ナス果実中の γ -アミノ酪酸含量と 加熱による増加

堀江秀樹^{1*}, 安藤 聡², 齊藤猛夫²

¹ 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構
野菜茶業研究所

² 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構
野菜茶業研究所

The Contents of γ -Amino Butyric Acid in Eggplant
and its Accumulation with Heat Treatment

Hideki Horie^{1*}, Akira Ando² and Takeo Saito²

¹ NARO Institute of Vegetable and Tea Science, 2769
Kanaya Shishidoi, Shimada, Shizuoka 428-8501

² NARO Institute of Vegetable and Tea Science,
360 Kusawa, Ano, Tsu, Mie 514-2392

Mental stress recovery effects are demonstrated after the oral ingestion of γ -amino butyric acid (GABA). The contents of GABA in fruit were compared among the eight varieties of eggplant, *Solanum melongena*. The average content in the fruit was 24 mg/100 gFW, and the difference among the varieties was not large. We found that heat treatment at 60°C helped the accumulation of GABA in the fruit. Heat treatment after supplying glutamate to the fruit duplicated the contents of GABA in the fruit. We hope that the results presented here will draw the attention of consumers.

(Received Apr. 10, 2013; Accepted Jul. 24, 2013)

Keywords : GABA, glutamate, cooking, varieties, low temperature steam cooking

キーワード : GABA, グルタミン酸, 調理, 品種, 低温スチーム調理

五訂増補日本食品標準成分表によれば、ナスは栄養成分として果実 100 g 当たりのレチノール当量が 8 μ g, ビタミン C が 4 mg 含まれるとされ、それらの含量は野菜の中では低い方である。また抗酸化成分としてクロロゲン酸やナスニンを含むことが知られている¹⁾ が、前者は切り口の褐変や渋味に影響し²⁾、後者は煮汁等へも溶出しやすく、必ずしも含量の高いものが料理にも好ましいとはいえない。

トマト³⁾、ジャガイモ⁴⁾ 等ナス科の野菜においては、 γ -アミノ酪酸 (GABA) を比較的多く含むことが知られている。GABA には多くの機能性が期待されており、例えば嫌気条件で GABA を増加させたギャバロン茶では、血圧上昇抑制作用が認められる⁵⁾。茶であれば毎日定期的に飲用することにより、血圧を制御することも可能と期待できるが、

野菜の場合には GABA 含有野菜が販売されたとしても、定期的な摂取は困難な場合が多い。いっぽう近年、GABA の抗ストレス作用に関する報告がなされ、それらの結果によると数十 mg 程度の単回摂取で、ヒトにおいてストレス軽減効果が認められる^{6)~8)}。大野らは 23 種類の市販野菜の GABA 含量を比較した結果、ナスでは 20 mg/100 g を越え、調査した野菜の中では最も高い値を示した⁹⁾。ナスを食べることにより、抗ストレス効果が期待できる量の GABA を摂取できるかもしれないが、ナス果実の GABA については、大野ら¹⁰⁾ が漬け物加工により増加を図った例を除けば、研究例は少ない。

本報においては、消費者の需要喚起を目的に、ナスの機能性成分としての GABA 含量について調査し、さらに調理による GABA の増加法についても検討した。

1. 実験方法

2011 年および 2012 年の夏季に野菜茶業研究所内のビニールハウスおよび圃場で収穫した果実を試験に供した。供試した品種は、一般的な「千両二号 (タキイ種苗)」および「筑陽 (タキイ種苗)」, 漬け物に用いられる「泉州水茄子 (丸種)」, 大長ナスの「庄屋大長 (タキイ種苗)」, 米ナスの「くろわし (タキイ種苗)」, イタリアナスの「ローザビアンカ (つる新種苗)」および、地域に残った在来品種「巾着茄子 (新潟県, 米重種苗店)」, 「民田茄子 (山形県, 渡辺採種場)」を用い、「台太郎 (タキイ種苗)」に接ぎ木して栽培した。収穫当日の果実のヘタを除き、必要に応じて縮分した試料について、重量の 4 倍量の水を加え、直ちに 700 W の家庭用電子レンジで沸騰するまで加熱して酵素を失活させた。ナス試料は、加熱した水とともにブレンダーに移し、ブレンダーで破碎した濾液を冷凍保存した。解凍後、さらに水で 4 倍に希釈した液を分析用試料とした。GABA およびグルタミン酸の分析は既報¹¹⁾ 同様にプレカラム誘導体化後、逆相高速液体クロマトグラフィにより定量した。

次に、家庭で調理することにより、果実中の GABA 含量を増加させることができないか検討した。加熱には、試料を乾燥させることなく一定温度を保つことのできる低温スチーム電気鍋 (博多玄界) を用いた。本器は上下二段で構成され、下段に張った水を電熱ヒーターで加熱し、水蒸気を発生させ、網で仕切られた上段の食材切片を蒸し、この時の雰囲気温度をセンサーでモニターしてフィードバックすることにより、材料を 100°C 以下の一定温度で水蒸気加温する鍋である。量販店で購入した「博多ナス」(品種: 筑陽) の果実中央部を厚さ 2 cm で輪切りとし、さらに半月状に 2 分した。これを「生」, 「60°C 加熱」, 「グルタミン酸添加後 60°C 加熱」の 3 群にわけ、各区 4 反復とした。「生」については、上記と同様、試料に 4 倍量の水を加えて電子レンジ加熱し、沸騰直後にブレンダーで破碎して濾液を分析まで冷凍保存した。「60°C 加熱」区では、60°C に設定した低温スチーム電気鍋でナス試料を 30 分蒸した後、同様に

¹ 〒428-8501 静岡県島田市金谷猪土居 2769

² 〒514-2392 三重県津市安濃町草生 360

* 連絡先 (Corresponding author), horie@affrc.go.jp

試料調製した。「グルタミン酸添加後 60℃ 加熱」区では、グルタミン酸の添加は次のように行った。1% のグルタミン酸ナトリウム水溶液 200 ml を満たしたビーカーにナス切片を浸漬した。ビーカーを真空デシケータ中に設置し、アスピレータで 150 秒間真空に引いた。真空引き前にはグルタミン酸ナトリウム水溶液に浮いていたナス切片は、真空引き後はビーカーの底に沈降した。真空引き操作の結果、空気が入っていた細胞間隙がグルタミン酸ナトリウム水溶液に置換されたものと推定した。ナス切片表面に付着した水溶液を軽くペーパータオルで拭いた後「60℃ 区」同様に 60℃ 加熱し、試料調製した。なお、GABA およびグルタミン酸の含量は、処理前のナス切片の重量当たりの含量として換算し記載した。

2. 実験結果および考察

予備実験としてナス果実中の GABA の分布を解析したところ、GABA は果皮にも含まれており、果柄側よりも果頂部側に多く分布していた。また、果肉部だけでなく果皮にも含まれていた。そこで、果実あたりの GABA 含量を比較する場合は、通常は食べないヘタを除いた試料を縦切りにして縮分した。ナスはトマトのように完熟したものを収穫するわけではなく、収穫適期を過ぎたものを収穫せずに放置すると、果実は肥大を続ける。そこで、代表的なナス品種である「千両二号」について、果実の重量と GABA 含量およびその前駆物質とされるグルタミン酸含量を比較した (図 1)。その結果、収穫適期前の若い果実では GABA が低く、グルタミン酸含量が高い傾向が認められた。また、一般的な長ナス品種である「筑陽」についても図 1 と同様の傾向が観察された (データは示さず)。これらのことから、GABA 含量について品種等の比較を行う場合には、果実の大きさに十分注意することが必要である。

ナス品種は外観的な多様性に富んでいるので、GABA 含量についても大きな品種差が期待される。そこで、一般に流通している品種から、在来品種まで含めて果実中の GABA 含量を比較した (図 2)。供試した試料中の GABA 含量の平均値は、生体重 100 g あたり 24 mg であった。図 1 において、同一品種内では果実の重量と GABA 含量の間には相関関係が認められたので、図 2 では左から果実の重い順に並べた。品種が異なる場合には、GABA 含量は必ずしも果実の重さとの相関が高いとはいえなかった。長ナスである「庄屋大長」と「筑陽」において、他品種よりも高い傾向、在来品種の「民田茄子」において他品種よりも低い傾向が認められた。ただし、平均値で比較すれば、最も高い「庄屋大長」(34 mg/100 g) においても、最も低い「民田茄子」(18 mg/100 g) の 2 倍にはならなかった。別途露地栽培した国内のナス 16 品種についても GABA 含量を比較したが、同様に 20~29 mg/100 g の範囲に平均値が分布し、品種間の差が大きいとはいえなかった (データは示さず)。

図 1 果実の重量と γ -アミノ酪酸、グルタミン酸含量の関係
GABA: γ -アミノ酪酸, Glu: グルタミン酸。

図 2 GABA 含量ナス品種間の γ -アミノ酪酸含量比較

7月19日に収穫した4果の平均。バーは標準偏差。
異なるアルファベットは有意差 ($p < 0.05$, チューキー法) を示す。果実の重さの順に左から配置した。

今回の試験においては長ナス (「庄屋大長」, 「筑陽」) において GABA 含量が高い傾向は認められた。ただし他品種との含量差は大きいとはいえず、産地や作型が異なる場合には、傾向が逆転する場合もあり得るので、今回の結果のみから長ナスは常に GABA 含量が高いとはいえない。いっぽうで、さらに多様なナス系統の中から探索すれば、GABA 含量の著しく高いものが発見される可能性は残されており、このような系統を育種素材として利用して、GABA 含量の高いナス品種育成に活用することも期待される。

品種選択や栽培技術により GABA 含量の高い果実を生産すること以外に、加工・調理の過程で GABA を増加させることについても検討の余地がある。GABA については農産物の加工によって増加させる方法がカボチャ¹²⁾、ジャガイモ¹³⁾ などで報告されており、ナスについても、大野らが漬け物加工法を報告している¹⁰⁾。しかしながら、消費者

の立場では、できあいの加工品として提供されるだけではなく、店頭に並ぶ普通のナスを使って家庭調理の過程で機能性成分を増加する方法を提案できれば、より楽しくナスに接することができ、購入意欲を促進するものと期待される。

GABA はグルタミン酸からグルタミン酸脱炭酸酵素の作用で生成される。したがって、本酵素が十分に作用できるような条件を設定できれば、家庭の調理の場で GABA を増加させることができるはずである。家庭用の蒸し器等を用いて急速に試料温度を上げる場合には、酵素の作用が期待できないので、本報では家庭用の低温スチーミング電気鍋を用いて、一定温度の加湿状態で加熱した。このような加熱方法では、内生グルタミン酸脱炭酸酵素の働きで GABA を生成させることができるものと期待される。予備試験の結果、加熱温度が 80℃ 以上では GABA の蓄積が認められないことが確認されたので、60℃ で加熱したところ、GABA の 40% の増加が認められた (図 3)。ただし、基質と考えられるグルタミン酸含量が低下し、これ以上加熱条件を最適化しても GABA の増加量はわずかと推定された。そこで、基質となるグルタミン酸を外部から添加した後、加熱したところ GABA 含量は元のナスに比べて倍増した。このように基質であるグルタミン酸を十分与えることができれば、内生のグルタミン酸脱炭酸酵素の作用で GABA 含量の大幅な増加を図ることが可能と期待される。

本実験においては、再現性を確保するため、ナス試料をグルタミン酸ナトリウム水溶液中に浸漬したものを真空吸引することにより、添加したグルタミン酸の試料中での均一化を図り、また加熱は一定温度 (60℃) 雰囲気中で行った。これらの設定条件は、必ずしも家庭内での調理場面に則したのではなく、また、加熱後のナス試料も必ずしもおいしいものではなかった。実際の調理の場面では、グルタミン酸ナトリウム試薬の代わりにうま味調味料が使えるが、それ以外にも、チーズや味噌等をグルタミン酸源として活用し、さらに酵素を作用させることを意識して、急激な昇温を防ぐよう加熱方法を工夫する等によって、おいしくてさらに GABA 含量も高いナス料理が調製できるものと期待される。

ストレス緩和効果が期待できる GABA の量は数十 mg と報告され、ナス (果実の重さが 100 g として) 1~2 本中には、これに匹敵する量の GABA が含まれることが明らかにされた。さらに、内生のグルタミン酸脱炭酸酵素が作用できる条件で調理することにより、GABA 含量は増加した。日本では伝統的に食べられてきたナスに GABA が含まれること、さらに工夫すれば家庭調理によって GABA 含量を増やせることも、ナスを消費者に対するアピールポイントにもなるものと期待できる。

3. 要 約

γ -アミノ酪酸 (GABA) にはストレス緩和効果が期待さ

図 3 低温スチーミングによる γ -アミノ酪酸の増加

GABA: γ -アミノ酪酸, Glu: グルタミン酸。

Glu 添加加熱: 1% グルタミン酸ナトリウム水溶液を果肉に吸わせてから加熱。加熱条件は 60℃ で 30 分。

*: 350 mg/100 g (グルタミン酸ナトリウムを添加したため)

れている。ナス 8 品種果実の GABA 含量を比較したところ、品種間の差は大きいものではなく、平均値は果実 100 g あたり 24 mg であった。60℃ で加熱すれば、果実中の GABA 含量が増加し、グルタミン酸塩を外部から補って加熱することにより、GABA 含量を倍増することができた。GABA を含む野菜として、ナスの消費喚起が期待される。

文 献

- 1) 立山千草, 五十嵐喜治, ナス果実の栽培品種・部位別のアントシアニン量, クロロゲン酸量およびラジカル消去活性, 日本食品科学工学会誌, **53**, 218-224 (2006).
- 2) 黒沢祝子, ナスの調理法別による収斂味発生と褐変化の関係, 同志社大学学術研究年報, **26**, 119-139 (1975).
- 3) Saito, T., Matsukura T., Sugiyama M., Watahiki A., Ohshima I., Iijima, Y., Konishi, C., Fujii T., Inai, S., Fukuda N., Nishimura, S. and Ezura H., Screening for γ -aminobutyric Acid (GABA)-rich Tomato Varieties. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, **77**, 242-250 (2008).
- 4) 中村和哉, 奈良一寛, 野口智紀, 大城哲也, 古賀秀徳, ジャガイモおよびその加工品の γ -アミノ酪酸 (GABA) 含量, 日本食品科学工学会誌, **53**, 514-517 (2006).
- 5) 大森正司, 矢野とし子, 岡本良子, 津志田藤二郎, 村井敏信, 樋口 満, 嫌気処理茶 (ギャバロン茶) による高血圧自然発症ラットの血圧上昇抑制作用, 日本農芸化学会誌, **161**, 1449-1451 (1987).
- 6) 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, **61**, 129-133 (2008).
- 7) 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.*, **57**, 9-15 (2011).
- 8) 藤瀬朋子, 佐々木久美, 古川智子, 矢羽田歩, 古賀民徳, 大和孝子, 青峰正裕, 太田秀明, トマトジュース摂取がストレス緩和に及ぼす影響, 中村学園大学・中村学園大学短期大学部研究紀要, **41**, 2171-279 (2009).

-
- 9) 大野一仁, 松永 崇, 佐野和男, 野菜による γ -アミノ酪酸の蓄積, 愛媛県工業研究系報告, **45**, 29-34 (2007).
 - 10) 大野一仁, 松永 崇, 佐野和男, 野菜による γ -アミノ酪酸の蓄積 (第 2 報) γ -アミノ酪酸生成最適条件の検討, 愛媛県工業研究系報告, **46**, 26-30 (2008).
 - 11) 堀江秀樹, 野菜の加熱にともなうグアニル酸の生成, 日本調理科学会誌, **45**, 346-351 (2012).
 - 12) 鵜沢昌好, 奥山知子, 村田真由美, 佐藤良二, 大森正司, 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, **49**, 573-582 (2002).
 - 13) 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, **54**, 447-451 (2007).
- (平成 25 年 4 月 10 日受付, 平成 25 年 7 月 24 日受理)
-