冷凍ほうれん草の調理科学的研究

代谷 沢* 橘高美弥子* 湯朝良子*

Studies on Cookery of Frozen Spinach

SAWA SIROYA,* MIYAKO KITUTAKA,* YOSIKO YUASA*

緒 言

冷凍食品の改良, 品目の増加, 包装資材の発達, 生活様式の変革などと共に電気冷蔵庫, 冷凍自動車, 低温販売装置が普及し, またホームフリーザーも加わり, 食物の冷凍はますます増加する傾向にある。

このように消費者の手許まで常に低温下に保持しようとするコールドチェーンの考え方が普及するにつれ, これからは消費者みずからの手で解凍する機会がふえてくると考えられる。

しかし一般に調理冷凍食品の解凍は単に融かす意味ではなく, ほとんどの場合再加熱まで含めて用いられる。つまり解凍と加熱調理が同時に行われ, いわゆる復元調理される。この場合の解凍方法の差によって, 風味, 鮮度が落ち, 食品価値に大きな影響をおよぼす。

そこで私達は, 栄養のすぐれているほうれん草の冷凍したものを試料として, 種々の方法で解凍調理し, ほうれん草中に含有する無機質 (Ca, P, Fe), ビタミンC, 葉酸についてどの程度損失されるか, また, どの解凍調理が最良かを比較検討を行った。

実 験 方 法

1) 実験材料

日本冷蔵製の冷凍ほうれん草を使用

2) 試料調製及び調理方法

冷凍ほうれん草を次の7種の解凍調理方法を行い, 無機質定量の試料はそれぞれ乾燥後, 粉末にしたものを

い, ビタミン定量には調理後のものを使用した。

解凍および調理方法

- ① 空气中室温解凍 (自然解凍)
- ② 常温中液体解凍 (水浸)
- ③ 超短波処理 (処理後放置)
- ④ 超短波処理 (水浸あく抜き)
- ⑤ 熱湯中解凍 (茹でる)
- ⑥ 蒸気中解凍 (蒸す)
- ⑦ 熱板中解凍 (炒める)

3) 定量方法

カルシウムの定量¹⁾

過マンガン酸カリウム滴定法を用い, 試料中に含まれているCa⁺⁺を微酸性で, シュウ酸イオンと反応させてシュウ酸カルシウムとし, 硫酸に溶解し, 溶液中のシュウ酸イオンを過マンガン酸カリウムで滴定し定量を行った。

リンの定量²⁾

比色法を用いた。リンの比色定量は酸性でモリブデン酸塩を加え, つぎに還元剤にアミドールを用いる Allen の方法を用いた。

鉄の定量³⁾

O-Phenanthroline 法を採用し, 波長530m μ を使用した。

ビタミンCの定量⁴⁾

Indophenol 比色法を用いた。500m μ における吸光度を測定した。

葉酸の定量⁵⁾

Streptococcus faecalis R を用い, 微生物定量法で行った。また定量用の基礎培地には, 表1の組成のものを

* 京都女子大学家政学部

表 1 基 礎 培 地

試 薬	1 ℓ 当りの量
カゼインの酸分解液	50 ml
ミスチン溶液	20 "
トリプトファン溶液	25 "
アスパラギン酸溶液	10 "
アラニン溶液	10 "
アデニン, グアニン, ウラシル	10 "
キサンチン溶液	10 "
ビタミン溶液 A	10 "
ビタミン溶液 B	10 "
塩 類 溶 液	5 "
ブ ド ウ 糖	20 g
クエン酸ソーダ	25 "
第 二 磷 酸 カ リ	2.5 "

pH6.8 に調節して 1 ℓ にしたものを使用した。

試料検液の調製

各試料 5 g を採取し、少量の 0.1 M のリン酸緩衝液とともに湯浴中で 5 分間煮沸後、再び緩衝液を加えて homogenize し、ガーゼで繊維質を除去し一定量にした。遊離の葉酸定量には、この原液の 5 倍希釈液を用い、総葉酸の定量には、原液 5 ml を試験管にとり、Conjugase (注1) 液各 1 ml 及びシステイン 5 mg を加えて、トルオールが存在下で 37℃、一昼夜 incubate して抽出後、3 分間煮沸後、濾過し、25ml に定容したものを使用した。

(注1) Conjugase (酵素) 液の調製

1) ブタ腎臓の Conjugase

新鮮なブタ腎臓 (1 個約 130 g) を 3 倍量の水で homogenize したのち遠心分離したものを冷所に保存したものを使用した。

2) ニワトリ脾臓の Conjugase

新鮮なニワトリ脾臓 100 g を pH7 の 0.1M のリン酸緩衝液 200ml とともに、homogenize し、37℃で 24 時間自己消化させ、次に遠心分離後、上澄をとり 5℃中で等容のエタノールを攪拌しながら、一昼夜氷室内に保存後、生成した白色沈殿を集め、pH7 の 0.1M のリン酸緩衝液 100ml に懸濁後、上清をとりトルエンを添加後、冷蔵庫に保存したものを使用した。なお Conjugase は下記の如く葉酸を含有しているため定量値から差引いた。

表 2 各 Conjugase の葉酸

Conjugase	葉 酸 量 mg/ml
ブ タ 腎 臓	0.85
ニ ワ ト リ 脾 臓	1.13

培養時間: 34℃ 72時間

菌の生育度測定: 0.1 N-NaOH を用い、フェノールフタレインを指示薬として滴定を行った。

実験結果および考察

1. 冷凍ほうれん草の解凍調理による無機質の変化

前述の 7 種類の解凍および調理方法を行い、カルシウム、リン、鉄の定量結果を得た。

表 3 解凍調理の無機質の変化

試 料	所要時間	Ca (mg)	P (mg)	Fe (mg)
空気中室温解凍(自然解凍)	240分	111.3	26.7	3.92
常温中液体解凍(水浸)	40	110.1	26.7	3.88
超短波処理 (放 置)	12	77.6	28.2	3.14
超短波処理(あく抜き)	14	75.7	26.8	2.94
熱湯中解凍 (茹でる)	5	65.5	9.4	1.37
蒸気中解凍 (蒸 す)	8	68.6	14.1	1.59
熱板解凍 (炒める)	5	114.9	23.5	2.16

空気中での解凍と、水浸解凍を比較した場合、カルシウム、リン、鉄ともあまり変化が見られなかった。これは水浸解凍の場合、直接材料を水に浸さずプラスチックフィルムの袋に入れて行った結果と考えられる。ただし解凍は水浸の方が約 6 倍早かった。

超短波処理した場合、そのまま放置したものより水浸 5 分間あく抜きしたものの方が少なかった。

炒める、蒸す、茹でるの順に減少が見られた。炒めるのは乾式加熱で短時間処理のためと、油がほうれん草を包むためほとんど減少しなかった。

2. 冷凍ほうれん草の解凍調理によるビタミンCおよび葉酸の変化

ビタミンCについて

水浸解凍の方が自然解凍より損失量が大で、これはビタミンCの水溶性によるものである。

電子レンジ解凍は加水せず短時間処理のために損失量は少ないが、5 分間水浸あく抜きすると、あくと一緒に

表 4

試 料	所要時間	V. C (mg)	総葉酸 (mg)	遊離葉酸 (mg)
空気中室温解凍(自然解凍)	240	53.8	1,100.3	786.6
常温中液体解凍(水浸)	40	43.2	754.6	554.0
超短波処理 (放 置)	12	47.2	1,346.6	787.0
超短波処理(あく抜き)	14	46.2	1,275.3	780.6
熱湯中解凍 (茹でる)	5	27.4	692.6	274.0
蒸気中解凍 (蒸 す)	8	33.7	747.0	460.3
熱板中解凍 (炒める)	5	47.5	866.0	466.6

浸水中に流出していた。

茹でるが最も多量に損失しており、熱湯中でのビタミンCの損失は大きいものと思われた。

炒めるのは乾式加熱短時間処理のため損失が少なかったが、これは油が材料の表面を包むため酸化も少ないものと思われる。

葉酸について

微生物定量は菌株 *Streptococcus faecalis* R を一定条件で培養することにより、必須栄養素とする葉酸を定量し得ることを確認した。

葉酸は自然物中では結合型、遊離型の2態をなしていることを再確認し、結合型の葉酸は、ブタの腎臓、鶏脾臓の Conjugase に活性剤シスチンを加えた場合に、最もよく遊離され単独では遊離化を十分にしないことを確認した。

電子レンジ（超短波処理）が一番損失が少なく、水浸あく抜きしたものは葉酸の流出が見られた。

自然解凍は電子レンジにつぐ損失量の少ない簡単な解凍方法ではあるが、長時間を要するため品質の低下が起る傾向があった。

外部加熱解凍では、乾式加熱の炒めるのが一番損失が少なく、水浸、蒸す、茹でるの順に損失量が多くなっていた。

総 括

1) 冷凍ほうれん草の解凍調理方法の違いによる無機質 (Ca, P, Fe) とビタミン (ビタミンC, 葉酸) の変化を確認した。

2) 一般に家庭で行える解凍方法を7種類選んで比較検討を行った。

自然解凍：緩慢解凍で全体的に見て、水溶性成分ビタミン、無機質とも損失が最も少なかった。ただ解凍時間が長時間を要するため、酵素や細菌の作用を受けやすく酸化も進むものと思われた。

水浸解凍：短時間解凍なので上記のような影響は少ないが、水浸のために Ca, P, Fe, ビタミンC, 葉酸とも徐々に流出し損失される傾向であった。

超短波処理：電子レンジ解凍で、解凍時間はきわめて短時間のためドリップ量も少なく解凍後の品質も優れて

いた。

処理後あく抜き：電子レンジ解凍後、水浸あく抜きしたもの Ca, P, Fe, ビタミンC, 葉酸共流出がわずかに認められた。処理後の水浸の目的は、ほうれん草のシュウ酸などあく成分の除去と、解凍終温度の上昇による褐変を防止するためである。

茹でる：凍結状態のまま加熱調理する方法で、凍結により細胞の損傷が起っているため、各成分の茹で汁中への流出がいちじるしく、損失量が一番多い結果を得た。

蒸す：蒸気加熱解凍のため、茹でるに比べて損失量は少し低い結果を得た。

炒める：乾式加熱で短時間処理のため、また表面を油で覆うため、各成分の流出が少なく、クロロフィルも安定した緑色を保つことが出来る有効な解凍調理方法であった。電子レンジに次ぐ解凍方法であると思われた。

3) 以上の結果から、品質として最も優れた方法は、緩慢解凍であるが、酵素や細菌の作用、空気中の酸素による変化などを考慮した場合、冷凍食品は緩慢解凍でうまく半解凍させた後、すばやく調理すれば成分を逃さず美味しく食べられると思われた。

また、冷凍による細胞の破壊や損傷などからくる歯ざわりの悪さ、色素の変化など生ものより劣ることは免れないが、新鮮で年中使用することが出来る上、不要部分が除去してあるため無駄がなく経済的である。

食生活の合理化や態様の変化、または高度化が要求されている現代においては、冷凍食品はますます普及するであろうし、それを消費する我々は、正しく理解し、その品質を低下させず、より美味しく調理することが大切である。

文 献

- 1) 神立誠編：最新食品分析法, 106 (1964)
- 2) " " 118 (1964)
- 3) 小原, 岩尾, 鈴木編：食品分析ハンドブック, 建帛社 268 (1968)
- 4) ビタミン学会編：ビタミン研究構座 小川俊太郎, 平岡栄一：ビタミンCの定量, 125 (1955)
- 5) ビタミン学会編：ビタミン研究構座 岩井和夫：葉酸及びフォリン酸の定量 372 (1955)