

解凍法の違いが食品中のビタミンB₆損失に与える影響

伊佐保香¹, 上田えり¹, 橋本香奈¹, 三嶋智之², 早川享志³
岐阜女子大学¹, 岐阜医療科学大学², 岐阜大学³

(2010年9月15日受理)

Influence of Differing Methods of Thawing on the Loss of Vitamin B₆ in Foods

¹Department of Health and Nutrition, Faculty of Home Economics,
Gifu Women's University, 80 Taromaru, Gifu, Japan (〒501-2592)

²Department of Health Science,
Gifu University of Medical Science, 795-1 Nagamine Ichihiraga, Seki, Gifu, Japan (〒501-3892)

³Faculty of Applied Biological Sciences,
Gifu University, 1-1 Yanagido, Gifu Japan (〒501-1193)

ISA Yasuka¹, UEDA Eri¹, HASHIMOTO Kana¹, MISHIMA Tomoyuki² and
HAYAKAWA Takashi³

(Received September 15, 2010)

I. 緒言

食品保存法には、乾燥法、塩蔵法、糖蔵法、缶詰などの密封殺菌法など様々な方法があり、そのひとつである冷凍法は、生鮮状態で食品を保存できるというほかの方法にはみられない特徴がある。そのためあらゆる形態の食品保存に広く利用されてきたが、最近では保存のみならず、原材料の冷却や食品流通の手段として、さらには食品加工工程のプロセスのひとつとしても利用されている。

冷凍食品の品質保持には凍結条件や前処理条件が重要であるが、ビタミン栄養の観点からみると、凍結前の熱処理による水溶性ビタミンの損失¹⁾、凍結保存時の酸化による品質劣化²⁾、あるいは解凍時に生じるドリップ¹⁾での損失が懸念される。また一般的には植物性食品のほうが動物性食品よりも、凍結の際

に細胞に損傷を受けやすく、それが解凍時の品質劣化を招く可能性がある。水溶性ビタミンであるビタミンB₆(B₆)は加熱加工処理に比べて凍結状態では比較的安定であるが³⁾、解凍時にドリップとともに流れ出てしまうことが懸念されている。

ビタミンB₆(B₆)はピリドキシン、ピリドキサル、ピリドキサミンとこれらの5'位にリン酸がエステル結合したピリドキシン5'-リン酸、ピリドキサル5'-リン酸及びピリドキサミン5'-リン酸の6化合物がB₆活性を持ち、リン酸型は体内においてピリドキサル5'-リン酸及びピリドキサミン5'-リン酸の補酵素型で作用している。とりわけ動物性食品にはこれら補酵素型や、ピリドキサールの形で多く存在している。また植物性食品にはピリドキシンの糖誘導体〔5'-O-(β-D-グルコピラノシル)ピリドキシン〕などの

ピリドキシングルコシド)が多く存在し、この誘導体の生体利用率、生理効果などが注目されている。このように食品に含まれるB₆は、食品の種類により含有する形態が異なることや、B₆自体の安定性が異なることから、解凍によるB₆損失は食品の種類により大きく異なる可能性がある。

本研究では、冷凍された食品中のB₆損失量をより低く抑えることのできる解凍条件を、動物性食品と植物性食品において検討を行った。

II. 方法

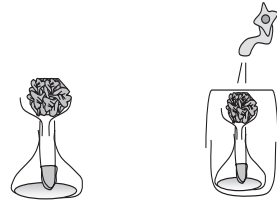
(1) 試料

動物性試料と植物性試料は、岐阜市内スーパーマーケットにて購入した。動物性試料には、鶏肉(ささみ)を使用した。鶏肉は30gずつ球状の塊になるように計量後、食品包装フィルムラップで包装し、-18℃の冷凍庫内で3~5日間冷凍した。

植物性試料には冷凍ほうれん草(TOPVALUグリーンアイ宮崎県産冷凍ほうれん草)を使用した。ほうれん草は30gずつ計量し、球状になるようにラップで包装して-18℃の冷凍庫内で1週間冷凍した。

(2) 解凍法

一般的に家庭で行われている流水解凍、冷蔵庫内解凍、室温解凍の3つの解凍法で解凍した。室温解凍と冷蔵庫内解凍は、図1A)に示したように凍結サンプルを漏斗上に置き、解凍を行った。また流水解凍は図1B)のように凍結サンプルの上部にビニールを覆い、上部より水道水を流して解凍を行った。解凍する際は5分おきに中心部の温度(TANITA TT-508)を測定するとともに、漏斗の下にセットしたチューブにドリップの回



A)室温および冷蔵庫内解凍 B)流水解凍

図1 解凍方法

室温解凍は、A)のように凍結サンプルを漏斗上に置き、発生するドリップをチューブで回収した。流水解凍は、B)のように凍結サンプルの上部にビニールを覆い、試料に流水が混入しないようにし、上部より水道水を流した。

収を行い回収量を測定した。中心温度が5℃に達した時点で解凍終了とした。

(3) 食品試料の処理

試料の調製は柘植ら⁴⁾の報告に従って行った。解凍が終了した試料はあらかじめ細切り、ホモジナイザー(ULTRA-TURRAX T8)でホモジナイズ後、1.0gを100ml容三角フラスコに採取し、鶏肉サンプルには0.055N HCl 80ml、ほうれん草サンプルには0.44N HCl 80ml加えて、121℃で鶏肉サンプルは3時間、ほうれん草サンプルは2時間加水分解を行った。冷却後、10N NaOHにてpH5.0に調整し、100mlに定容後、ひだ付濾紙で濾過した。以上の操作は全て暗所で行った。

(4) ビタミンB₆の測定

食品サンプル中及びドリップ中のB₆の測定は、AOAC法⁵⁾に基づき*Saccaromyces cerevisiae* 4228(ATCC9080)を用いた微生物定量法にて測定した。

(5) 統計処理

実験データは、平均値±標準偏差で表した。結果はF検定により等分散性を調べた後、Tukeyの多重比較により危険率5%($p < 0.05$)

にて有意性の判定を行った。なお検定にはSPSS統計分析プログラムを用いた。

III. 結果及び考察

(1) ドリップ発生量と解凍時間

鶏肉サンプルの各解凍法によるドリップ発生量の経時的变化は図2A)に示した。解凍時の温度はそれぞれ、流水解凍19.9℃(水温)、室温解凍24.0℃(室温)、冷蔵解凍6.2℃(冷蔵庫内)であった。解凍時間は、流水解凍45±7分、室温解凍85±7分、冷蔵解凍175±7分であり、ドリップ発生量はそれぞれ0.86±0.05g、0.81±0.03g、0.67±0.50gであった。ドリップ発生量と解凍時間には負の相関(R=-1.00)がみられ、解凍時間が短いほどドリップ発生量は増加した。

ほうれん草サンプルの各解凍法によるドリップ発生量の経時的变化は図2B)に示

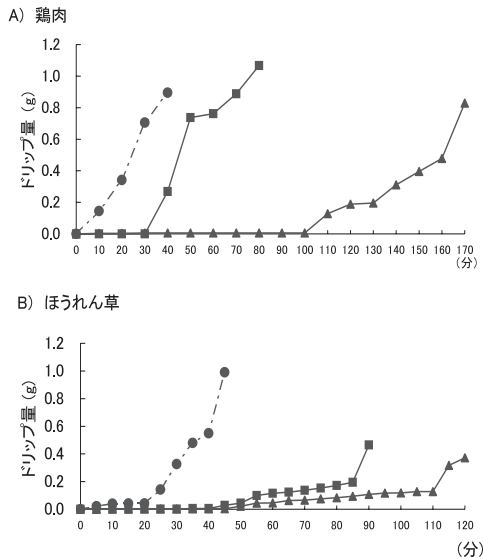


図2 解凍に伴うドリップ量の経時的变化
中心部の温度が5℃に達した時点で、解凍終了とした。

●：流水, ■：室温, ▲：冷蔵

した。解凍時の温度はそれぞれ、流水解凍18.0℃(水温)、室温解凍21.0℃(室温)、冷蔵解凍6.3℃(冷蔵庫内)であった。解凍時間は、流水解凍48±4分、室温解凍88±4分、冷蔵解凍105±21分であり、ドリップ発生量はそれぞれ1.24±0.35g、0.61±0.21g、0.32±0.08gであった。ドリップ発生量と解凍時間には負の相関(R=-0.99)がみられ、解凍にかかる時間が短いほど、ドリップ発生量が多くなった。

解凍に要した時間は、ほうれん草と鶏肉でほぼ同じであったが、冷蔵解凍のみ、ほうれん草のほうが解凍時間がやや短かった。ドリップ発生量は全体にほうれん草のほうが少なかった。ドリップの発生量は、凍結時の条件による影響が大きいとされている¹⁾。今回、鶏肉はサンプルを購入後、冷凍庫内で凍結を行ったが、ほうれん草は冷凍食品を購入して使用した。ほうれん草の水分含量は鶏肉よりも多いが⁶⁾その割りに、ほうれん草でドリップ発生量が少なかったのは、冷凍食品として購入したほうれん草は急速凍結されているという凍結条件の違いであると考えられる。

(2) ドリップ中のB₆含量

鶏肉の解凍により発生するドリップ中のB₆含量(図3)は室温解凍、冷蔵解凍、流水解凍の順で多く含有していたが、各解凍法間に有意な差はみられなかった。

ほうれん草の解凍により生じるドリップ中のB₆量(図3)は流水解凍で有意に高く、多くのB₆が解凍時に生じるドリップ中に流出していると考えられる。

(3) 解凍後のサンプル中に残存するB₆含量

解凍後の鶏肉中に残存するB₆含量(図4)は、冷蔵解凍、流水解凍、室温解凍の順で多

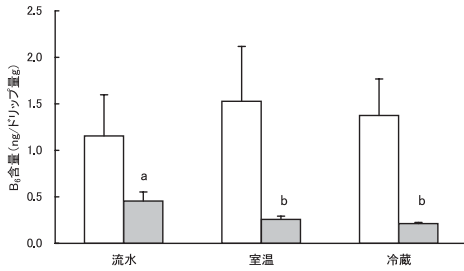


図3 各解凍後のドリップ中B₆含量

値は試料6連の平均±標準偏差で表し、異なるアルファベットは $p < 0.05$ で有意差があることを示す。

□ 鶏肉 ■ ほうれん草

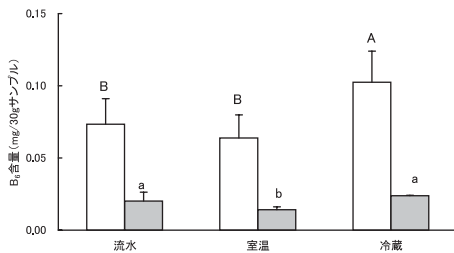


図4 各解凍後のサンプル中B₆含量

値は試料6連の平均±標準偏差で表し、異なるアルファベットは $p < 0.05$ で有意差があることを示す。

□ 鶏肉 ■ ほうれん草

く残存していた。また冷蔵解凍は他の2つの解凍法よりも有意にB₆が残存していた。

解凍後のほうれん草に残存するB₆含量(図4)は、冷蔵解凍、流水解凍、室温解凍の順に多く残存していた。室温解凍は他の解凍法に比べると有意に低値を示していた。

(4) B₆損失率

鶏肉のB₆損失率は、損失率=(ドリップ中B₆量)/(鶏肉中残存B₆量+ドリップ中B₆量)×100より求めた。各損失率(図5)は室温解凍2.45±0.22%, 流水解凍1.50±0.15%, 冷蔵解凍1.30±0.20%であり、室温解凍は他の解凍法に比べ有意な損失がみられた。室温解凍は流水解凍ほどではないが、解凍時間

が冷蔵解凍の半分程度であり、また解凍時の温度も最も高いことから、ドリップ発生量が多くなり、B₆損失率も高くなったと考えられる。また、一般的に植物細胞はセルロースを主体とした細胞壁があり伸縮性に乏しく、細胞間隙は気体で満たされているが、動物細胞は細胞間隙が液体で満たされており、また魚・畜肉の筋膜はコラーゲンなどの基質タンパク質でできており厚くて丈夫であるといった細胞の構造上の特性から、植物性食品よりも動物性食品のほうが凍結・解凍による損傷が少ないため²⁾、動物性食品では解凍条件の違いによる差が出にくいかもしれない。

ほうれん草のB₆損失率は鶏肉と同様の方法にて算出した。各損失率(図5)は流水解凍2.44±0.48%, 室温解凍1.79±0.04%, 冷蔵解凍0.88±0.03%であり流水解凍は他の解凍法に比べて有意な損失がみられた。ほうれん草はドリップに流出するB₆量と解凍時間に負の相関関係(R=-0.99)がみられ、急速に解凍するとドリップ発生量も多くなることが確認できた。今回は検討していないが豚肉を電子レンジで解凍した場合にはビタミンB₁で12.4%, ビタミンB₂で14%の損失率⁷⁾が得られており、急速に解凍するとドリップ発生量も多くなりビタミンの損失が多くなる

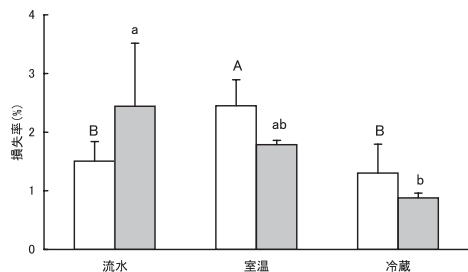


図5 各解凍法によるB₆損失率

値は試料6連の平均±標準偏差で表し、異なるアルファベットは $p < 0.05$ で有意差があることを示す。

□ 鶏肉 ■ ほうれん草

可能性が示唆されている。また電磁波によるB₆の破壊については不明であるが、加熱には安定であるためおそらく電磁波による破壊は少なく、電子レンジでの解凍ではビタミンB₁やビタミンB₂と同じくドリップ流出によるB₆損失が多くなると考えられる。

解凍によるビタミンの損失については、冷凍豚肉のビタミンB₁とビタミンB₂残存率についての報告⁷⁾と冷凍サヤインゲンのアスコルビン酸残存量⁸⁾についての報告がある。冷凍豚肉の解凍条件によるビタミン損失率は、ビタミンB₁で室温解凍2%、冷蔵解凍3%、流水解凍1%であり、ビタミンB₂で室温5%、冷蔵2%、流水2%であった⁷⁾。これらの結果と比較して、今回のB₆損失率は大きな違いはみられなかった。また冷凍サヤインゲンの研究では、冷蔵解凍でのアスコルビン酸損失量が最も少なく、次いで室温解凍、流水解凍の順に損失量が増加することが報告されている。今回のほうれん草でのB₆損失はこの報告と同様の傾向がみられた。

一般的に食肉の解凍は低温で緩慢に解凍したほうがドリップ量が少なく、一方野菜などは自然にゆっくり解凍するとドリップ量が多くなることが示されている¹⁾。事実、今回の実験でも鶏肉は流水解凍で最もドリップが少なかった。ほうれん草については流水解凍でドリップが最も多く、短時間で急速に解凍したことにより最も損失率が高くなったと考えられる。食肉については他のB群ビタミンと同じように¹⁾、肉の種類、部位などによってもドリップ発生量は大きく異なることが考えられるため、さらに多くの種類、部位などで検討する必要があると考えられる。

IV. 要約

本研究では、解凍時に損失するB₆量をよ

り低く抑えることのできる条件を検討するため、動物性食品及び植物性食品を用い、流水解凍・冷蔵庫内解凍・室温解凍の解凍条件にて検討を行った。

動物性食品(鶏肉)では、冷蔵庫内解凍で、解凍時間はかかるものの解凍により生じるドリップ発生量が最も少なく、損失率を最も低く抑えることができた。解凍時間の短縮を考慮すると、流水解凍でも損失率は冷蔵庫内解凍と有意な差はみられないことより、有効な解凍手段であると考えられた。

植物性食品(ほうれん草)では、冷蔵庫内解凍で、解凍時間はかかるものの解凍により生じるドリップ発生量が最も少なく、損失率を最も低く抑えることができた。解凍時間の短縮を考慮すると、室温解凍でも損失率に有意差がみられないことより、有効な手段であると考えられるが、流水解凍については時間がかかなり短縮できるものの損失率が他よりも有意に高いことより、避けたほうが良いと考えられる解凍法である。

V. 参考文献

- 1) 加藤舜朗(1967)食品冷凍の理論と応用, 光琳書院, 東京
- 2) 日本冷蔵株式会社研究所編(1979)冷凍食品, Ⅲ. 冷凍食品の基礎, 建帛社, 東京
- 3) Richardson LR, Wilkes S, Ritchey SJ(1961) Comparative vitamin B₆ activity of frozen, irradiated and heat-processed foods. *J Nutr* 73, 363-368
- 4) 柘植治人, 西村直子, 前野元秀, 早川享志(1995)微生物法による食品中の総ビタミンB₆量定量のための酸加水分解条件の検討, ビタミン69, 689-696
- 5) Vitamin B₆ (pyridoxine, pyridoxal, pyridoxamine) in food extracts (1990) *AOAC Official Methods of Analysis*, 1089-1091

- 6) 香川芳子 (2008) 食品成分表2009, 女子
栄養大学出版部, 東京
- 7) 佐藤雅子 (1977) 解凍による冷凍食品のビ
タミンB₁, ビタミンB₂, 残存率とドリッ
プへのビタミンB₁損失, 鹿児島大学教育
学部研究紀要29, 23-33
- 8) 下村道子, 橋本慶子 (1993) 調理科学講座
4 植物性食品Ⅱ, 朝倉書店, 東京