

近赤外測定装置による黒毛和種枝肉筋間脂肪中の脂肪酸測定のためのサンプル数等条件の検討

神山 洋・熊谷光洋

(岩手県農業研究センター畜産研究所)

Investigation of the condition such as the number of samples for measurement of fatty acid composition in intermuscular fat of Japanese Black Cattle by Near infrared spectroscopy

Hiroshi KAMIYAMA and Mitsuhiro KUMAGAI

(Iwate Agricultural Research Center Livestock Research Institute)

1 はじめに

牛肉の脂肪酸組成はおいしさに影響し、オレイン酸(C18:1)などの一価不飽和脂肪酸(MUFA)割合が多いと風味が良いとされる。他県では、牛肉の筋間脂肪中のオレイン酸含有率を測定し、一定値以上のものを差別化して有利に販売しようとする取組が始まっている。通常、脂肪酸組成の測定はガスクロマトグラフィー(GC)で行われるが、分析に多大な時間と費用を要するという課題がある。この課題を解決する一つの方法として、近年、携行型の近赤外測定装置(食肉脂質測定装置)が開発された。この方法の利点は、と畜場内で簡易に筋間脂肪中脂肪酸組成を測定できることにある。ただし、この食肉脂質測定装置の利用には、枝肉保冷室の温度やと畜後の日数等の条件に応じ、検量線の作成が必要である。

そこで、2011年～2013年に県内食肉処理場でと畜された黒毛和種の枝肉筋間脂肪中脂肪酸組成を食肉脂質測定装置及びGCを用いて測定し、両者の値から検量線を作成することとして、検量線の作成に必要なサンプル数と検量線の実用性を検討したので報告する。

2 試験方法

(1)対象牛及び筋間脂肪の採取

岩手県内で肥育され、2011年10月～2013年1月に県内食肉処理場でと畜された黒毛和種の去勢牛255頭と雌牛158頭を調査対象牛とした。と畜後2～4日目の枝肉について、第6～7肋間枝肉断面の筋間脂肪を食肉脂質測定装置で測定し、GC分析用に筋間脂肪を採取した。筋間脂肪は採取後分析まで-30℃で保存した。

(2)ガスクロマトグラフィー(GC)

筋間脂肪約100mgをクロロホルム:メタノール(2:1)で抽出し、脂肪酸をメチルエステル化したものをガスクロマトグラフ(SHIMADZUGC-17)で測定した。

測定対象とした脂肪酸は、デカン酸(C10:0)、ラウリン酸(C12:0)、トリデカン酸(C13:0)、ミリスチン酸(C14:0)、ミリストレイン酸(C14:1)、ペンタデカン酸(C15:0)、ペンタデセン酸(C15:1)、パルミチン酸(C16:0)、パルミトレイン酸(C16:1)、ヘプタデカン酸(C17:0)、ヘ

プタデセン酸(C17:1)、ステアリン酸(C18:0)、C18:1、リノール酸(C18:2)、リノレン酸(C18:3)、アラキジン酸(C20:0)、エイコセン酸(C20:1)、エイコサジエン酸(C20:2)、エイコサトリエン酸(C20:3)、アラキドン酸(C20:4)とし、これらの脂肪酸総量を100として各脂肪酸割合を求めた。また、MUFAとしてC14:1、C16:1、C18:1の合計値、不飽和脂肪酸(USFA)としてC14:1、C16:1、C18:1、C18:2の合計値、飽和脂肪酸(SFA)としてC14:0、C16:0、C18:0の合計値、不飽和度はUSFA/SFAとした。

(3)近赤外分光法(NIRS)

近赤外測定装置として、FAT Analyzer S-7010(相馬光学社製)を用い、700～1,050nmまでの波長について、1nm間隔で各々3回吸光度の計測を行い、その平均値から各波長における吸光度を求め、GC測定値から検量線の作成と検討を行った。

測定対象とした脂肪酸はMUFAとしてC14:1、C16:1、C18:1の合計値、SFAとしてC14:0、C16:0、C18:0の合計値とした。

(4)検量線の作成及び有効性の検証

検量線作成用及び検定用サンプルについては、GC測定値の偏りが最小限となるように振り分けるため、C18:1、MUFA、SFAのばらつきを勘案し、413検体をGC測定値の不飽和度順に並べ替え、その順に4グループに振り分けた(表1)。

検量線の作成には、The Unscrambler(CAMO、Oslo、Norway)を用いた。作成した検量線の実用性は、検定用サンプルを用いて近赤外測定装置による推定値とGC測定値との重相関係数(R)、推定誤差の標準偏差(SDP)を求め、水野¹⁾らによるEvaluation Index(EI)(EI=2×SDP/検定用サンプルの範囲×100)により検討した。

3 試験結果及び考察

(1)供試した筋間脂肪のGC分析値

検量線作成用及び精度検定用のサンプルについてGC分析を行ったところ、検定用サンプルの測定値の範囲は、区分4及び5で区分1、2及び3より広がった。

(2)検量線の作成結果

R は、C18:1 で 0.86～0.87、MUFA で 0.87～0.89、SFA で 0.89～0.91 であった。全ての項目で、R が 0.8 を上回る高い相関を示したが、n=104 で作成した検量線の R 及び検量線の標準偏差(SEC)が最も優れていた。

(3) 検量線の検定結果

SDP は区分 1～5 で概ね同程度、R は C18:1 で 0.65～0.79、MUFA で 0.73～0.80、SFA で 0.74～0.82 であった。検量線の実用性の指標とされる EI 値は、C18:1 で 18.88～30.34、MUFA で 18.71～28.51、SFA で 18.11～24.68 であった。EI 値による精度評価(EI 値評価)は、区分 4 及び 5 で区分 1、2 及び 3 より優れていた。この理由として、検定用サンプルの範囲が区分 4 及び 5 で区分 1、2 及び 3 よりも広いと、EI 値評価が低くなったと考えられる。

今回、検量線作成用サンプル数を 104、精度検定用サンプル数を 309 とした区分 4 で作成した検量線の精度が最も優れ、R が C18:1 で 0.79、MUFA で 0.80、SFA で 0.82 であり、MUFA および SFA で 0.8 を上回る高い相関を示した。また、EI 値評価は C18:1、MUFA 及び SFA で B であり、実用性の高い検量線であると考えられる。

今回作成した検量線の EI 値による評価結果は B にとどまったが、この理由として、検定用サンプルの範囲に対する SDP の割合が大きいと、EI 値評価が低くなったと考えられる。

4 ま と め

岩手県内で肥育され、2011 年～2013 年に県内食肉処理場でと畜された黒毛和種の去勢牛 255 頭と雌牛 158 頭の枝肉筋間脂肪中脂肪酸組成について、近赤外分光法及びガスクロマトグラフィーで測定し、両者の値から検量線を作成するとともに検量線の実用性を検討した。

検量線の推定精度は、検量線作成用サンプル数を 104 及び精度検定用サンプル数を 309 とした区分 4 で最も R 及び EI 値評価が高く、すなわち、R については、C18:1 が 0.79、MUFA が 0.80、SFA が 0.82、EI 値評価については、C18:1、MUFA 及び SFA のいずれもが B となり、実用性のある検量線を作成することができた。

引 用 文 献

- 1) 水野和彦, 石栗敏機, 近藤恒夫, 加藤忠司. 1988. 近赤外線反射率測定法による乾草の成分および栄養価の推定 I 成分および栄養価の推定精度とその評価. 草地試験場研究報告 38:35-47

表 1 検量線作成用と検定用サンプルの分類区分

区分	検量線作成用		検量線検定用	
	サンプル数 (G=グループ)	不飽和度	サンプル数 (G=グループ)	不飽和度
1	n=104 (G1)	0.89～3.16	n=103 (G4)	1.17～2.83
2	n=207 (G1、2)	0.89～3.16	n=103 (G4)	1.17～2.83
3	n=310 (G1、2、3)	0.89～3.16	n=103 (G4)	1.17～2.83
4	n=104 (G1)	0.89～3.16	n=309 (G2、3、4)	0.96～2.83
5	n=207 (G1、2)	0.89～3.16	n=206 (G3、4)	1.13～2.83

表 2 供試した筋間脂肪の GC 測定値

区分	項目	検量線作成用			検量線検定用		
		範囲 ¹⁾	平均値	標準偏差	範囲	平均値	標準偏差
1	C18:1(%)	21.55	54.44	3.64	17.30	54.67	3.43
	MUFA(%)	26.41	60.31	3.88	17.18	60.47	3.57
	SFA(%)	28.74	34.77	4.09	20.22	34.67	3.72
2	C18:1(%)	23.31	54.51	3.67	17.30	54.67	3.43
	MUFA(%)	26.41	60.31	3.79	17.18	60.47	3.57
	SFA(%)	28.74	34.79	3.99	20.22	34.67	3.72
3	C18:1(%)	23.31	54.46	3.62	17.30	54.67	3.43
	MUFA(%)	26.41	60.31	3.75	17.18	60.47	3.57
	SFA(%)	28.74	34.77	3.90	20.22	34.67	3.72
4	C18:1(%)	21.55	54.44	3.64	23.31	54.54	3.55
	MUFA(%)	26.41	60.31	3.88	23.89	60.37	3.65
	SFA(%)	28.74	34.77	4.09	24.55	34.74	3.77
5	C18:1(%)	23.31	54.51	3.67	19.37	54.52	3.48
	MUFA(%)	26.41	60.31	3.79	19.62	60.40	3.63
	SFA(%)	28.74	34.79	3.99	20.26	34.69	3.71

1) 範囲: 最大値－最小値

表 3 検量線の作成結果

項目	n=104			n=207			n=310		
	R ¹⁾	SEC ²⁾	Slope ³⁾	R	SEC	Slope	R	SEC	Slope
C18:1	0.87	1.77	0.75	0.87	1.81	0.76	0.86	1.85	0.74
MUFA	0.89	1.74	0.79	0.88	1.75	0.78	0.87	1.88	0.75
SFA	0.91	1.67	0.83	0.89	1.78	0.80	0.89	1.76	0.79

1) R: 重相関係数 2) SEC: 検量線の標準偏差 3) Slope: 検量線の傾き

表 4 検量線の検定結果

区分	項目	R ¹⁾	SDP ²⁾	Bias ³⁾	EI 値 ⁴⁾	EI 値評価 ⁵⁾
1	C18:1	0.69	2.53	0.13	29.26	C
	MUFA	0.74	2.42	0.29	28.19	C
	SFA	0.78	2.36	-0.33	23.35	B
2	C18:1	0.65	2.62	0.31	30.34	C
	MUFA	0.73	2.45	0.27	28.48	C
	SFA	0.76	2.41	-0.25	23.81	B
3	C18:1	0.68	2.54	0.30	29.36	C
	MUFA	0.73	2.45	0.34	28.51	C
	SFA	0.74	2.49	-0.37	24.68	C
4	C18:1	0.79	2.20	-0.22	18.88	B
	MUFA	0.80	2.23	-0.12	18.71	B
	SFA	0.82	2.22	0.09	18.11	B
5	C18:1	0.74	2.37	0.02	24.47	B
	MUFA	0.77	2.37	-0.05	24.15	B
	SFA	0.79	2.37	0.15	23.39	B
6	C18:1	0.68	2.54	0.30	29.36	C
	MUFA	0.73	2.45	0.34	28.51	C
	SFA	0.74	2.49	-0.37	24.68	C

1) R: 重相関係数 2) SDP: 推定誤差の標準偏差 3) Bias: 推定誤差の平均 4) EI (%) = $2 \times \text{SDP} / \text{検定用試料の範囲} \times 100$ 5) B=good(12.5～24.9)、C=fair(25.0～37.4)