ジャガイモおよびその加工食品の γ - アミノ酪酸 (GABA) 含量

中村和哉, 奈良一寛[§], 野口智紀, 大城哲也, 古賀秀徳

カルビー株式会社

Contents of γ -Aminobutyric Acid (GABA) in Potatoes and Processed Potato Products

Kazuya Nakamura, Kazuhiro Nara[§], Toshinori Noguchi,
Tetsuya Ohshiro and Hidenori Koga

Calbee Foods Co., Ltd., 2-11-4 Yoshino-cho, Kita-ku, Saitama-shi, Saitama 331-0811

The contents of γ -aminobutyric acid (GABA) in potatoes (*Solanum tuberosum* L.) and in processed potato products on the market were studied. In 22 varieties of potato, the total content of free amino acids and GABA content were found to vary from 239 to 819 mg/100 g FW and from 16 to 61 mg/100 g FW, respectively. There was also a positive correlation ($r=0.8048$) between the total content of free amino acids and GABA content in the "Toyoshiro" variety that is always used in processed foods. The amount of GABA accounted for about 7 to 8% of the total amount of free amino acids. From analysis of the GABA contents of food products made from potatoes, about 61 mg of GABA was found in 100 g FW of a product made only from potatoes, about 20 mg was found in 100 g FW of a product made mainly from potatoes with mixed flour, and only a few mg was found in a product containing no potato. It was thus shown that the GABA content in processed potato products increases as the potato content increases.

These results suggest that GABA can be ingested, for various purposes, by consumption of potatoes and food products made from potatoes.

(Received Feb. 17, 2006 ; Accepted Jun. 5, 2006)

わが国におけるジャガイモの生産量は2002年の農林水産省統計で約300万トンであり¹⁾, 生食以外にも品種の特性によって加工食品およびその素材として用途はきわめて広い。

一般にジャガイモは, デンプンが主成分ではあるが, ビタミンB₁, C, 葉酸, カリウムなどの優れた摂取源となることが知られている²⁾³⁾。さらに, ジャガイモには, γ -アミノ酪酸 (GABA) が含まれることも報告されている²⁾。GABAは, 動物, 植物問わず広く天然に存在する非タンパク質構成のアミノ酸であり^{4)~7)}, 抑制性神経伝達物質として作用するとともに⁷⁾, 降圧作用を有するなど, 様々な効果が期待できる^{9)~12)}。

ジャガイモには, 生食用および加工用の他に, アントシアニン色素を含む有色品種など¹³⁾¹⁴⁾, 多くの品種が存在しており, 品種間差を含め, GABAについての詳細な報告はまだ十分ではない。そこで本報告では, ジャガイモ塊茎におけるGABA含量の品種間差異について検討した。また, 加工用品種“トヨシロ”を用いて, 塊茎重量とGABA含量との関連について検討し, さらにジャガイモを主原料とした加工食品 (製品) におけるGABA含量についても同様

に検討した。

実 験 方 法

1. 試 料

生ジャガイモ (*Solanum tuberosum* L.) およびその加工食品を供試材料とした。生ジャガイモは, カルビーポテト (株) (北海道) ならびにスーパーより購入した国内産ジャガイモ22品種 (表1) を用いた。また, ジャガイモ加工食品 (製品) は市販のポテトチップスを含む干菓子を試料とし, ジャガイモ (品種“トヨシロ”) を主原料とした加工食品 (4種類; 製品A~D), ジャガイモを主体とし, 小麦粉を配合した加工食品 (2種類; 製品EおよびF) を用い, それらの対照としてジャガイモが含まれない加工食品 (6種類; 製品G~L) を用いた。なお, それぞれの製品における製造日は表3に示した。

2. 分析方法

(1) 抽 出

それぞれの生ジャガイモに75%エタノールを加え, ホモジナイザーにて磨砕した。磨砕物を遠心 (3500 rpm×5分) にて可溶性画分と不溶性画分とに分け, 不溶性画分は磨砕, 遠心操作を繰り返した。そのろ液を合わせ, 50 ml に定溶後, その一部をメンブランフィルター (0.45 μ m, ϕ 25

* 〒331-0811 埼玉県さいたま市北区吉野町2-11-4

[§] 連絡先 (Corresponding author), k_nara@calbee.co.jp

表 1 ジャガイモ各品種の塊茎における総遊離アミノ酸および GABA 含量

品種	総遊離アミノ酸含量 (mg/100 gFW)	GABA 含量 (mg/100 gFW)
スノーデン	358	16
シンシア	404	21
ホッカイコガネ	510	21
コナフブキ	450	22
加工用品種 デイジー	377	23
農林 1 号	467	24
アトランチック	489	26
ワセシロ	819	29
トヨシロ	416*	31*
キタアカリ	469	24
ユキラシャ	361	25
花標津	239	27
ベニアカリ	312	29
生食用品種 ムサマル	406	30
トウヤ	351	30
男爵	529	30
スタークイン	443	34
メークイン	500	37
インカパープル	533	35
アンデス	540	40
インカレッド	409	43
インカのめざめ	732	61

n=6 (平均値)

*n=30 (平均値)

mm, Millipore) を用いてろ過し, 分析試料とした. 一方, 加工食品は, ミキサーにて細かく粉碎した後 2g を採取し, 75% エタノールを 20 ml 加え, ホモジナイザーにて磨砕した. 磨砕物は還流抽出 (80°C, 20 分) し, ろ過することで, 可溶性画分と不溶性画分とに分別し, 不溶性画分は磨砕, ろ過操作を繰り返して, ろ液を合わせ, 100 ml に定容後, 上述と同様にろ過し, 分析試料とした.

(2) 遊離アミノ酸分析方法¹⁵⁾

1 級アミノ酸に o- フタルアルデヒド (以下 OPA と略), 2 級アミノ酸に 9-フルオレニルメチルクロロフォルメート (以下 FMOC と略) を反応試薬に用いたポストカラム蛍光試薬誘導化法を用いて, 高速液体クロマトグラフ法にて分析した. 分析は, ZORBAX Eclipse-AAA カラム (4.6×150 mm, 3.5μm) を装着した Agilent 1100 シリーズ HPLC システムを用いた. 溶媒 A を 40 mM NaH₂PO₄ (pH 7.8), 溶媒 B を ACN/MeOH/水 (45/45/10) として, カラム温度を 40°C に維持し, 2 ml/min の流速により, 濃度勾配は次の条件で溶出した. 溶媒 B; 0% (0 分)→0% (1.9 分)→57% (18.1 分)→100% (18.6 分)→100% (22.3 分)→0% (23.2 分)→0% (26.0 分).

OPA および FMOS の誘導体の検出は, 338 nm および 262 nm にて行った. また本分析方法で検出された 20 種類

表 2 “トヨシロ” 塊茎における遊離アミノ酸組成

アミノ酸	トヨシロ (mg/100 gFW)
Asp	21±3
Glu	45±8
Asn	94±24
Ser	6±2
Gln	114±38
His	5±3
Gly	2±1
Thr	10±3
Arg	22±7
Ala	5±4
GABA	31±8
Tyr	4±3
Val	19±0
Met	8±8
Trp	2±3
Phe	7±2
Ile	7±5
Leu	2±5
Lys	11±2
Pro	3±7
合計	416±100

n=30 (平均値±標準誤差)

表 3 各種ジャガイモ製品における GABA 含量

製品	主原料	製造日 (年/月)	GABA 含量 (mg/100 g)
A	ジャガイモ	2003/8	61.0
B	ジャガイモ	2004/2	53.7
C	ジャガイモ	2003/9	55.5
D	ジャガイモ	2004/9	72.8
E	ジャガイモ, 小麦粉	2003/9	20.7
F	ジャガイモ, 小麦粉	2003/9	18.3
G	小麦粉	2003/9	0.0
H	小麦粉, 野菜類	2003/9	3.3
I	サツマイモ	2003/9	1.9
J	サツマイモ	2003/8	2.0
K	トウモロコシ, 米粉	2003/9	4.2
L	トウモロコシ, 米粉	2003/9	0.0

n=6 (平均値)

のアミノ酸 (表 2) の合計値を総遊離アミノ酸含量として表した.

実験結果および考察

1. 総遊離アミノ酸および γ- アミノ酪酸 (GABA) の品種間差

表 1 にジャガイモの品種別における総遊離アミノ酸および GABA 含量を示した. 分析した 22 品種における総遊離アミノ酸含量は, 塊茎 100 g 当たり 239~819 mg と品種に

図 1 ジャガイモ（品種“トヨシロ”）における塊茎重量、総遊離アミノ酸含量および GABA 含量との相関

よって大きく異なっていた。22 品種の総遊離アミノ酸含量の平均は約 460 mg であり、加工用品種の“ワセシロ”では分析した試料の中で 819 mg と最も多かった。次いで“インカのめざめ” (732 mg)、アンデス (540 mg) の順に多かった。一方、“花標津”では、239 mg と分析試料中で最も少なかった。

22 品種の GABA 含量は総遊離アミノ酸含量の約 4～11% を占めており、“インカのめざめ”では塊茎 100 g 当たり 61 mg と 22 品種中最も多かった。次いで、“インカレッド”、“アンデス”の順に多かった。総遊離アミノ酸含量と同様に、GABA 含量も品種によって大きく異なり、有色 (4 品種)、生食用 (9 品種) および加工用品種 (9 品種) に区別して、それぞれの GABA 含量の差異について比較検討したところ、有色、生食用および加工用品種では、塊茎 100 g 当たりそれぞれ 45、30 および 24 mg と有色品種で高い傾向が認められた。有色品種は、アントシアニン色素を含み、抗酸化活性が認められているが¹³⁾¹⁴⁾、GABA 含量も多い傾向にあることが示唆された。

2. “トヨシロ”における塊茎重量と γ -アミノ酪酸 (GABA) の関係

加工用品種である“トヨシロ”を用いて、塊茎重量が異なる試料におけるアミノ酸組成について検討した。総遊離アミノ酸含量は、塊茎重量によって異なり、100 g 当りに換算すると平均 416 mg であった (表 2)。しかしながら、アミノ酸組成は、大きさに関わらず同じ傾向にあり、Gln が最も多く 100 g 当たり 114 mg (総遊離アミノ酸含量の 27.3%) であった。次いで、Asn が 94 mg (22.6%)、Glu が 45 mg (10.7%) の順に多かった。GABA は総遊離アミノ酸含量の約 7.3% を占めており、“トヨシロ”では、総遊離アミノ酸の中で GABA が比較的多くを占めることが示唆された。また、ジャガイモの塊茎重量と総遊離アミノ酸含量、GABA 含量と総遊離アミノ酸含量の相関関係について検討したところ、それぞれ有意な正の相関 ($r=0.8305$ および

$r=0.8048$) が認められ (図 1)、塊茎の大きさに関わらず、ほぼ一定の割合で GABA が含まれていることが示唆された。

“トヨシロ”は加工用品種として知られているが、それに GABA が比較的多く含まれるということは、ジャガイモ加工食品 (製品) による GABA 摂取が期待できると考えられた。

3. ジャガイモ加工食品 (製品) における γ -アミノ酪酸 (GABA) の差異

ジャガイモ塊茎に GABA が含まれたことから、ジャガイモを主原料とした加工食品 (製品) にも GABA が含まれていると考えられる。そこで、製品における GABA 含量の差異について検討した (表 3)。

ジャガイモを主原料とした加工食品 (製品 A～D) は、製品 100 g 当たりの GABA 含量が 53.7～72.8 mg であった。また、ジャガイモを主体とし、小麦粉を配合した加工食品 (製品 E および F) では、100 g 当たり約 20 mg の GABA を含んでいた。さらに、ジャガイモを含まない加工食品 (製品 G～L) では、100 g 当たり数 mg しか含まれず、製品配合に利用された小麦粉においては GABA が検出されなかった。これらの結果は、製品中に含まれる GABA が、ジャガイモ由来であることを示し、製品に用いる原料の割合としてジャガイモが多いほど GABA 含量が多くなると考えられた。

最近、GABA の生理機能性については多くの報告がある^{8)～11)} ことから、ジャガイモと同様にジャガイモ加工食品においても、GABA の効果が期待できると考えられる。

一般に、他の野菜類を含め、ジャガイモでも収穫後、栄養成分が変化すると考えられる。しかしながら、貯蔵や加工段階における成分の変化については十分に明らかにされていない。今後は製品に用いるジャガイモの貯蔵条件や加工条件の相違が GABA 含量に及ぼす影響についても検討することが必要であると思われる。

要 約

ジャガイモおよびその加工食品（製品）に含まれる γ -アミノ酪酸（GABA）含量について検討した。

(1) ジャガイモ 22 品種を用いて、総遊離アミノ酸含量および GABA 含量について比較したところ、総遊離アミノ酸含量には品種間差（239～819 mg/100 gFW）が認められた。また、GABA 含量も品種間差が認められ、“インカレッド”で最も多かった（61 mg/100 gFW）。

(2) 加工用品種である“トヨシロ”におけるアミノ酸組成について検討したところ、総遊離アミノ酸含量は、100 g 当たり 416 ± 100 mg であり、GABA は総遊離アミノ酸含量の約 7～8% を占めていた。さらに、全総遊離アミノ酸含量と GABA 含量との間に正の相関（ $r=0.8048$ ）が認められた。

(3) ジャガイモを原料とした製品における GABA 含量を分析したところ、ジャガイモを主原料とする製品では 100 g 当たり約 61 mg 認められた。一方で、ジャガイモを主体とし、小麦粉を配合した製品では約 20 mg、ジャガイモを含まない製品では数 mg であり、製品に用いる原料の割合としてジャガイモが多いほど GABA 含量が多くなると考えられた。

文 献

- 1) 農林水産省統計情報部, 「平成 15 年度作物統計, イモ類に関する資料」.
- 2) 農文協編, 「野菜園芸大百科 13」, (農文協, 東京), ジャガイモ, pp. 2-158 (1989).
- 3) Woolfe, J. A., 知識敬道, 食品としての馬鈴薯, (カルビー(株), 東京), pp. 28-60 (2003).
- 4) 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, 農化, **61**, 817-822, (1987).
- 5) 桐淵壽子, キノコの γ -アミノ酪酸, 家政誌, **43**, 165-168, (1992).
- 6) 吉澤みな子, 井上正子, 奥田豊子, 中村尚夫. 高血圧自然症ラットにおける米糠の血圧効果作用. 大教大紀要, **48**, 123-130, (2000).
- 7) 松浦英之, 果実の機能を探る: メロンと健康. 果実日本, **57**, 52-5 (2002).
- 8) Bazemore, A.W., Elliott, K.A.C. and Florey, E., Isolation of factor I.J. *Neurochem.*, **1**, 334-339 (1957).
- 9) Takahashi, H., Sumi, M. and Koshino, F., Effect of γ -aminobutyric acid (GABA) on normotensive or hypertensive rats and men. *Jpn. J. Physiol.*, **22**, 89-95 (1961).
- 10) Stanton, H.C., Mode of action of gamma aminobutyric acid on the cardiovascular system. *Arch. Int. Pharmacodyn.*, **143**, 195-204 (1963).
- 11) McLemore, G.L., Billingsley, M.L. and Severs, W.B., Ouabain cardiotoxicity is enhanced by GABA in anesthetized rats. *Pharmacology*, **47**, 126-34 (1993).
- 12) Kimura, M., Hayakawa, K. and Sansawa, H., Involvement of γ -aminobutyric acid (GABA) B receptors in the hypotensive effect of systemically administered GABA in spontaneously hypertensive rats. *Jpn. J. Pharmacol.*, **89**, 388-394 (2002).
- 13) 石井現相, 森 元幸, 梅村芳樹, 瀧川重信, 田原哲士. 赤紫肉ジャガイモ塊茎のアントシアニンとその含量, 食科工, **43**, 887-895 (1996).
- 14) 増田真美, 沖 智之, 小林美緒, 須田郁夫, 中尾 敬. 紫色・赤色のバレイショから得たアントシアニン含有濃縮物の抗酸化活性, 九農研, **65**, 53 (2003).
- 15) Schwarz, E.L., Roberts W.L. and Pasquali, M., Analysis of plasma amino acids by HPLC with photodiode array and fluorescence detection. *Clin Chim Acta.*, **354**, 83-90 (2005).

(平成 18 年 2 月 17 日受付, 平成 18 年 6 月 5 日受理)