

【原著論文】

異なるジューサーを用いて作製した 野菜果物ジュースの硝酸塩含有量と官能検査の比較

藺田 邦博ⁱ⁾ 河野 有華ⁱ⁾ 清水 彩子ⁱ⁾ 大竹 一男ⁱⁱ⁾
柴 祥子ⁱⁱ⁾ 加園 恵三ⁱⁱ⁾ 小林 順ⁱⁱⁱ⁾

ⁱ⁾ 金城学院大学 生活環境学部 食環境栄養学科

ⁱⁱ⁾ 城西大学 薬学部 薬学科

ⁱⁱⁱ⁾ 城西大学 薬学部 医療栄養学科

Comparing Nitrate Consumption and Sensory Evaluation of Fruit and Vegetable Juices using Juicing Technique

Kunihiro SONODAⁱ⁾, Yuka KONOⁱ⁾, Ayako SHIMIZUⁱ⁾
Kazuo OHTAKEⁱⁱ⁾, Sachiko SHIBAⁱⁱ⁾, Keizo KASONOⁱⁱ⁾
Jun KOBAYASHIⁱⁱⁱ⁾

ⁱ⁾ Department of Food and Nutritional Environment, College of Human Life and Environment, Kinjo Gakuin University, Nagoya, Japan.

ⁱⁱ⁾ Division of Physiology, School of Pharmaceutical Sciences, Faculty of Pharmacy and Pharmaceutical Science, Josai University, Saitama, Japan.

ⁱⁱⁱ⁾ Department of Clinical Dietetics and Human Nutrition, Faculty of Pharmacy and Pharmaceutical Science, Josai University, Saitama, Japan.

要約

【目的】家庭で野菜果物ジュースを作る際に用いられる調理機器として販売されている低速ジューサー（スロージューサー）と高速ジューサー（ミキサー）を用いて作製した野菜果物ジュースの嗜好調査と硝酸塩含有量の違いについて調査を実施した。【方法】野菜果物ジュースの食材（サラダほうれん草、オレンジ、レモン、バナナ）はスーパーマーケットで購入し、スロージューサーまたはミキサーを用いて4種類の野菜果物ジュースを作製した。作製したジュースを用いて管理栄養士養成施設に在籍している21～22歳の女子大学生28名を対象にアンケートによる嗜好調査を実施した。さらに、ジュース中の亜硝酸塩と硝酸塩含有量を専用のHPLCシステム（ENO-20, Eicom, 日本）により測定した。【結果】嗜好調査の結果からスロージューサーを用いることで「のどごし」の評価が高く、「甘味」、「色調」、「満腹感」はミキサーで評価が高かった。また、サラダほうれん草にバナナを加えることにより飲みやすさが向上することがわかった。しかし、「総合評価」はスロージューサーとミキサーで差は無かった。次に、ミキサーとスロージューサーで作製した野菜果物ジュース中の硝酸塩と亜硝酸塩含有量を測定

した。亜硝酸塩含有量は、ミキサーとスロージューサーで作製した野菜果物ジュースに差はなかったが、硝酸塩含有量はミキサーに比べスロージューサーで作製した野菜果物ジュースで2～3倍含有量が多かった。【結語】硝酸塩補給を目的として野菜果物ジュースを摂取する場合、同じ摂取量であればスロージューサーで作製した方が優れており、バナナを加えることで飲みやすくなることが明らかとなった。

【はじめに】

本邦における令和元年「国民健康・栄養調査」の結果によると1日1人当たりの野菜摂取量(g/day)は、男女平均で281 g/dayであり、厚生労働省が推奨する1日の野菜摂取量350 g/dayには約70 g不足している¹⁾。この野菜不足を補う方法の一つとして、野菜ジュースを利用^{2, 3)}しており、家庭で野菜や果物ジュースを作製する調理機器として低速ジューサー(以下、スロージューサー)や高速ジューサー(以下、ミキサー)などが販売されている。スロージューサーは、野菜や果物をプレスすることにより、野菜汁や果汁と食物繊維などの固形物を分離してサラサラとした液体のジュースを作製する調理器具である。一方、ミキサーは、固形食材(野菜や果物など)を粉砕することで食物繊維などを含んだペースト状のジュースを作製する調理器具である。この機器による特性の違いから作製した野菜果物ジュースに含まれる栄養成分含量の変化や嗜好性に違いが出る可能性がある。

野菜や果物には、ビタミン類やミネラル類の他、生体調節機能を有するポリフェノール類や食物繊維など多くの栄養成分が普遍的に含まれている。近年、野菜や果物に含まれる成分として硝酸塩の生体に対する影響が注目されるようになってきた。硝酸塩は、これまで硝酸塩から生成される亜硝酸塩と2級アミンが反応することで発がん性物質のN-ニトロソアミンを形成することから有害物質であると考えられてきた^{4, 5)}。しかし、野菜や果物から摂取している硝酸塩とがんの関係についての有力なエビデンスは示されておらず、むしろ野菜や果物の摂取は多くのがんの予防に有効であることは有名である。野菜や果物から摂取した硝酸塩は、腸-唾液循環系を介して生体内で一酸化窒素(Nitric oxide: NO)を産生することが報告されている⁶⁾。NOは、血管拡張作用、抗炎症作用、抗酸化作用を示すことから生体の恒常性維持に欠かせない物質である。そのため、NO減少は疾患発症や病態悪化と深く関係している。通常、NO産生は血管内皮細胞でL-アルギニンを基質としてNO合成酵素(NO synthase: NOS)を介して産生される。しかし、血管内皮細胞からのNO産生は加齢や生活習慣病により、血管内皮障害を引き起こすと著しく減少し、アテローム性動脈硬化症、心筋梗塞、脳卒中、末梢血管疾患のリスクを高める可能性があることが示唆されている⁶⁾。一方、野菜や果物から摂取した硝酸塩はNOSを介さない硝酸塩-亜硝酸塩-NO経路(Nitrate-nitrite-nitric oxide pathway)によってNOを産生する。そのため、食事由来の硝酸塩は内因性NO産生が低下した際のバックアップシステムやオンデマンドのNO供与体としての役割が期待されている。硝酸塩は、自然界に広く分布しており、人間が摂取する硝酸塩の約85%は食事由来(主に野菜や果物)である⁷⁾。英国

では、硝酸塩を豊富に含んだ赤カブ（ビートルート）から作られたビートルートジュースが販売されており、人に対して血圧降下作用⁸⁾や運動パフォーマンスを向上⁹⁾させることが報告されている。ビートルートの他にもほうれん草、レタス、キャベツなどの葉菜類には硝酸塩が多く含まれていることが知られている。また、小林らは食事から摂取する植物由来（野菜や果物）の硝酸塩はアスコルビン酸やポリフェノールなどの抗酸化物質と一緒に摂取することで発がん性物質の生成を抑制するだけでなく亜硝酸塩からの直接的なNO産生の増加やニトロソチオール形成（生体内におけるNOキャリアーとして考えられている）することから有益性が高まることを示唆している¹⁰⁾。したがって、抗酸化物質を豊富に含む野菜や果物から硝酸塩を摂取することで疾患発症や病態進展の防止に役立つ可能性がある。しかし、スロージェューサーやミキサーを用いて作製した野菜果物ジュースに含まれる硝酸塩含量や嗜好性を評価した報告は少ない。

そこで本研究では、生体に対する保護作用が期待されている硝酸塩を豊富に含んでいるほうれん草とオレンジにレモンまたはバナナを加え、スロージェューサーとミキサーで作製した野菜果物ジュースの硝酸塩含有量と嗜好性について調査を行ったので報告する。

【方法】

1) 試料調製

食材のサラダほうれん草、オレンジ、レモン、バナナは、スーパーマーケットで購入した。各種食材は、皮や根などの廃棄部分を除去した後、ミキサー（MX-X301-R, Panasonic, 日本）またはスロージェューサー（MJ-L500-S, Panasonic, 日本）を用いて、サラダほうれん草、オレンジ、レモン、バナナの単独のジュースを作製した。次に、サラダほうれん草とオレンジにレモンを3：1：1の割合で混ぜたミックスジュース1とサラダほうれん草とオレンジにバナナを3：1：1の割合で混ぜたミックスジュース2をミキサーまたはスロージェューサーで作製した。

2) 嗜好調査

管理栄養士養成課程に在籍する21～22歳の女子大学生28名を対象に野菜果物ジュースの嗜好検査を行った。野菜果物ジュースは、ミキサーまたはスロージェューサーを用いて作製したミックスジュース1とミックスジュース2の4種類を用いた。嗜好性調査は、Googleアンケートフォームを用いて、「味」、「甘味」、「酸味」、「苦味」、「エグ味」、「色調（色）」、「香り」、「のどごし」、「満腹感」、「総合評価」の10項目について「非常に良い、良い、普通、悪い、非常に悪い」の5段階で判断させた。回答の得られたアンケート結果を元に「非常に良い：5点、良い：4点、普通：3点、悪い：2点、非常に悪い：1点」として数値化し平均値を算出した。本調査は、金城学院大学倫理審査委員会の承認（承認番号：R21017）を得て実施した。

3) 硝酸塩と亜硝酸塩の測定

サンプル (50 μ L) を超純水で50倍希釈した後、同量のHPLC用メタノールを加え、遠心分離 (15,000 \times G、5分) により不純物を除去した。さらに、遠心分離したサンプルの上澄みを2倍希釈して測定試料とした。硝酸塩と亜硝酸塩濃度は、グリース法をもとにしたHPLC システム (ENO-20, Eicom, 日本) を用いて行った¹¹⁾。なお、単独のバナナは粘性が高く遠心分離により果汁と固形分を分離できなかったことから亜硝酸塩と硝酸塩の測定を行わなかった。

4) 統計解析

すべての値は、平均値 \pm 標準誤差で示した。統計処理は、対応のないT検定により行い $p < 0.05$ を有意差有とした。解析は、統計解析ソフトのStat Mate V (株式会社アトムス, 日本) を用いた。

【結果】

1) 野菜果物ジュースの嗜好調査

表1にスロージェューサーとミキサーで作製したミックスジュースの嗜好調査の結果を示した。サラダほうれん草とオレンジにレモンを加えたミックスジュース1をスロージェューサーとミキサーで比較するとミキサーでは「満腹感」、スロージェューサーでは「のどごし」が高く評価された。次に、サラダほうれん草とオレンジにバナナを加えたミックスジュース2をスロージェューサーとミキサーで比較するとミックスジュース1と同様にミキサーでは「満腹感」、スロージェューサーでは「のどごし」が高く評価された。さらに、ミックスジュース2ではスロージェューサーに比べミキサーで「甘味」と「色調」の評価が高かった。

表1. スロージェューサーとミキサーで作製したミックスジュースの嗜好調査結果

評価項目	サラダほうれん草+オレンジ+レモン (ミックスジュース1)		サラダほうれん草+オレンジ+バナナ (ミックスジュース2)	
	ミキサー	スロージェューサー	ミキサー	スロージェューサー
味	2.57 \pm 0.15	2.93 \pm 0.14	4.25 \pm 0.18 c	3.96 \pm 0.11 d
甘味	2.29 \pm 0.18	2.29 \pm 0.18	4.68 \pm 0.13 c	4.18 \pm 0.14 b d
酸味	2.64 \pm 0.25	2.89 \pm 0.23	3.96 \pm 0.20 c	3.71 \pm 0.18 d
苦味	2.89 \pm 0.17	2.89 \pm 0.20	4.11 \pm 0.21 c	3.86 \pm 0.18 d
エグ味	2.75 \pm 0.19	2.93 \pm 0.21	4.14 \pm 0.22 c	3.79 \pm 0.21 d
色調(色)	3.43 \pm 0.14	3.25 \pm 0.19	3.75 \pm 0.20	2.68 \pm 0.19 b d
香り	3.18 \pm 0.18	2.71 \pm 0.17	3.89 \pm 0.22 c	3.32 \pm 0.19 d
のどごし	2.68 \pm 0.17	3.96 \pm 0.17 a	3.18 \pm 0.22	3.82 \pm 0.16 b
満腹感	3.71 \pm 0.17	2.57 \pm 0.16 a	4.50 \pm 0.11 c	3.79 \pm 0.16 b d
総合評価	2.64 \pm 0.17	2.86 \pm 0.12	4.18 \pm 0.18 c	3.96 \pm 0.12 d

すべての値は、平均値 \pm 標準誤差で示した (n = 28)。

1) ミックスジュース1のミキサーとスロージェューサーに有意差有の場合は符号 (a)

2) ミックスジュース2のミキサーとスロージェューサーに有意差有の場合は符号 (b)

3) ミキサーで作製したミックジュース1とミックジュース2に有意差有の場合は符号 (c)

4) スロージェューサーで作製したミックジュース1とミックジュース2に有意差有の場合は符号 (d)

レモンを加えたミックスジュース1とバナナを加えたミックスジュース2を比較するとミックスジュース2は、ミキサーとスロージューサーともにミックスジュース1よりも総合評価が高く、「色調」と「のどごし」を除く項目で高い評価となった。

2) 野菜果物ジュースの亜硝酸イオン含量の比較

表2にスロージューサーとミキサーを使用して採取した野菜、果物の果汁中の亜硝酸イオン含量を示した。スロージューサーとミキサーを使用して採取したサラダほうれん草、オレンジ、レモンに含まれる亜硝酸イオン量に有意な差は見られなかった。スロージューサーとミキサーを使用して作製したミックジュースの亜硝酸イオン含有量を示した。スロージューサーとミキサーを使用して作製したミックスジュース2種類の亜硝酸イオン含有量に有意な差は見られなかった。

表2. 野菜果物ジュースの亜硝酸イオン含量

試料	ミキサー	スロージューサー
	亜硝酸イオン (μmol/kg)	亜硝酸イオン (μmol/kg)
サラダほうれん草	4.91 ± 0.05	5.75 ± 0.03
オレンジ	0.56 ± 0.01	0.64 ± 0.11
レモン	0.92 ± 0.36	0.86 ± 0.35
ミックスジュース1	5.75 ± 0.13	6.30 ± 0.26
ミックスジュース2	6.59 ± 0.37	6.91 ± 0.25

すべての値は、平均値±標準誤差で示した (n = 3)。

3) 野菜果物ジュースの硝酸イオン含量の比較

表3にミキサーとスロージューサーを用いて作製した野菜果物ジュース中の硝酸イオン含量を示した。本研究で使用した各食材（サラダほうれん草、オレンジ、レモン）の硝酸イオン含有量は、スロージューサーで作製した野菜汁や果汁で有意に増加した。さらに、サラダほうれん草中の硝酸イオン含量はオレンジやレモンに比べ非常に多くの硝酸イオンを含んでいた。なお、ミキサーで作製したレモンについては検出限界を下回った。スロージューサーとミキサーで作製したミックスジュース1とミックスジュース2の硝酸イオン含量についてもミキサーで

表3. 野菜果物ジュースの硝酸イオン含量

試料	ミキサー	スロージューサー
	硝酸イオン (μmol/kg)	硝酸イオン (μmol/kg)
サラダほうれん草	20404 ± 259	33202 ± 663 *
オレンジ	0.93 ± 0.11	9.96 ± 0.28 *
レモン	—	3.33 ± 0.10
ミックスジュース1	10329 ± 292	31559 ± 1149 *
ミックスジュース2	7951 ± 31	21911 ± 158 *

すべての値は、平均値±標準誤差で示した (n = 3)。

検出限界以下：—

**p* < 0.05 v.s. ミキサー

作製したジュースに比べスロージェューサーで作製したジュースで硝酸イオン含量が約2～3倍程度増加した。

【考察】

本研究では、野菜（サラダほうれん草）、果物（オレンジ、レモン、バナナ）を用いて、野菜や果物から野菜汁や果汁を絞り出す調理器具であるスロージェューサーと食材を粉砕してペースト状にする調理器具であるミキサーを用いて野菜果物ジュースを作製した。野菜果物ジュースは、サラダほうれん草とオレンジにレモンを加えたミックスジュース1とほうれん草とオレンジにバナナを加えたミックスジュース2をミキサーとスロージェューサーを用いて4種類作製し、嗜好調査と亜硝酸塩と硝酸塩の含有量の測定を実施した。

嗜好調査結果は表1に示したように、スロージェューサーで作製したミックスジュース1は、「のどごし」の評価が高く、ミキサーで作製したものは「満腹感」の評価が高くなったが、それ以外の項目に有意差は無かった。一方で、ミックスジュース2は、ミックスジュース1と同様にスロージェューサーで作製することで「のどごし」の評価が高くなり、ミキサーでは「満腹感」に加え「甘味」、「色調」の評価が高かった。スロージェューサーはプレスすることで野菜汁や果汁のみを抽出できることから粘性の低いサラサラした液体になったことから「のどごし」の評価が高くなり、ミキサーで作製したジュースは食物繊維などの固形物を多く含んでおり粘性が高いペースト状になったため「満腹感」の項目が高い評価になったと考えられた。ミックスジュース2では、「甘味」と「色調」にミキサーとスロージェューサーで差があり、スロージェューサーで作製した野菜果物ジュースで評価が低い結果であった。さらに、有意差は無かったもののスロージェューサーで作製した野菜果物ジュースは「味」、「酸味」、「エグ味」についても評価が低い傾向が見られた。この要因として2つ考えられることがある。1つは、スロージェューサーで作製したジュースは野菜汁や果汁のみを絞り出すことからほうれん草に含まれるエグ味成分であるシュウ酸¹²⁾が濃縮された。2つ目は、食物繊維（セルロースやペクチン）など粘性成分が取り除かれて粘性が低くなったことで舌全体に酸味成分やエグ味成分が広がりやすく味蕾（味細胞）と成分が結合しやすくなったことが考えられた。一方で、ミキサーで作製したジュースはペースト状となり粘性が高かったことから、呈味成分の味蕾（味細胞）への結合や口腔粘膜への接触を防ぎ、「酸味」、「苦味」、「エグ味」を軽減した結果、「甘味」を強く感じたものと考えられた。これは、粘性が高くなると味の閾値が高くなる傾向があるという報告^{12, 13, 14)}と一致した。「色調」に関しては、スロージェューサーで作製したミックスジュース2で評価が低くなった。ミックスジュース2に加えたバナナは、ポリフェノールオキシダーゼ（Polyphenol oxidase : PPO）による酵素的褐変を起こしやすい代表的な食品の1つである。酵素的褐変は、細胞が破壊され酵素と酸素が接触すると酵素活性が高くなり褐変が進行する¹⁵⁾。本研究では、ミキサーを使用する際すべての食材を一度に混合してジュースを作製したが、スロージェューサーは食材ごとにジュースを作製して混合したことから、ミキサーに比べPPOが空

気に触れる時間が長くなり、酵素的褐変が進行したことで見た目が悪くなったと考えられた。

次にミックスジュース1とミックジュース2を比較すると、バナナを加えたミックスジュース2で「色調」と「のどごし」以外のすべての項目で高い評価であった。バナナは粘性が高いため、レモンを加えたミックスジュース1に比べミックジュース2で粘性が増強された結果、「酸味」、「苦味」、「エグ味」が軽減され、おいしさに関わる「味」や「甘味」の評価が高くなったと考えられた。バナナの粘性物質は食物繊維であると考えたが、日本食品標準成分表2021¹⁶⁾によるとバナナの食物繊維含量は100 gあたり「1.1 g」とレモンの「4.9 g」よりも少なかった。したがって、バナナ添加による粘性の増加は、食物繊維以外の粘性物質が関係していると考えられた（現在、バナナの粘性物質は特定されていない）。また、「香り」についてもバナナを加えることで高い評価が得られた。バナナには、特有の香気成分である酢酸イソアミルが含まれていることから、ほうれん草の青臭さを軽減する効果があるものと考えられた。

嗜好調査の結果として最終的な評価の「総合評価」は、ミックスジュース1とミックジュース2ともにミキサーとスロージェューサーで有意な差はなかった。このことから、調理器具によって「のどごし」や「満腹感」に違いは出るものの嗜好性全体では大きな違いを生じないことがわかり、嗜好性の高い野菜果物ジュースを作製するためには食材の選択が重要であると考えられた。

次に、嗜好調査同様にスロージェューサーまたはミキサーを使用して作製したミックスジュース1とミックスジュース2に含まれる亜硝酸塩と硝酸塩含有量を測定した（表2、表3）。その結果、亜硝酸塩の含有量に関してはスロージェューサーとミキサーで有意な差はなかった（表2）。硝酸イオン含量は、ミキサーで作製したジュースに比べスロージェューサーで作製したジュースで含有量が有意に増加した。試料100 g当たりの硝酸イオンを算出すると、スロージェューサーで作製したミックスジュース1には約217 mg/100 g、ミックスジュース2には約151 mg/100 g含まれていた。一方、ミキサーで作製したミックスジュース1には約71 mg/100 g、ミックスジュース2には約51 mg/100 g含まれていた。したがって、ミキサーに比べスロージェューサーで作製したジュースの硝酸イオン含有量は約2～3倍程度多くなることが分かった。また、食材単独の硝酸塩含有量はスロージェューサーで作製したサラダほうれん草の野菜汁には約229 mg/100 g、ミキサーでは約141 mg/100 g含まれていた。一方で、オレンジとレモンの硝酸塩含有量はスロージェューサーとミキサーともに0.1 mg/100 g未満であったことから、今回作製した野菜果物ジュースの硝酸塩含量はサラダほうれん草に依存したものであった。本研究の結果は、日本食品標準成分表2021¹⁶⁾に記載されているほうれん草の硝酸塩含有量の200 mg/100 gや藤沼ら¹⁷⁾が測定したほうれん草240 mg/100 g、オレンジ0.5 mg/100 g未満という結果とほぼ一致した。また、Wangら¹⁸⁾は、ミキサー（ブレンダー）とスロージェューサーを用いてケール、カリフラワー、ビートルート、ニンジンのジュースを作製し、硝酸塩含有量を測定したところスロージェューサーで増加することを報告しており、今回の研究結果と一致していた。ただし、Wangらの調査では調理器具の違いで硝酸塩含有量が異なっていたことから、

野菜類の種類によって硝酸塩含有量が変わる可能性があるとしている¹⁸⁾。

現在、硝酸塩の適正な摂取量は不明であるが、2021年に報告されたデンマークのコホート調査によると毎日少なくとも60 mg以上の植物由来の硝酸塩を摂取することで虚血性心疾患、心不全、虚血性脳卒中、末梢動脈疾患による入院リスクを、それぞれ12%、15%、17%、26%低下させる可能性があることが報告されている¹⁹⁾。本研究におけるミックスジュース1とミックスジュース2に含まれている硝酸塩含量は、ミキサーで作製したミックスジュース1を除き循環器系疾患の入院リスクを低減できる60 mg/100 g以上を含んでいた。一方、硝酸塩が豊富な野菜果物ジュースを摂取する場合に注意が必要なこととして、乳幼児は成人よりも硝酸塩摂取による重症メトヘモグロビン血症を発症しやすいことから硝酸塩を多く含む野菜果物ジュースの摂取は注意すべきであり、可能であれば回避する必要があると考える。また、硝酸塩の人の対する影響は調査されているものの適正な硝酸塩摂取量や長期的な人体への有効性や有害作用については明らかになっていない部分が多いことから今後の調査研究に期待したい。

本研究の限界点として、野菜果物中の食品成分含量は食材の旬、産地（土壌）、加工方法により大きく変化することが知られている。藤沼ら¹⁷⁾や竜口ら²⁰⁾の報告から、ほうれん草は個体によって硝酸の含有量が49～800 mg/100 gと大きな差があることが分かっている。したがって、多くの試料を測定してより正確な数値で評価する必要がある。また、本研究から同じ量であればミキサーに比べスロージュースで硝酸塩含有量が多くなることが分かったが、実際にジュースを摂取したあとの硝酸塩の体内への吸収量や血圧（血管内皮機能）に対する効果については不明であることから、今後検討する必要がある。

【結語】

スロージュースとミキサーで作製した野菜果物ジュースの嗜好性への影響は「のどごし」や「満腹感」に違いを生じるものの嗜好性全体として差が無いことが分かった。一方、スロージュースを用いることで100 g当たりの硝酸塩含量が増加することを明らかにした。本研究で作製した野菜果物ジュース100 gには、疾患予防効果が期待できる1日60 mgの硝酸塩が含まれていることから、更なる研究が必要なものの疾患予防を目的とした野菜果物ジュースとして応用できる可能性がある。

【謝辞】

本研究データの収集に協力していただいた金城学院大学生生活環境学部食環境栄養学科の石黒真奈 太田成美 小林穂乃伽 齊藤菜織らに深く感謝する。

【参考文献】

- 1) 令和元年「国民健康・栄養調査」の結果. 厚生労働省. https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_14156.html

- 2) 村田 美穂子, 石永 正隆. 市販飲料中の硝酸塩および亜硝酸塩の含有量調査. 食品衛生学雑誌. 2005, 46(4): 165-168.
- 3) 松浦 紀美恵, 山本 隆子, 藤原 富子. 野菜の摂取状況に関する研究. 神戸女子大学健康福祉学部紀要. 2018, 10: 111-117.
- 4) Tannenbaum SR, Correa P. Nitrate and gastric cancer risks. *Nature*. 1985, 317: 675-676.
- 5) Mirvish SS. Role of N-nitroso compounds (NOC) and N-nitrosation in etiology of gastric, esophageal, nasopharyngeal and bladder cancer and contribution to cancer of known exposures to NOC. *Cancer Lett*. 1995, 93: 17-48.
- 6) Torregrossa AC, Aranke M, Bryan NS. Nitric oxide and geriatrics: Implications in diagnostics and treatment of the elderly. *J Geriatr Cardiol*. 2011, 8(4): 230-242.
- 7) Gangolli SD, van den Brandt PA, Feron VJ, Janzowsky C, Koeman JH, Speijers GJ, Spiegelhalter B, Walker R, Wisnok JS. Nitrate, nitrite and N-nitroso compounds. *Eur J Pharmacol*. 1994, 1; 292(1): 1-38.
- 8) Larsen FJ, Weitzberg E, Lundberg JO, Ekblom B. Dietary nitrate reduces maximal oxygen consumption while maintaining work performance in maximal exercise. *Free Radic Biol Med*. 2010, 48: 342-347.
- 9) Hlinský T, Kumstát M, Vajda P. Effects of Dietary Nitrates on Time Trial Performance in Athletes with Different Training Status: Systematic Review. *Nutrients*. 2020, 12(9): 2734.
- 10) Kobayashi J. Effect of diet and gut environment on the gastrointestinal formation of N-nitroso compounds: A review. *Nitric Oxide*. 2018, 28(73): 66-73.
- 11) Ohtake K, Koga M, Uchida H, Sonoda K, Ito J, Uchida M, Natsume H, Kobayashi J. Oral nitrite ameliorates dextran sulfate sodium-induced acute experimental colitis in mice. *Nitric Oxide*. 2010, 23: 65-73.
- 12) 和泉 眞喜子, シュウ酸のエグみに及ぼす塩化ナトリウムならびに粘性の影響. 日本調理学会誌. 2005, 38(4), 362~367.
- 13) 西成 勝好. 食品のテクスチャーとフレーバーリリース. 日本調理学会誌. 2015, 48(1), 57~69.
- 14) 山本 由喜子, 中林 美希. デンプン溶液の味覚強度 (塩味・甘味) におよぼす粘度の影響. 日本調理学会誌. 1999, 32(4) : 334~337.
- 15) 村田 容常. 酵素的褐変ならびにメイラード反応に関する食品化学的研究. 日本食品科学工学会誌. 2020, 1 : 1-12.
- 16) 日本食品標準成分2021八訂. 医歯薬出版株式会社. 2021.
- 17) 藤沼 賢司, 井部 明広, 田端 節子, 橋本 秀樹, 斎藤 和夫, 中里 光男, 石川 ふさ子, 守安 貴子, 嶋村 保洋, 菊地 洋子, 小川 仁志, 牛山 博文, 横山 敬子, 安田 和男. 野菜類等の硝酸根, 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. 2007, 第58号 別刷.

- 18) Junyi Wang, Guddadarangavvanahally K. Jayaprakasha, and Bhimanagouda S. Patil. Untargeted Chemometrics Evaluation of the Effect of Juicing Technique on Phytochemical Profiles and Antioxidant Activities in Common Vegetables. *ACS Food Sci. Technol.* 2021, 1 (1): 77-87.
- 19) Bondonno CP, Dalgaard F, Blekkenhorst LC, Murray K, Lewis JR, Croft KD, Kyrø C, Torp-Pedersen C, Gislason G, Tjønneland A, Overvad K, Bondonno NP, Hodgson JM. Hodgson. Vegetable nitrate intake, blood pressure and incident cardiovascular disease: Danish Diet, Cancer, and Health Study. *Eur J Epidemiol.* 2021, 36(8): 813-825.
- 20) 竜口 和恵. 市販ホウレンソウ中のシュウ酸、硝酸含量の酵素法による測定. 西南女学院大学紀要. 2005, 9 : 104-111.