

マイタケ抽出液の注入による牛肉軟化

新潟医療福祉大学健康栄養学科
山崎貴子、伊藤直子、岩森大

【背景・目的】食肉は重要なタンパク質源の1つであるが、加熱により硬くなり、咀嚼嚥下機能が低下した高齢者には食べにくい。しかし、食肉を軟らかく食べやすいものにすることができれば、高齢者が摂取できる食の幅が広がり、QOLの向上につながると考えられる。

食肉軟化の方法として、キウイフルーツやパパイヤなどのプロテアーゼを利用したものが多く報告されている。我々は新しいプロテアーゼ源としてマイタケに注目し、マイタケのプロテアーゼ活性およびその熱安定性が高いこと、牛肉をマイタケ抽出液と一緒に真空パックし、70℃で2時間スチーミング加熱すると、効果的に軟化ができることを先行研究¹⁾にて報告している。しかし、真空パックを用いると、肉表面のタンパク質が過度に分解され、「べたつき」が生じ食味が低下することが課題であった。本研究では、「べたつき」を改善する方法として、マイタケ抽出液の注射注入による食肉軟化を試みた。

【方法】試料としてオーストラリア産の牛もも肉、新潟県産のマイタケを用いた。マイタケと水（マイタケ重量の2倍量）を一緒にミキサーでホモジナイズし、ガーゼで濾過した液をマイタケ抽出液とした。マイタケ抽出液を注射針で注入した肉（mi）、マイタケ抽出液と真空パックした肉（mvp）、水と一緒に真空パックした肉（wvp）、未処理の肉（nt）を70℃でスチーミング加熱した。調理後の肉は、物性測定、官能評価にて評価した。また、マイタケ抽出液の作用によるタンパク質の変化について調べた。

①物性測定：幅1cm×長さ3cmの大きさにカットした牛肉を測定用試料とし、レオナーRE2-33005S（山電）を用いて破断測定を行った。

②官能評価：学生10名をパネルとし、nt2hを基準として、硬さ、噛み切りやすさ、表面のべたつき、口中でのまとまり、飲み込みやすさ、苦味、高齢者用の肉としての総合評価について7段階評価を行った。

③タンパク質の変化：マイタケ抽出液の作用による可溶性タンパク質量およびタンパク分子量パターンの変化を調べた。可溶性タンパク質量はBradford法およびBCA法で定量した。タンパク分子量はSDS-PAGEにて確認し、さらにミオシン、アクチンの分解をウェスタンブロッティングにて調べた。

【結果】破断測定の結果、マイタケ抽出液を作用させたmvp、miの破断応力はマイタケ抽出液を作用させなかったwvp、ntより有意に低かった。miは使用したマイタケの量がmvpの1/50と少ないにも関わらず、mvpの破断応力と差がなかった。また、miは加熱時間が長くなるほど破断応力が有意に低下した。

官能評価では、mvpはntと比べ軟らかく噛み切りやすく飲み込みやすいが、表面のべたつきがあると評価された。miもntより軟らかく噛み切りやすいと評価されたが、表面のべたつきは少なくntと差がなかった。特にmiの6h加熱は高齢者用の食肉としての総合評価が高かった。

可溶性タンパク質量は、加熱により減少し、ntでは加熱時間の長い6h加熱肉が2h加熱肉より少ない傾向が見られた。一方で、miはntに比べ可溶性タンパク質量が多く、加熱時間が長い6h加熱肉が2h加熱肉に比べ多い傾向であった。また、Bradford法に比べ、低分子のペプチド・アミノ酸も測定できるBCA法における定量値では、miとntの差がより大きかった。

SDS-PAGEでは、加熱により可溶性タンパク質の分子量パターンが大きく変化し、バンド数が減少した。ntとmiを比べると、miでは分子量1.5万以下のバンドが濃かった。筋原線維タンパク質でも同様にntに比べmiでは分子量1.5万以下のバンドが濃く、mi6hでは分子量20万のバンドがnt2hやnt6hに比べ薄かった。筋原線維タンパク質について、さらにミオシン抗体・アクチン抗体を用いたウェスタンブロッティングを行ったところ、ミオシンは重鎖（分子量20万）、軽鎖（分子量2.7万）ともにntよりmiでバンドが薄くなった。アクチン（分子量4.2万）では顕著な減少は見られなかったが、miにおいて分子量3.2万、1.2万の所に分解産物と推測される新たなバンドが確認された。

【考察】破断測定および官能評価の結果から、マイタケ抽出液を牛肉に注射針で注入する方法は、真空パック法と同様、あるいはそれ以上に牛肉を軟化できることがわかった。また、官能評価では、miはmvpより評価が高く、課題であった肉表面のべたつきが改善されていた。また、肉は加熱により不溶化するが、miではマイタケプロテアーゼの影響により、タンパク質が分解されて低分子化したこと、それに伴って可溶性タンパク質量が増加したこと、マイタケプロテアーゼはミオシン、アクチンの両方に作用したことが示された。今後はコラーゲンについても同様にマイタケプロテアーゼの作用による分子量の変化等を調べる必要がある。

【結論】マイタケ抽出液を牛肉に注射針で注入し、70℃でスチーミングする方法は、牛肉を効果的に軟化し、かつ食味の上でも評価が高いものを作成できることがわかった。今後さらに調理法を検討し、高齢者にとって軟らかく食べやすい食肉調理法の開発をすすめていきたい。

【文献】1) Yamazaki T. et al. J Cookery Sci Jpn. 2008; 41: 176-183.

【謝辞】本研究の一部は、JSPS 科研費 23700889 の助成を受けて実施した。ここに感謝の意を表す。