

伝統野菜吉川ナスの味に関わる成分の季節変動*

大能 俊久^{*1}, 上田 泰希^{*2}, 森下 友登^{*2}

Changes of the Soluble Proteins in Polished Rice after Storage

Toshihisa OHNO^{*1}, Taiki UEDA^{*2} and Yuto MORISHITA^{*2}

^{*1} Faculty of Environmental Sciences, Department of Applied Chemistry and Food Science, ^{*2} Faculty of Environmental and Information Sciences, Department of Environmental and Food Sciences

Yoshikawa eggplant is a traditional vegetable at Sabae city in Fukui prefecture. In this study, we examined its seasonal variation of composition about taste for three years from 2018 through 2020. Water content became low, and brix value became high in November through three years. Fructose content was significantly ($p<0.001$) higher than glucose content, and sucrose content was very low compared to fructose and glucose. Gamma-aminobutyric acid and arginine became low since late in October through three years. Total amino acids content was changed by the year, and did not show constant behavior.

Key Words : Yoshikawa eggplant, Water, Brix value, Sugar, Amino acid

1. 緒 言

福井県鯖江市の吉川ナスは1921年の福井県農業試験場成績書には既に記載があり、京都の賀茂ナスと類縁関係にあると推測される伝統野菜である¹⁾。一説では千年以上の歴史を持つといわれる²⁾。栽培の難しさから一時生産が途絶えかけたが、鯖江市が重要な遺伝資源と判断し、地元の農家有志が集まって2009年に鯖江市伝統野菜等栽培研究会を結成して吉川ナスの栽培の維持、継続に励むこととなった。その結果、2009年以降の吉川ナス生産量は増加傾向が続いている。また、2016年には地理的表示保護制度にも登録されて吉川ナスの知名度は年々上がっている。

吉川ナスは黒紫色をした直径約10 cm、重量300 gほどの楕円、あるいは巾着型の丸ナスである(Fig. 1)。ガク、ヘタ、葉などに鋭いトゲがあり、外皮が薄いことから風等により外皮が傷つきやすい。そこで、風等の影響を受けにくいビニールハウスでの栽培を主としている。収穫時期は主に6月から11月であり、出荷時に外観や形状等を基にして秀、優、良の3段階に分類され、秀は損傷や変形のないものであり、優に分類されたものは加工用だけに使用され、良に分類されたものは出荷しないという取り決めがある。また、量販店で販売されて家庭で調理加工されることもある一方で、大きさとその形状が特徴的なことから料亭や高級レストランなどで使用されることもある食材である。

吉川ナスは鯖江市でしか栽培されていないことから生産量も多いというわけではなく、その成分量等の検討はこれまで詳しくは行われていなかった。本研究では伝統野菜吉川ナスの糖量、アミノ酸量などの味に関わる成分を中心にその含有量を3年に亘って調べ、いくつかの特徴が明らかとなったので以下に報告する。

* 原稿受付 2023年4月28日

^{*1} 環境学部 環境食品応用化学科

^{*2} 環境情報学部 環境・食品科学科

E-mail: ohno@fukui-ut.ac.jp



Fig. 1 Appearance of Yoshikawa eggplant

2. 実験方法

2.1 試料

吉川ナスの栽培は隣の株と約 90 cm の間隔を取り，過繁にならないように剪定しながら栽培を行うこと，第一果房は捨てて紐に沿わせて主枝 3 から 4 本立ての栽培とすることを基本としている．このような方法によって栽培され，鯖江市内のビニールハウスで栽培されたものを試料とした．

2018 年は 7 月 8 日から 11 月 26 日にかけて，2019 年は 7 月 4 日から 11 月 25 日にかけて，2020 年は 7 月 2 日から 11 月 30 日にかけて試料採取を行った．採取時期はいずれの年も 7 月上旬，7 月下旬，9 月上旬，9 月末から 10 月上旬，10 月下旬，11 月上旬，11 月下旬の 7 回である．試料とした吉川ナスの重量の概要を Table 1 に示した．2018 年はやや重量が重いものの，いずれの年も平均重量はおおよそ 300 g である．

2018 年は鯖江市の農家 A から，2019 年，2020 年は鯖江市の農家 B から収穫したての吉川ナス 3 個を早朝に受け取って，当日中に抽出処理等を行った．従って試料採取日ごとの各分析の個体数は 3 個である．

2.2 試料の分割

吉川ナスを縦に 6 分割した後，対角線上に位置する 2 つを水分測定に，対角線上に位置する別の 2 つを糖度測定に，対角線上に位置する最後の 2 つを糖，アミノ酸の定量に使用した．

2.3 水分の測定

水分の測定は，上で 6 分割したナス 2 片をそれぞれ 2 cm 角程度に裁断したものを適宜縮分して水分測定に用いた．西本らの方法に倣い³⁾，80°C の乾燥機で 4 日間加熱乾燥を行って乾燥前後の重量差から水分含量を算出した．

2.4 糖度の測定

糖度の測定は 6 分割したナス 2 片をそれぞれ搾汁器で全部搾り下ろしてポケット糖度・濃度計（株式会社アタゴ，PAL-1）を用いて測定した．1 片ごとの測定は 3 回繰り返し，対角線上の 2 片の平均値を算出した．

Table 1 Weight of samples (g)

Year	Weight ^a	Minimum weight	Maximum weight
2018	325±30	271	382
2019	295±24	237	355
2020	298±32	255	381

^aAverage ± standard deviation

2.5 糖度と気温の関係

糖度と気温の関係を検討した。吉川ナスは一般的に開花後 15 から 25 日で収穫される。また、ハウレンソウやコマツナで低温順化や耐凍性と関連が高い項目は最低気温であることが報告されている⁴⁾。そこでナス収穫日から起算して 15 日前から 1 日前までの収穫前 15 日間の最低気温の平均値を算出して収穫前平均最低気温とした。そして収穫日におけるナス 3 個体の糖度平均値と収穫前平均最低気温との関係を検討した。また、鯖江市は福井市に隣接していることから、最低気温として気象庁が発表している福井市のデータを使用した。参考までに 2021 年 11 月 20 日から 11 月 30 日までの合計 11 日について、吉川ナスを栽培しているビニールハウス内中央部、地上から約 1 m 地点の最低気温と気象庁が発表している福井市の最低気温を比較したところ、その差はいずれの測定日も 2℃以内であり、両者の差は小さかった。

2.6 糖とアミノ酸の定量

糖（グルコース、果糖、ショ糖）、及びアミノ酸の定量は以下のようにして行った。6 分割した残る 2 つのナスを約 2 mm 角となるように細かく裁断した。その一部を採り、終濃度が約 80%エタノールとなるように 99.5%エタノールを約 4 倍量加えた。その後、ホモジナイザーで粉碎、遠心分離を行って、上澄みをろ過してろ液を回収した。残った沈殿は、エタノール溶液（エタノール：水＝80:20（v:v））を約 4 倍量添加し、上記と同様の操作を 2 回繰り返した。ろ液をロータリーエバポレーターで減圧濃縮し、少量のミリ Q 水を加えて溶解して A 溶液とした。なお、この抽出処理は収穫当日に実施し、A 溶液は冷凍保存した。

グルコース、果糖、ショ糖の測定は、A 溶液を解凍し、ミリ Q 水で 50 倍に希釈した後、F キット（ショ糖/D-グルコース/果糖、R-Biopharm AG 製）を用いて測定した。

遊離アミノ酸量の測定は、解凍した A 溶液をアミノ酸分析用の緩衝液で 20 倍に希釈した後、0.45 μm のフィルターでろ過をした。得られたろ液を全自動アミノ酸分析機（日本電子株式会社、JLC-500/V2）にかけてアミノ酸量を測定した。

2.7 有意差の検定

有意差の検定は一元配置分散分析により行い（ $p<0.05$ ）、差が認められた場合は Tukey-Kramer の検定により有意差（ $p<0.05$ ）を判定した。

3. 実験結果及び考察

3.1 水分量と糖度の変動

2018 年、2019 年、2020 年の水分を Fig. 2 に示した。水分はいずれの年も 7 月から 10 月までは 94%から 95%

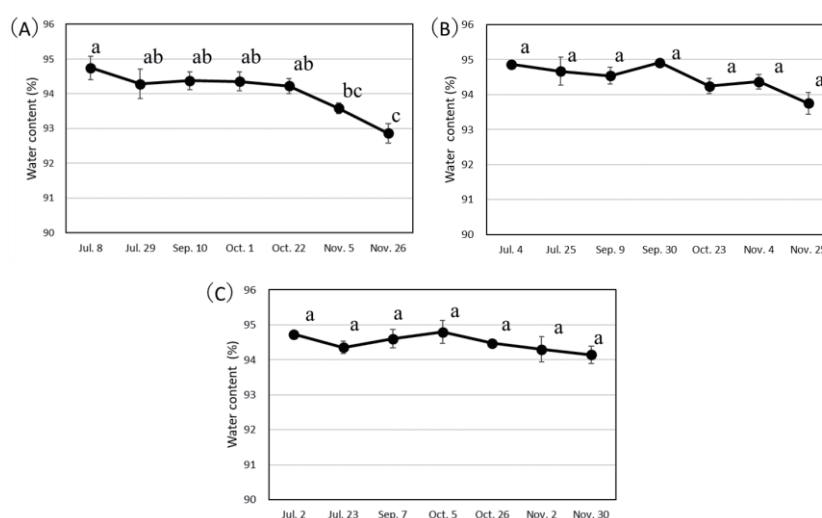


Fig. 2 Water content of Yoshikawa eggplant

(A) 2018 year; (B) 2019 year; (C) 2020 year. Error bar indicates standard deviation. Means not sharing common letters in the same graph differ significantly by Tukey-Kramer multiple comparison test ($p<0.05$).

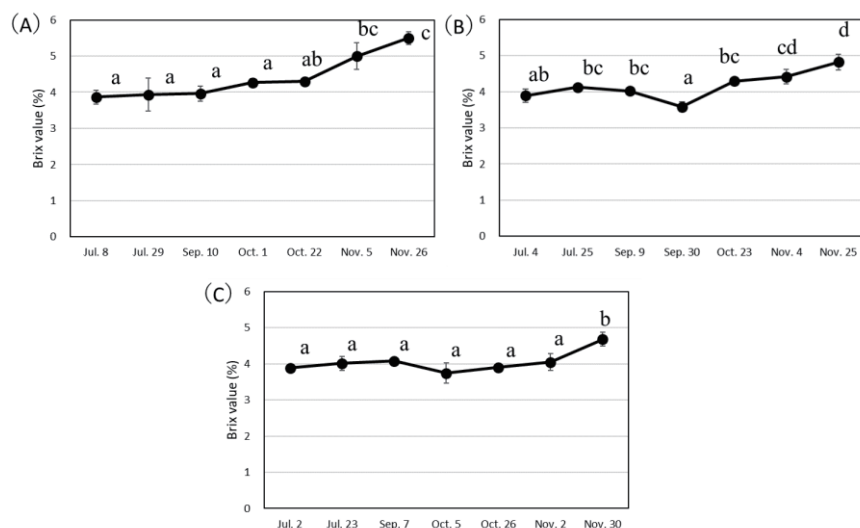


Fig. 3 Brix value of Yoshikawa eggplant

(A) 2018 year; (B) 2019 year; (C) 2020 year. Error bar indicates standard deviation. Means not sharing common letters in the same graph differ significantly by Tukey-Kramer multiple comparison test ($p < 0.05$).

の間であった。2018 年は 11 月になると 93.6%，または 92.9%に減少し，7 月 8 日との間に有意差も認められた。2019 年は 11 月下旬に 93.8%まで水分が減少した。2020 年は 11 月下旬でも 94.1%であり他の年に比べて高めの水分を示したが，2020 年の測定値の中では最低水分であった。また，2019 年と 2020 年においては有意差は認められなかった。

2018 年，2019 年，2020 年の糖度を Fig. 3 に示した。糖度は可溶性固形分量の指標とされる分析項目である。糖度は水分とは逆にいずれの年も 11 月に増加する傾向を示し，3 年間を通して 11 月下旬の糖度は 7 月と比較して有意に高くなった。可溶性固形分量の指標となる糖度が 11 月に増加したことは 11 月に水分量が減少することを示唆し，実際に Fig. 2 で示したように 11 月の水分量は減少していた。

以上のようにいずれの年も 11 月に水分は減少し，糖度は増加する傾向が認められた。植物体では低温順化による糖の増加が報告されている^{4b)}。そこで，最低気温の平均値である収穫前平均最低気温と当該収穫日の吉川ナスの糖度（ナス 3 個体の平均値）の関係を調べた（Fig. 4）。収穫前平均最低気温が 10℃以上では糖度はほぼ横ばいであった。収穫前平均最低気温が 10℃以下となったのは 5 回であり，そのうち 4 回は高い糖度となった。田村は最低気温が 10℃以下でのハウレンソウとコマツナの糖量の上昇を報告している⁴⁾。吉川ナスも，最低気温がおおよそ 10℃以下に低下すると糖度が増加する傾向が認められ，ハウレンソウやコマツナと似た低温順化をすることが示唆された。

3.2 糖量の変動

2018 年，2019 年，2020 年のフルクトース，グルコース，スクロース，それらを足した糖総量の結果を Fig. 5

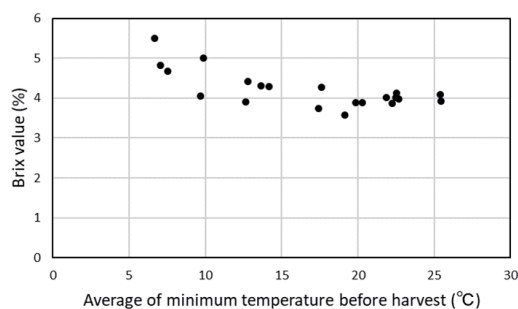


Fig. 4 Relationship between average of minimum temperature before harvest and brix value

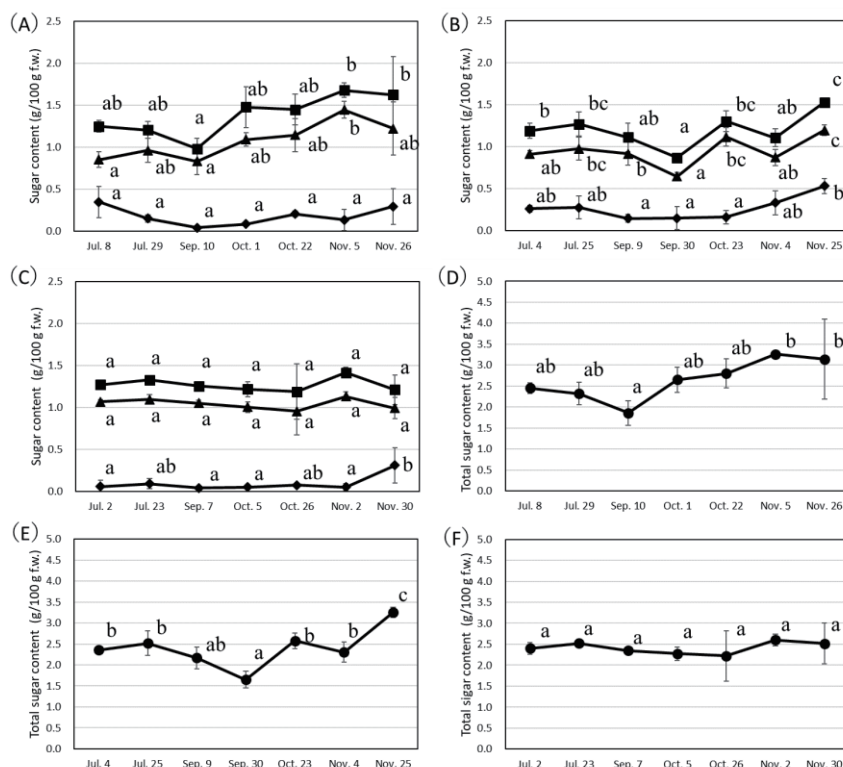


Fig. 5 Sugar content of Yoshikawa eggplant

(A) 2018 year; (B) 2019 year; (C) 2020 year; (D) 2018 year; (E) 2019 year; (F) 2020 year.
 ■, fructose; ▲, glucose; ◆, sucrose; ●, total sugar. Error bar indicates standard deviation.
 Means not sharing common letters in the same graph and the same item differ significantly by Tukey-Kramer multiple comparison test ($p < 0.05$).

に示した。いずれの収穫日もフルクトースが一番多く、僅差でグルコースが二番目に多く、スクロースは少ない傾向を示した。スクロースに比べてフルクトースやグルコースが多いという結果はナスのこれまでの報告と一致している⁶⁷⁾。また、糖総量は糖度と同様にいずれの年も11月にやや高い傾向を示していた。

以上で述べたように吉川ナスの主要な糖はフルクトースとグルコースだが、ショ糖の甘味度を1とするとグルコースの甘味度は0.6から0.7、フルクトースの甘味度は1.2から1.7とされ、両者の間には2倍程度の甘味度の差が存在する⁸⁾。そこで、両者の量を比べてみたところ、3年に亘って分析したナス63個体全てでフルクトースがグルコースよりも含有量が多かった。F検定によりフルクトースとグルコースの分散に差が認められなかったため、分散が等しい条件で両者をt検定にかけた所、0.1%の危険率でフルクトースが有意に多いという結果が得られた。ナスの品種には、フルクトース量とグルコース量が同程度と推測される品種やグルコース量の方が多いと推測される品種もある⁶⁷⁾。吉川ナスは甘味度の高いフルクトース量がグルコース量より多い品種であり、同じ糖総量でも甘みを感じやすい品種だと推測できる。また、フルクトースは低温で甘味が強いう特徴もあるので⁹⁾、吉川ナスは冷やして食べる料理で他の品種に比べて甘みを感じやすい可能性がある。

3.3 アミノ酸量の変動

いずれの年も含有量の多い主要なアミノ酸はグルタミン (Gln)、ガンマ-アミノ酪酸 (GABA)、アスパラギン (Asn)、アスパラギン酸 (Asp)、アルギニン (Arg)、グルタミン酸 (Glu) の6種であった。以上6種のアミノ酸と遊離アミノ酸総量の結果をTable 2に示した。グルタミンとGABAはいずれの収穫日も突出して多く、両者を足した量は遊離アミノ酸総量の50%以上であり、ナスのこれまでの報告と一致していた⁶⁾。また、GABAはいずれの年も10月上旬までは量が比較的多く、10月下旬以降は少なくなった。GABAは約25 mg/日の摂取で抗高血圧作用や精神安定作用が認められている機能性成分である¹⁰⁾。以上から、10月上旬までに収穫された吉川ナスは10月下旬以降に収穫されたものに比べて、抗高血圧作用や精神安定作用をより少量の摂取で期待できることが示唆された。また、ArgもGABAと同様に10月下旬以降に量が減る傾向を示した。

伝統野菜吉川ナスの味に関わる成分の季節変動

Table 2 Amino acid content (g/100 g f.w.)

Year	Date	Gln	GABA	Asn	Asp	Arg	Glu	Total free amino acid
2018	Jul. 8	39.4±13.1	43.8±10.3	4.3±0.4	7.3±0.5	13.4±3.0	3.1±0.8	158.9±35.9
	Jul. 29	35.0±19.0	43.0±10.4	5.4±0.1	6.3±1.7	15.2±5.0	2.2±1.2	135.6±46.5
	Sep. 10	17.6±19.7	30.7±8.3	6.9±1.4	3.8±1.8	4.3±5.3	1.1±0.2	71.1±38.8
	Oct. 1	35.3±9.8	24.0±5.7	4.9±1.8	4.8±0.7	4.7±3.0	5.5±0.1	91.9±24.2
	Oct. 22	15.5±8.9	26.1±6.7	9.0±1.5	4.5±0.5	0.5±0.9	3.9±0.4	59.8±19.8
	Nov. 5	47.8±30.5	18.5±3.6	6.9±1.0	5.9±1.3	2.6±2.3	5.3±1.5	95.4±47.6
	Nov. 26	24.0±7.7	20.6±0.6	6.5±0.8	8.3±1.2	0	8.1±1.0	77.6±17.6
2019	Jul. 4	28.5±5.0	36.7±4.0	14.7±3.5	5.8±1.0	8.4±1.1	1.6±0.4	114.7±8.5
	Jul. 25	13.9±9.0	32.2±4.6	6.3±1.0	5.2±1.5	6.5±2.0	2.3±1.7	77.1±19.0
	Sep. 9	9.1±2.2	26.4±0.8	4.8±1.1	5.2±0.5	5.9±1.8	2.4±0.4	63.2±6.6
	Sep. 30	31.2±21.4	33.6±7.3	14.8±4.7	6.0±2.1	6.1±3.7	2.9±1.8	110.0±44.6
	Oct. 23	21.7±19.5	18.5±2.2	6.7±7.4	4.2±1.4	1.8±2.2	1.4±0.6	59.3±36.4
	Nov. 4	26.9±4.1	22.6±1.9	11.9±1.8	5.3±0.1	1.2±1.0	3.2±0.9	76.6±2.4
	Nov. 25	67.8±31.6	23.2±1.9	16.4±8.1	6.9±1.1	4.9±2.0	4.2±1.8	134.0±45.2
2020	Jul. 2	14.8±6.5	25.9±3.1	5.2±2.1	4.3±0.4	4.3±0.9	2.1±0.5	65.0±6.4
	Jul. 23	14.4±3.6	25.6±0.9	4.4±0.8	5.4±0.1	7.2±0.4	2.2±0.3	71.4±3.4
	Sep. 7	25.4±6.6	41.4±4.6	14.4±4.9	6.9±1.4	12.0±2.0	2.6±0.9	123.6±22.7
	Oct. 5	30.6±17.5	26.4±2.8	9.3±2.1	4.9±1.8	4.7±2.1	2.1±1.1	87.9±28.0
	Oct. 26	32.3±14.8	19.6±4.3	9.4±5.1	9.0±1.5	3.2±1.7	4.1±2.0	86.1±25.4
	Nov. 2	27.4±4.9	18.0±3.6	7.5±1.2	6.9±1.0	1.9±0.7	2.6±2.3	70.5±5.7
	Nov. 30	17.2±8.2	15.9±1.7	3.7±2.3	6.5±0.8	1.0±0.9	2.1±1.8	50.3±14.2

Mean value ± S.D..

遊離アミノ酸総量は2018年では7月上旬が一番多く、2019年では11月下旬が一番多く、2020年では9月上旬が一番多かった。以上のように遊離アミノ酸総量は年による変動があり、3年間を通した一定の変動は認められなかった。遊離アミノ酸総量の標準偏差が大きいことから、アミノ酸は試料ごとのばらつきが大きいと推測した。

以上のように福井県の伝統野菜吉川ナスの糖量や糖度、アミノ酸量等を3年に亘って調べて基礎的データを明らかにすることができた。

4. 結 論

福井県鯖江市の伝統野菜吉川ナスの味に関わる成分の季節変動を2018年から2020年まで3年に亘って調べた。水分は11月に減少する傾向、糖度は11月に増加する傾向を示した。これらの現象は最低気温が10℃以下となる時期と重なっており、種々の野菜等で認められている低温順化による現象と推測した。糖はフルクトースが一番多く、次にグルコースであり、ショ糖量は両者に比べて少なかった。また、フルクトース量がグルコース量に比べて有意 ($p<0.001$) に多い品種であることが分かった。アミノ酸のうち、GABAとArgは10月下旬以降に減少する傾向を示したが、遊離アミノ酸総量は年度による変動があり、一定の挙動を示さなかった。

謝 辞

本研究の一部は福井工業大学の事業費の助成を受けて行った。

参考文献

- (1) 吉田建実(2010). ナス, 「地域食材大百科第2巻野菜」, 農山漁村文化協会編, 農山漁村文化協会, 東京, pp. 260-261.
- (2) 鯖江市役所農林政策課, “さばえおいしい応援団”,
https://www.city.sabae.fukui.jp/oishii/oishii_nakama/oishi-yoshikawanasu.html(参照日 2023年4月28日)
- (3) 西本登志, 前川寛之, 米田祥二, 矢奥泰章, 黒住徹, 吉田裕一, 園芸学研究, “ナス果実の調理前後の物性の品種・系統間差”, Vol. 15, No. 1 (2016), pp. 81-86.

- (4) 田村晃, 園芸学雑誌, “向加温パイプハウス栽培におけるハウレンソウとコマツナ秋から早春にかけての耐凍性の変化”, Vol. 71, No. 1 (2002), pp. 74-81.
- (5) 藤川清三, 化学と生物, “凍結に植物細胞はどのように適応するか”, Vol.34, No. 10 (1996), pp. 656-666.
- (6) 曾我綾香, 吉田誠, 小清水正美, 北浦健生, 北宜裕, 神奈川県農業技術センター研究報告, “ナス新品種 ‘サラダ紫’ の果実品質特性”, Vol. 151 (2009), pp. 9-15.
- (7) 神田知子, 高橋須眞子, 重藤祐司, 内藤雅浩, 刀祢茂弘, 安藤真美, 足立蓉子, 島田和子, 日本調理科学会誌, 山口県伝統野菜 ‘田屋’ ナスの嗜好特性, Vol. 38, No. 5 (2005), pp. 410-416.
- (8) 青柳康夫・津田孝範編, 食べ物と健康 1 食品の化学と機能, 初版(2017), pp. 98-112, 建帛社.
- (9) 森田潤司編, 食べ物と健康 I 新訂食品学総論, 初版 (2008), pp. 93-102, 樹村房.
- (10) 岡田忠司, 杉下朋子, 村上太郎, 村井弘道, 三枝貴代, 堀野俊郎, 小野田明彦, 梶本修身, 高橋励, 高橋丈夫, 日本食品科学工学会誌, γ -アミノ酪酸蓄積脱脂コメ胚芽の経口投与における更年期障害及び初老期精神障害に対する効果, Vol. 47, No. 8 (2000), pp. 596-603.

(2023年8月3日受理)