

糠漬けに伴うナスの物性変化と品種間差

大西浩之*・宮澤大介**・吉岡弘毅***

Differences in Physical Properties of Eggplant Cultivars and Their Rice Bran Pickles

Hiroyuki OHNISHI, Daisuke MIYAZAWA and Hiroki YOSHIOKA

Abstract

Physical properties, such as hardness and brittleness, are closely associated with the ease of eating and the savoring of cooked eggplants. In this study, physical properties of four eggplant cultivars and their changes by rice bran pickling were investigated. Moisture content and amount of glucose/fructose in these eggplants were also measured. Among four cultivars, raw eggplant fruit and pickle of 'Mizunasu' contained large amounts of fructose and tended to have high moisture content. A breaking test of raw eggplants depicted the unique physical properties of 'Mizunasu', including low breaking force and low breaking strain. These profiles were similar in the peel and the center pulp of the fruit. Notably, the center pulp of the pickles of 'Mizunasu' showed significantly increased breaking strain as compared with raw eggplant. These properties indicate the light and flexible texture, *i.e.*, a characteristic feature of 'Mizunasu' pickles. These results suggested differences in the physical characteristics between eggplant cultivars, and the usefulness of 'Mizunasu' for rice bran pickles.

Keywords: Eggplant Cultivars ナス品種, Rice Bran Pickles 糠漬け,
Physical Properties 食品物性, Breaking force 破断荷重,
Breaking strain 破断歪率

1. はじめに

ナスはインド原産の植物でその歴史は古く、日本には奈良時代に中国より渡来したと考えられている。各地方でその土地の気候や土壤に適したナスが栽培されており、その特徴や味を生かした調理がなされている。京都

の伝統野菜として知られる賀茂ナスは、煮崩れしにくく煮物や焼き物に使用される。大阪の泉州水ナスは柔らかくて水分が豊富であり、甘味も強いいため漬物用として人気がある。千両などの中長ナスは日本で最も流通している品種であり、果皮、果肉ともに程よい

* 大阪夕陽丘学園短期大学 ** 金城学院大学 ***UTHealth (テキサス大学)

柔らかさで煮物にも漬物にも合うとされている。またアメリカ由来のナスを改良した米ナスは、果肉が硬く漬物には向かないが焼き物、煮物など加熱調理に向くとされている。このように、ナスの調理適性にはナスの果皮や果肉の物性、水分量や糖分が関与する。一般にナスは味にくせの少ない野菜といわれ、炒める、煮る、焼く、蒸すなど幅広い調理方法で食されている。ナスの調理に伴う物性や成分変化については報告があり、各調理方法における品種間の比較がなされている⁽¹⁻³⁾。

糠漬けは、米糠に塩水を入れ、発酵させた糠床に大根やきゅうり、ナスなどの野菜を漬けた日本の伝統食品である。漬けられた野菜は糠床中の栄養成分を取り込むと同時に微生物による発酵で香味が豊かになる。さらに野菜のかさを減らすことができるほか、保存性を高めることもできる優れた加工方法である。しかしその生産量は近年減少し続けている⁽⁴⁾。その原因には日本人の近年の減塩志向、またコメ離れなどがあると考えられる。また高齢者においては噛み具合の悪化が漬物の摂取頻度の低下につながっている可能性が報告されている⁽⁵⁾。高齢者はかみ切る力が弱いいため、噛み切りやすい性質の漬物が望まれる。その点において、柔らかくて水分が多く、またアクが少ないと言われる泉州水ナスは漬物にしたときに高齢者でも食べやすい品種であると思われる。しかし糠漬けにしたナスの物性について、その品種間差を解析した報告はあまりない。

本研究では、大きさや形状などにおいて特徴の異なる4つの品種(丸ナス、水ナス、米ナス、中長ナス)を使用し、生ナスと糠漬けしたナスの物性および水分、糖質含量について比較した。物性については、高齢者が食品を噛みきる際に重要となる「かたさ」を評価するため、レオメーターを用いた破断応力試験によって測定した。またナスは果皮と果肉中心部で食感に大きく違いがあると考えられ

ることから、本研究では果皮を含む果皮付近の果肉(皮付近)と中心部の果肉(中心付近)についても比較を行った。

2. 実験方法

2.1. 試料

丸ナス(賀茂ナス、京都産)、水ナス(泉州水ナス、大阪産)、米ナス(秋田産)、中長ナス(千両ナス、京都産)の4種類を使用した。それぞれのナスの果長は、丸ナス(12.9~14.9cm)、水ナス(10.2~12.3cm)、米ナス(13.1~15.0cm)、中長ナス(11.9~15.4cm)であった。ナスは外側(果皮)から中心部までの距離のうち、およそ1/5までを皮付近とし、残りは中心付近として試料を作製した。

2.2. 糠漬けの作製

31×22.5×12cm(容量5.8L)のホーロー容器(「ぬか漬け美人L」、野田琺瑯、東京)に熟成ぬか床(「おばあちゃんの味 熟成ぬか床」、株式会社ホクト、和歌山)を3kg入れた。糠床には原材料として米糠、食塩、昆布、唐辛子、渋柿の皮、みかんの皮、きなこ(大豆)、しょうが、大豆が含まれている。ナスを長軸方向に半分に切り、これを塩ずりしてから糠床に入れた。それぞれのナスは4℃で24時間糠床に漬けた。糠漬けは糠を払い落としたものを試料とした。ぬか床中の水分については、ホーロー容器に付属の水取り器を用いて水分を除去し、ぬか床の水分量が過剰にならないようにした。

2.3. 水分測定

それぞれのナスの試料約2gをはかり、包丁で厚さ2~3mmの薄切りにしたのち、赤外線水分計FD-610(ケット科学研究所、東京)を用いて水分測定した。各品種5果を使用した。

2.4. ブドウ糖/果糖測定

ナス試料1gに対して9mLの脱イオン水を加え、ホモジナイザーを用いて破碎した。これに、1%(w/v)量のポリビニルポリピロ

リドン（ナカライテスク、京都）を加えて1時間清澄化後、2号ろ紙（ADVANTEC、東京）を用いてろ過したろ液を試液とした。試料中のブドウ糖、果糖量をF-キットD-グルコース／果糖（JK インターナショナル、東京）を用いて測定した。各品種6果を使用した。

2.5. 食品物性の測定

2cm角に切ったナス試料を用いて、クリーブメータRE2-33005（山電、東京）により破断応力試験を行った。試料を直径3mmの円柱状プランジャーを用いて1mm/secの速さで圧縮して貫入させ、試料にかかる荷重を記録した。これは、旧厚生省の高齢者用食品の試験方法の基準⁽⁶⁾に従った。荷重の最大値（破断荷重）のほか、破断時の歪率（破断歪率）、もろさ荷重についても測定した。各品種について、生のナスは4果、糠漬けは5果を使用した。ナス果実ごとに6箇所以上測定して再現性を確認し、各品種における平均値と標準誤差を求めた。

2.6. 統計解析

測定値は平均値±標準誤差で示した。統計解析はStatView ver.5（SAS Institute, Inc., ノースカロライナ、アメリカ）を使用し、一元配置分散分析後にTukey-Kramer法で多重比較を行った。 $p < 0.05$ を有意差ありとした。

3. 結果

3.1. ナスの水分含量

漬ける前の生のナスは、皮付近、中心付近ともに水分含量は92%～94%程度であった（図1、2）。水ナスは皮付近、中心付近ともに水分含量が多い傾向にあった。糠漬けの水分量はすべての品種において生のナスよりも有意に減少あるいは減少傾向を示した。また、糠漬けしたナスに関しても、品種間比較では水ナスの水分含量が最も高い傾向にあった（図1、2）。

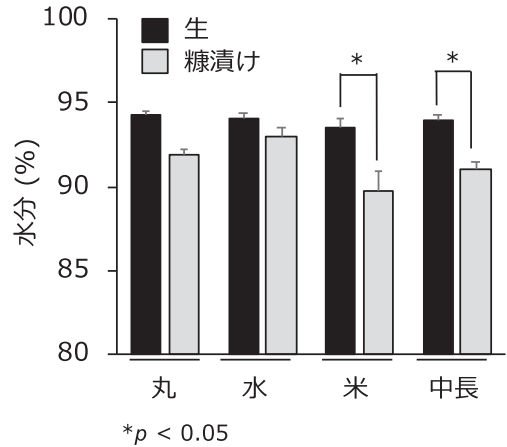


図1. 皮付近の水分含量

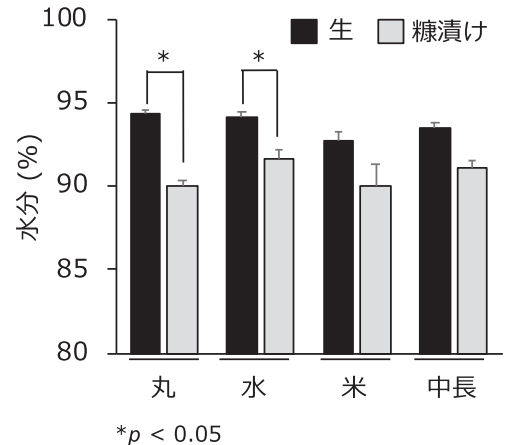


図2. 中心付近の水分含量

3.2. ナスのブドウ糖／果糖含量

試料のブドウ糖、果糖含量を表1、2に示した。ブドウ糖含量はナスの品種間で大きな差はなく、また生のナスと糠漬けの間にも大きな差は見られなかった（表1、2）。果糖含量については、水ナスは他品種よりも有意に含量が高い、あるいは高い傾向にあった。これは生でも糠漬けにおいても同様であった（表1、2）。

3.3. ナスの食品物性

(1) 破断荷重

・皮付近の破断荷重

破断荷重は破断する際に食品にかかる力で

表 1. ナス (皮付近) の糖質含量 (%)

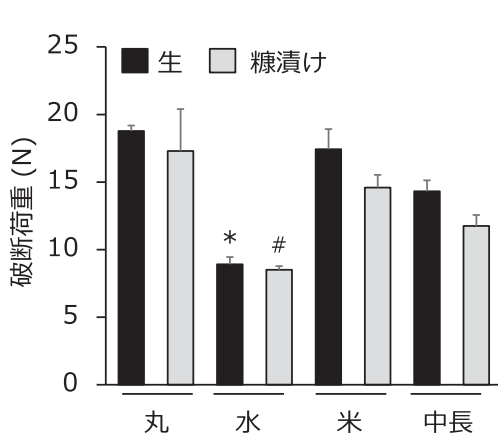
		丸ナス	水ナス	米ナス	中長ナス
ブドウ糖	(生)	1.32 ± 0.17	1.54 ± 0.15	1.67 ± 0.19	1.37 ± 0.04
	(糠漬け)	1.47 ± 0.05	1.53 ± 0.16	1.41 ± 0.10	1.51 ± 0.07
果糖	(生)	0.89 ± 0.04 ^a	1.99 ± 0.14 ^b	1.39 ± 0.13 ^a	1.18 ± 0.14 ^a
	(糠漬け)	1.03 ± 0.05 ^a	1.77 ± 0.15 ^b	1.28 ± 0.13 ^{ab}	1.35 ± 0.15 ^{ab}

平均値 ± 標準誤差、異なるアルファベット間には有意差あり ($p < 0.05$)

表 2. ナス (中心付近) の糖質含量 (%)

		丸ナス	水ナス	米ナス	中長ナス
ブドウ糖	(生)	1.49 ± 0.26	1.60 ± 0.15	1.50 ± 0.08	1.47 ± 0.07
	(糠漬け)	1.49 ± 0.07	1.59 ± 0.21	1.49 ± 0.16	1.58 ± 0.16
果糖	(生)	1.27 ± 0.20 ^a	2.09 ± 0.15 ^b	1.73 ± 0.08 ^{ab}	1.32 ± 0.05 ^a
	(糠漬け)	1.23 ± 0.04 ^a	1.87 ± 0.19 ^b	1.47 ± 0.12 ^{ab}	1.48 ± 0.08 ^{ab}

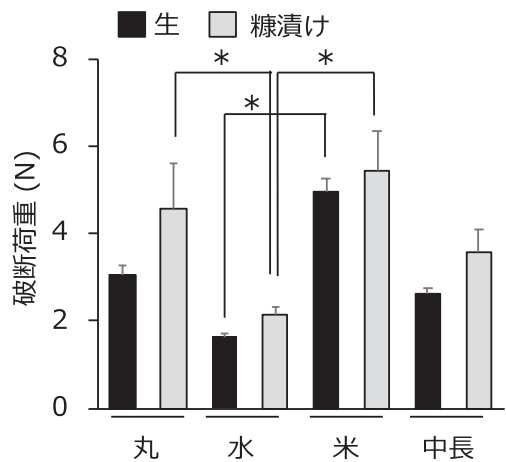
平均値 ± 標準誤差、異なるアルファベット間には有意差あり ($p < 0.05$)



* $p < 0.05$, 他品種と有意差あり
$p < 0.05$, 他品種と有意差あり

図 3. 皮付近の破断荷重

あり、食品の硬さの指標となる。生のナスと糠漬けナスの比較では、破断荷重はどの品種のナスでも差がなかった(図3)。品種間では、水ナスの破断荷重が他品種のすべてのナスよりも有意に低く、これは生のナスでも糠漬けを行ったナスでも同様であり(図3)、水ナ



* $p < 0.05$

図 4. 中心付近の破断荷重

スの果皮が柔らかいことを示している。

・中心付近の破断荷重

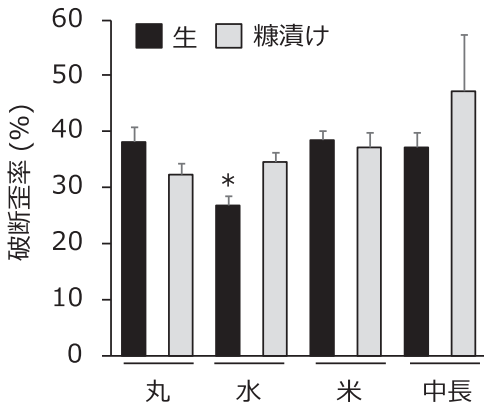
中心付近においても、水ナスは他品種よりも破断荷重が低く、生では水ナスと米ナスとの間に、また糠漬けで水ナスと丸ナスおよび米ナスとの間に有意な差が認められた(図

4)。また生と糠漬けの比較では、すべての品種において糠漬けで破断荷重が増加傾向にあった(図4)。

(2) 破断歪率

・皮付近の破断歪率

破断歪率は破断するまでの組織の変形度合いであり、この値が低いほど小さい変形で破断するもろい食品と言える。生の水ナスは他の品種よりも破断歪率が低く、丸ナス、米ナスとは有意な差が認められた(図5)。しかし水ナスを糠漬けにすると破断歪率が増加傾向を示し、他のナスの糠漬けとの差は認められなかった(図5)。

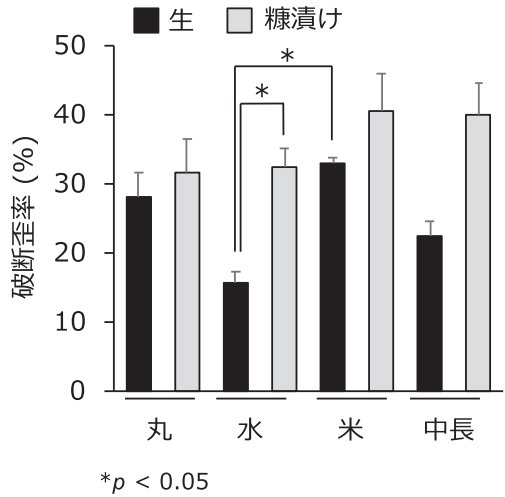


* $p < 0.05$, 水ナスは丸ナス、米ナスと有意差あり

図5. 皮付近の破断歪率

・中心付近の破断歪率

皮付近と同様に、水ナスは破断歪率が他品種よりも低い値を示した(図6)。また水ナスでは、生の果実の破断歪率が $15.8 \pm 1.5\%$ であるのに対し、糠漬けにしたときに破断歪率が $32.6 \pm 2.6\%$ と有意に増加し、他品種と同等の値を示すことが明らかとなった(図6)。



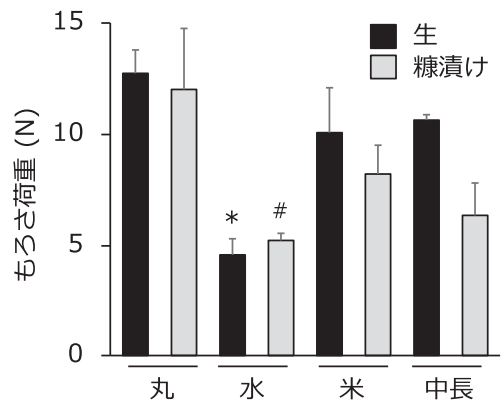
* $p < 0.05$

図6. 中心付近の破断歪率

(3) もろさ荷重

・皮付近のもろさ荷重

もろさ荷重は破断してからの荷重の減少度合いであり、口内での壊れやすさ、また歯切れと関係する。もろさ荷重についても水ナスは低い値を示し、生では他品種すべてと比較して、糠漬けにおいては丸ナスよりも有意に低かった(図7)。



* $p < 0.05$, 他品種と有意差あり

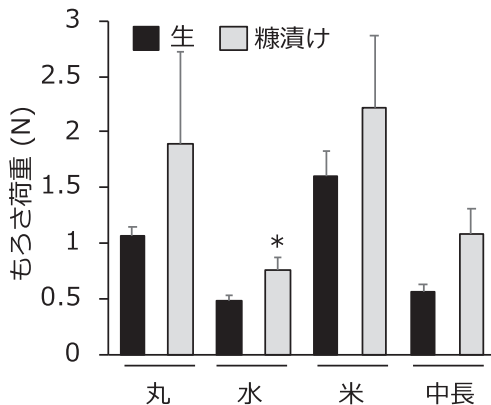
$p < 0.05$, 丸ナスと有意差あり

図7. 皮付近のもろさ荷重

・中心付近のもろさ荷重

中心付近の果肉では、生のナスでは水ナス

および中長ナスが丸ナスや米ナスよりも低値傾向を示した。また糠漬けでも同様に水ナスおよび中長ナスでもろさ荷重が低く、水ナスでは有意に低かった (図8)。



* $p < 0.05$, 水ナスは丸ナス、米ナスと有意差あり

図8. 中心付近のもろさ荷重

4. 考察

本研究では4品種のナスを使用して、糠漬けに伴う物性変化を主に解析した。破断荷重の測定結果から、品種間差についてはこれまでの複数の報告^(2,7)と同様に、生の水ナスが他品種よりも破断荷重が低く、柔らかい品種であることが示された。水ナスは破断歪率に関しても他の品種と比較して有意に低いことから、もろく壊れやすいナスであるといえる。これらは噛む際の切断のされやすさを表しており、水ナスの食べやすさを示している。また、水ナスが生食可能な理由の一つでもあると推察される。糠漬けに関しても水ナスは果皮・果肉ともに破断荷重、またもろさ荷重が低かった。このことから水ナス糠漬けは、他品種と比較して軽い食感をもつ漬物であると考えられる。

また本研究では、糠漬けにした水ナスは生の水ナスと比較して中心付近の破断歪率が有意に増加することが明らかとなった。一方で破断荷重については生と糠漬けで大きな差が

ないことから、水ナス糠漬けは、果肉が柔らかく噛みきるのに力は必要としないが、噛みきる際には大きな変形が伴うと思われる。このことは水ナスの糠漬けに特徴的な食感に関与していると考えられる。生の水ナスは柔らかく壊れやすい果実だが、糠漬けにすると柔らかいもののしなやかな食感を持つようになると思われる。この果実中心付近における破断歪率の上昇傾向は中長ナスにおいても観察された。このことから、果肉が比較的柔らかい水ナスや中長ナスなどを用いると、このような食感を与える糠漬けができるのではないかと考える。水ナスで認められたこの性質が何に起因するかは不明であるが、果肉の組織構造の品種差⁽⁸⁾や、果肉の硬さに影響することが知られているペクチンの含量あるいは構造変化が影響している可能性がある。今後、糠漬けナスの組織構造およびペクチン等の分子についての解析が必要である。

ナスの水分および糖質含量についても解析を行ったが、これまでの報告^(2,9)と同様に、水ナスでは水分が他品種よりも多く含まれていた。これは生の果実においても糠漬けにおいても同様であった。水分含量は糠漬けの物性と大きく関係すると考えられる。どの品種においても水分含量は糠漬けにすると減少傾向にあり、これが果肉の破断荷重やもろさ荷重、すなわち糠漬けにしたナスの硬さ、歯切れに関与していると思われる。

糖質含量に関しては堀江らの研究⁽²⁾と同様に、水ナスが果糖を多く含むナスであることが示された。これは水ナスの特徴である甘味と関与していると思われる。一般に賀茂ナスも甘味の強いナスであると言われ、漬物に使用される品種である。しかし本研究においては、賀茂ナスのブドウ糖および果糖含量は多くはなかった。ナスにはブドウ糖、果糖のほかにショ糖も含まれており、甘味の感じ方も糖質によって異なるため、生ナス・糠漬けナスの甘味の品種間比較についてはショ糖含

量についても検討が必要である。

本研究によって、ナスの品種差が糠漬けの食品物性に及ぼす影響について知見を得ることができた。とりわけ水ナス糠漬けは生の水ナスそのままの甘さやみずみずしさをもち、他品種と比較して柔らかい食感をもつ噛み切りやすい漬物であることが示された。栄養学的には、糠の中には米糠由来のビタミンB₁が含まれており、漬けられた野菜にビタミンB₁が移行することはよく知られている。それだけでなく、糠床には血中コレステロール低下作用などが知られるγ-オリザノールが含まれている⁽¹⁰⁾。またナスにはクロロゲン酸やナスニンなど、以前はアクとされたが現在では抗酸化作用⁽¹¹⁾、肝保護作用⁽¹²⁾などの機能性が知られるポリフェノールも含まれている⁽¹³⁾ことから、これらの機能性分子も糠漬けにしたナス果実に移行しているものと考えられる。ナス糠漬け中のビタミンB₁などの栄養素、またポリフェノール等の機能性分子についてもその含量を品種間で比較し、おいしさだけでなく健康を増進できるような品種のナス糠漬けが探索されることが望まれる。

5. 本研究のまとめ

硬さやもろさなどのナスの物性は、調理したナスの食べやすさ、おいしさに関わる。本研究では、大阪の市場に流通しているナス4品種の水分含量と糖質含量、糠漬けに伴う物性変化を測定した。4品種の中で、水ナスは果糖含量が他品種と比較して有意に高く、また水分含量は他品種よりも高い傾向にあった。水ナスは他品種と明らかに異なる物性を示し、皮付近においても果肉の中心部においても低い破断荷重、破断歪率、もろさ荷重を示した。このことは水ナス果皮および果肉の柔らかさを示している。糠漬けにおいても水ナスは他品種よりも柔らかいことを示す結果が得られたが、糠漬けの水ナスは生の果実よりも有意に破断歪率が増加した。この破断歪

率の増加は、糠漬けにしたときの水ナスの特徴的な食感につながっていると推察できる。本研究の結果、ナス4品種の水分含量、糖質含量、食品物性に関する特徴が明らかになった。水ナスは甘さ、みずみずしさのある品種であり、その糠漬けは軽く噛み切りやすい漬物であることが食品の物性試験の結果からも示された。

6. 参考文献

- (1) 西本登志・後藤公美・山口智子・中木綾子・米田祥二・矢奥泰章：ナスの調理適性の品種・系統間差，園芸学研究別冊，Vol.6, pp.116 (2007)
- (2) 堀江秀樹・安藤聡：調理を考慮したナスの品種特性評価，野菜茶業研究所研究報告，Vol.13, pp.9-18 (2014)
- (3) 西本登志・前川寛之・米田祥二・矢奥泰章・黒住徹・吉田裕一：ナス果実の調理前後の物性の品種・系統間差，園芸学研究，Vol.15, pp.81-86 (2016)
- (4) 一般社団法人食品需給研究センター：食品産業動態調査 - 食品生産流通統計 - 品目別統計表
- (5) 真鍋久・岡本睦友・鈴木秀子：在宅高齢者の健康と食事内容の実態調査，日本食生活学会誌，Vol.18, pp.117-125 (2007)
- (6) 厚生省生活衛生局長通知：「特殊栄養食品の標示許可について」および「特別用途食品の標示許可について」，衛新第14号 (1994)
- (7) 松添直隆・山本愛・中野雄子・梅田知季・圖師一文：ナスの果皮硬度の品種間差異，園芸学会雑誌別冊，Vol.74, pp.113 (2005)
- (8) 後藤公美・西本登志・矢奥泰章・米田祥二：ナス果実の組織構造の品種・系統間差，園芸学研究別冊，Vol.6, pp.400 (2007)
- (9) 森下正博：‘水茄子’の果実特性と来歴，大阪府農林技術センター研究報告，Vol.35, pp.34-39 (1999)

- (10) 内田麻子・大原和幸・長阪玲子・潮秀樹：糠漬け大根における γ -オリザノール含量, 日本調理科学会誌, Vol.40, pp.184-188 (2007)
- (11) 伊藤和子・阿久津智美・大山高裕・渡邊恒夫・山崎公位・角張文紀・吉成修一・荒井一好・橋本啓・宇田靖：ナス下漬液からナスニンおよびクロロゲン酸を含む抗酸化性粉末の調製, 日本食品科学工学会誌, Vol.60, pp.30-37 (2013)
- (12) 林美央・道島俊英・勝山陽子・三輪章志・川嶋正男・矢野俊博・榎本俊樹：県産農産物を活用した機能性食品の研究, 石川県工業試験場研究報告, Vol.54, pp.57-64 (2005)
- (13) 黒澤祝子：ナスの種類とポリフェノールおよび渋味について, 同志社家政, Vol.20, pp.46-52 (1986)