹) a log; TRM = počet termorezistentních mikroorganismů (CFU.ml⁻¹) a log; PSY = počet psychrotrofních mikroorganismů (CFU.ml⁻¹) a log; titrační kyselost mléka a kysací schopnost mléka (v ml×2,5 mmol.l⁻¹). Vybrané příklady hodnocení jsou na Obr. 1 a 2 a v Tab. 1 až 5. Zejména z důvodu vysokého počtu dat v souborech vykazovala většina provedených testů statisticky významné odchylky od normální normované frekvenční distribuce, jak s ohledem na šikmost, tak špičatost. Vzhledem k této skutečnosti a výrazným, pravidelným a charakteristickým odchylkám u některých parametrů, narozdíl od ostatních, byly pro ověření a validaci transformací dat navrženy: PSB, CPM, PSY, COLI, TRM. Osa konstrukce vyhodnocovacího algoritmu sestává ze: základního statistického vyhodnocení původních a transformovaných kvalitativních parametrů; standardizace konkrétních původních nebo transformovaných hodnot parametrů podle hodnoty směrodatné odchylky a střední hodnoty jejich souborů; syntézy do jedné hodnoty s ohledem na preferenční váhy jednotlivých kvalitativních parametrů podle typu mlékárenské technologie; vyrovnaní frekvenční distribuce syntetického ukazatele pro vyvážení přidělených srážek a příplatků jednotlivým dodavatelům.

Závěr

Generované hodnoty syntetického ukazatele by prakticky neměly korelovat s dodávanými objemy mléka, což bude nezbytné ověřit při validaci funkce algoritmu a jeho flexibility k četnosti zahrnutých kvalitativních parametrů a jejich variabilitě.

Výzkum byl podporován prostředky řešení projektů QF 4003, NAZV, MZe-ČR a MSM 2678846201, MŠMT-ČR a proveden rovněž v rámci činnosti NRL-SM Rapotín.

Tab. 1: Vyšetření normality souborů (II a I) za rok 2003 pro obsah bílkovin.

standard BÍLKOVINY 2003

	a ₃	a ₄	normalita	
	a ₃	a ₄	a ₃	a ₄
leden	0,00	3,67	ano	ne
únor	-0,09	3,75	ne	ne
březen	-0,04	3,73	ano	ne
duben	-0,02	3,82	ano	ne
květen	-0,04	3,84	ano	ne
červen	0,04	3,66	ano	ne
červenec	0,08	3,56	ne	ne
srpen	0,14	3,62	ne	ne
září	0,1	3,74	ne	ne
říjen	0,07	3,73	ne	ne
listopad	0,06	3,75	ano	ne
prosinec	0,07	3,94	ne	ne

nestandard BÍLKOVINY 2003

	a ₃	a ₄	normalita	
	a ₃	a ₄	a ₃	a ₄
leden	standardní soubor		ne	ne
únor	standardní soubor		ne	ne
březen	-0,06	3,76	ano	ne
duben	-0,05	3,89	ano	ne
květen	-0,11	3,99	ne	ne
červen	-0,02	3,79	ano	ne
červenec	0,06	3,6	ano	ne
srpen	0,12	3,67	ne	ne
září	standardní soubor		ne	ne
říjen	standardní soubor		ne	ne
listopad	standardní soubor		ano	ne
prosinec	standardní soubor		ne	ne

Tab. 2: Vyšetření normality souborů (II a I) za roky 1994 a 2003 pro PSB.

standard PSB 2003

	a ₃	a ₄	normalita	
	a ₃	a ₄	a ₃	a ₄

nestandard PSB 2003

	a ₃	a ₄	normalita	
	a ₃	a ₄	a ₃	a ₄

leden	0,18	2,34	ne	ne
únor	0,05	2,27	ano	ne
březen	0,06	2,24	ano	ne
duben	-0,02	2,27	ano	ne
květen	-0,02	2,14	ano	ne
červen	-0,21	2,24	ne	ne
červenec	0,01	2,05	ano	ne
srpen	-0,27	2,21	ne	ne
září	-0,14	2,22	ne	ne
říjen	-0,03	2,35	ne	ne
listopad	-0,01	2,37	ano	ne
prosinec	-0,07	2,32	ne	ne

standard PSB 1994

	a₃	a₄	normalita	
	a₃	a₄	a₃	a₄
leden	0,18	2,18	ne	ne
únor	0,15	2,17	ne	ne
březen	0,16	2,2	ne	ne
duben	0,14	2,16	ne	ne
květen	0,09	2,12	ne	ne
červen	0,001	2,12	ano	ne
červenec	-0,13	2,09	ne	ne
srpen	-0,12	2,06	ne	ne
září	0,03	2,16	ano	ne
říjen	0,05	2,16	ano	ne
listopad	-0,05	2,19	ano	ne
prosinec	-0,04	2,18	ano	ne

leden	2,17	13,91	ne	ne
únor	2,15	13,06	ne	ne
březen	1,61	9,12	ne	ne
duben	1,75	10,33	ne	ne
květen	3,49	36,32	ne	ne
červen	1,89	10,33	ne	ne
červenec	1,90	10,86	ne	ne
srpen	1,71	9,76	ne	ne
září	2,07	12,73	ne	ne
říjen	2,30	14,3	ne	ne
listopad	2,21	12,67	ne	ne
prosinec	2,29	14,63	ne	ne

nestandard PSB 1994

	a₃	a₄	normalita	
	a₃	a₄	a₃	a₄
leden	2,11	11,65	ne	ne
únor	2,22	11,95	ne	ne
březen	2,13	12,02	ne	ne
duben	2,01	11,11	ne	ne
květen	2,23	12,96	ne	ne
červen	1,89	10,31	ne	ne
červenec	1,65	8,19	ne	ne
srpen	1,70	8,46	ne	ne
září	1,97	10,39	ne	ne
říjen	2,19	12,23	ne	ne
listopad	2,11	11,58	ne	ne
prosinec	1,81	5,42	ne	ne

Tab. 3: Vyšetření normality souborů (II a I) za rok 2003 pro logaritmované hodnoty PSB.

standard log PSB 2003

	a₃	a₄	normalita	
	a₃	a₄	a₃	a₄
leden	-0,83	3,34	ne	ne
únor	-0,96	0,63	ne	ne
březen	-0,93	3,58	ne	ne
duben	-1,00	3,77	ne	ne
květen	-0,95	3,56	ne	ne
červen	-1,20	4,23	ne	ne
červenec	-0,90	3,35	ne	ne
srpen	-1,24	4,30	ne	ne
září	-1,10	4,04	ne	ne
říjen	-1,07	4,03	ne	ne
listopad	-1,07	4,14	ne	ne
prosinec	-1,07	3,92	ne	ne

nestandard log PSB 2003

	a₃	a₄	normalita	
	a₃	a₄	a₃	a₄
leden	-0,37	3,45	ne	ne
únor	-0,44	3,65	ne	ne
březen	-0,49	3,51	ne	ne
duben	-0,50	3,65	ne	ne
květen	-0,38	3,68	ne	ne
červen	-0,55	3,89	ne	ne
červenec	-0,41	3,31	ne	ne
srpen	-0,64	3,93	ne	ne
září	-0,47	3,81	ne	ne
říjen	-0,46	3,99	ne	ne
listopad	-0,40	3,97	ne	ne
prosinec	-0,47	3,90	ne	ne

Tab. 4: Vyšetření normality souborů (II a I) za roky 1994 a 2003 pro CPM.

standard CPM 2003

	a₃	a₄	normalita	
	a₃	a₄	a₃	a₄
leden	1,97	6,95	ne	ne
únor	2,02	6,96	ne	ne
březen	2,01	6,77	ne	ne
duben	1,96	6,53	ne	ne

nestandard CPM 2003

	a₃	a₄	normalita	
	a₃	a₄	a₃	a₄
leden	14,55	245,70	ne	ne
únor	13,86	239,17	ne	ne
březen	13,39	221,63	ne	ne
duben	13,55	227,96	ne	ne

květen	1,46	4,38	ne	ne
červen	1,26	3,70	ne	ne
červenec	1,63	5,20	ne	ne
srpen	1,52	4,61	ne	ne
září	1,68	5,31	ne	ne
říjen	1,96	6,79	ne	ne
listopad	1,46	4,47	ne	ne
prosinec	1,68	5,41	ne	ne

standard CPM 1994

	a_3	a_4	normalita	
	a_3	a_4	a_3	a_4
leden	0,46	2,07	ne	ne
únor	0,45	2,34	ne	ne
březen	0,28	2,06	ne	ne
duben	0,28	2,00	ne	ne
květen	0,12	1,99	ne	ne
červen	0,26	1,97	ne	ne
červenec	0,06	1,96	ano	ne
srpen	0,28	1,99	ne	ne
září	0,24	1,98	ne	ne
říjen	0,24	2,02	ne	ne
listopad	0,19	1,98	ne	ne
prosinec	0,26	2,02	ne	ne

květen	11,38	160,91	ne	ne
červen	11,65	166,19	ne	ne
červenec	11,91	174,91	ne	ne
srpen	12,56	193,87	ne	ne
září	13,39	213,02	ne	ne
říjen	14,64	256,34	ne	ne
listopad	12,39	189,35	ne	ne
prosinec	13,71	234,57	ne	ne

nestandard CPM 1994

	a_3	a_4	normalita	
	a_3	a_4	a_3	a_4
leden	7,53	71,99	ne	ne
únor	7,07	60,52	ne	ne
březen	6,65	50,70	ne	ne
duben	7,27	63,44	ne	ne
květen	5,57	36,69	ne	ne
červen	6,32	48,08	ne	ne
červenec	5,27	33,01	ne	ne
srpen	6,51	51,18	ne	ne
září	6,97	57,59	ne	ne
říjen	8,22	81,94	ne	ne
listopad	8,17	82,24	ne	ne
prosinec	9,17	102,29	ne	ne

Tab. 5: Vyšetření normality souborů (II a I) za rok 2003 pro logaritmované hodnoty CPM.

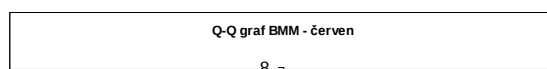
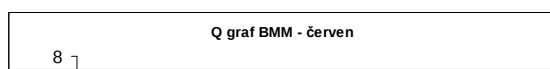
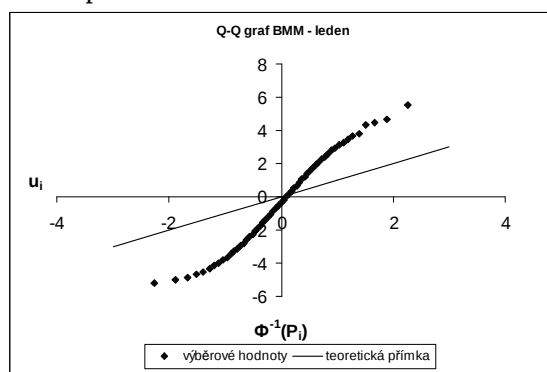
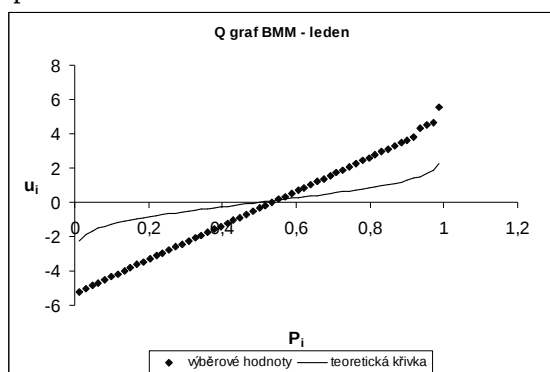
standard log CPM 2003

	a_3	a_4	normalita	
	a_3	a_4	a_3	a_4
leden	0,30	2,27	ne	ne
únor	0,54	2,27	ne	ne
březen	0,47	2,22	ne	ne
duben	0,51	2,22	ne	ne
květen	0,11	2,11	ne	ne
červen	-0,03	2,15	ano	ne
červenec	0,20	2,10	ne	ne
srpen	0,16	2,11	ne	ne
září	0,24	2,12	ne	ne
říjen	0,36	2,23	ne	ne
listopad	0,08	2,18	ne	ne
prosinec	0,18	2,20	ne	ne

nestandard log CPM 2003

	a_3	a_4	normalita	
	a_3	a_4	a_3	a_4
leden	1,03	5,05	ne	ne
únor	1,14	4,64	ne	ne
březen	1,07	4,39	ne	ne
duben	1,05	4,15	ne	ne
květen	0,76	3,81	ne	ne
červen	0,65	3,70	ne	ne
červenec	0,87	3,99	ne	ne
srpen	0,79	3,86	ne	ne
září	0,92	4,31	ne	ne
říjen	1,05	4,76	ne	ne
listopad	0,79	4,12	ne	ne
prosinec	0,85	4,18	ne	ne

Obr. 1: Exploratorní analýza reálné frekvenční distribuce jednorozměrného datového souboru v porovnání k normálnímu normovanému rozdělení četností pro BMM.



u_i = standardní kvantily původních dat; $P_{(i)}$ = pravděpodobnost řazení. u_i = standardní kvantily původních dat; $\Phi^{-1}(P)$ = teoretické kvantily standardní normální distribuce;

Obr. 2: Exploratorní analýza reálné frekvenční distribuce jednorozměrného datového souboru v porovnání k normálnímu normovanému rozdělení četností pro log PSB.

