徳島産レンコン備中およびロータスの 遊離アミノ酸組成について

江戸 梢*・橋本多美子**・西尾幸郎*・沢田英司***・中川秀幸****

(*四国大学短期大学部, **武庫川女子大学生生活環境学部,
徳島県農林水産総合技術支援センター, *四国大学看護学部)

(平成28年6月17日受付, 平成28年10月8日受理)

Free amino acid contents of roots of the lotus cultivars “Bicchu” and “Lotus” grown in Tokushima prefecture

Kozue Edo*, Tamiko Hashimoto**, Sachio Nishio*,
Eiji Sawada***, Hideyuki Nakagawa****

* *Junior College Division, Department of Science for Human Health, Shikoku University,
Furukawa, Ojin-cho, Tokushima-shi, Tokushima, 771-1192*

** *Department of Food Science and Nutrition, Mukogawa Women's University,
6-46, Ikebiraki-cho, Nishinomiya-shi, Hyogo, 633-8558*

*** *Tokushima Agriculture, Forestry, and Fisheries Technology Support Center,
1660, Ishii, Ishii-cho, Myohzai-gun, Tokushima, 779-3233*

**** *Department of Nursing, Shikoku University,
Furukawa, Ojin-cho, Tokushima-shi, Tokushima, 771-1192*

*〒771-1192 徳島県徳島市応神町古川

**〒633-8558 兵庫県西宮市池開町6-46

***〒779-3233 徳島県名西郡石井町石井字石井1660

****〒771-1192 徳島県徳島市応神町古川

Tokushima prefecture is the second largest producer of lotus roots in Japan, with an annual harvest of approximately 8,000 tons. In the present study, we determined the contents of amino acids in the flesh, joint, and peel of lotus roots of two cultivars, “Bicchu” and “Lotus”, grown in Tokushima prefecture. Asparagine, glutamine, arginine and alanine accounted for more than 60% of the total amino acids in the flesh of “Bicchu” and “Lotus” roots, while glutamine comprised around 5% of the total amino acids in their joint and peel. When comparing the cultivars, “Lotus” roots contained the almost same level of γ -aminobutyric acid (GABA) than “Bicchu” roots, with a preferential distribution in the flesh. These results suggest the potential applications of the unused parts (joint and skin) of lotus roots grown in Tokushima prefecture as an ingredient in processed food products.

1. 緒 言

レンコンは、スイレン科ハス属のハスの肥大した地下茎部分であり、シャキシャキとした歯ごたえが特徴の野菜である。レンコンには穴があいていることから「先が見通せる」として、日本ではお節料理やお祝い事などの

慶事に欠かせない食べ物とされている¹⁾。徳島県は、レンコンの収穫量が年間約8,000トンにのぼっており、全国第2位の産地である。県内では露地栽培やハウス、トンネル栽培を組み合わせ、ほぼ一年を通してレンコンが収穫されている²⁾。レンコンはビタミンCが豊富であり、単位重量あたりミカンの1.5倍、大根の3.7倍に相当する

量が含まれている。また、でん粉が多いために加熱してもビタミンCの残存率が高い³⁾といわれており、さらに野菜としては珍しくビタミンB₁₂も含まれている⁴⁾。レンコンの機能性としては便秘解消、貧血予防効果やコレステロール低下作用などが知られている^{5, 6)}。さらに、基礎的実験（動物実験）や臨床実験などが行われており、抗酸化作用や比較的高いポリフェノール含量がみられ、腸リパーゼ阻害活性や脂質代謝改善などの機能性食品として有効であると報告されている^{7, 8)}。このように、レンコンは機能性食品素材の原料として活用することが期待できる。一方、レンコンの収穫において、可食部であっても収穫時に傷や汚れが付いたもの、根茎先端の3~4節以外のレンコン、収穫時期の終盤に収穫されるものは、通常よりも味や外観が劣る。消費者が見た目の良い商品を好むこともあり、規格外のレンコンとして廃棄処分されることも多い⁹⁾。

そこで本研究では、徳島県産レンコン2品種の「備中」および「ロータス」の可食部、節部および皮部を用いてアミノ酸生体液分析を行い、未利用資源である節部と皮部の有効利用への可能性を検討することを目的とした。

2. 実験方法

(1) 実験試料

レンコンは、徳島県産の「備中」および「ロータス」の2品種を使用した。各種レンコンを可食部・節部・皮部に分け、ホモジナイザーにて磨砕したものを試料とした（図1）。

(2) 分析方法

遊離アミノ酸組成は、1品種につき可食部・節部・皮部のそれぞれ100gを試料とし、同量の0.01N HCLを加え100℃で20分間加熱を行い、遠心分離した後、限外ろ過（15,000 rpm, 20 min）後の分子量10,000以下の画分を遊離アミノ酸分析試料とした。分析は日立L-8800型高速アミノ酸分析計を用い、アミノ酸生体液分析法で行った。分析には各部位1サンプルを供し、分析した遊離アミノ酸はγ-アミノ酪酸（GABA）を含む41種である。

3. 結果および考察

「備中」および「ロータス」の2品種のレンコンに含まれる遊離アミノ酸含量を部位別に比較した（表1）。

「備中」100gあたりの総アミノ酸量は、可食部で1,680.9mg、節部で531.5mg、皮部で1,493.8mgであった。

また「ロータス」では、100gあたりの総アミノ酸量が可食部で1,814.3mg、節部で837.3mg、皮部で1,750.1mgであった。

鶴田ら⁶⁾は、佐賀県産レンコンのアミノ酸含量ではアスパラギン酸が最も多く、次いでグルタミン酸、セリンが多いと報告している。徳島県産の「備中」および「ロータス」と比較すると、アミノ酸含量に相異がみられた。これは、レンコンの栽培された土壌や気温等の生育環境の違いおよび熱水抽出による分析法の違いによるものと推察される。

また、アミノ酸には固有の味がある。代表的なものとして、甘味はグリシンやアラニン、苦味はバリンやロイシン、酸味およびうま味はグルタミン酸やアスパラギン酸が挙げられる。「備中」では、甘味を示すグリシンおよびアラニンの含有率は可食部で6.5%、節部で6.2%、皮部で2.0%、苦味を示すバリンおよびロイシンの含有率は可食部で5.5%、節部で4.9%、皮部で1.1%であった。さらに、酸味およびうま味を示すグルタミン酸およびアスパラギン酸の含有率は可食部で5.4%、節部で6.3%、皮部で3.3%であった。一方「ロータス」では、甘味を示すグリシンおよびアラニンの含有率は可食部で12.0%、節部で12.2%、皮部で5.9%、苦味を示すバリンおよびロイシンの含有率は可食部で5.3%、節部で3.6%、皮部で1.7%であった。酸味およびうま味を示すグルタミン酸およびアスパラギン酸の含有率は可食部で4.2%、節部で5.5%、皮部で2.1%であった。

総アミノ酸含量では可食部、皮部、節部の順に多く含まれていた。「備中」では、可食部および節部、皮部のいずれの部位においても甘味および苦み、酸味、うま味成分がバランスよく含まれており、「ロータス」は「備中」に比べ甘味を示すアミノ酸が多く含まれていることが示

図1 レンコンの可食部（A）と節部（B）

表1 各レンコン品種における部位別の遊離アミノ酸含量

遊離アミノ酸 (mg/100 g)		備 中			ロータス		
		可食部	節部	皮部	可食部	節部	皮部
アルギニン	(Arg)	282.0	41.5	336.7	209.4	61.5	355.5
アラニン	(Ala)	103.3	29.8	27.0	209.2	97.3	98.4
セリン	(Ser)	60.9	15.1	17.2	57.4	22.2	32.1
グルタミン酸	(Glu)	59.0	23.9	30.5	49.8	31.8	17.1
バリン	(Val)	55.1	18.2	10.2	61.6	19.4	18.7
チロシン	(Tyr)	53.1	8.6	8.5	54.9	13.1	18.6
トレオニン	(Thr)	49.3	12.3	15.8	45.8	16.8	22.7
トリプトファン	(Trp)	48.1	3.0	0.0	54.4	5.2	7.1
ロイシン	(Leu)	37.0	7.6	5.8	34.6	10.5	11.1
アスパラギン酸	(Asp)	31.3	9.8	18.9	26.1	13.8	19.8
リジン	(Lys)	28.3	5.9	21.2	30.8	10.2	25.1
メチオニン	(Met)	25.4	0.9	6.4	31.3	5.7	8.2
ヒスチジン	(His)	23.6	5.2	9.3	30.5	9.8	17.7
フェニルアラニン	(Phe)	15.0	7.0	5.9	19.8	8.8	7.4
グリシン	(Gly)	6.6	3.1	2.4	8.5	4.6	4.6
シスチン	(Cys)	5.2	1.0	10.4	4.2	1.4	10.7
プロリン	(Pro)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
イソロイシン	(Ile)	0.0	11.1	8.1	40.4	13.1	11.3
フォスフォセリン	(P-Ser)	3.3	3.1	4.3	2.6	5.7	4.6
アスパラギン	(AspNH ₂)	476.7	150.1	825.8	476.5	313.4	862.1
グルタミン	(GluNH ₂)	200.6	20.7	62.8	284.1	74.6	92.3
γ-アミノ酪酸	(GABA)	60.8	34.9	46.4	60.3	49.8	60.7
シスタチオニン	(Cysthi)	33.3	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0
1-メチルヒスチジン	(1Mehis)	5.4	2.6	4.7	0.0	3.1	9.6
アンモニア	(NH ₃)	4.2	3.2	3.5	4.2	2.8	3.5
β-アラニン	(b-Ala)	4.1	1.5	0.0	5.8	2.9	2.6
エタノールアミン	(EOH NH ₂)	3.1	2.9	3.5	4.1	3.7	4.9
オルニチン	(Orn)	2.1	0.8	1.2	2.6	1.1	2.4
ハイドロキシリジン	(Hyllys)	1.8	15.1	2.8	1.7	15.9	2.6
α-アミノアジピン酸	(a-AAA)	1.5	0.0	1.2	1.3	1.1	1.6
α-アミノ- <i>n</i> -酪酸	(a-ABA)	0.5	0.0	0.0	1.0	0.6	0.5
タウリン	(Tau)	0.0	1.4	0.0	1.0	0.7	0.0
ホスホエタノールアミン	(PEA)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9
尿素	(Urea)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
サルコシン	(Sar)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
シトルリン	(Cit)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
β-アミノイソ酪酸	(b-AiBA)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3-メチルヒスチジン	(3Mehis)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
アンセリン	(Ans)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
カルノシン	(Car)	0.0	12.7	3.5	0.0	14.2	14.6
Total		1,680.9	531.5	1,493.8	1,814.3	837.3	1,750.1

唆された。

「備中」ではアスパラギン、アルギニン、グルタミンが多く、可食部に約60%、節部に約40%、皮部に約80%を占めていた。一方、「ロータス」ではアスパラギン、グルタミン、アルギニン、アラニンが多く、可食部に約65%、節部に約65%、皮部に約80%を占めていた。

「備中」および「ロータス」の2品種のレンコン100 gに含まれる GABA 含量を部位別に比較し、図2に示した。

「備中」では可食部に60.8 mg (3.6%)、節部に34.9 mg (6.6%)、さらに皮部にも46.4 mg (3.1%) の GABA が

含まれていた。また「ロータス」の可食部に60.3 mg (3.3%)、節部に49.8 mg (6.0%)、皮部に60.7 mg (3.5%) の GABA が含まれていた。「備中」および「ロータス」の GABA 含量は可食部、皮部、節部の順に多く含まれていた。GABA は、健康機能性成分として注目されている。脳内では抑制性の神経伝達物質であると推定されており、ストレスの緩和や血圧の調整、脂質異常および動脈硬化の抑制などの生活習慣病の改善にも有益であることが報告されている¹⁰⁻¹³⁾。近年、健康増進の観点から、新たな食品加工技術によって食品に含まれる GABA

図2 「備中」および「ロータス」における部位別の GABA 含量

含量を増強し、食品の高付加価値化を図ろうとする事例も報告されている^{14,15)}。Yuan ら¹⁶⁾は、レンコン茶の製造過程でグルタメートデカルボキシラーゼの活性の上昇に応じて、GABA 含量を増加すると報告している。現在、GABA の関与する成分とする特定保健用食品は、血圧が高めの人に適した食品として許可されている¹⁷⁾。その品目では、概ね100 g あたり10 mg 以上の GABA 含量が認められる。今回の結果より、「備中」および「ロータス」の可食部では100 g あたり約60 mg の GABA が含まれており、1 日あたりレンコンを20 g 程度摂取することで特定保健用食品と同等の効果が期待されと考えられる。レンコンは生の状態で可食部を調理により利用できるだけでなく、パウダーやペースト等に加工することで、可食部に加えて皮部および節部も有効に活用することができると考えられる。これまで廃棄されていた皮部および節部もレンコンパウダーやすりおろしてペースト状にする等の加工を行うことにより、パン類や菓子類をはじめとする多様な食品に利用することが容易となり、GABA 富化による加工食品の高付加価値化を図るとともに未利用部分の有効利用の可能性が示唆された。

文 献

- 1) 農林水産省：農林水産省統計登録調査員通信, http://www.maff.go.jp/j/tokei/kikaku/tyousain/pdf/sdayori_31.pdf
- 2) 農林水産省中国四国農政局徳島地域センター：徳島の野菜を食べてみましょう!, http://www.maff.go.jp/chushi/photo/pdf/121029_36.pdf
- 3) 農畜産業振興機構：今月の野菜 れんこん, <http://vegetable.alic.go.jp/yasaijoho/yasai/0702/yasai1.html>
- 4) 農畜産物振興機構：月報 野菜情報 今月の野菜, <http://www.alic.go.jp/vegetable/>
- 5) 農林水産消費安全技術センター：新!! 大きな目小さな目, http://www.famic.go.jp/public_relations_magazine/kouhoushi/back_number/201401-35.pdf
- 6) れんこん研究会：れんこん通信, Vol.010, <http://renkon.or.jp/>
- 7) 鶴田裕美, 柘植圭介, 吉村臣史, 江口良寿, 小金丸和義：未利用資源の活用による食品素材の開発に関する研究—レンコンの *in vitro* における機能性評価について—, 佐賀県工業技術センター研究報告, 41-44 (2006)
- 8) 鶴田裕美, 柘植圭介, 吉村臣史, 小金丸和義, 柳田晃良, 永尾晃治：未利用資源の活用による食品素材の開発に関する研究—レンコン粉末が肥満・糖尿病モデルマウスの脂質代謝に及ぼす影響—, 佐賀県工業技術センター研究報告, 51-53 (2007)
- 9) れんこん研究会：れんこん通信, Vol.178, <http://renkon.or.jp/>
- 10) 大森正司, 矢野とし子, 岡本順子, 津志田藤二郎, 村井敏信, 樋口満：嫌気処理緑茶（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, 61 (11), 1449-1451 (1987)
- 11) 水田時子, 山田幸二：市販大豆もやしの生育過程における γ -アミノ酪酸および遊離アミノ酸組成の変動, 日本食生活学会誌, 17 (4), 329-335 (2006)
- 12) 赤間一仁：GABA 強化米の開発, 日本農薬学会誌, 35 (2), 157-159 (2010)
- 13) 池脇香織, 中村雅彦, 石附亨, 樋口元剛, 小川敬之, 山田弘幸, 永井みどり, 小緑英行：米胚芽発酵ギャバ (GABA) エキス末入りパンの作製, 九州保健福祉大学研究紀要, 14, 149-155 (2013)
- 14) 茅原紘, 杉浦友美：近年の GABA 生理機能研究—脳機能改善作用, 高血圧作用を中心に—, 食品と開発, 36 (6), 4-6 (2001)
- 15) 安藤聡, 森勝美, 島純： γ -アミノ酪酸非資化性パン酵母変異株の取得とその有用性, 日本食品科学工学会誌, 55 (1), 32-36 (2008)
- 16) Yuan, Xuecai, Ning, Changhong：One kind of lotus leaf-semen cassia tea and its preparation method, Patent, CN 104798954 A 20150729 (2015)
- 17) 消費者庁：特定保健用食品許可（承認）一覧, <http://www.caa.go.jp/foods/index4.html>