

MilkoScan FT+における Fat および Lactose Spectrum 検量線の検証について

1. 目的

旧世代のフィルター式の赤外線式多成分測定機において、主要乳成分（Fat、Protein、Lactose）の測定は、IDF Standard 141C(2000)により定義された単波長によるいわゆる Traditional タイプの検量線が用いられていた。その後の技術改良によって、単波長から複数波長を用いた Spectrum タイプの検量線が開発され、測定対象が従来の主要成分から微量成分へと拡大し測定精度も向上した。

本会では、Protein については 2017 年に行った検証結果をふまえ、2018 年 1 月に Traditional から Spectrum へと移行した。今回、依然として Traditional を用いて測定を行っている Fat ならびに Lactose について、Spectrum への移行を目的に、両タイプの検量線によるキャリブレーション結果とフィールドサンプル測定値について検証を行ったので報告する。

2. 方法

(1) 参照法分析値と検量線タイプ別測定値の関係

2018 年 8 月から 2019 年 7 月間におけるクロスチェック試料の Fat および Lactose 参照法分析値と、Spectrum および Traditional 検量線による測定値の関係について検討した。参照法は Fat を Babcock 法、Lactose は Lane Eynon 法を用いた。乳成分測定機については、Spectrum 検量線による測定は FT2 を、Traditional 検量線については FT+600 を用いた。

(2) クロスチェック試料基準値と検量線タイプ別測定値の関係

各事業所に配置した FT+全マシンを対象に、2019 年 9 月のクロスチェック試料基準値とキャリブレーション後における両検量線による測定値の関係について検討した。

(3) フィールドサンプル測定値における検量線タイプ間関係について

各事業所に配置した FT+のうち代表する 6 台を対象に、2019 年 10 月上旬に採取した合乳、個乳、ならびに個体乳試料について、両タイプの検量線を用いて同時に測定し、回帰分析により両検量線間の検証を行った。

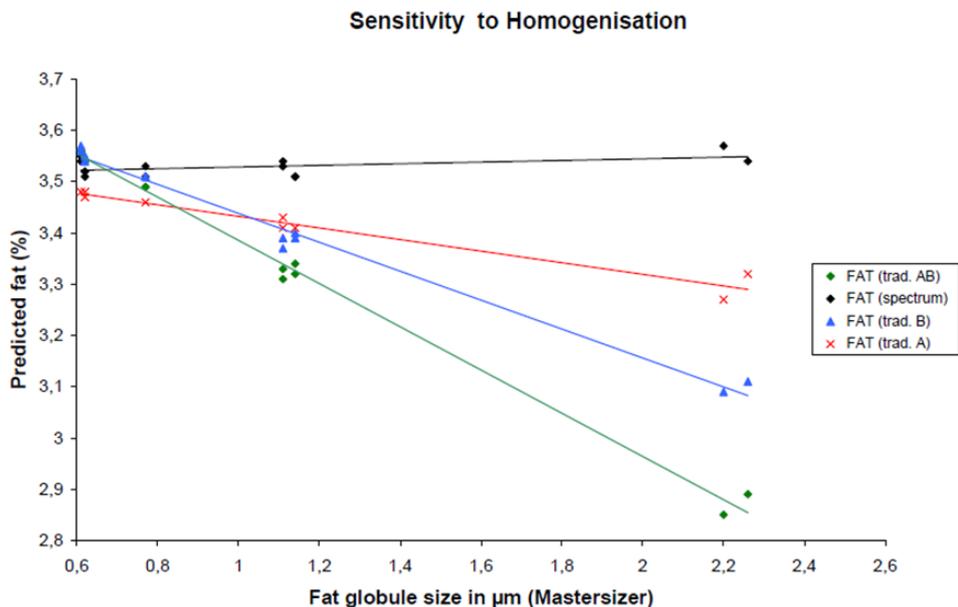
3. Fat Spectrum 検量線の有利性

FOSS 社から提供されている技術資料[Issue 76100-31bGB, Nov.1999]から、Spectrum 検量線の有利性の概要について抜粋した。

(1) ホモジナイザー劣化による影響の緩和

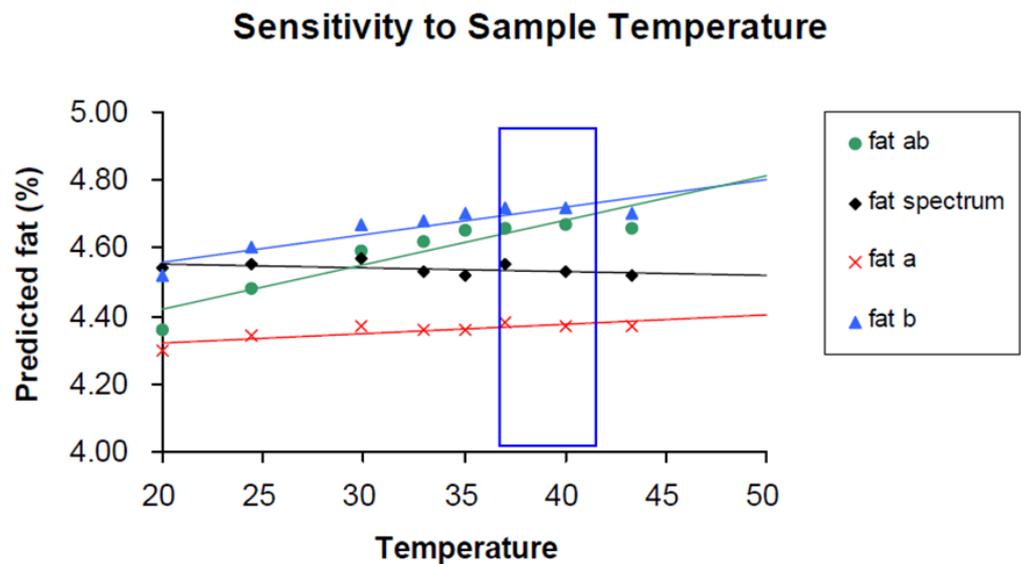
本会が現在 Fat 測定に用いている Fat(trad. B)は、ホモジナイザーの劣化による脂肪球サ

イズの増大に伴い測定値が低下するという欠点がある。Spectrum 検量線では、この影響が解消される。



(2) 試料温度変化による影響の緩和

Fat(Trad. B)は、試料温度の低下に伴い測定値も低くなるという欠点がある。Spectrum 検量線では、試料温度の変動が測定値に及ぼす影響が緩和される。



(3) キャリブレーション精度の向上

参照法による測定機のキャリブレーション精度については、下図に示すとおり Traditional よりも Spectrum 検量線の方が優れている。

Calibrations [figures in brackets below are values from "Technical Specifications"]	Accuracy obtained, CV% Slope/Intercept adjusted and (uncorrected basic calibration)	
	Röse Gottlieb	Gerber
Spectrum Calibration	0.7 (0.8)	1.4 (1.8)
Traditional calibration. A&B wavelengths	1.0 (1.7)	1.5 (2.9)
Traditional calibration. B wavelength [CV%: 1.5]	1.1 (2.1)	1.5 (3.3)
Traditional calibration. A wavelength [CV%: 2.0]	1.4 (1.5)	1.8 (2.2)

4. 結果および考察

(1) 参照法分析値と検量線タイプ別測定値の関係

クロスチェック試料の参照法分析値と乳成分測定機の回帰分析の結果について表 1 に示した。両検量線の回帰式、標準誤差、および相関係数の値は近似値を示した。また、両検量線の測定平均値に有意差（危険率 5%）は認められなかった。

表1 FatおよびLactoseにおける参照法と検量線両タイプ別測定値の関係

	Fat : vs Babcock (:y)		Lactose : vs Lane Eynon (:y)	
	Traditional (FT+600 :x)	Spectrum (FT2 :x)	Traditional (FT+600 :x)	Spectrum (FT2 :x)
測定値平均	3.85	3.85	4.45	4.45
標準誤差	0.011	0.012	0.016	0.018
CV%	0.3	0.3	0.4	0.4
相関係数	1.00	1.00	0.93	0.90
y=ax+b				
a	0.98	0.98	0.93	0.94
b	0.07	0.07	0.32	0.25

(2) クロスチェック試料基準値と検量線タイプ別測定値の関係

クロスチェック試料基準値とキャリブレーション後における両検量線による測定値の回帰分析結果を表 2 に示した。相関係数はいずれも 0.99 以上であり、標準誤差についても 0.01 未満と僅かな誤差しか認められなかった。また、基準値および両検量線の測定値平均は、ほぼ一致した。

表2 FatおよびLactoseにおけるクロスチェック基準値と検量線別キャリブレーション結果の関係

	Fat			Lactose		
	基準値	Traditional	Spectrum	基準値	Traditional	Spectrum
平均値	3.787	3.784	3.786	4.487	4.490	4.487
相関係数		1.000	1.000		0.996	0.993
標準誤差		0.005	0.007		0.003	0.005
Slope		0.996	1.005		1.024	1.087
Intecept		0.018	-0.017		-0.111	-0.389

(3) フィールドサンプル測定値における検量線タイプ間の関係について

フィールドサンプルにおける Spectrum と Traditional 検量線による測定値の回帰分析結果を表 3 ならびに表 4 に示した。

相関係数は Fat ならびに Lactose いずれについても 0.99 以上と強い相関性が認められた。合乳および個乳試料における検量線間の標準誤差は、Fat が 0.013~0.014、Lactose は 0.011~0.013 であり、個体乳試料においては、Fat が 0.023~0.031、Lactose は 0.025~0.026 であった。これらの値はいずれも、FOSS 社が示す公称精度範囲内であった。

表3 フィールドサンプルにおけるSpectrumとTraditional検量線によるFat測定値の関係

種別	機種	n	相関係数	回帰分析			
				標準誤差		Slope	Bias
				ABS	CV%	y: Trad	x: Spec.
合乳・個乳	FT+600	1053	0.997	0.013	0.33	0.986	0.089
	FT+500	386	0.997	0.014	0.35	1.026	-0.100
	FT+400	309	0.998	0.014	0.36	0.969	0.114
個体乳	FT+600	1052	0.999	0.031	0.80	0.985	0.085
	FT+500	1179	0.999	0.029	0.74	1.018	-0.080
	FT+400	1050	0.999	0.023	0.59	0.963	0.129
FT+ 再現精度仕様				<1.00%			

表4 フィールドサンプルにおけるSpectrumとTraditional検量線によるLactose測定値の関係

種別	機種	n	相関係数	回帰分析			
				標準誤差		Slope	Bias
				ABS	CV%	y: Trad	x: Spec.
合乳・個乳	FT+600	1053	0.989	0.011	0.25	0.935	0.039
	FT+500	386	0.993	0.012	0.28	0.944	0.260
	FT+400	309	0.991	0.013	0.30	0.955	0.209
個体乳	FT+600	1052	0.994	0.026	0.59	0.983	-0.183
	FT+500	1179	0.994	0.025	0.58	1.007	-0.022
	FT+400	1050	0.994	0.025	0.57	0.995	0.019
FT+ 再現精度仕様				<1.00%			

以上のとおり、Traditional および Spectrum 検量線によるキャリブレーション結果は一致し、フィールドサンプル測定値における誤差についても FOSS 社の示している仕様範囲内であり、両検量線の同等性が確認できた。

(小坂英次郎、國川尚子、中野まどか)