

和牛肉と輸入牛肉の香気成分

松石昌典・久米淳一¹・伊藤友己¹・高橋道長¹・荒井正純¹

永富 宏¹・渡邊佳奈¹・早瀬文孝¹・沖谷明紘

日本獣医畜産大学応用生命科学部, 武蔵野市 180-8602

¹ 明治大学農学部, 川崎市多摩区 214-8571

(2004. 2. 26 受付, 2004. 5. 25 受理)

要約 黒毛和牛肉に特有な好ましい香りである和牛香に寄与する香気成分を明らかにするために、和牛肉と輸入牛肉(豪州産)から連続水蒸気蒸留により香気画分を取得し、ガスクロマトグラフィー分析、ガスクロマトグラフィー-マススペクトロメトリー分析、ガスクロマトグラフィー-においかぎ分析を行った。分析の結果、ラクトン類5種、ケトン類5種、アルコール類8種、不飽和アルコール類3種、エステル類2種、脂肪族アルデヒド類9種、脂肪族不飽和アルデヒド類8種、酸類2種、その他6種の計48成分が同定された。このうち、40成分は輸入牛肉より和牛肉に多く検出され、特にラクトン類は和牛肉に著しく多かった。同定された成分についてAEDA(Aroma Extract Dilution Analysis)法により香気寄与率を示すFD factor(flavor dilution factor)を求め、香気特性と合わせて和牛香への寄与を検討した。その結果、和牛香の甘さには、ココナッツ様、桃様の香りを有するラクトン類が寄与し、脂っぽさには脂臭い香りを有する一部のアルコール類やアルデヒド類などと、バター様の香りを有するジアセチルやアセトインなどが寄与していると推定された。

日本畜産学会報, 75(3): 409-415, 2004

われわれはこれまでに和牛肉(黒毛和種牛の肉)の好ましい香り、和牛香の存在を明らかにしてきた(Matsushimaら2001)。この香りは、高度に脂肪が交雑した和牛肉を薄切りにし、酸素存在下で数日間貯蔵後80℃で加熱するとよく生成する。香りの質としては甘い脂っぽいものである。この香りは、脂肪交雑の少ない輸入牛肉にはほとんど認められず、和牛肉に特有なものである。この香りの存在ゆえに日本人は和牛肉を好むと考えられる(財団法人食肉消費総合センター1998)。

これまでに、和牛肉の香気成分についてはいくつかの報告が見られる。佐藤ら(1994)は、和牛の赤身に和牛、乳牛、輸入牛の脂肪を加えたパティの香気成分をガスクロマトグラフィー-マススペクトロメトリーで分析し、和牛脂肪を加えたものにはラクトン類やケトン類などが多かったと報告している。他方、Boylstonら(1996)は日本産和牛、米国産和牛、米国産アンガス種牛などの肉の揮発性成分を分析し、和牛肉には各種のアルデヒド類が多いことを見いだしている。しかし、いずれの報告においても各香気成分のにおいかぎ分析は行われておらず、そのため和牛香に貢献する成分がいずれであるのかは明らかにされていない。そこで、本研究では、和牛香に寄与する成分を明らかにするために、和牛肉と輸入牛肉の香気成分の比較を行った。さらに、AEDA(Aroma

Extract Dilution Analysis)法により和牛肉の香気成分についてのFD factor(flavor dilution factor)を求め、香りの質も考慮して各成分の和牛香への寄与率を推定した。

材料および方法

1. 材料

市販の国産の黒毛和種の和牛肉と豪州産の輸入牛肉(アンガス種牛の肉)の肩ロースを使用した。

2. 香気成分の取得方法

牛挽肉20gを1% NaCl 100mlおよび0.05μg/ml n-hexadecane(内部標準)ジエチルエーテル溶液0.1mlとともにホモジナイズした。得られたホモジネートを用いてNickersonとLikens(1966)の方法に従って連続水蒸気蒸留を30分間行い、香気成分をジエチルエーテル中に捕集した。この操作を30回繰り返す、合計600gの肉から香気画分を得た。得られた香気画分は無水硫酸ナトリウムで脱水後、38℃で15μlまで濃縮して、ガスクロマトグラフィー(GC)分析、GC-マススペクトロメトリー(GC-MS)分析、GC-においかぎ分析に供した。このように牛肉を小分けしてホモジナイズし、30分間の連続水蒸気蒸留にかけたのは、予備実験で80℃で10分間加熱した和牛肉を乳鉢ですりつぶすと、すりつぶすたびに和牛香が感じられたため、小分けにした方が、一度に大量の

連絡者: 松石昌典 (fax: 0422-51-9984, e-mail: matmas@nvau.ac.jp)

牛肉を長時間蒸留するよりも和牛香を構成する香気成分を選択的に、しかも効率よく得られると考えたからである。

3. GC 分析

GC 分析は、Shimadzu Model 7A 装置を用いて行った。GC 分析条件は以下の通りである。キャリアガス：N₂。カラム：TC-WAX (0.25 mm i.d.×60 m) (GL サイエンス社 (東京) 製)。カラム温度：50°C (4 min)→190°C (4°C/min)。スプリット比：20 : 1。検出器：FID。

4. GC-MS 分析

GC-MS 分析は、GC には Hewlett-Packard GC5890 II 装置、MS には JEOL AUTOMASS-50 装置を用いて行った。GC-MS 分析の条件は以下の通りである。キャリアガス：He。スプリット比：50 : 1。イオン源：EI (70 eV)。データベース：NIST。その他の条件は GC 分析と同じである。

5. GC-においかぎ分析

GC カラムの出口にてキャリアガスを 1 対 1 に分岐し、一方を FID 検出器へ、他方をにおいかぎ装置 (GL サイエンス社製) に接続した。ガス出口で加湿空気を流しながら官能評価を行った。

GC-においかぎ分析の条件は以下の通りである。GC には GL-Science GC-353B 装置を使用した。キャリアガス：He。カラム：TC-WAX (0.53 i.d.×30 m)。カラム温度：GC 分析と同じ。スプリット比：15 : 1。検出器：FID。

AEDA 法 (Gasser と Grosch 1988) では、香気画分をジエチルエーテルで 4⁰ (=1), 4¹ (=4), 4² (=16), 4³ (=64), 4⁴ (=256), 4⁵ (=1,024), 4⁶ (=4096), 4⁷ (=16,384) 倍というように段階的に希釈したものをそれぞれ GC に導入し、GC 出口にてパネリストがにおいを嗅いだ。各ピークの香気を感じられなくなる手前の希釈率を FD factor とした。例えば、あるピークが 4⁰, 4¹, 4² 倍の希釈まではにおいを感じられて、4³ 倍の希釈では感じられなかったとすると、このピーク成分の FD factor は 4²=16 ということになる。FD factor は各香気成分の存在濃度/閾値を意味し、この値が高いほどその香気成分が感知されやすく、寄与率が高いことを意味している。

結果および考察

1. 和牛肉と輸入牛肉の香気成分

表 1A と表 1B に GC-MS 法による和牛肉と輸入牛肉の 48 ピークの同定結果と、内部標準と比較して得られた相対量を示した。分析の結果、両牛肉の揮発性成分は、ラクトン類 5 種、ケトン類 5 種、アルコール類 8 種、不飽和アルコール類 3 種、エステル類 2 種、脂肪族アルデヒド類 9 種、脂肪族不飽和アルデヒド類 8 種、酸類 2 種、その他 6 種より構成されていた。なお、同定した 48 成分はすべて標準品とマススペクトル、リテンションタイム

の一致を確認した。

佐藤ら (1994) が、和牛赤身にそれぞれ乳牛、和牛、輸入牛の脂肪を加えたパティの揮発性成分を分析した結果では、37 成分が同定されているが、本結果と一致するのは γ -decalactone, 1-butanol, hexanal など 13 成分である。なお、彼らはラクトン類としては γ -decalactone の他に δ -hexadecalactone を検出し、両者とも和牛脂肪の場合にもっとも多かったと報告している。また、佐藤ら (1995) が各種銘柄和牛肉を分析した結果では、45 成分が同定されているが、本結果と共通であるのは、2-tridecanone, 1-pentanol, hexanal など 11 成分である。なお、彼らはラクトン類としては γ -butyrolactone, δ -dodecalactone, δ -tetradecalactone を検出している。他方、Boylston ら (1996) は日本産和牛肉、米国産和牛肉などを分析して 28 成分を同定しているが、ラクトン類は検出しておらず、本結果と共通であるのは 2-heptanone, 1-hexanol, hexanal など 15 成分である。このように同定された揮発性成分が異なるのは、香気成分の取得方法の違いに起因しているのであろう。すなわち、本報告が、官能的に最もよく和牛香が感じられる肉を煮るという条件に近い、短時間の連続水蒸気蒸留法を採用したのに対し、佐藤ら (1994, 1995) は焼いた肉からジエチルエーテルで直接抽出する方法を用い、Boylston ら (1996) がヘッドスペース捕集法を用いているからであろう。

同定された香気成分の総量を見ると (表 1B)、和牛肉が輸入牛肉の 2 倍以上で著しく多い。また、和牛肉と輸入牛肉とで各成分の相対量を比べてみると、1-nonanol, 1-nonen-4-ol, hexadecanol, (E,E)-2,4-octadienal, acetic acid, benzaldehyde, phenylacetaldehyde, 1,3,5-undecatriene の 8 成分は輸入牛肉の方が多く、残りの 40 成分はすべて和牛肉の方が多く、とくに、ラクトン類ではその差が著しい。前述の佐藤ら (1994) の和牛赤身に和牛脂肪を加えたパティと輸入牛脂肪を加えたパティの香気成分の比較においても、ラクトン類、ケトン類、アルデヒド類、アルコール類など 37 成分中 35 成分までが和牛脂肪を加えたパティの方に多い結果となっている。他方、Boylston ら (1996) は日本産和牛肉とアンガス種牛肉を比較して、hexanal, 2-heptanone などの 17 成分は日本産和牛肉の方に多く、trans-2-heptenal, 2-pentylfuran などの 11 成分はアンガス種牛肉の方に多かったとしている。このように和牛肉にラクトン類、ケトン類、アルコール類、アルデヒド類などが多いのは、交雑脂肪の多い和牛肉の方が脂質の加熱酸化反応が著しく、その結果、反応産物であるこうした化合物が増えるためであろう。

2. 香気成分の香気特性と和牛香への寄与

表 2A と表 2B には和牛肉の各香気成分の香気特性と FD factor を示した。ここでは香気成分は香気特性のグループごとに示してある。

和牛肉と輸入牛肉の香気成分

Table 1A. The relative amount of identified compounds from Wagyu beef and imported beef

No.	K.I [†]	Identified compound	Relative amount [‡]	
			Wagyu beef	Imported beef
<i>Lactones</i>				
196	2026	γ -nonalactone	1.45±1.44*	tr
210	2124	γ -decalactone	0.29±0.12	—
223	2200	δ -decalactone	0.73±0.24	tr
237	2327	δ -undecalactone	0.37±0.05	tr
245	2431	γ -dodecalactone	tr	—
		subtotal	<u>2.84</u>	<u>tr</u>
<i>Ketones</i>				
18	979	diacetyl	8.64±6.70	2.36±0.52*
44	1206	2-heptanone	2.72±0.61	2.05±0.53
57	1290	2-octanone	0.24±0.16	0.08**
61	1311	acetoin	4.95±4.51	3.46±1.10
159	1822	2-tridecanone	0.20±0.08	0.09±0.07
		subtotal	<u>16.75</u>	<u>8.04</u>
<i>Alcohols</i>				
35	1150	1-butanol	2.72±1.60	0.96±0.28
52	1268	1-pentanol	17.37±8.52	4.69±0.25
70	1372	1-hexanol	3.83±0.87	1.03±0.35
88	1475	1-heptanol	2.82±0.50	0.83±0.35
96	1496	2-propyl-1-pentanol	0.83±0.24	0.74±0.57
110	1564	1-octanol	5.56±3.30	3.18±0.56
125	1630	1-nonanol	0.40±0.47	0.44±0.26
184	1950	1-dodecanol	1.09**	0.61±0.09
		subtotal	<u>34.62</u>	<u>12.48</u>
<i>Alcohols (unsaturated)</i>				
33	1108	1-penten-3-ol	1.11±0.22	0.62±0.28
87	1469	7-octen-4-ol	13.22±3.41	2.96±0.94
127	1641	1-nonen-4-ol	0.48±0.18	0.58±0.37
		subtotal	<u>14.81</u>	<u>4.16</u>
<i>Esters</i>				
7	878	ethylacetate	9.12±3.09	7.26±4.48
71	1381	hexylpropionate	0.10**	tr
		subtotal	<u>9.22</u>	<u>7.26</u>

[†] Kovats Index.

[‡] relative peak area of each peak when the value of the internal standard (n-hexadecane) is regarded as 100.

* Mean±standard deviation (n=3).

** Mean (n=2).

tr ; trace amount.

— ; not determined.

Table 1B. The relative amount of identified compounds from Wagyu beef and imported beef

No.	K.I. [†]	Identified compound	Relative amount [‡]	
			Wagyu beef	Imported beef
<i>Aliphatic aldehydes</i>				
27	1078	hexanal	50.55±29.49*	6.01±3.04*
58	1292	octanal	0.45±0.17	0.17±0.07
75	1396	nonanal	4.70±5.10	0.29±0.09
84	1459	decanal	0.99**	0.63±0.10
133	1678	dodecanal	2.11±2.05	1.84±0.87
150	1782	tridecanal	1.45±0.12	0.75±0.49
181	1915	tetradecanal	4.49**	0.23±0.10
198	2046	pentadecanal	1.71±0.75	0.83±0.54
216	2151	hexadecanal	9.98±5.60	11.85±3.39
		subtotal	<u>76.43</u>	<u>22.60</u>
<i>Aliphatic aldehydes (unsaturated)</i>				
50	1252	E-2-hexenal	2.58±1.34	0.60±0.40
80	1428	E-2-octenal	2.78±2.20	0.78±0.09
104	1541	E-2-nonenal	1.30±0.52	0.55±0.09
126	1641	2-decenal	3.36±2.43	1.08±0.58
139	1703	(E,E)-2,4-octadienal	1.13±1.31	2.27±1.00
146	1739	2-undecenal	0.83±0.13	0.52±0.13
152	1794	(E,E)-2,4-nonadienal	2.41±1.27	0.82±0.36
163	1844	(E,E)-2,4-decadienal	0.19±0.14	0.05±0.01
		subtotal	<u>14.58</u>	<u>6.67</u>
<i>Acids</i>				
90	1482	acetic acid	0.26±0.22	0.38±0.30
172	1871	hexanoic acid	4.50±1.00	3.54±5.13
		subtotal	<u>4.76</u>	<u>3.93</u>
<i>Others</i>				
34	1133	ethylbenzene	0.14±0.16	0.13±0.05
43	1214	d-limonene	4.13±1.98	1.10±0.16
45	1218	2-pentylfuran	0.61±0.18	0.13**
105	1552	benzaldehyde	4.72±0.84	4.75±4.05
134	1685	phenylacetaldehyde	0.65±0.73	1.57**
191	1994	1,3,5-undecatriene	0.08**	0.52±0.53
		subtotal	<u>10.33</u>	<u>8.20</u>
		Total	184.34	73.34

[†] Kovats Index.

[‡] relative peak area of each peak when the value of the internal standard (n-hexadecane) is regarded as 100.

* Mean±standard deviation (n=3).

** Mean (n=2).

tr ; trace amount.

— ; not determined.

和牛肉と輸入牛肉の香気成分

Table 2A. Odor quality and FD factor of identified compounds from Wagyu beef

No.	K.I. [†]	Identified compound	Odor quality	FD factor of Wagyu beef
<i>coconuts-like, peach-like</i>				
196	2026	γ -nonalactone	coconuts-like, sweet	1024
210	2124	γ -decalactone	peach, coconuts-like	16
223	2200	δ -decalactone	peach-like, milky	16
237	2327	δ -undecalactone	peach-like, milky	4
245	2431	γ -dodecalactone	peach-like, milky	1
<i>fruity except coconuts-like and peach-like</i>				
44	1206	2-heptanone	fruity	16
43	1214	<i>d</i> -limonene	citrus, fatty	16
57	1290	2-octanone	fruity, passionfruits	1
70	1372	1-hexanol	fruity, floral	16
71	1381	hexylpropionate	pear-like	256
84	1459	decanal	orange, lemongrass-like	256
88	1475	1-heptanol	fruity, citrus	1
105	1552	benzaldehyde	fruity, orange, fatty	1
110	1564	1-octanol	fruity, milky	16
125	1630	1-nonanol	fruity, floral	16
126	1641	2-decenal	citrus, rose-like	1
133	1678	dodecanal	lemongrass-like, rose	16
159	1822	2-tridecanone	fruity, waxy	64
181	1915	tetradecanal	lemongrass-like, cardboard	16
184	1950	1-dodecanol	fruity, fatty	1
<i>green</i>				
27	1078	hexanal	green apple-like, floral	4096
50	1252	E-2-hexenal	green, aldehydic, herbal	4
58	1292	octanal	green, citrus	16
75	1396	nonanal	pine-like	64
80	1428	E-2-octenal	green, citrus, fatty	16
104	1541	E-2-nonenal	green, citrus, fatty	256
152	1794	(E,E)-2,4-nonadienal	green, metallic	256
163	1844	(E,E)-2,4-decadienal	green, metallic	16
172	1871	hexanoic acid	green, fatty	16
216	2151	hexadecanal	green, strawberry, apricot	4

[†] Kovats Index.

ココナッツ様、桃様の香りを有するラクトン類は、表 1A に示されたように和牛肉に著しく多く、しかも、 γ -nonalactone のように FD factor が 1,024 と高いものがある (表 2A)。香りの質はココナッツ様、桃様というように甘さを伴ったものであり、和牛香の甘さへの寄与が大きいと考えられる。

ココナッツ様、桃様以外の果実様あるいはグリーンの香りを有する化合物群は主にケトン類、アルコール類、

アルデヒド類から構成されており (表 2A)、表 1A と表 1B に示されたように総じて和牛肉に多く検出されている。しかし、輸入牛肉との差はラクトン類にみられたほど大きくはなかった。FD factor は hexanal で 4,096、hexylpropionate で 256 などかなり高いものが見受けられるが、香りの質からすると和牛香に直接寄与するとは考えにくい。これらは、和牛肉と輸入牛肉のいずれにも見出されることから、他の成分と混じり合って牛肉共通

Table 2B. Odor quality and FD factor of identified compounds from Wagyu beef

No.	K.I. [†]	Identified compound	Odor quality	FD factor of Wagyu beef
<i>butter-like, fatty</i>				
18	979	diacetyl	butter-like, fermented	256
34	1133	ethylbenzene	sweet fatty corn cream	1
61	1311	acetoin	butter-like, fatty	256
87	1469	7-octen-4-ol	corn creamy, milky, oily	—
198	2046	pentadecanal	sweet fatty	4
<i>others</i>				
7	878	ethylacetate	rum	1
33	1108	1-penten-3-ol	mushroom-like	4
35	1150	1-butanol	alcoholic	4
45	1218	2-pentylfuran	petroleum-like, oxidized fat	16
52	1268	1-pentanol	coumarin-like	16
90	1482	acetic acid	sour	256
96	1496	2-propyl-1-pentanol	alcoholic	—
127	1641	1-nonen-4-ol	cardboard	16
134	1685	phenylacetaldehyde	rose-like	16
139	1703	(E,E)-2,4-octadienal	rubbery	4
146	1739	2-undecenal	withered rose-like	256
150	1782	tridecanal	solvent-like	1
191	1994	1,3,5-undecatriene	violet, seaweed-like	16

[†] Kovats Index.

— : not determined.

の加熱香気の形成に寄与しているのかもしれない。

他方、同じ果実様あるいはグリーンな香りを有する化合物群のうち、1-dodecanol, *d*-limonen, benzaldehyde, E-2-octenal, E-2-nonenal, hexanoic acid は脂臭い香りをも併せ持っている (表 2A)。これらも表 1A と表 1B に示されたように総じて和牛肉の方に多く見出されており、和牛香の脂っぽい部分に寄与している可能性がある。

バター様もしくは脂臭い香りを有する化合物群 (表 2B) はその香りの質から和牛香に貢献しているであろう。とくに、ジアセチルとアセトインは 256 という高い FD factor を示しており、その可能性が高いだろう。

その他に分類された化合物群は様々な香りを有しているが、香りの質からして和牛香への直接的な貢献は考えにくい (表 2B)。

以上のことから結論としては、和牛香の甘さにはココナッツ様、桃様の香りを有するラクトン類が貢献しており、脂っぽさには、脂臭い香りを有する一部のアルコール類やアルデヒド類などと、バター様の香りを有するジアセチルやアセトインなどが寄与しているという推定が導き出される。このように、和牛香を形成すると推

定される化合物がすべて含酸素化合物であることは、著者らが前報 (Matsuishi ら 2001) で明らかにした和牛香の生成には肉が酸素存在下で熟成されることが必須であるという知見とは強く関連していると思われる。そしてこのことは、今後これらの化合物の生成経路の解明を進めていく上での重要な示唆の 1 つである。

謝 辞

本研究の一部は財団法人糧食研究会の援助によって行われたものである。記して謝意を表します。

文 献

- Boylston TD, Morgan SA, Johnson KA, Wright RW, Busboom JR, Reeves JJ. 1996. Volatile lipid oxidation products of Wagyu and domestic breeds of beef. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44 : 1091-1095.
- Gasser U, Grosch W. 1988. Identification of volatile flavor compounds with high aroma values from cooked beef. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und —Forschung*, 1866 : 489-494.
- 佐藤雅彦・中村豊郎・本間清一・阿部宏喜・佐藤朗好・藤巻正生. 1994. 和牛, 乳牛および輸入牛肉の香気と呈味成分について. *日本畜産学会報*, 65 : 142-148.

佐藤雅彦・中村豊郎・沼田正寛・桑原京子・本間清一・佐藤朗好・藤巻正生. 1995. 牛肉の香気と呈味成分に関する研究—黒毛和種銘柄牛間の成分の相違について—. 日本畜産学会報, 66 : 274-282.

Matsuishi M, Fujimori M, Okitani, A. 2001. Wagyu beef aroma in Wagyu (Japanese Black Cattle) beef preferred by the Japanese over imported beef. *Animal Science Journal*, 72 : 498-

504.

Nickerson GB, Likens ST. 1966. Gas chromatographic evidence for the occurrence of hop oil components in beer. *Journal of chromatography*, 21 : 1-5.

財団法人日本食肉消費総合センター. 1998. 季節別食肉消費動向調査報告, 第40回 : 67-80.

Aroma Components of Wagyu Beef and Imported Beef

Masanori MATSUIISHI, Junichi KUME¹, Yuki ITOU¹, Michinaga TAKAHASHI¹, Masayoshi ARAI¹, Hiroshi NAGATOMI¹, Kana WATANABE¹, Fumitaka HAYASE¹ and Akihiro OKITANI

Faculty of Applied Life Science, Nippon Veterinary and Animal Science University, Musashino-shi 180-8602, Japan

¹ Faculty of Agriculture, Meiji University, tama-ku, Kawasaki-shi 214-8571, Japan

Corresponding : Masanori MATSUIISHI (fax : +81 (0) 422-51-9984, e-mail : matmas@nvau.ac.jp)

In order to clarify aroma components contributing to Wagyu beef aroma, which is specific to Wagyu (Japanese Black cattle) beef and a preferable, sweet and fatty aroma, volatile fractions were obtained by simultaneous distillation/extraction from Wagyu beef and imported Australian beef. The volatile fractions were subjected to the analysis by gas chromatography, gas chromatography-mass spectrometry and gas chromatography-sniffing. The analysis by gas chromatography-mass spectrometry resulted in the detection and identification of forty-eight components in both beef, which were five lactones, five ketones, eight alcohols, three unsaturated alcohols, two esters, nine aliphatic aldehydes, eight aliphatic unsaturated aldehydes, two acids and eight other components. Among these forty components were detected in large amount in Wagyu beef than in imported beef. Especially, the Wagyu beef/imported beef ratios of lactones were remarkably large. The FD factors (flavor dilution factor) indicating contribution rate of the identified components to whole aroma were determined by AEDA (Aroma Extract Dilution Analysis). The contribution of each component to Wagyu beef aroma was estimated on the basis of the FD factor and the odor quality. The result demonstrated that lactones with coconuts-like and peach-like aroma would contribute to the part of the sweet sensation of Wagyu beef aroma, while alcohols and aldehydes with fatty aroma and diacetyl and acetoin with butter-like aroma would contribute to the part of the fatty sensation of Wagyu beef aroma.

Nihon Chikusan Gakkaiho, 75 (3) : 409-415, 2004

Key words : Wagyu beef aroma, Lactone, Meat flavor, Japanese Black cattle