

味覚センサーで測定したコマツナおよびホウレンソウの味覚値に及ぼす硝酸イオン含量の影響

野田 博行 (山形大学 大学院理工学研究科, hironoda@yz.yamagata-u.ac.jp)

幕田 武広 (マクタアメニティ株式会社, mac@makuta-amenity.com)

Effect of the nitrate ion contained in brassica rapa var. perviridis and spinacia oleracea on their taste values obtained by taste sensor

Hiroyuki Noda (Graduate School of Science and Engineering, Yamagata University, Japan)

Takehiro Makuta (Makuta Amenity Co., Japan)

要約

コマツナおよびホウレンソウの味覚値に及ぼす硝酸イオン含量の影響を糖度 (Brix値) 計と味覚センサーを用いて調べた。試料として、コマツナおよびホウレンソウの市販品および契約農家で栽培されたもの約30検体 (12月~5月) を用いた。味覚測定用試料は、コマツナおよびホウレンソウを電子レンジで60~120秒加熱したのち、フードプロセッサーで粉碎し、さらに、2倍量の水を加え、ミキサーで攪拌して調製した。味覚値は味覚センサーを用いて、酸味、塩味、旨味、苦味雑味および渋味刺激の5先味と旨味コク、苦味および渋味の3後味を測定した。その結果、硝酸イオン含量はコマツナ、ホウレンソウともに、Brix値に対しては負の相関 (それぞれの決定係数(R^2): 0.55、0.29)、塩味、苦味雑味および苦味に対しては正の相関 (決定係数(R^2): 0.94、0.83、0.70 (コマツナ), 0.94、0.74、0.34 (ホウレンソウ)) を示した。また、硝酸イオン水溶液の味覚値から、塩味は硝酸イオンそのものを計測している可能性が高いこと、また、苦味雑味と苦味は、硝酸イオン含量と比例して増大する苦味成分を検出していることが考えられた。以上のことから、コマツナおよびホウレンソウの硝酸イオン含量は苦味など不味いと評価される呈味に対しては正の効果、また、おいしいと評価される甘味に対しては負の効果を及ぼすことがわかった。

キーワード

味覚センサー, 硝酸イオン含量, 糖度 (Brix), コマツナ, ホウレンソウ

1. はじめに

野菜の品質評価、特に葉物野菜のおいしさ評価は、これまで多くの研究者が試みたにも関わらず、必ずしも満足する結果は得られていなかった。まず、何を基準においしいと評価するかという点で、一般には旨味や甘味と考えられるが、野菜は好き嫌いが激しく個人差が大きいため、その統一的評価は難しかった。

これまで野菜のおいしさの評価する試みとしては、官能評価による方法 (平本他, 1988; 杉山他, 1993; 山口, 2008; 日笠他, 2008; 2012) と化学成分からアプローチする方法 (中町他, 2002; 堀江他, 2006; 和泉他, 2008; 村山他, 2008; 堀江, 2009)、味覚センサーを用いた方法 (藤原他, 2009; 江崎他, 2011) がある。官能評価による方法は個人差が大きく、化学成分からのアプローチは糖分については甘味と関係するが他の成分は味との関連が明確ではなく、味覚センサーを用いた方法は測定値と官能評価が一致しない場合が多いなど、それぞれの方法ともに一長一短がある。さらに、野菜の好き嫌いにより好みが見られるなど課題が多い。

そこで、本研究では、コマツナおよびホウレンソウを用いて、その呈味評価を糖度 (Brix値) および味覚センサーで測定した味覚値を用いて試みた結果、コマツナおよびホウレンソウに含まれる硝酸イオン含量とBrix、塩味、苦味雑味、苦味に高い相関が得られ、野菜の味の評価が可能ではないかとの

知見が得られたので、以下に詳細を報告する。

2. 実験方法

2.1 味覚の評価

試料として、コマツナおよびホウレンソウは市販品と契約農家で栽培されたもの約30検体 (12月~5月) を用いた。味覚測定用試料は、コマツナおよびホウレンソウ3~5株を電子レンジで60~120秒加熱後、フードプロセッサーで粉碎し、粉碎物に2倍量の水を加え、ミキサーで攪拌して調製した。

味覚値は、インテリジェントセンサーテクノロジー(株)製味覚センサー (SA-402B) を用い、酸味と塩味、旨味、苦味雑味、渋味刺激の5先味と旨味コクと苦味、渋味の3後味を最大10検体測定した。複数回の測定における誤差を低減するため、各測定において必ず同一試料を測定することにより規格化した。味覚測定用硝酸イオン水溶液は、硝酸ナトリウム (和光純薬製) を脱イオン水で希釈して調製した。

硝酸イオン含量およびBrix値は、試料として野菜汁を用い、HORIBA製B-741型硝酸イオンメーター、ATAGO製PAL-1型ポケット糖度計を用いて測定した。

3. 結果

3.1 コマツナおよびホウレンソウの味覚データ

図1に、市販品および契約農家から入手したコマツナ28サンプルの味覚データを示す。サンプル間のばらつきが大きかった項目は、塩味と酸味、旨味コクであった。

図2に、市販品および契約農家から入手したホウレンソウ30サンプルの味覚データを示す。サンプル間のばらつきが大

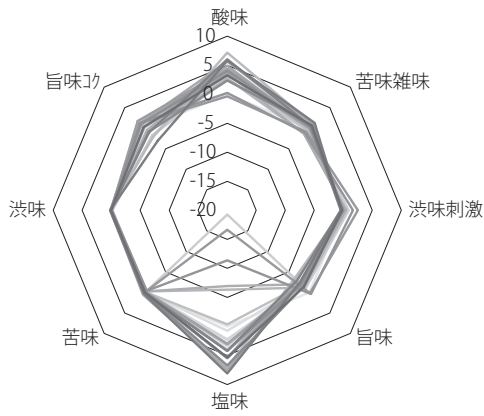


図1：コマツナ28サンプルの味覚チャート

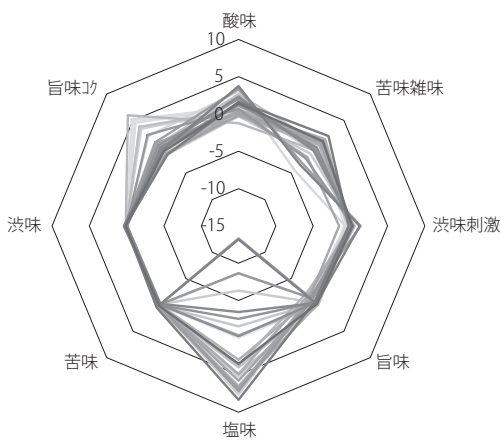


図2：ホウレンソウ30サンプルの味覚チャート

きかった項目は、塩味と酸味、苦味雑味、旨味コクであった。

3.2 Brix 値と硝酸イオン含量の関係

硝酸イオンメーターの測定値に対する妨害イオンの影響は(同じ濃度で)、塩素イオン(4%増)、沃素イオン(1000%増)、臭素イオン(90%増)および亜硝酸イオン(70%増)でみられるが、コマツナおよびホウレンソウには塩素イオン以外含ま

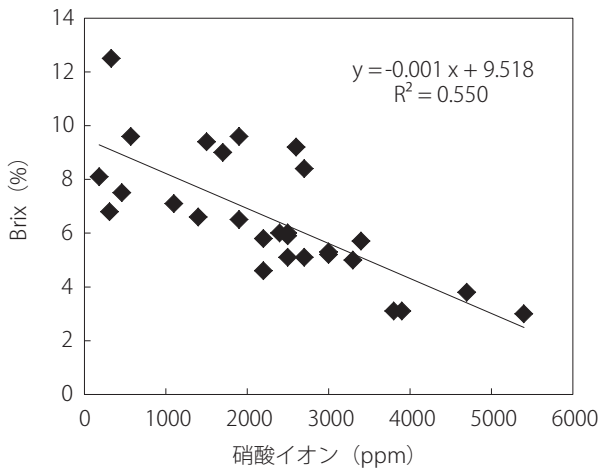


図3：コマツナに含まれる硝酸イオン含量とBrixの関係

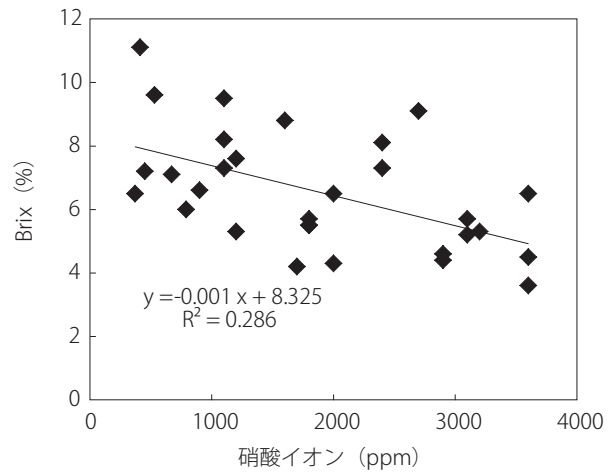


図4：ホウレンソウに含まれる硝酸イオン含量とBrixの関係

れていない(藤沼他, 2007; 江崎他, 2011)ことから考慮しないこととした。

図3に、コマツナのBrix値と硝酸イオン含量の関係を示す。コマツナのBrix値は硝酸イオン含量に対し、負の相関を示した($R^2 = 0.550$)。

図4に、ホウレンソウのBrix値と硝酸イオン含量の関係を示す。ホウレンソウのBrix値は硝酸イオン含量に対し、コマツナと同様に負の相関を示した($R^2 = 0.286$)。

3.3 味覚値と硝酸イオン含量の関係

味覚センサーで測定した味覚値のうち、硝酸イオン含量と相関性が高かった塩味、苦味雑味、苦味について、以下に結果の詳細を示す。図5に、コマツナの塩味値と硝酸イオン含量の関係を示す。ここで、硝酸イオンを対数軸に設定したのは、味覚値が対数軸の1と10の間を12.6分割($1.2^{12.6}$)して線型表示しているためである(池崎, 2012)。コマツナの塩味値は硝酸イオン含量に対し、高い正の相関を示した($R^2 = 0.939$)。

図6に、ホウレンソウの塩味値と硝酸イオン含量の関係を示す。ホウレンソウの塩味値は硝酸イオン含量に対し、コマツナと同様に高い正の相関を示した($R^2 = 0.942$)。

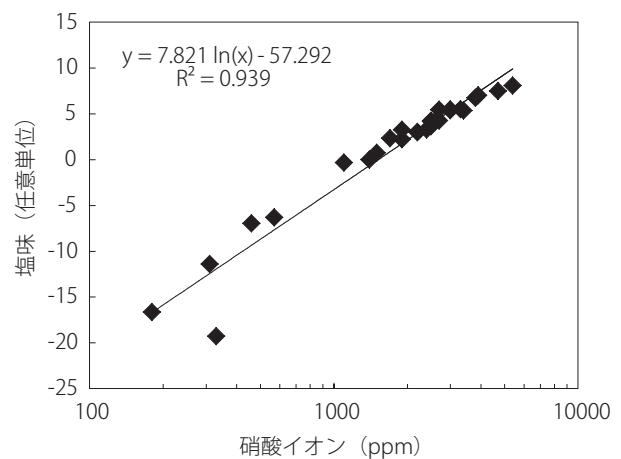


図5：コマツナに含まれる硝酸イオン含量と塩味値の関係

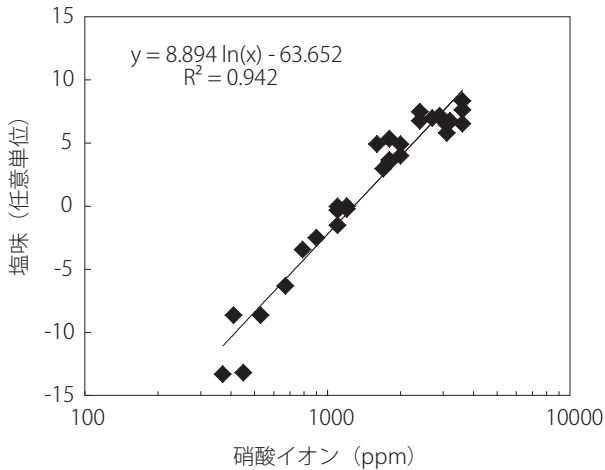


図6：ホウレンソウに含まれる硝酸イオン含量と塩味値の関係

図5,6の結果および塩味センサーが陰イオンに応答する(池崎他, 2000)ことから、野菜中の硝酸イオン含量を精度良く検出していると考えられる。

図7に、コマツナの苦味雑味値と硝酸イオン含量の関係を示す。コマツナの苦味雑味値は、硝酸イオン含量に対し、高い正の相関を示した($R^2 = 0.832$)。

図8に、ホウレンソウの苦味雑味値と硝酸イオン含量の関係を示す。ホウレンソウの苦味雑味値は、硝酸イオン含量に対し、正の相関を示した($R^2 = 0.745$)。

図9に、コマツナの塩味値と苦味雑味値の関係を示す。塩味値と苦味雑味値は、マイナス領域でばらつきが多いものの、高い正の相関を示した($R^2 = 0.693$)。

図10に、ホウレンソウ塩味値と苦味雑味値の関係を示す。塩味値と苦味雑味値は、コマツナと同様に高い正の相関を示した($R^2 = 0.753$)。

図11に、コマツナの苦味値と硝酸イオン含量の関係を示す。コマツナの苦味値は、硝酸イオン濃度に対し、正の相関を示した($R^2 = 0.704$)。

図12に、ホウレンソウの苦味値と硝酸イオン含量の関係を示す。

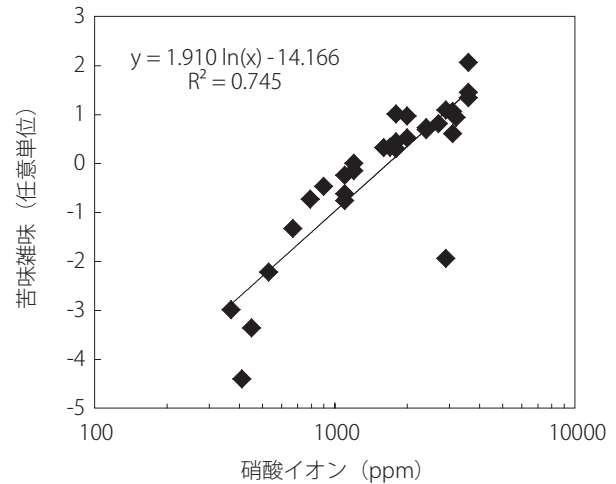


図8：ホウレンソウに含まれる硝酸イオン含量と苦味雑味値の関係

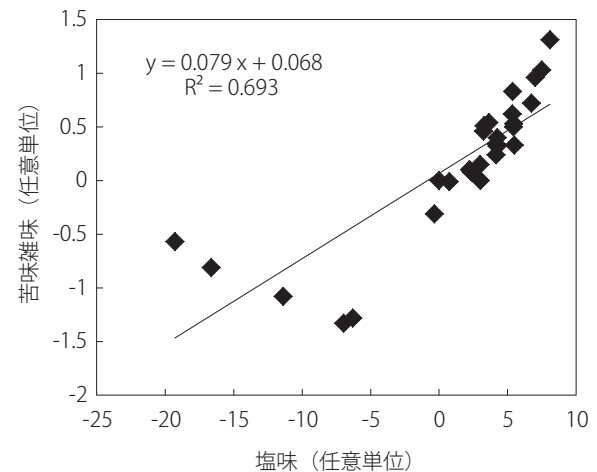


図9：コマツナの塩味値と苦味雑味値の関係

示す。ホウレンソウの苦味値は、硝酸イオン含量に対し正の相関を示した($R^2 = 0.339$)。

図11, 12の苦味値は、最大と最小の絶対値が約1で、ヒトが識別できる限界である(池崎, 2011)。したがって、味覚センサーは、その程度の味の違いも精度良く検出できることがわかった。

以上の結果から、コマツナおよびホウレンソウの塩味値、苦味雑味値および苦味値は硝酸イオン含量と正相関することがわかった。また、塩味値は苦味雑味値と正相関することがわかった。

さらに、苦味雑味値と苦味値に及ぼす硝酸イオン含量の影響を調べるため、硝酸イオン水溶液の味覚値を測定した。その結果、苦味雑味値および苦味値と硝酸イオン濃度の相関性が低く、相関性が高かったのは塩味値で(図13)、図5および6と類似の正相関($R^2 = 0.995$)を示した。また、傾きが6.3とほぼ近い値を示した(コマツナが7.8、ホウレンソウが8.9)。以上の結果から、塩味センサーは塩素イオンを検出する目的で開発されたセンサーであるが、他の陰イオンも同時に検出さ

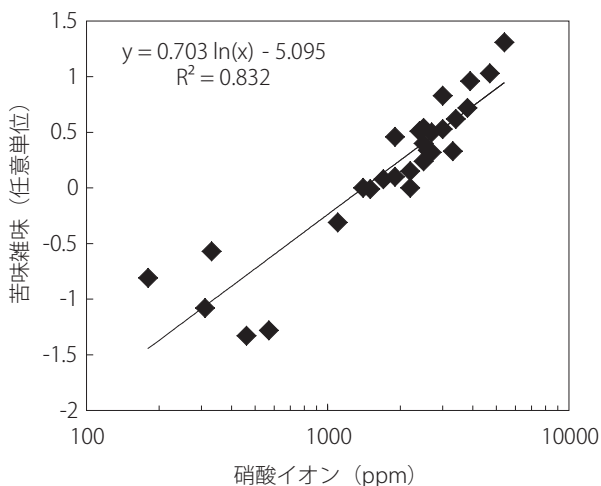


図7：コマツナに含まれる硝酸イオン含量と苦味雑味値の関係

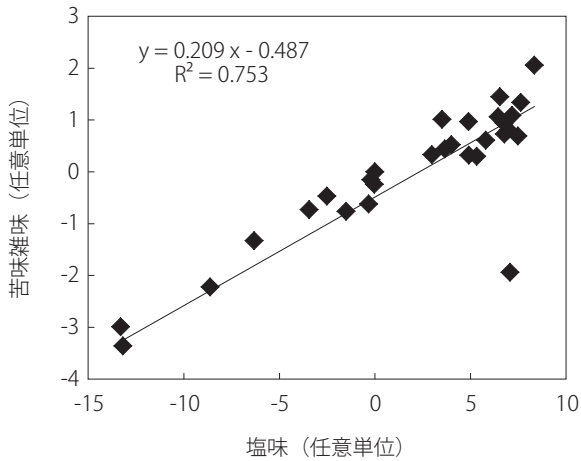


図10：ホウレンソウの塩味値と苦味雑味値の関係

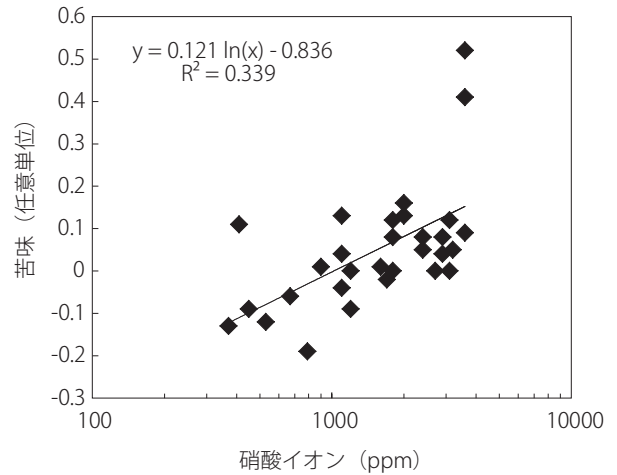


図12：ホウレンソウに含まれる硝酸イオン含量と苦味値の関係

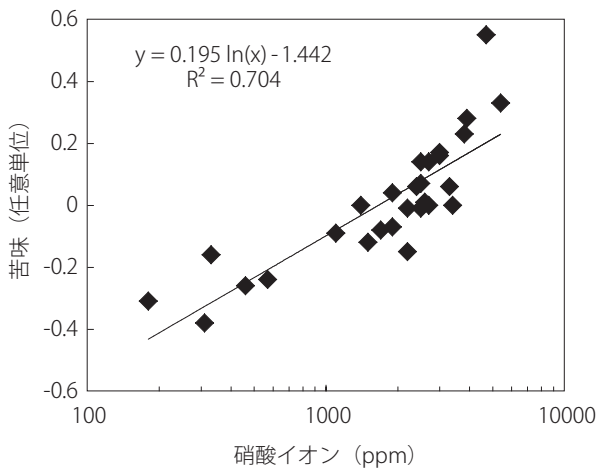


図11：コマツナに含まれる硝酸イオン含量と苦味値の関係

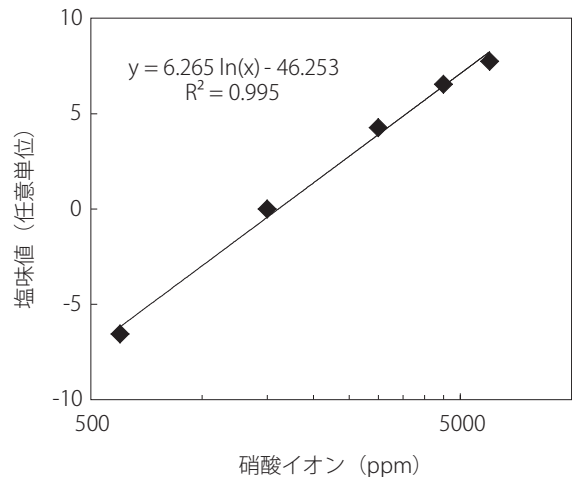


図13：硝酸イオン濃度と塩味値の関係

れるため、コマツナおよびホウレンソウに多く含まれる陰イオンの一つである硝酸イオンが検出されたと考えられる。

4. 考察

硝酸イオン含量はコマツナとホウレンソウのBrix値に対して、負の相関を示した(図3、4)。つまり、一般に野菜ではおいしいと評される甘味は、硝酸イオン含量に対し、負相関することを示している。また、硝酸イオン含量は、塩味、苦味雑味(先味)および苦味(後味)に対して正相関を示した(図5～8、図11、12)。つまり、一般に野菜では不味いと評される苦味雑味や苦味は、含まれる硝酸イオン濃度と正相関することを示している。図9、10の結果から、塩味と苦味雑味に正相関がみられたため、苦味雑味も硝酸イオンを直接検出していることが予想されたが、硝酸イオン水溶液の味覚値と苦味雑味の相関性が低かったことから、苦味雑味は硝酸イオン以外の苦味成分を検出していると考えられる。したがって、図13の結果から、硝酸イオンが直接検出されているのは塩味であると考えられる。江崎らは、レタスの味覚値のうち渋味と硝酸イオン含量には有意に正の相関があること、ただし、官能検査とは一致しないことを報告している(江崎ら、2011)。第一

の原因は、味覚センサーの感度がヒトよりも高いことが考えられる(図11、12)。また、第二の原因は、硝酸イオン含量とは対数で相関係数を求めるべきところを線型で求めていることが影響していると思われる。

以上のことから、コマツナおよびホウレンソウの硝酸イオン含量は、苦味雑味や苦味など不味いと評価される呈味に対しては正の効果、また、おいしいと評価される甘味に対しては負の効果および及ぼすことがわかった。本研究の結果は、これまで困難であった野菜のおいしさ評価を硝酸イオン含量から推定できることを示した重要な知見と考えられる。

野菜の硝酸イオン含量は、栽培時の窒素肥料の過多や気温など季節的要因に左右される。現在、市場に供給される野菜の多くは、収量を重視しているため、やや窒素肥料過多の傾向がある。本研究の結果は、苦味の少ないコマツナやホウレンソウを栽培するには、窒素肥料を制御することが重要であることを示している。

謝辞

本研究は、全国中小企業団体中央会「中小企業・小規模事業者ものづくり・商業・サービス革新事業」により行われました。ここに記して、謝意を表します。

協, Vol. 103, No. 3, 163-171.

(受稿：2015年11月4日 受理：2015年11月14日)

引用文献

- 池崎秀和・内藤悦伸・小林義和・東久保理江子・谷口晃・都甲潔(2000). 脂質膜の電荷密度と疎水性親水性の調整による味覚センサーの選択性向上. 信学技報, No. 8, 19-24.
- 池崎秀和(2011). 味のものさしの世界標準化を目指す株式会社インテリジェントセンサーテクノロジー. 映像情報メディア学会誌, Vol. 65, No. 11, 1575-1579.
- 池崎秀和(2012). 味覚センサーで味を科学する. 日本味と匂学会誌, Vol. 19, No. 2, 125-131.
- 和泉眞喜子・高屋むつ子・堀江秀樹・木矢博之(2008). 秋期ホウレンソウの品種, 栽培条件, 成育期間の違いによる有機酸や糖含量等の変動および茹で調理による変化, 食味との関連. 日本調理科学会誌, Vol. 41, No. 2, 126-133.
- 江崎一子・森みどり・高館麻巳子・松永薫・佐野雅俊(2011). 有機栽培レタスの食味及び内容成分に関する基礎研究. 別府大学紀要, 第52号, 157-167.
- 杉山法子・鈴野弘子・三好恵真子・澤山茂・川端晶子(1993). 野菜の官能特性の評価. 調理科学, Vol. 26, No. 4, 315-326.
- 中町敦子・吉川光子・香西みどり・畑江敬子(2002). キュウリ呈味成分の分布と貯蔵変化および味との関係. 日本調理科学会誌, Vol. 35, No. 3, 234-241.
- 日笠志津・根岸由紀子・奥崎政美・竹内周・成田国寛・辻村卓(2008). 栽培条件(有機栽培と慣行栽培)の違いによるレタス, コマツナ, ホウレンソウの官能特性の比較. 日本食生活学会誌, Vol. 19, No. 1, 18-27.
- 日笠志津・根岸由紀子・奥崎政美・成田国寛・辻村卓(2012). 栽培条件(有機栽培と慣行栽培)の違いによるコマツナ, ホウレンソウの栄養成分と官能特性. 日本食生活学会誌, Vol. 23, No. 1, 26-32.
- 平本ふく子・松本仲子(1988). きゅうりの品質と嗜好. 調理科学, Vol. 21, No. 3, 206-212.
- 藤沼賢司・井部明広・田端節子・橋本秀樹・斎藤和男・中里光男・石川ふさ子・守安貴子・嶋村保洋・菊池洋子・小川仁志・牛山博文・横山敬子・安田和男(2007). 野菜等の硝酸根, 亜硝酸根含有量調査. 東京都健康安全研究センター研究年報, Vol. 58.
- 藤原孝之・苔庵泰志(2009). 漬物の保存に伴う品質劣化の味覚センサーによる評価. 三重県工業研究所研究報告.
- 堀江秀樹・伊藤秀和(2006). キャピラリー電気泳動法による野菜中の糖分析. 野菜茶業研究所研究報告, Vol. 5, 1-6.
- 堀江秀樹(2009). キャピラリー電気泳動法による野菜の主要呈味成分の分析. Bunseki Kagaku, Vol. 58, No. 12, 1063-1066.
- 村山徹・宮沢佳恵・長谷川浩(2008). 秋冬作ホウレンソウの品質に対する有機栽培と慣行栽培の差違. 日本食品科学工学会誌, Vol. 55, No. 10, 494-501.
- 山口静子(2008). 官能評価から野菜のおいしさを考える. 醸