

野菜の機能性成分高生産加工技術の開発

－伝統発酵食品製造副産物の有効活用－

武春美* 辻篤史* 道嶋俊英*

本研究では、石川県の伝統発酵食品「かぶら寿し」製造副産物の有効活用を目的に、かぶらへた中の機能性成分 γ -アミノ酪酸(GABA)量を増強するとともに、長期保存が可能な機能性食品の調理モデルについて検討した。かぶらへたに加わるストレス処理条件では、凍結と物理的処理をした後に嫌気処理と加温処理を行うことが、へた中に含まれるGABA量の増加に有効であることが明らかとなった。また、調理してレトルト処理を行った後もGABA量に変化はなく、GABAは熱耐性に優れていることが確認された。さらに、常温で長期保存が可能なレトルト食品を提案するとともに、通常品の約4倍GABAを含んだかぶらへたを原料としたレトルトスープを試作した。

キーワード:食品副産物, γ -アミノ酪酸(GABA), かぶら寿し, レトルト

Development of a Method for Increasing the Functional Ingredient in Vegetables

- Effective Use of the By-product of Traditional Fermented Food -

Harumi TAKE, Atsushi TSUJI and Toshihide MICHIHATA

We investigated a method of increasing γ -amino butyric acid (GABA) contained in the stem ends and tails of turnips in order to make effective use of the by-product of the traditional fermented food of Ishikawa Prefecture, 'Kaburazushi'. As a result of the investigation, it was found that among the stress conditions, anoxic treatment and heat treatment after freezing and trituration were effective in the increase of GABA. In addition, we confirmed that the GABA amount was maintained if processed in a retort pouch, which also provided excellent heat resistance for the GABA. Furthermore, we established a retort pouch cooking process for soup made from the stem ends and tails of turnips, which can be stored at normal temperatures. It also yielded approximately four times the amount of GABA of that obtained by the usual cooking process.

Keywords: food by-products, GABA, Kaburazushi, retort

1. 緒 言

食品の調理・加工過程で発生する野菜加工副産物には、食品への調理に適さない部位(野菜のへた、皮、種等)が多く含まれている。これらの野菜加工副産物は、一般的に非可食部であるため食品への2次利用が難しく、大半が廃棄処分されている。石川県においては、毎年10月～翌年2月頃にかけて伝統発酵食品「かぶら寿し」の製造が行われている。かぶら寿しに使用されるかぶらは、かぶらの根の中央部分のみ利用することから、他の調理方法では可食部として調理加工されている根の上部と下部(以下、かぶらへた)が廃棄処分されており、これらを有効活用する方法が求められている。

一方、野菜や穀物等の農産物には、血圧上昇抑制効果¹⁻³⁾や抗ストレス効果^{4,5)}等の機能を持つアミノ酸の一種である、 γ -アミノ酪酸(GABA)が含まれている。GABAはグルタミン酸からグルタミン酸脱炭酸酵素(GAD)作用により作られる⁶⁾。また、農産物を保存中にストレスが加わると増加することが知られており、茶葉⁷⁾、野菜^{1), 8-12)}、穀類^{13,14)}等に嫌気や遠赤外線照射、凍結等のストレスを加える方法やGABAの原料となるグルタミン酸ナトリウム溶液に浸漬する方法などが開発されている。

本研究では、かぶら寿し製造の副産物であるかぶらへたの高付加価値利用のため、各種ストレスを加えて機能性成分GABAを増強させる方法を検討した。また、かぶら寿し製造のシーズンオフ期間における新商品の

*化学食品部

提案として、GABA量が増加したかぶらへたを使用し、常温で長期保存可能なレトルト食品の調理モデルを検討した結果について報告する。

2. 実験方法

2. 1 試料

実験に用いたかぶらへたは、平成24年10月～25年12月に石川県内で製造されたかぶら寿し製造の副産物を-20℃で冷凍保存していたものを用いた。

2. 2 ストレス処理

かぶらへたのストレス処理は、野口ら¹²⁾の方法に準じて、-20℃で7日間凍結した後にペースト化し、嫌気処理、加温処理の順に行った。嫌気処理では、ガスバリア性包材MLR-3(カウパック(株)製、構成: PET12 / ONY18 / LLDPE70)にかぶらへたを充填し、パック包装機((株)古川製作所製、FVCⅡ-G)を用いて真空パック包装を行った。また加温処理では、常温以上となる温度30～60℃で1～24時間、恒温器に静置した。

2. 3 GABA含有量

試料中のGABA含有量の測定は、ミキサーでペースト化したかぶらへた10gに0.02N塩酸30mlを加えて室温で2時間振とう抽出し、ろ紙でろ過後に蒸留水を加えて100mlに定容した。さらに、その液をフィルターユニット(日本ミリポア(株)製、Millex 0.45 μm)でろ過して分析用試料とし、高速アミノ酸分析計(日立ハイテッククロジーズ(株)製、L-8900)を用いて定量した。但し、各ストレス処理の検討においては、抽出中の加温を防ぐためにミキサーで1分間攪拌し、直ちにろ過して分析用試料とした。

2. 4 レトルト処理

レトルト処理では、かぶらへた50gをレトルト用包材NACF-125(カウパック(株)製、PET12 / ONY15 / AL9 / CPP60)に充填し、嫌気処理と同じパック包装機により真空包装した。レトルト処理はレトルト処理装置(アルプ(株)製、RK-3030)を用い、レトルト食品の殺菌基準であるF値(食品の殺菌強度: 120℃, 1分をF値=1と定義)が4以上となるよう、温度120℃で10, 20, 30分間の3段階に加熱時間を変化させて処理した。

3. 結果及び考察

3. 1 かぶらへたのGABA増強

3. 1. 1 加温温度の影響

冷凍保存されていたかぶらへたを用いて、温度30, 40, 50, 60℃で3時間の保温処理を行った結果、未処理ではGABAが24mg/100g含まれていたのに対し、温度上昇に伴って30℃及び40℃では28mg/100g、50℃では27 mg/100g、60℃では25mg/100gとなり、30℃～40℃で最も増加した。一方、グルタミン酸量は、未処理で6mg/100g含まれていたのに対し、30℃及び40℃では4mg/100gに減少した。このことから、GABAの増加には特段に高い温度は必要なく、30～40℃の加温で十分であったことから、嫌気処理後の加温処理は35℃で行うこととした。また、加温処理時間は、GABAの増加が24時間で安定していたことから、加温時間は24時間で行うこととした。

3. 1. 2 嫌気処理の影響

冷凍保存されていたかぶらへたに、温度35℃で24時間の嫌気処理を行った結果を図1に示す。その結果、嫌気処理前のGABA量が17mg/100gであったのに対し、24時間後には29mg/100gとなり約1.7倍に増加した。一方、グルタミン酸は嫌気処理前で8mg/100g含まれていたのに対し、24時間後には1mg/100g以下に減少した。このことは、凍結及びペースト化の物理的処理により細胞が崩壊してGABAの原料であるグルタミン酸とGADが接触しやすい状態になったことや、酸素濃度が低い嫌気条件下ではGADが働きやすい環境であることなどから、グルタミン酸からGABAへの変換が促進されたためと考えられる^{7,12,15)}。

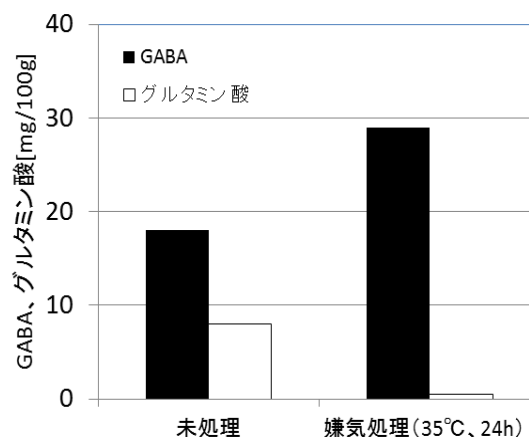


図1 嫌気処理前後のGABAとグルタミン酸量

3.2 ストレス処理の実用化

かぶら寿し製造業では、副産物利用の商品製造を本業のシーズンオフに行っており、かぶらへたは平均で90日、最長では180日程度冷凍保存されている。また、GABA増強処理では、加温処理が律速段階であることから、最適な加温時間を決定しておく必要がある。

図2に、平成25年2月に排出されたかぶらへたを90日及び180日間の凍結後、温度35℃で24時間の嫌気処理を行った時のGABA量及びグルタミン酸量の変化を示す。90日冷凍保存品のGABA量は、26, 34, 39, 43, 46mg/100gと加温時間の経過に伴って増加し、24時間後には加温なしの場合と比べて約1.8倍となった。これに対して180日冷凍保存品では、24, 25, 28, 28, 29mg/100gと変化は小さく、増加は約1.2倍であった。

一方、グルタミン酸量は、90日冷凍保存品で8mg/100gが2mg/100gと加温時間の経過に伴い1/4に減少したが、180日冷凍保存品では2/5となり、90日冷凍保存品と比べて減少は小さかった。ここで、冷凍保存期間の違いによってGABA量の増加に差が生じたのは、用いた冷凍庫が常時使用中であったことから、扉の開閉によりかぶらへた表面の凍結・融解が繰り返された可能性があり、これによってグルタミン酸を含む水分の流出やGAD酵素の分子構造が破壊されて活性低下を招いたことなどが考えられる¹⁶⁾。

これらのことから、かぶら寿し製造のシーズンオフまでかぶらへたを冷凍保存する際には、含まれるグルタミン酸量やGAD活性を維持するため、冷凍庫内温度の安定やバリア性の高い包装によって、かぶらへたの品質低下を防ぐための注意が必要である。

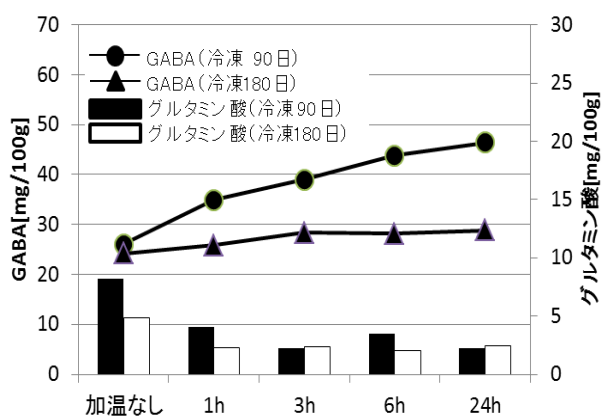


図2 凍結保存期間が異なるかぶらへたの加温時間に伴うGABA量とグルタミン酸量の経時変化

3.3 レトルト殺菌処理の影響

冷凍保存されていたかぶらへたを用いて、GABAのレトルト殺菌による熱耐性を検討した。その結果、レトルト処理前のGABA量が34mg/100gであったのに対して、120℃で10, 20, 30minの処理を行ったところ、それぞれ34, 33, 33であり、ほとんど変化していない。

一般に、レトルト殺菌処理では、食品の品温がF値で4以上の加熱殺菌が求められている。今回行った加熱におけるF値は、120℃10minで8, 20minで16, 30minで22と十分な殺菌強度であったことから、レトルト食品に利用しても、GABA量が維持されていることが確認された。

3.4 かぶらへたのレトルト食品調理工程

かぶらへたを利用した商品開発に向け、常温で長期保存が可能なレトルトスープ調理工程の例を図3に示す。①通常の調理工程では、生のかぶらへたをミキサーにより粉碎後、調味し、レトルト処理を行うことになる。これに対して、②GABA増強調理工程では、へたをカット加工後に-20℃で凍結させることで冷却処理と鮮度保持を行っている。ここで、冷凍保存期間については、3.2項で得られた結果より、GABA量の増加が大きい90日程度が適当である。次に、冷凍保存していたかぶらへたを室温で解冻後、ミキサーでペースト化してから温度35℃で24時間の嫌気処理を行う。

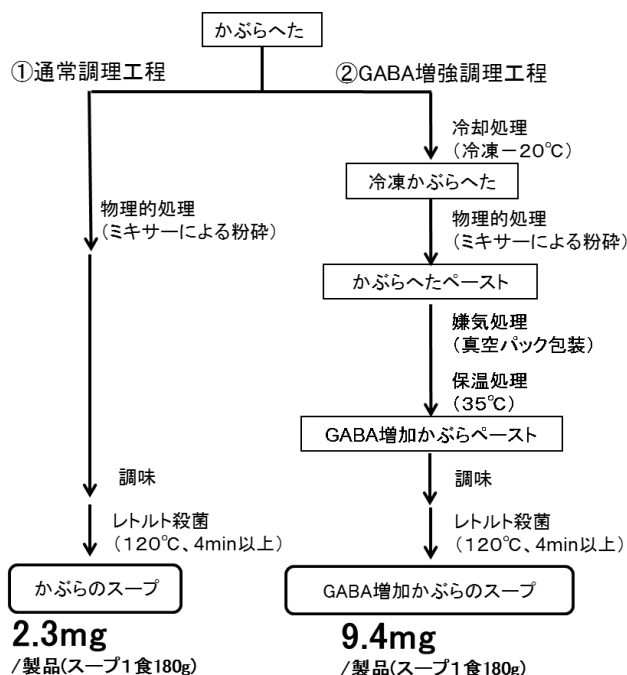


図3 かぶらへたのレトルト食品調理工程

こうして得られたGABA増強ペーストに調味して、レトルト処理を行う。以上の工程を経てスープの試作を行った結果、1食分(180g)あたりのGABA量は、①の工程では2.3mgであったのに対し、②の工程で行うと9.4mgとなり、最終製品におけるGABA量が約4倍に増加した。ただし、かぶらへた中に始めから含まれるGABA量は、かぶらの種類や収穫時期等によって差があることから、GABA増強食品を商品化するためには、かぶらの仕入れロット毎に含まれているGABA量やグルタミン酸量を測定するなど、品質保証を行うことが好ましい。

4. 結 言

かぶら寿し製造の副産物であるかぶらへたの有効活用のため、かぶらに含まれている機能性成分GABAを増強する方法について検討し、次の結論を得た。

- (1) かぶらへたのGABAを増強するためには、凍結と物理的処理によって細胞膜を破壊し、その後に嫌気処理と保温処理を行うことが有効である。
- (2) GABA増強かぶらを120℃でレトルト殺菌処理を行っても、加熱中に損失を殆ど生じずにGABA量は維持される。
- (3) 通常の調理工程にストレス処理を組み込み込んだかぶらのGABA増強調理工程を提案し、スープ等のレトルト食品に利用可能であることを試作により実証した。

参考文献

- 1) 鶴沢昌好, 奥山智子, 村田真由美. γ -アミノ酪酸高含有カボチャ加工品製造とそのラット血圧上昇抑制作用. 日本食品科学工学会誌, 2002, vol.49, p.573 - 582.
- 2) Hayakawa, K., Kimura, M., Kasaha, K., Matsumoto, K., Sansawa, H. and Yamori, Y., Effect of a gamma-aminobutyric acid-enriched dairy product on the blood pressure of spontaneously hypertensive and normotensive Wistar-Kyoto rats. *Br. J. Nutr.*, 2004, vol.92, p.411 - 417.
- 3) Matusbara, F., Ueno, H., Tadano, K., Suyama, T., Imaizumi, K. and Suzuki, K., Effect of GABA supplementation on blood pressure and safety in adults with mild hypertension. *Jpn. Pharmacol. Ther.*, 2002, vol. 30, p. 963 - 972.
- 4) Kanehira, T., Nakamura, Y., Nakamura, K., Horie, K., Horie, N., Furugori, K., Sauchi, Y. and Yokogoshi, H., Relieving occupational fatigue by consumption of a beverage containing γ -amino butyric acid. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 2011, vol. 57, p. 9 - 15.
- 5) 藤林真美, 神谷智康, 高垣欣也, 森谷歳夫. GABA経口摂取による自律神経活動の活性化. 日本栄養・食糧学会誌, 2008, vol.61, p.129 - 133.
- 6) 今堀和友, 山川民夫. 生化学辞典第2版. 東京化学同人, 1990, p.70.
- 7) 津志田藤二郎, 村井敏信, 大森正司, 岡本順子. γ -アミノ酪酸を蓄積させた茶の製造とその特徴. 日本農芸化学学会誌, 1987, vol.61, no.7, p.817 - 822.
- 8) 松本恭郎, 大野一仁, 平岡芳名. γ -アミノ酪酸を蓄積させた機能性食品素材の利用研究(第1報). 愛媛県工業技術センター業績, 2013, vol.60, no.11, p.9 - 14.
- 9) (株)東洋新薬. γ -アミノ酪酸に富むアブラナ科植物を用いた食品. 特開 2001 - 136929. 2001 - 05 - 22.
- 10) (株)東洋新薬. アブラナ科植物の γ -アミノ酪酸の含量を高める方法. 特開 2002 - 213. 2002 - 01 - 08.
- 11) 堀江秀樹, 安藤聡, 齊藤猛夫. ナス果実中の γ -アミノ酪酸含量と加熱による増加. 日本食品科学工学会誌, 2013, vol.60, no.11, p.9 - 14.
- 12) 野口智紀, 中村和哉, 古賀秀徳. 各種処理によるジャガイモ塊茎の γ -アミノ酪酸(GABA)増加方法. 日本食品科学工学会誌, 2007, vol.54, No.40, p.447 - 451.
- 13) シーザーコーポレーション. 大豆種子のガンマ-アミノ酪酸含量を増大させる方法. 特開 2008-507268. 2008 - 03 - 13.
- 14) 渡部保夫, 鳥居枝里子, 大野一仁, 前田耕作. もち麦粒を用いた γ -アミノ酪酸の高生産技術. 日本食品科学工学会誌, 2011, vol.58, no.4, p.182 - 185.
- 15) 中川良治, 北川直揮, 八十川大輔, 池田隆幸, 長島浩二. 野菜の冷凍保存技術の開発. 北海道立食品加工研究センター報告, 1998, no.3, p.59 - 63.
- 16) Baardseth, P. Enzymatically induced quality changes in fresh and frozen carrot. *ISHS Acta Horticulturae*, 1979, vol.67, p.67-74.