

青パパイヤに含まれる酵素が豚肉に及ぼす調理特性の影響

大貫 和恵・目黒 周作・飯島 健志

キーワード：青パパイヤ，テクスチャー，やわらかさ，官能評価

1. 序論

パパイヤ (*Carica papaya* L.) は、熱帯アメリカが起源であり、東南アジア等の熱帯地方の国々では、熟した果実と熟す前の未熟果実の2種類のタイプで使用され、未熟果実を別名、青パパイヤという。パパイヤは、日常的に食用として喫食され、その方法は、熟した果実がデザートとして、未熟果実が野菜としてサラダ等で喫食されており¹⁾、加工食品(乾燥パパイヤ、キャンディー、アイスクリームなど)としても消費されている²⁾。近年、日本では、岡山県や茨城県、千葉県などにも栽培と利用が拡大しつつある。また、青パパイヤにおいては、沖縄県や奄美地方で伝統的農産物として喫食されており、野菜として主に炒め物、煮物、漬け物等に利用されている³⁾。青パパイヤが市場に供給できる時期は、収穫時期の秋期3か月間に限られているため日常的な活用は難しいとされているが、青パパイヤの千切り(冷凍および乾燥)、ペースト(冷凍)、ダイスカット(冷凍)などの多様化した加工品が開発されており、現在、一年通しての活用が可能となったことから、今後、様々な分野で活用が期待される。

パパイヤのタンパク質の構造や性質については、既に詳細が明らかにされており⁴⁻⁵⁾、ラテックスには、パパイイン、キモパパイインなどのシステインエンドペプチダーゼ⁶⁾や脂質分解酵素など⁷⁻⁹⁾が豊富に含まれていることから食肉の軟化などに使用されている¹⁰⁾。パパイヤのような植物由来の酵素を活用した食肉の軟化研究は、パパイヤから採取されるパパイイン¹¹⁾、パイナップルから採取されるプロメライン¹²⁾、イチジクから採取されるフィシン¹³⁾、およびキウイフルーツから採取されるアクチニジン¹⁴⁾について報告されている。しかし、国産の青パパイヤやその加工品における活用効果の報告は少なく、活用方法が未知数である。

本研究で使用する茨城県産青パパイヤの粉末加工品は、パパイヤと同様にタンパク質分解酵素が含まれていることを著者ら¹⁵⁾がすでに明らかにしていることから、青パパイヤにも食肉の軟化効果が期待される。そこで、青パパイヤ粉末加工品を有効活用するため、青パパイヤに含まれるタンパク質分解酵素を活用した食肉の軟化実験を行い、加熱処理後に変化する食肉の色、テクスチャーや嗜好性などを明らかにする。

2. 実験方法

1) 試料

試料とする肉は、実験当日に精肉店で豚ロース肉(重さ約100 g, 厚さ約10 mm)を購入し、浸漬直前まで4℃冷蔵庫にて保管した。

実験に使用する肉は、事前に脂肪部分を取り除き、縦約7 cm×横約12 cm×厚さ約1 cmに調製した後、肉重量に対して3%の粗酵素液を試料肉表面に均一に塗布した。さらに、プラスチック製袋(厚さ0.06 mm, 耐熱100℃)に試料肉1枚を底面に接するように入れ、空気を抜いて密封し、それぞれを4℃の冷蔵庫内で24時間浸漬した。浸漬後、密封した肉を袋ごと80℃恒温水槽中で30分間加熱処理後、流水中で30分間冷却した。なお、この加熱条件は食品衛生法上必要な豚肉の殺菌条件(中心部63℃, 30分)を十分上回ることを確認している。加熱処理後の試料肉は、色およびテクスチャー特性測定用が縦2 cm×横2 cmに、官能評価用が縦1.5 cm×横1.5 cm(一口大)に整形し、試料温度20℃±2℃で以下の実験に供した。

2) 粗酵素液の調製

粗酵素液は、青パパイヤ粉末加工品を溶液に調製したもの(青パパイヤ粗酵素液)、しょうがを搾汁したもの(しょうが汁)の2種類とし、さらに比較対照として蒸留水を用いた全3種類で実施した。

青パパイヤ粗酵素液は、茨城県那珂市にある株式会社やぎぬま農園で栽培された茨城県産青パパイヤをフリーズドライにて粉末に加工処理されたもの(青パパイヤ粉末加工品)を使用し、蒸留水にて6%(W/V)に調製した。この調製濃度については、著者らの報告¹⁵⁾よりすでに明らかにしている最も高い活性が認められた6%濃度に設定した。しょうが汁は、市販の古根しょうがの皮をむき、セラミック製のおろし器ですりおろし、ガーゼで絞った汁を用いた。

3) 色

色の測定は、測色色差計(日本電色工業(株)NE-2000)を用いて各試料肉の加熱処理後の肉表面の中央部について測定した。測色色差計より明度のL*(白色度)、色度のa*(赤-緑色)、b*(黄-青色)の各値を測定し、色度より彩度C* $[(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ を算出、さらに、明度と色度より色差 $\Delta E^*[(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ を算出し、各試料肉を比較検討した。

4) 加熱損失率

粗酵素液および加熱処理による水分および肉汁損失の影響については、加熱処理前後の試料重量を測定し、その差異から加熱前の試料重量をW0、加熱後の試料重量をW1として、(1)式により加熱損失率¹⁶⁻¹⁷⁾を算出した。なお、加熱処理後は、室温(20℃)まで冷まして表面をペーパーで軽く水分を拭き取り、重量を測定した。

$$\text{加熱損失率}(\%) = \{(W0 - W1) / W0\} \times 100 \quad (1)$$

5) テクスチャー特性 (硬さ) の測定

かたさや破断特性は、卓上型物性測定器 ((株) 山電 TPU-2DL) を用いて測定を行った。アクリル樹脂製プランジャーは円柱型 (No.4 : 直径3.0 mm) を使用し、最大荷重20 N、測定速度1.0 mm/secの定速測定を行った。測定は、試料を筋線維に垂直方向にプランジャーが貫入するよう設置し、クリアランス0.5 mmの条件とした。

6) 官能評価

官能評価 (嗜好型) は、評点法を用い、パネルは本学本学科学生10名とした。提供する試料肉については、3種類をパネルに提示した。

評価項目は、多汁性、においの好み、やわらかさの好み (肉を噛み切った時の印象)、やわらかさの好み (咀嚼中の印象)、味としての好みとし、評点は、1 : 非常に好ましくないから7 : 非常に好ましいとした。また、各試料に対しての自由記述を項目に加えた。

7) 統計処理

統計処理はSPSS (SPSS ver. 28) を用いた。有意水準は $p < 0.05$ および $p < 0.01$ とした。得られた測定データに関して分散分析を行い、有意差が認められた場合には、その後の検定として、多重比較を行った。

8) 倫理的配慮

本研究は、本学倫理審査規程に則り、本学の倫理審査委員会に倫理審査を申請して承認された (課題番号2022-006)。官能評価のパネリストには、研究目的や方法、参加は個人の自由意志であることを説明し、書面による同意を得た。パネリストの情報はすべてID番号で管理し、個人が特定できないように配慮した。

3. 結果および考察

1) 粗酵素液および加熱処理による重量変化

粗酵素液に浸漬後、加熱処理した試料肉 (各n=5) は、プラスチック製袋に水分および肉汁が流出していたことから加熱処理後の重量は減少していた。加熱時の肉汁損失を示す試料肉の加熱損失率は、蒸留水が35.1%、しょうが汁が34.7%、青パパイヤ粗酵素液が34.4%を示し、青パパイヤ粗酵素液が最も低値であったが、近似値のため有意差がみられなかった。肉の等電点はpH5.5-6で、肉の保水性が最も低い状態になるが、そこに酢漬けによりpHを酸性側、あるいは重曹によりアルカリ側に傾けると筋線維間の隙間が大きくなって水分が流入し、肉の保水性が高まり、さらにジューシー (多汁性) で柔らかくなる¹⁸⁾。本研究の粗酵素液のpHは、しょうが汁が約5.9、青パパイヤ粗酵素液が約4.9のため、粗酵素液のpHの違いによる加熱損失率への影響が懸念されたが、肉汁損失に大きな影響はみられなかったと考えられる。

2) 外観および色の変化

試料肉の外観観察について、色は加熱処理前の赤色から加熱処理後に茶褐色へと変化し

たが、試料間で肉眼的な色の違いが判別できるほどの差は感じられなかった。触感は、試料肉の表層部を手で触れた感覚が若干異なり、特に、青パパイヤ粗酵素液がぼそぼそとやわらかい状態であった。

次に、加熱処理後の試料の明度L*値、色度a*値およびb*値、色度より算出された彩度C*値を表1に示した。

L*値は、全試料において明度が高い傾向を示す75前後であり、青パパイヤ粗酵素液としょうが汁間で有意な差が認められた ($p<0.05$)。a*値は、全試料においてプラスの値のため赤方向を示したが、顕著に低値であり肉眼的に赤色を感じられなかった。b*値は、全試料において黄方向を示し、粗酵素液間で有意差がみられた ($p<0.01$)。彩度C*値は、青パパイヤ粗酵素液がしょうが汁より高く鮮やかであった ($p<0.01$)。明度および色度より算出された2点の色差 ΔE^* については、しょうが汁が蒸留水に対して0.88、青パパイヤ粗酵素液が1.30でわずかに異なる程度、しょうが汁と青パパイヤ粗酵素液1.69で感知し得るほどに異なる程度を示し、それぞれの試料において肉眼で色の違いが判別できるほどの顕著な差はみられなかった。本研究で使用した粗酵素液2種の色 (L*値, a*値, b*値) は、しょうが汁がそれぞれ1.7, 0.0, 1.8を示し、明度は低く、黄方向であった一方、青パパイヤ粗酵素液が23.0, 0.8, 11.0を示し、しょうが汁より明度は高いが、黄方向であった。両者は、L*値およびb*値に顕著な差があり、試料肉を粗酵素液に浸漬し、加熱処理後の試料肉表面への色に影響が懸念されたが、肉眼的な差はみられなかった。また、a*値は、粗酵素液2種が蒸留水に対して低く、有意差がみられた ($p<0.05$)。肉はpHの低い溶液で浸漬するとa*値が低下するとの報告^{19,20)}があり、本研究で使用した粗酵素液のpHが蒸留水よりしょうが汁 (約5.9) や青パパイヤ粗酵素液 (約4.9) の方が低いいため、a*値への影響が若干みられたと考えられる。

表1 加熱処理後の豚肉の色

	L*	a*	b*	C*
蒸留水	75.34 ± 0.41	2.01 ± 0.21	11.74 ± 0.15	11.92 ± 0.14
しょうが汁	75.85 ± 0.39	1.32 ± 0.12	11.51 ± 0.21	11.57 ± 0.20
青パパイヤ粗酵素液	74.38 ± 0.44	1.35 ± 0.15	12.33 ± 0.19	12.40 ± 0.18

値は平均値±標準誤差を示す (n=15)

多重比較検定にて有意差あり (** $p<0.01$, * $p<0.05$)

次に、触感について、上述の通り試料肉の表層部を手で触れた際、しょうが汁および蒸留水は、弾性を感じられたが、青パパイヤ粗酵素液がぼそぼそとやわらかい感じで、筋繊維が若干手に付着した。食肉へのパパイン添加は、パパインが豚肉内に浸透するために長時間要する一方、長時間浸漬すると食肉表層部において組織破壊による食肉本来のテクスチャーの損失を招く危険性が大きいことが示唆されている²¹⁾。本研究では、24時間の浸漬時間で実施したため、粗酵素液により豚肉の軟化が進み、表層部の組織破壊が生じたため、表層部がぼそぼそしていたと考えられる。

3) テクスチャー特性

加熱処理後の試料肉の物性を表2に示した。

まず、豚肉の硬さをみるかたさ荷重 (N) は、蒸留水は13.54,しょうが汁が12.00,青パパイヤ粗酵素液が9.70を示し、青パパイヤ粗酵素液が最もやわらかかった ($p<0.01$)。破断荷重 (N) も同様の結果が得られ、蒸留水、しょうが汁、青パパイヤ粗酵素液の順でやわらかく、有意差がみられた。次に、破断変形 (mm) は、蒸留水は6.14,しょうが汁が5.75,青パパイヤ粗酵素液が4.96を示し、青パパイヤ粗酵素液が最も変形せずに破断した。さらに、破断歪率 (%) も同様の結果が得られた。これらの結果より、かたさと破断特性は、酵素が含まれていない蒸留水が最も高い一方、酵素が含まれている青パパイヤ粗酵素液やしょうが汁はやわらかく、破断特性が低かった。さらに、粗酵素液2種では、青パパイヤ粗酵素液がしょうが汁に対して全測定項目で低値を示し、かたさ荷重や破断荷重で有意差が認められた ($p<0.01$)。以上より、青パパイヤ粗酵素液は、しょうが汁よりやわらかく、破断特性が低いことも明らかとなった。

本研究で使用した青パパイヤ粉末加工品には、タンパク質分解酵素であるパパイン等¹¹⁾、しょうがにはショウガプロテアーゼ等²²⁾のシステインペプチダーゼが含まれているため、試料肉をそれらに浸漬したことで食肉表層部において加水分解が生じ、試料肉が蒸留水より軟化してやわらかく、弾力性が低くなったと考えられる。また、両者とも植物由来のタンパク質分解酵素が含まれているが、青パパイヤ粗酵素液のほうがやわらかく、弾力性が低かった。大沢ら²³⁾よりパパイン酵素液で処理した肉は、しょうが搾汁で処理した肉より軟化効果がより顕著であるとの報告があることから、本研究でも同様の結果が得られたと考えられる。これらの理由のひとつとして、青パパイヤ粗酵素液の酵素活性はしょうが搾汁より高いことが挙げられるが、本研究で使用した青パパイヤ粉末加工品としょうが搾汁の相違を明らかにしていないため、今後の検討課題である。

表2 加熱処理後の豚肉の物性

	かたさ荷重 ($\times N/m^2$)	破断荷重 ($\times N/m^2$)	破断変形 (mm)	破断歪率 (%)
蒸留水	13.54 \pm 0.17	10.91 \pm 0.67	6.14 \pm 0.28	79.82 \pm 4.10
しょうが汁	12.00 \pm 0.30	8.91 \pm 0.55	5.75 \pm 0.27	71.32 \pm 3.22
青パパイヤ粗酵素液	9.70 \pm 0.15	5.66 \pm 0.50	4.96 \pm 0.31	60.49 \pm 3.93

値は平均値 \pm 標準誤差を示す (n=15)

多重比較検定にて有意差あり (** $p<0.01$, * $p<0.05$)

4) 官能評価

加熱処理後の試料の官能評価 (嗜好型) を図1に示した。

全評価項目において、評点4.0以上を示したため総合的に嗜好性が高く、特に、ジューシーさを評価する多汁性は高かった。パパインは、筋肉中のタンパク質を非特異的に短時間で分解してしまうため²⁴⁾、パパインを添加した筋肉では過軟化および多汁性の低下が起きると報告されている²⁵⁾。しかし、本研究では、多汁性がしょうが汁の評点より高評価を得た

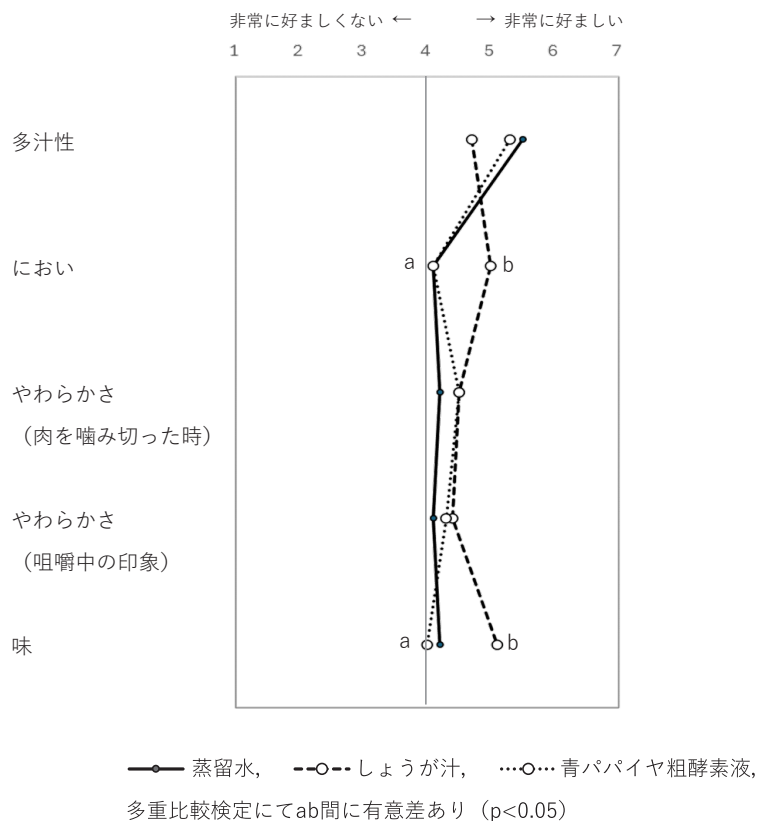


図1 加熱処理後の豚肉の官能評価 (嗜好型)

ことから、浸漬濃度および浸漬時間の条件を調整すれば多汁性の低下を抑えることができ、嗜好性の向上に繋がると考える。

においは、しょうが汁の評点 (5.0) が最も高く、青パパイヤ粗酵素液と蒸留水に対して有意差が認められた ($p<0.05$)。しょうがには、特有の辛味成分のジンゲロール、ジンゲロンや香気成分のシネオールなどが含まれており、強い殺菌作用と消臭作用、マスキング効果を持つため、肉の臭みや油臭さが軽減されたと考える²⁶⁻²⁷⁾。一方、パパイヤには、リナロール、オキサイド類、ラクトン類、カプロン酸や特有の香りとして、イソチオチアン酸のエステルなどの香気成分が含まれている²⁸⁾が、消臭効果が低いため、蒸留水と同等の評点になったと考える。

やわらかさについて、肉を噛み切った時の評価は、青パパイヤ粗酵素液としょうが汁が4.5と同等の評価を得たが、咀嚼中の印象では前者の方が評点が低かった。また、自由記述項目では、青パパイヤ粗酵素液について「やわらかいが、弾力性がない」、「肉の食感がない」、「肉の繊維感がない」等の意見が得られた。これらの評価より、一口目の肉を噛み切った時のやわらかさの印象は両者とも好まれて評価が同等であったが、咀嚼すると青パパイヤ粗酵素液が軟らかすぎて豚肉の食感を感じられなくなったため、評価が下がったと

考えられる。

味は、しょうが汁の評点 (5.0) が最も高く、青パパイヤ粗酵素液に対して有意差がみられた ($p<0.05$)。食品のおいしさは、主としてテクスチャー、味、香りが相互に影響しており、食肉の望ましいテクスチャーとは、適当な軟らかさ (硬さ) ともろさ、滑らかな口ざわり、ジューシーさ (多汁性) であるとされている^{29,30)}。本研究の条件で作成した青パパイヤ粗酵素液は、ジューシーさはあるが、肉の繊維感がなく、やわらかすぎたため、味の評価につながらなかった。一方、しょうが汁は、テクスチャーやにおいが非常に好まれたため、味が高評価につながったと考えられる。

4. 結論

本研究では、青パパイヤ粉末加工品を有効活用するため、青パパイヤに含まれるタンパク質分解酵素を活用した食肉軟化の基礎的な特性について検討を行った。

青パパイヤ粗酵素液は、pHが異なるしょうが汁および蒸留水に対して加熱損失率で近似値を示し、粗酵素液の違いによる加熱時に肉汁に含まれるタンパク質や脂質等の流出の影響はみられなかった。加熱処理後の色については、全試料が茶褐色で、肉眼的に差を判別することができず、色差からも同様の結果が得られた。一方、食肉の嗜好性を示すかたさや弾力性の評価について、青パパイヤ粗酵素液の物性は、かたさや破断特性が低かったことから、やわらかく弾力性がなかった。また、官能評価では、青パパイヤ粗酵素液がしょうが汁よりジューシー (多汁性) であった一方、やわらかすぎて弾力性がないとの評価も得たため、味の高評価につながらなかった。食肉へのパパイン添加は、食肉表層部において過度の加水分解を来し、組織破壊による食肉本来のテクスチャーの損失を招く危険性が大きいと示唆されているが、本研究で使用した青パパイヤ粗酵素液でも豚肉表層部の組織破壊によりやわらかすぎて弾力性がない結果が得られた。食肉の望ましいテクスチャーとは、適当な軟らかさ (硬さ) ともろさ、滑らかな口ざわりおよび豊かな多汁性であるとの報告があることから、青パパイヤ粉末加工品を活用して食肉軟化をする場合、軟らかさ (硬さ) やもろさが課題であると考ええる。

これらの課題を鑑み、今後は、青パパイヤ粉末加工品の活用方法について、様々な加工品や調理への応用を踏まえ、よりテクスチャーおよび嗜好性を高めるために粗酵素液の濃度や浸漬時間を詳細に検討していく必要があると考える。そして、青パパイヤについては栄養価が高いことや青パパイヤ粉末物を添加したパンケーキなども検討されている³¹⁾ ことから、消化酵素における食肉軟化などの物性変化だけでなく、栄養の付加という観点から、今後、青パパイヤ粉末加工品の応用と活用が期待される。

謝辞

本研究は、株式会社やぎぬま農園より無償で提供された青パパイヤ粉末加工品を用いて試験を行いました。無償で提供いただいたことに心より感謝申し上げます。

利益相反

本論文に関して、開示すべき利益相反関連事項はない。

引用文献

- 1) Boshra V, Tajul AY (2013) Papaya-an innovative raw material for food and pharmaceutical processing industry, *Health and the Environment Journal*, **4**, 68-75.
- 2) Emmy Hainida Khairul Ikram, Roger Stanley, Michael Netzel, Kent Fanning (2015) Phytochemicals of papaya and its traditional health and culinary uses - A review *J. Food. Compost. Anal.*, **41**, 201-211.
- 3) 伊藤治, 今村有希, 堀内正郎, 窪田今朝富, 深沢政彦, 中澤恒夫, 中沢誠二, 故小林実, 荻原星紀, 沢登芳永, 早川員雄, 三枝栄助, 小林忱陽 (2023) 青パパイヤの生育・収量と気象要素との関係―山梨県中山間地での露地栽培事例―, *生物と気象*, **23**, 90-98.
- 4) J.Jegan Roy, S.Sumii, K.Sangeetha and T.Emilia Abraham (2005) Chemical modification and immobilization of papain, *J. Chem. Technol.Biotechnol.*, **80**, 184-188.
- 5) Ezekiel Amri and Florence Mamboya (2012) Papain, a Plant Enzyme of Biological Importance: A Review, *Am. J. Biochem. Biotechnol.*, **8**, 99-104.
- 6) Mohamed Azarkan, Anouar El Moussaoui, Delphine van Wuytswinkel, Géraldine Dehon, Yvan Looze (2003) Fractionation and purification of the enzymes stored in the latex of Carica papaya, *J. Chromatogr.B.*, **790**, 229-38.
- 7) Ivanna Rivera, Juan Carlos Mateos-Díaz, Georgina Sandoval (2012) Plant lipases: partial purification of Carica papaya lipase, *Methods Mol Biol.*, **861**, 115-22.
- 8) Dang Minh Nhat, Phan Thi Viet Ha (2019) THE ISOLATION AND CHARACTERIZATION OF LIPASE FROM PAPAYA LATEX USING ZWITTERION SODIUM LAUROYL SARCOSINATE AS AGENT, *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences.*, **13**, 773-778.
- 9) Marta Sandberg, Erwin Brand (1925) ON PAPAIN LIPASE, *J. Biol. Chem.*, **64**, 59-70.
- 10) Krishna K L, M.Paridhavi, J.A.Patel (2008) Review on nutritional, medicinal and pharmacological properties of Papaya (Carica papaya Linn.), *Nat Prod Radian.*, **7**, 364-373.
- 11) 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.
- 12) Ketnawa S, Rawdkuen S. (2011) Application of bromelain extract for muscle foods tenderization, *Food and Nutrition Sciences*, **2**, 393-401.
- 13) Wang H, Weir CE, Birkner ML, Ginger B. (1958) Studies on enzymatic tenderization of meat. III. Histological and panel analyses of enzyme preparations from three distinct sources, *Journal of Food Science*, **23**, 423-478.
- 14) 飯島邦彦, 崔一信, 石下真人, 早川忠昭 (1991) アクチニジンによる筋肉構成タンパク質の分解, *日本食品工業学会誌*, **38**, 817-82.
- 15) 大貫和恵, 目黒周作, 飯島健志 (2023) 青パパイヤに含まれる酵素が豚肉におよぼす影響, 2023年度大会 (一社) 日本調理科学会 研究発表要旨集, **75**.
- 16) 農林水産省畜産試験場加工第2研究室 (1990) 豚肉の肉質改善に関する実施要領, 15-17.
- 17) 露木理紗子, 鈴木啓一, 飯田文子 (2016) 焼成調理における牛肉官能特性に及ぼす脂肪酸組成の影響, *日本調理科学会誌*, **49**, 1, 19-25.
- 18) 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.
- 19) Ramanathan R, Mancini RA, Dady GA. (2011) Effects of pyruvate, succinate, and lactate enhancement on beef longissimus raw color. *Meat Science*, **88**, 424-428
- 20) 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.
- 21) 西山一朗, 大田忠親 (2003) 食肉内へのパパインの浸透性に関する免疫組織化学的検討, *駒沢女子短期大学研究紀要*, **36**, 19-25.
- 22) 妻鹿絢子, 三橋富子, 藤木澄子, 荒川信彦 (1993) ショウガプロテアーゼの筋原繊維蛋白質におよぼす影響, *家政学雑誌*, **34**, 2, 79-82.
- 23) 大沢はま子, 舘岡孝, 小林好美子 (1974) ショウガの肉軟化効果の研究, *調理科学*, **7**, 4, 193-

- 197.
- 24) Rolan TL, Davis GW, Seideman SC, Wheeler TL, Miller MF. (1988) Effects of blade tenderization and proteolytic enzymes on restructured steaks from beef bullock chucks, *Journal of Food Science*, **53**, 1062-1064.
- 25) Rawdkuen S, Benjakul S. (2012) Biochemical and micro structural characteristics of meat samples treated with different plant proteases, *African Journal of Biotechnology*, **11**, 14088-14095.
- 26) Nishimura O. (1995) Identification of the Characteristic Odorants in Fresh Rhizomes of Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) Using Aroma Extract Dilution Analysis and Modified Multidimensional Gas Chromatography-Mass Spectroscopy, *J. Agric. Food Chem.*, **43**, 2941-2945.
- 27) 市川芳江 (1986) しょうがの調理への応用, *調理科学*, **19**, 1, 38-40.
- 28) C. HANNY WIJAYA, FENG CHEN (2013) FLAVOUR OF PAPAYA (*Carica papaya* L.) FRUIT, *BIOTROPIA*, **20**, 1, 50-71.
- 29) 谷明紘 (2001) 肉の科学, 朝倉書店, 東京, **48**, 62.
- 30) 西成勝好 (2013) 食品の物理的性質と測定における諸問題, *日本家政学会誌*, **64**, 811-822.
- 31) Waralee Joymak, Sathaporn Ngamukote, Praew Chantarasinlapin and Sirichai Adisakwattana (2021) Unripe papaya by-product: From food wastes to functional ingredients in pancakes, *Foods*, **10**, 1-13.

Effects of the enzymes contained in green papaya of the cooking properties of pork.

Kazue Onuki, Shusaku Meguro and Takeshi Iijima

Ibaraki Christian University

Abstract

This study aims to investigate the effects of the enzymes in green papaya from Ibaraki Prefecture on pork. As a result, the pork soaked in a solution of processed green papaya (powder) showed similar results in the cooking loss rate and colors compared to ginger juice. The texture of the pork was soft and lacked elasticity due to low values of hardness and breaking load. The sensory evaluation favored juiciness and tenderness, but due to the lack of elasticity, it did not lead to a high taste evaluation. I think it is necessary to adjust the concentration and soaking time of the processed green papaya (powder) to improve the texture of pork in the future.

Keywords: green papaya, texture, tenderness, sensory evaluation