

浸漬液のpHが日本短角種牛肉の理化学特性に及ぼす影響

誌名	日本畜産學會報 = The Japanese journal of zootechnical science
ISSN	1346907X
著者名	手塚, 咲 村元, 隆行
発行元	Zootechnical Science Society of Japan
巻/号	86巻4号
掲載ページ	p. 491-496
発行年月	2015年11月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



浸漬液の pH が日本短角種牛肉の理化学特性に及ぼす影響

手塚 咲¹・村元隆行²

¹岩手大学大学院農学研究科, 盛岡市 020-8550

²岩手大学農学部, 盛岡市 020-8550

(2015. 7. 2 受付, 2015. 8. 28 受理)

要 約 浸漬液の pH が日本短角種牛肉の理化学特性に及ぼす影響について検討を行った。日本短角種去勢牛の大腿二頭筋を、pH が異なる等量の緩衝液に、それぞれ浸漬させて真空包装し、4°C で保存した。24 時間後に各浸漬させた筋肉および浸漬なしの筋肉 (対照肉) の保水性を求めた。また、加熱前に各筋肉および浸漬液の色調を測定し、加熱後に各筋肉のテクスチャープロファイル分析を行った。浸漬液の pH はテクスチャープロファイル分析の各項目に有意な影響を及ぼさなかった。クッキングロス是对照肉が浸漬させたものに比較して有意に低かったが、トータルロスでは対照肉と pH 6.86 緩衝液に浸漬させたものとの間に有意な差は認められなかった。筋肉の L* 値は RO 水に浸漬させた筋肉が他のものに比較して有意に高かった。筋肉の a* 値は浸漬させた筋肉が対照肉に比較して有意に低かった。pH 4.01 緩衝液の a* 値および K/S525 は他の浸漬液に比較して有意に低かった。

日本畜産学会報 86 (4), 491-496, 2015

和牛の一種である日本短角種は、岩手県を中心とした東北地方および北海道で生産されている。日本短角種の牛肉は、脂肪交雑の少ない健康的な肉として近年、需要が高まってきているが、脂肪交雑の多い黒毛和種の牛肉に比較して硬いと評価されているのが現状である。

これまで、硬い筋肉を軟化するための研究が数多く行われてきている (Gerelt ら 2000 ; Ashie ら 2002 ; Zochowska-Kujawska ら 2012)。著者ら (2014) は、日本短角種の内転筋をパイナップル果汁で浸漬させると、筋肉の色調値は低下するが、12 時間の浸漬であれば食感を損なうことなく軟化できることを報告している。また、著者ら (2015) は、日本短角種の大腿二頭筋をイワテヤマナシ果汁で浸漬させる場合、筋肉の色調値は低下するが、48 時間までの浸漬であれば保水性は維持されることを報告している。したがって、果汁には牛肉の理化学特性を改善する効果があることを明らかにしてきた。ところが、果汁にはタンパク質分解酵素の他に、糖分、イオン、および pH など、筋肉の理化学特性に影響を及ぼす多くの要因が存在すると考えられる。

これまで、筋肉への有機酸の添加により、コラーゲンの溶解性が増加すること (Arganosa と Marriott 1989)、剪断力価が低下すること (Medyński ら 2000 ; Quartey-Papafio ら 1980)、筋肉の pH が低下すること (Hamby ら 1987)、および肉色が改善すること (Aktas と Kaya 2001 ; Stivarius ら 2002) が報告されている。また、柑

橘果汁の pH は、筋肉の保水性、剪断力価、およびコラーゲンの溶解性に影響を及ぼすことが報告されている (Burke と Monahan 2003)。さらに、著者らの報告 (2014, 2015) では、供試したパイナップル果汁およびイワテヤマナシ果汁の pH は、それぞれ 3.5 および 3.9 の酸性を示していた。したがって、果汁への牛肉の浸漬は、果汁に含まれる酵素だけではなく、pH についても同様に牛肉の理化学特性に影響を及ぼしている可能性が考えられる。

筋肉の色調のうち、赤色度を示す a* 値は、筋肉に対する消費者の評価 (Hulsegge ら 2001) および筋肉中のヘム鉄含量 (Gil ら 2001 ; Dunne ら 2006 ; Ponnampalam ら 2012) との間で、それぞれ正の相関を示すことが報告されている。著者らの報告 (2014, 2015) では、果汁への浸漬により筋肉の a* 値が低下したことから、果汁に浸漬させた筋肉に対する消費者の評価および筋肉中のヘム鉄含量は、共に低下している可能性が考えられる。これまで、浸漬液の pH が肉色に及ぼす影響についてはいくつかの報告があるが (Sawyer ら 2008 ; Yusop ら 2010)、その原因を検討するために必要だと考えられる浸漬液の色調および浸漬液中に溶出すると考えられるヘム鉄の含量に及ぼす影響についての報告はない。

そこで本研究では、筋肉の保水性、剪断力価、およびコラーゲンの溶解性に影響を及ぼすと考えられる pH に着目し、日本短角種去勢牛の大腿二頭筋を pH が異なる緩衝液および蒸留水 (RO 水) に浸漬させ、浸漬液の pH が牛肉

の物性、保水性、および色調に及ぼす影響について検討を行った。また、これまで検討されることのなかった、浸漬液の pH が浸漬液の色調およびヘム鉄含量に及ぼす影響についても検討を行った。

材料および方法

1. 供試筋肉

日本短角種去勢牛 5 頭 (25.8 ± 0.1 ヲ月齡) を屠畜し、枝肉を 2℃ で約 48 時間冷蔵した後、大腿二頭筋 (*M. biceps femoris*) を採取した。この大腿二頭筋は真空包装し、4℃ で 21 日間の熟成を行った後、分析に用いるまで -20℃ で冷凍貯蔵した。なお、解凍は 4℃ で 48 時間かけて行った。

2. 標準緩衝液

標準緩衝液は pH 4.01 標準緩衝液 (PH 4 標準液; 純正化学, 東京) および pH 6.86 標準緩衝液 (PH 7 標準液; 純正化学) を使用した。

3. 理化学分析

大腿二頭筋から厚さ 2 cm かつ約 60 g の直方体の筋肉サンプルを、側面に筋線維断面が表れるように筋線維に平行に 4 個切り出し、それぞれの重量を測定した。4 個の筋肉サンプルから任意の 1 個の筋肉サンプルを選び、筋肉サンプルと等量の pH 4.01 標準緩衝液を添加して真空包装し、4℃ で貯蔵した。pH 6.86 標準緩衝液および RO 水についても同様の処理を行った。また、1 つの筋肉サンプルは浸漬液を加えず、真空包装して 4℃ で貯蔵した (対照肉)。

4℃ で貯蔵した各筋肉サンプルは貯蔵の 24 時間後に真空袋から取り出し、貯蔵後の浸漬液の pH を測定した。浸漬液の pH を測定後、浸漬液 7 mL をそれぞれシャーレ内に入れ、分光測色計 (CM-2500d; KONICA MINOLTA, 東京) を用いて、浸漬液の色調値 (L^* 値, a^* 値, および b^* 値) を測定した。また、同じ分光測色計を用いて、筋肉中のヘム鉄含量と正の相関がある K/S525 の値を、Stewart ら (1965) の方法により測定した。なお、測定は各筋肉サンプルにつき 3 ヲ所で行った。次に、筋肉サンプルの表面に付着しているドリップをペーパータオルで除去した後、重量を測定し、貯蔵前と貯蔵後の重量差を貯蔵前の重量で除した値から、貯蔵時の保水性の指標であるドリップロスを求めた。また、筋線維断面が表れている筋肉サンプル表面の色調値および K/S525 の値の測定を、上記と同様の方法により行った。

すべての筋肉サンプルの色調値を測定後、筋肉サンプルをナイロンバッグに入れ、中心温度が 75℃ に到達するまで 80℃ で湯浴を行い、約 60 分間冷却した。冷却後、筋肉サンプルの表面に付着しているドリップをペーパータオルで除去した後、重量を測定し、加熱前と加熱後の重量差を加熱前の重量で除した値から、加熱時の保水性の指標であるクッキングロスと求めた。また、貯蔵前と加熱後の重

量差を貯蔵前の重量で除した値からトータルロスを求めた。

次に、すべての筋肉サンプルから、表面を含む筋線維と平行の 10×5 mm の直方体を切り出し、卓上型物性測定器 (TPU-2C; 山電, 東京) を用い、岡田と村元 (2013) の方法により、プランジャーが厚さ 5 mm の方向に加圧されるように Texture Profile Analysis を行った。

4. 統計解析

すべての測定項目において、浸漬の処理の違いによる差の検定を Tukey-Kramer の多重比較検定により行った。なお、危険水準は 5% で統一した。

結果および考察

浸漬液の pH の違いが日本短角種去勢牛の大腿二頭筋のテクスチャーに及ぼす影響を表 1 に示す。テクスチャープロファイル分析の各項目において、試験区間での有意な差は認められなかった。したがって、浸漬液の pH は日本短角種牛肉の物性には影響を及ぼさないことが示された。

浸漬液の pH の違いが日本短角種去勢牛の大腿二頭筋のドリップロス、クッキングロス、トータルロス、および浸漬液の pH に及ぼす影響を表 2 に示す。ドリップロスは、浸漬させた筋肉が対照肉のものに比較して有意に低く、pH 6.86 緩衝液に浸漬させた筋肉が他の浸漬液のものに比較して有意に低かった。クッキングロスは、浸漬させた

Table 1 Effect of immersing solution pH on the textural properties of *M. biceps femoris* from Japanese Shorthorn steers ($n = 5$)

		Mean ± SE
Maximum load (N)	Control	21.2 ± 1.7
	pH 4.01	23.1 ± 1.5
	RO ¹	24.0 ± 1.4
	pH 6.86	20.4 ± 1.9
Load of guminess (N)	Control	13.1 ± 1.1
	pH 4.01	13.7 ± 0.8
	RO	14.6 ± 0.8
	pH 6.86	12.4 ± 1.1
Cohesiveness	Control	0.61 ± 0.01
	pH 4.01	0.60 ± 0.01
	RO	0.61 ± 0.00
	pH 6.86	0.61 ± 0.01
Distortion of fracture (%)	Control	35.5 ± 0.7
	pH 4.01	35.9 ± 1.0
	RO	36.7 ± 1.2
	pH 6.86	35.8 ± 0.7
Energy of brittleness (kJ/m ³)	Control	50.9 ± 6.5
	pH 4.01	57.5 ± 4.6
	RO	59.5 ± 4.4
	pH 6.86	48.7 ± 6.0

¹ RO is the water passed through reverse osmosis film.

筋肉が対照肉のものに比較して有意に高かった。トータルロス、pH 4.01 緩衝液および RO 水に浸漬させた筋肉は対照肉のものに比較して有意に高かったが、pH 6.86 緩衝液と対照肉の間には有意な差は認められなかった。

一般に、アクトミオシンの等電点 (pH 5.3) から離れた pH を示す浸漬液に筋肉を浸漬させると、筋原線維間の隙間が大きくなって水分が流入するため、保水性は増加する (Aktas と Kaya 2001)。一方、アクトミオシンの等電点を示す浸漬液に筋肉を浸漬させると、アクトミオシンが収縮して水分が流出し、保水性は低下する (Seuss と Martin 1993)。本研究において、pH 6.86 緩衝液に浸漬させた筋肉のドリップロスが他の筋肉に比較して低かったのは、浸漬液の pH が等電点から最も離れていたためであると考えられる。しかし、等電点から pH が離れている pH 4.01 緩衝液のドリップロスと RO 水のものとの間に差はみられなかった。著者らは、pH 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, および 7.0 の塩酸溶液で、それぞれ筋肉を浸漬させると、すべての塩酸溶液の pH が 5.6 になったことを確認している (未発表)。したがって、筋肉には pH の緩衝作用があり、pH 4.01 緩衝液の pH が pH 6.86 緩衝液の pH に比較してアクトミオシンの等電点に近づき (pH 4.01 から pH 4.86)、アクトミオシンが収縮して水分が流出したことにより、pH 4.01 緩衝液のドリップロスと RO 水のものとの間に差が生じなかった可能性が考えられる。Gault (1985) の報告でも、筋肉の pH が 4.0 以下または 6.0 以上になる

と、未加熱の筋肉の保水性が増加している。クッキングロスには、pH の違いによる差は認められなかった。Sawyer ら (2008) は、濃度の異なる乳酸溶液を牛肉に注入すると、牛肉の pH が低下するのに伴い (pH 5.8 から pH 4.1) ドリップロスは減少するが、クッキングロスには差が認められなかったことを報告している。また、Yusop ら (2010) は、pH が 3.0 から 4.2 を示す浸漬液に鶏肉を浸漬させると、浸漬液の pH が増加するのに伴ってドリップロスは減少するが、クッキングロスは pH による影響を受けないことを報告している。したがって、浸漬液の pH はドリップロスには影響を及ぼすが、クッキングロスには影響を及ぼさないという本研究の結果は、Sawyer ら (2008) および Yusop ら (2010) の報告と一致する。筋肉の貯蔵から加熱に至るまでの保水性を示すトータルロスでは、pH 6.86 緩衝液と対照肉との間に差は認められなかった。したがって、少なくとも浸漬液の pH が 4.01 から 6.86 の範囲では、高い pH を示す浸漬液では筋肉の保水性は保持されることが示された。

浸漬液の pH の違いが日本短角種去勢牛の大腿二頭筋の L* 値、a* 値、b* 値、および K/S525 に及ぼす影響を表 3 に示す。L* 値は、浸漬させた筋肉が対照肉のものに比較して有意に高く、RO 水に浸漬させた筋肉は、他の浸漬液のものに比較して有意に高かった。a* 値は、浸漬させた筋肉が対照肉のものに比較して有意に低かった。K/S525 は、浸漬させた筋肉が対照肉のものに比較して有意

Table 2 Effect of immersing solution pH on drip loss, cooking loss, total loss, and solution pH of *M. biceps femoris* from Japanese Shorthorn steers ($n = 5$)

		Mean ± SE
Drip loss (%)	Control	2.2 ^a ± 0.4
	pH 4.01	-0.3 ^b ± 0.5
	RO ¹	-0.8 ^b ± 0.4
	pH 6.86	-3.1 ^c ± 0.3
Cooking loss (%)	Control	25.4 ^b ± 0.8
	pH 4.01	33.0 ^a ± 1.1
	RO	34.0 ^a ± 1.1
	pH 6.86	33.3 ^a ± 0.4
Total loss (%)	Control	27.0 ^b ± 1.0
	pH 4.01	32.8 ^a ± 1.4
	RO	33.5 ^a ± 1.3
	pH 6.86	31.2 ^{ab} ± 0.5
pH	pH 4.01	4.86 ^c ± 0.01
	RO	5.55 ^b ± 0.02
	pH 6.86	6.20 ^a ± 0.01

¹ RO is the water passed through reverse osmosis film. ^{a-c} Means between Control, pH 4.01, RO, and pH 6.86 in each parameter with a different superscript letter significantly differ ($P < 0.05$).

Table 3 Effect of immersing solution pH on L* value, a* value, b* value, and K/S525 of *M. biceps femoris* from Japanese Shorthorn steers ($n = 5$)

		Mean ± SE
L* value	Control	36.6 ^c ± 0.6
	pH 4.01	49.9 ^b ± 1.2
	RO ¹	56.0 ^a ± 0.9
a* value	Control	14.3 ^a ± 0.7
	pH 4.01	5.8 ^b ± 0.3
	RO	6.8 ^b ± 0.3
b* value	pH 6.86	7.7 ^b ± 0.3
	Control	12.3 ± 0.6
	pH 4.01	12.3 ± 0.4
K/S525	RO	13.6 ± 0.3
	pH 6.86	13.2 ± 0.6
	Control	5.7 ^a ± 0.2
	pH 4.01	2.3 ^b ± 0.2
	RO	1.4 ^c ± 0.1
	pH 6.86	1.8 ^{bc} ± 0.1

¹ RO is the water passed through reverse osmosis film. ^{a-c} Means between Control, pH 4.01, RO, and pH 6.86 in each parameter with a different superscript letter significantly differ ($P < 0.05$).

に低く、pH 4.01 緩衝液に浸漬させた筋肉は RO 水のものに比較して有意に高かった。

L* 値は、pH 4.01 緩衝液および pH 6.86 緩衝液で浸漬させた筋肉が RO 水のものに比較して低かった。pH の変化が筋肉の L* 値に及ぼす影響については、Dhanda ら (2002) が、バイソンの筋肉に塩水を注入して pH を 5.40 から 5.66 まで高めると、筋肉の L* 値が減少することを報告している。また、著者ら (2015) は、酸性を示す果汁および pH 4.01 緩衝液に牛肉を浸漬させると、RO 水のものに比較して L* 値が低下することを報告している。アクトミオシンの等電点では、筋線維構造が変化することにより光の反射率が変化する (Aktas と Kaya 2001)。また、浸漬液の pH の低下は筋肉タンパク質の変性を引き起こし、筋肉の L* 値に影響を及ぼす (Alvarado と Sams 2003; Woelfel と Sams 2001)。Dhanda ら (2002)、著者ら (2015)、および本研究における結果から、L* 値はアクトミオシンの等電点およびタンパク質が変性する pH を境に変化すると考えられる。a* 値は、浸漬液の pH の違いによる影響を受けなかった。Yusop ら (2010) は、鶏肉を pH 3.0 から pH 4.2 の浸漬液で浸漬させると、浸漬液の pH が低くなるのに伴って筋肉の a* 値が減少することを報告している。本研究における結果と Yusop ら (2010) の報告との相違は、本研究での pH の設定が pH 4.01 から pH 6.86 と、彼ら (2010) の報告に比較して高いことであり、そのため筋肉の a* 値が pH による変性の影響を十分には受けなかったと考えられる。今後、浸漬液の pH の設定を変え、pH が a* 値に及ぼす影響について詳細に検討する必要がある。K/S525 は、pH 4.01 緩衝液のものが RO 水のものに比較して有意に高かった。筋肉の K/S525 とヘム鉄含量との間には正の相関があることが報告されている (Stewart ら 1965)。したがって、筋肉を浸漬させる場合、pH 4.01 緩衝液に浸漬させた筋肉中のヘム鉄含量は RO 水のものに比較して高くなる可能性が示された。

浸漬液の pH の違いが浸漬液の L* 値、a* 値、b* 値、および K/S525 に及ぼす影響を表 4 に示す。L* 値は、pH 4.01 緩衝液が他の浸漬液に比較して有意に高かった。a* 値は、pH 4.01 緩衝液が他の浸漬液に比較して有意に低かった。K/S525 は、pH 4.01 緩衝液が他の浸漬液に比較して有意に低かった。

pH 4.01 緩衝液は他の浸漬液に比較して L* 値が高く、a* 値および K/S525 が低くなることが示された。筋肉の K/S525 とヘム鉄含量との間には正の相関があることから (Stewart ら 1965)、pH 4.01 緩衝液中のヘム鉄含量は他の浸漬液のものに比較して低くなると考えられる。本研究において、pH 4.01 緩衝液で浸漬させた筋肉の K/S525 の値は RO 水のものに比較して高く、pH 4.01 緩衝液の K/S525 の値は他の浸漬液のものに比較して低かった。したがって、浸漬液の pH が少なくとも 4.01 か

Table 4 Effect of immersing solution pH on L* value, a* value, b* value, and K/S525 of immersing solutions ($n = 5$)

		Mean \pm SE
L* value	pH 4.01	27.7 ^a \pm 1.3
	RO ¹	20.6 ^b \pm 0.6
	pH 6.86	19.4 ^b \pm 1.0
a* value	pH 4.01	12.7 ^a \pm 1.6
	RO	30.2 ^a \pm 1.6
	pH 6.86	32.1 ^a \pm 1.8
b* value	pH 4.01	31.1 \pm 1.2
	RO	31.5 \pm 0.6
	pH 6.86	30.1 \pm 0.6
K/S525	pH 4.01	10.7 ^b \pm 1.7
	RO	61.1 ^a \pm 12.3
	pH 6.86	87.9 ^a \pm 15.6

¹ RO is the water passed through reverse osmosis film.
^{a,b} Means between pH 4.01, RO, and pH 6.86 in each parameter with a different superscript letter significantly differ ($P < 0.05$).

ら 6.86 の範囲では、緩衝液の pH が低くなるのに伴って筋肉中のヘム鉄は保持される可能性が示された。

本研究の結果から、浸漬液の pH は日本短角種牛肉の物性には影響を及ぼさないことが示された。また、浸漬液の pH が少なくとも 4.01 から 6.86 の範囲では、pH の低い浸漬液において筋肉中にヘム鉄が保持され、一方、pH の高い浸漬液において筋肉の保水性が保持されることが明らかとなった。タンパク質分解酵素を含む果汁の多くは酸性を示し、その酵素は酸性下でも活性を示すことが報告されている (和辻と宮本 1985; Rawdkuen と Benjakul 2012)。本研究では、pH 6.86 緩衝液では筋肉の保水性は高まるが、保水性との間に相関がみられる物性には pH による影響はみられなかった。一方、pH 4.01 緩衝液では筋肉の保水性は低下するが、pH 6.86 緩衝液と同様に物性には影響がみられなかった。また、pH 4.01 緩衝液では、食感の維持に加えて筋肉中のヘム鉄が保持されたことから、低い pH を示す酸性の果汁に筋肉を浸漬させた場合でも、筋肉中の鉄分は損失しないことが明らかとなった。今後、浸漬液の pH が筋肉中のコラーゲンの溶解性に及ぼす影響、およびタンパク質分解酵素を含む酸性果汁に含まれる糖分およびイオンが日本短角種牛肉の軟化に及ぼす影響について、それぞれ検討を行う必要があると考えられる。

文 献

- Aktas N, Kaya M. 2001. The influence of marinating with weak organic acids and salts on the intramuscular connective tissue and sensory properties of beef. *European Food Research Technology* **213**, 88-94.

- Alvarado CZ, Sams AR. 2003. Injection marinating strategies for remediation of pale, exudative broiler breast meat. *Poultry Science* **82**, 1332-1336.
- Arganosa GC, Marriott NG. 1989. Organic Acids as tenderizers of collagen in restructured beef. *Journal of Food Science* **54**, 1173-1176.
- Ashie INA, Sorensen TL, Nielsen PM. 2002. Effect of papain and a microbial enzyme on meat proteins and beef tenderness. *Journal of Food Science* **67**, 2138-2142.
- Burke RM, Monahan FJ. 2003. The tenderization of shin beef using a citrus juice marinade. *Meat Science* **63**, 161-168.
- Dhanda JS, Pegg RB, Janz JAM, Aalhus JL, Shand PJ. 2002. Palatability of bison *semimembranosus* and effects of margination. *Meat Science* **62**, 19-26.
- Dunne PG, O'Mara FP, Monahan FJ, Moloney AP. 2006. Changes in colour characteristics and pigmentation of subcutaneous adipose tissue and *M. longissimus dorsi* of heifers fed grass, grass silage or concentrate-based diets. *Meat Science* **74**, 231-241.
- Gault NFS. 1985. The relationship between water-holding capacity and cooked meat tenderness in some beef muscles as influenced by acidic conditions below the ultimate pH. *Meat Science* **15**, 15-30.
- Gerelt B, Ikeuchi Y, Suzuki A. 2000. Meat tenderization by proteolytic enzymes after osmotic dehydration. *Meat Science* **56**, 311-318.
- Gil M, Serra X, Gispert M, Oliver A, Sanudo M, Panea B. 2001. The effect of breed-production systems on the myosin heavy chain 1, the biochemical characteristics and the colour variables of *Longissimus thoracis* from seven Spanish beef cattle breeds. *Meat Science* **58**, 181-188.
- Hamby PL, Savell JW, Acuff GR, Vanderzant C, Cross HR. 1987. Spray-chilling and carcass decontamination systems using lactic and acetic acid. *Meat Science* **21**, 1-14.
- Hulsegge B, Engel B, Buist W, Merkus GSM, Klont RE. 2001. Instrumental colour classification of veal carcasses. *Meat Science* **57**, 191-195.
- Medyński A, Pospiecha E, Kniata R. 2000. Effect of various concentrations of lactic acid and sodium chloride on selected physico-chemical meat traits. *Meat Science* **55**, 285-290.
- 岡田祐季, 村元隆行. 2013. 野生エゾシカの3筋肉の理化学特性. 日本畜産学会報 **84**, 169-174.
- Ponnampalam EN, Butler KL, McDonagh MB, Jacobs JL, Hopkins DL. 2012. Relationship between muscle antioxidant status, forms of iron, polyunsaturated fatty acids and functionality (retail colour) of meat in lambs. *Meat Science* **90**, 297-303.
- Quartey-Papafio EA, Marshall RT, Anderson ME. 1980. Short-chained fatty acids as sanitizers for beef. *Journal of Food Protection* **43**, 168-171.
- Rawdkuen S, Benjakul S. 2012. Biochemical and microstructural characteristics of meat samples treated with different plant proteases. *African Journal of Biotechnology* **11**, 14088-14095.
- Sawyer JT, Apple JK, Johnson ZB. 2008. The impact of lactic acid concentration and sodium chloride on pH, water-holding capacity, and cooked color of injection-enhanced dark-cutting beef. *Meat Science* **79**, 317-325.
- Seuss I, Martin M. 1993. The influence of marinating with food acids on the composition and sensory properties of beef. *Fleischwirtsch* **73**, 292-295.
- Stewart MR, Zipser MW, Watts BM. 1965. The use of reflectance spectrophotometry for the assay of raw meat pigments. *Journal of Food Science* **30**, 464-469.
- Stivarius MR, Pholman FW, McElyea KS, Waldroup AL. 2002. Effects of hot water and lactic acid treatment of beef trimmings prior to grinding on microbial, instrumental color and sensory properties of ground beef during display. *Meat Science* **60**, 327-334.
- 手塚 咲, 村元隆行. 2014. パイナップル果汁への浸漬時間が日本短角種牛肉の理化学特性に及ぼす影響. 日本畜産学会報 **85**, 145-152.
- 手塚 咲, 山形健登, 片山寛則, 渡邊 学, 村元隆行. 2015. 浸漬液および浸漬時間の違いが日本短角種牛肉の理化学特性に及ぼす影響. 日本畜産学会報 **86**, 37-43.
- 和辻敏子, 宮本梯次郎. 1985. キウイフルーツの牛肉軟化効果について. 調理科学 **18**, 128-132.
- Woelfel RL, Sams AR. 2001. Marinating performance of pale broiler breast meat. *Poultry Science* **80**, 1519-1522.
- Yusop SM, O'Sullivan MG, Kerry JF, Kerry JP. 2010. Effect of marinating time and low pH on marinade performance and sensory acceptability of poultry meat. *Meat Science* **85**, 657-663.
- Zochowska-Kujawska J, Lachowicz K, Sobczak M. 2012. Effects of fibre type and kefir, wine lemon, and pineapple marinades on texture and sensory properties of wild boar and deer longissimus muscle. *Meat Science* **92**, 675-680.

Effects of immersing solution pH on the physical and chemical characteristics of beef from Japanese Shorthorn steers

Saki TEZUKA¹ and Takayuki MURAMOTO²

¹ Graduate School of Agriculture, Iwate University, Morioka 020-8550, Japan

² Faculty of Agriculture, Iwate University, Morioka 020-8550, Japan

Corresponding : Takayuki MURAMOTO (fax : +81 (0) 19-621-6287, e-mail : muramoto@iwate-u.ac.jp)

This study was conducted to examine the effects of immersing solution pH on the physical and chemical properties of Japanese Shorthorn beef. Samples of *M. biceps femoris* from five Japanese Shorthorn steers were immersed in pH 4.01 standard buffer, pH 6.86 standard buffer, and pH 5.8 distilled water for 24 h. Drip loss, cooking loss, total loss, color values, and texture profiles of muscles were analyzed after immersion. The pH of the immersing solutions had no effects on any of the muscle texture properties. Cooking losses of muscle samples immersed in solutions of pH 4.01 and 6.86 were significantly lower than that of control muscle. However, there were no differences in the total loss between control muscle and the muscle immersed in pH 6.86 standard buffer. The L* value of muscle immersed in distilled water was significantly higher than that of other muscles. The a* value of muscle immersed in each solution was significantly lower than that of control muscle. The a* value and K/S525 of pH 4.01 standard buffer after immersion were significantly lower than those of other solutions.

Nihon Chikusan Gakkaiho 86 (4), 491-496, 2015

Key words : Japanese shorthorn steers, meat color, pH, standard buffer, texture.