

調理操作による中国野菜中の硝酸及び ビタミンC含有量の変化について

The Levels of Nitrate and Vitamin C in Chingentsuai

(1992年4月8日受理)

嶋田 義弘 高 早苗 吉田企世子
Yoshihiro Shimada Sanae Ko Kiyoko Yoshida

Key words : Chingentsuai, Nitrate, Vitamin C

Abstract

The purpose of this paper is to examine the nitrate and vitamin C loss in the Chinese vegetable, Chingentsuai, after boiling and soaking in water.

The following results were obtained :

1. The nitrate content was higher in the stem than in the leaf and the vitamin C content was higher in the leaf than in the stem. Both the decrease of nitrate and the loss of vitamin C after cooking were higher in the leaf than in the stem.
2. The percentage of nitrate left in the vegetable after boiling for three minutes was found to be 64%. After boiling the vegetable for a one-minute time period and for a three-minute time period, the vitamin C level was found to be 73% and 52%, respectively.
3. There was no decrease in the nitrate level in the vegetable after boiling for one minute and soaking in water for two minutes nor after boiling for one minute and soaking in water for ten minutes. A vitamin C loss was observed in the vegetable after soaking for two minutes, but further loss did not occur after soaking for ten minutes.
4. The percentage of nitrate left in the vegetable after boiling for three minutes and soaking for ten minutes was found to be 65% : soaking had an appreciable effect. The percentage of vitamin C left in the vegetable after boiling for three minutes and soaking for two minutes was found to be 50%, but further loss was not observed after soaking the vegetable for ten minutes.

I 緒 言

食品に含まれている硝酸は、口腔内の細菌などにより亜硝酸に還元される¹⁾。生成した亜硝酸はアミンと反応して、発癌性の強いニトロソアミンを生成する²⁾。また亜硝酸はメトヘモグロビンを形成し、血液の酸素運搬能力を低下させる。少量摂取では、メトヘモグロビン還元酵素により回復するが、多量摂取ではチアノーゼ症状を起こす。特に乳児は、胃液分泌が少なく、消化管中に硝酸還元菌叢を有するため、及びメトヘモグロビン還元酵素が不足しているため各細胞が酸欠状態になり、いわゆるブルーベビーとなる。したがって硝酸の摂取量はなるべく少ない方が望ましい。著者らは、近年普及してきた中国野菜について、硝酸の含有量³⁾、茹でによる変化⁴⁾を調べてきた。また、中国野菜にはビタミンCが

多量含まれているものがある^{5) 6)}ことも発表してきたが、ビタミンCは調理による損失が大きい栄養素である。そこで、今回は中国野菜のうちチンゲンツァイについて、問題となる硝酸を減らす調理操作として下茹で及び水さらしの効果を、そのとき同時に生ずるビタミンCの損失との関係において検討した

Ⅱ 実験方法

1. 試料

岡山市南西部の中規模量販店で購入したチンゲンツァイを用いた。

2. 調理操作法

- 1) 対照区：試料野菜250 g に対し、5 l の割合の水道水溜め水中で30秒間ふり洗い後水切りし、表面付着水をなるべく完全にふき取った。これを対照区とした。
- 2) 調理区：対照区と同様に処理した試料野菜250 g に対し、5 l の割合の沸騰蒸留水を用い、アルミ製鍋中で1分間及び3分間茹でた。茹で終了後いったんざるにあげ、直ちに蒸留水5 l にさらした。さらし時間は、それぞれの茹で時間について2分間及び10分間とした。これをざるにあげた後元の重量の80%になるまで手で絞った。
- 3) 部位分け：ステンレス包丁で葉身部及び葉柄部に分け、秤量した後細切した。

3. 硝酸の定量

- 1) 試料の調整：対照区及び調理区の試料5 g を乳鉢にとり、海砂と水45mlで磨砕し、遠沈管に移した。80℃で3分間加熱後、3000rpm で15分間遠心分離した。上澄を蒸留水で5倍希釈し、イオンクロマトグラフィーにかけた。
- 2) 定量法：イオンクロマトグラフィーにより行った。すなわち装置はDionex 2000i/SP, カラムはDionex HPIC-AS4A, 溶離液は1.8mM Na₂CO₃+1.7mM NaHCO₃, サプレッサーはAMMSアニオンメンブランサプレッサー, 再生液は0.025NH₂SO₄, 検出は電気伝導度検出器(Dionex), 流速は1.5ml/min, 注入量は50μlで行った。定量はクロマトコーダー12によりピーク面積によって行った。葉身部と葉柄部の含有量と重量比から可食部の含有量を算出した。

4. ビタミンCの定量

ビタミンCの定量は嶋田ら⁶⁾の高速液体クロマトグラフィーにより行った。

- 1) 試料の調整：対照区及び調理区の試料10 g を乳鉢にとり、10%メタリン酸10mlと海砂を加えて磨砕した。この懸濁液を5%メタリン酸20mlを使って遠沈管に移し、3000rpm で20分間遠心分離した。その後、上清を蒸留水で20倍希釈した。還元型ビタミンCの場合は、調整した試料液10mlに、2.5MK₂HPO₄を0.26ml加え、pHを7.0に調整した。総ビタミンCの場合は、中性にした調整試料液5 mlに、DL-ホモシステインを0.015 g 加えて、25℃で30分間インキュベーションした。
- 2) 定量法：装置は、ヤナコL-5000型にRheodyne Model 17125インジェクターをつけたものを使用した。カラムはShodex RSpak DE-613(150mm×6mm i.d.), 移動相は3 mM 臭化テトラ-n-ブチルアンモニウムを含有した8 mM リン酸緩衝液(pH 6.8), 流量は1 ml/min, 検出はUV 265 nm, 注入量はそれぞれ20 μlとした。定量はクロマトコーダー12によりピーク面積によって行った。酸化型ビ

タミンCは、総ビタミンC量から還元型ビタミンC量を差し引くことにより求めた。葉身部と葉柄部の含有量と重量比から可食部の含有量を算出した。

Ⅲ 結果と考察

1. 試料中の水分含有率

対照区及び調理区試料中の水分含有率を Table 1 に示した。

Table 1 Ratio of water contents in Chingentsuai after cooking (%).

	Leaf	Stem	Edible portion
Raw	92.2	96.5	95.7
Boiling for 1 min Soaking for 2 min	92.1	95.8	95.1
Boiling for 3 min Soaking for 2 min	93.6	96.0	95.5
Raw	92.3	95.7	95.8
Boiling for 1 min Soaking for 2 min	91.6	95.9	94.9
Boiling for 1 min Soaking for 10 min	91.9	95.9	95.2
Raw	92.3	96.3	95.5
Boiling for 3 min Soaking for 2 min	94.0	96.1	95.6
Boiling for 3 min Soaking for 10 min	93.6	96.4	95.7

2. 試料中の硝酸及びビタミンC含有量

Table 2 Changes of nitrate contents in Chingentsuai after cooking (mg/100 g).

	Leaf	Stem	Edible portion
Raw	218.15 ± 78.97	420.77 ± 46.93	381.53 ± 51.30
Boiling for 1 min Soaking for 2 min	175.33 ± 17.92	389.21 ± 30.84	349.00 ± 25.30
Boiling for 3 min Soaking for 2 min	95.61 ± 4.15	328.02 ± 24.58	246.11 ± 48.37
Raw	237.79 ± 73.15	423.13 ± 46.67	387.48 ± 50.32
Boiling for 1 min Soaking for 2 min	180.72 ± 19.36	392.89 ± 33.57	353.93 ± 29.32
Boiling for 1 min Soaking for 10 min	139.24 ± 16.23	387.52 ± 21.78	342.61 ± 19.38
Raw	178.03 ± 55.94	387.82 ± 17.88	343.45 ± 27.18
Boiling for 3 min Soaking for 2 min	89.01 ± 15.87	307.02 ± 21.42	248.03 ± 22.14
Boiling for 3 min Soaking for 10 min	78.61 ± 9.51	273.63 ± 8.71	220.97 ± 5.58

Values are expressed as mean ± SD (n=3).

Significantly different at the level of *: p<0.05, **: p<0.01.

チンゲンツァイの生の状態での硝酸含有量は、葉身部で178~238mg/100g、葉柄部で388~423mg/100gであり葉柄部に葉身部の約2倍量が分布していた (Table 2)。可食部では343~387mg/100gであり、これは硝酸含有量が多いといわれているハウレン草と同程度であるが⁷⁾、ハウレン草はシュウ酸含有量が多く、それがアク成分となっているので、アク抜きのために下茹で水さらしを行うのが一般的である。この下処理により硝酸含有量も減少する。一方チンゲンツァイはシュウ酸含有量は極めて微量であるため^{3) 4)}、下処理が不要なことが調理上、栄養上メリットとなっているが、その結果として多くの硝酸を摂取することになる。総ビタミンCは葉身部で79~89mg/100g、葉柄部で23~27mg/100gで、葉身部に葉柄部の約3.5倍量が分布しており、可食部では33~39mg/100gであった (Table 3) なおビタミンCにおける還元型と酸化型の割合は、還元型が葉身部で81%、葉柄部で85%であった

Table 3 Changes of total ascorbic acid contents in Chingentsuai after cooking (mg/100 g).

	Leaf	Stem	Edible portion
Raw	78.74 ± 23.66	22.74 ± 2.42	33.07 ± 6.16
Boiling for 1 min Soaking for 2 min	41.60 ± 15.04	19.94 ± 2.15	23.97 ± 4.45
Boiling for 3 min Soaking for 2 min	16.88 ± 5.24	17.00 ± 1.34	16.88 ± 2.34
Raw	88.94 ± 9.36	24.33 ± 0.40	36.23 ± 1.78
Boiling for 1 min Soaking for 2 min	47.07 ± 7.54	22.06 ± 1.26	26.66 ± 0.89
Boiling for 1 min Soaking for 10 min	35.64 ± 5.74	21.82 ± 0.93	24.38 ± 1.04
Raw	83.34 ± 12.72	26.98 ± 1.86	38.69 ± 3.11
Boiling for 3 min Soaking for 2 min	18.80 ± 3.34	19.83 ± 1.41	19.48 ± 1.93
Boiling for 3 min Soaking for 10 min	16.31 ± 2.09	19.92 ± 1.65	18.95 ± 1.78

Values are expressed as mean ± SD (n=3).

Significantly different at the level of *: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001.

Table 4 Changes of ascorbic acid contents in Chingentsuai after cooking (mg/100 g).

	Leaf	Stem	Edible portion
Raw	63.47 ± 22.17	19.14 ± 3.02	27.28 ± 6.17
Boiling for 1 min Soaking for 2 min	35.18 ± 11.92	15.72 ± 5.58	19.36 ± 2.63
Boiling for 3 min Soaking for 2 min	14.26 ± 4.30	13.90 ± 0.89	13.90 ± 1.75
Raw	73.38 ± 8.89	21.26 ± 1.20	30.83 ± 1.33
Boiling for 1 min Soaking for 2 min	37.79 ± 8.33	16.71 ± 0.92	20.61 ± 0.89
Boiling for 1 min Soaking for 10 min	31.81 ± 5.56	18.30 ± 0.92	20.74 ± 1.28
Raw	65.64 ± 10.44	21.42 ± 1.87	30.59 ± 2.28
Boiling for 3 min Soaking for 2 min	15.35 ± 2.69	15.75 ± 1.13	15.59 ± 1.50
Boiling for 3 min Soaking for 10 min	14.25 ± 2.15	16.67 ± 1.76	16.02 ± 1.85

Values are expressed as mean ± SD (n=3).

Significantly different at the level of *: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001.

Table 5 Changes of dehydroascorbic acid contents in Chingentsuai after cooking(mg/100 g).

	Leaf	Stem	Edible portion
Raw	15.27 ± 3.16	3.60 ± 0.89	5.80 ± 1.36
Boiling for 1 min Soaking for 2 min	6.42 ± 3.12	4.22 ± 1.58	4.62 ± 1.83
Boiling for 3 min Soaking for 2 min	2.62 ± 1.21	3.10 ± 0.57	2.98 ± 0.72
Raw	15.56 ± 2.93	3.06 ± 0.88	5.40 ± 1.47
Boiling for 1 min Soaking for 2 min	9.28 ± 1.04	5.35 ± 0.52	6.05 ± 0.46
Boiling for 1 min Soaking for 10 min	3.83 ± 0.81	3.58 ± 0.28	3.64 ± 0.25
Raw	17.70 ± 2.64	5.56 ± 1.63	8.11 ± 1.79
Boiling for 3 min Soaking for 2 min	3.44 ± 0.89	4.08 ± 0.49	3.89 ± 0.62
Boiling for 3 min Soaking for 10 min	2.07 ± 0.28	3.25 ± 0.12	2.93 ± 0.17

Values are expressed as mean ± SD (n=3).

Significantly different at the level of *: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001.

(Table 4, 5). これより部位別にみると、葉身部が葉柄部に比べて、硝酸は少なくビタミンCは多いことになり、購入時に葉身部の割合が高いものを選ぶことも硝酸の摂取を少なくすることにつながる。

3. 茹で時間の影響

茹で時間1分及び3分において、さらし時間2分の場合の残存率をFig. 1に示した。硝酸は、1分間の茹ででは葉身部、葉柄部及び可食部とも約90%の残存率であり、3分間茹でると、葉身部で50%、葉柄部と可食部で、それぞれ79% (p<0.05), 64% (p<0.05)の残存率を示した。ビタミンCは、1分茹での残存率が、葉身部52% (p<0.001), 葉柄部88% (p<0.01), 可食部73% (p<0.001)を示した。さらに3分間の茹ででは、葉身部21% (p<0.001), 葉柄部75% (p<0.05), 可食部52% (p<0.001)の残存率であった。すなわち可食部で見ると硝酸は1分間の茹でではほとんど減少しないが、3分間の

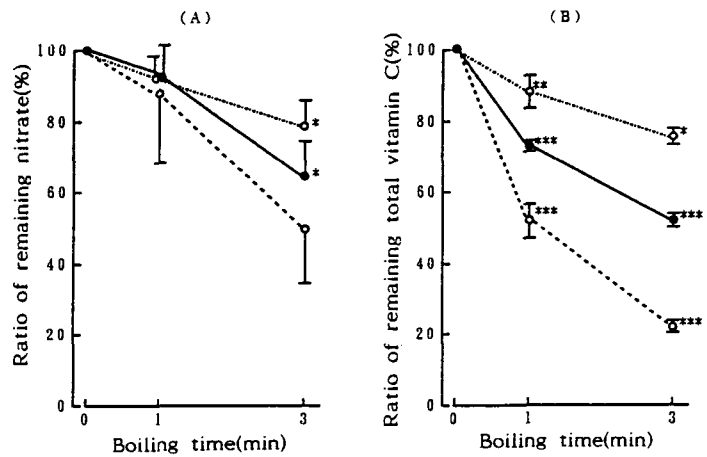


Fig.1 Influence of boiling time followed by soaking for 2 min on the ratio of remaining nitrate(A) and total vitamin C(B) in leaf (○---○), stem(□---□) and edible portion(●---●). Each value represents mean ± SD.

Significantly different from each former value, *:p<0.05, **:p<0.01, ***:p<0.001.

茹により、残存率64%まで減少した。しかしこの場合ビタミンCの減少も大きく、3分で残存率52%まで減少した。茹で時間をさらに延長すれば、硝酸の減少率は大きくなると推測されるが、3分以上の茹で時間は葉身部を著しく軟化させ、調理上現実的でないと思われる。

4. さらし時間の影響

茹で時間を1分とした時の、さらし時間2分及び10分における残存率の変化をFig. 2に示した。硝酸は、葉身部が10分間のさらしで減少傾向にあったが、葉身部、葉柄部ともに有意の減少は認められなかった。ビタミンCは、さらし時間が2分で葉身部の残存率53% ($p < 0.001$)、葉柄部91%、可食部74% ($p < 0.001$)と減少した。さらし10分では葉身部でさらに減少し、残存率40% ($p < 0.01$)となった。一方、葉柄部、可食部では減少はみられなかった。なお1分茹で2分さらしにおいて葉柄部の酸化型ビタミンCの増加傾向がみられた (Table 5)。

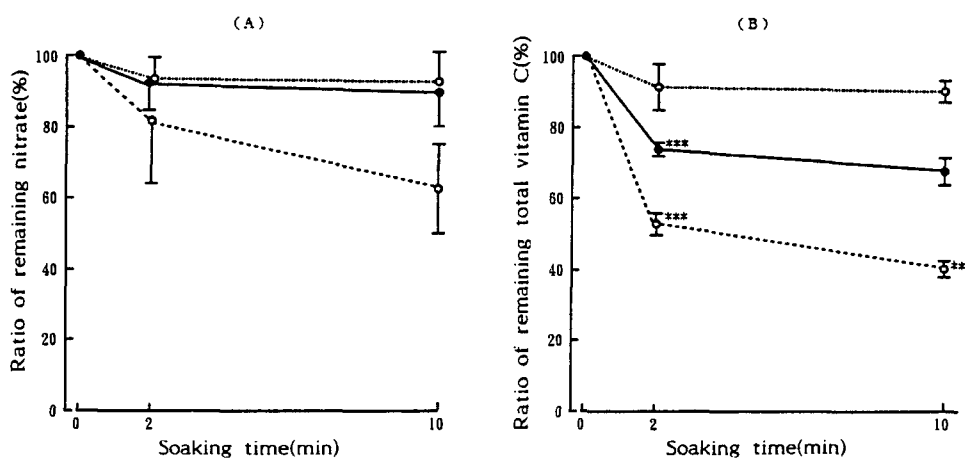


Fig.2 Influence of soaking time after boiling for 1 min on the ratio of remaining nitrate(A) and total vitamin C(B) in leaf (○---○), stem(□---□) and edible portion(●---●).

Each value represents mean±SD. Significantly different from each former value, *:p<0.05, **:p<0.01, ***:p<0.001.

茹で時間3分、さらし時間2分及び10分における残存率の変化をFig. 3に示した。硝酸は、10分間のさらしにおいて、2分間のさらしの場合と葉身部では変化はみられなかったが、葉柄部及び可食部では2分間のさらしよりも有意に減少し、残存率は2分で79% ($p < 0.001$)、72% ($p < 0.001$)、10分で71% ($p < 0.05$)、65% ($p < 0.05$)であった。ビタミンCは、2分間のさらしで可食部の残存率が50% ($p < 0.001$)であるが、10分間さらした後も減少はみられなかった。これはいずれの部位においても同様に観察された。これより、可食部においては1分茹での後のさらし時間の延長は硝酸、ビタミンCともに影響を与えなかったが、3分茹での後のさらし時間の延長では、硝酸に減少がみられ、ビタミンCには損失の影響はみられなかった。

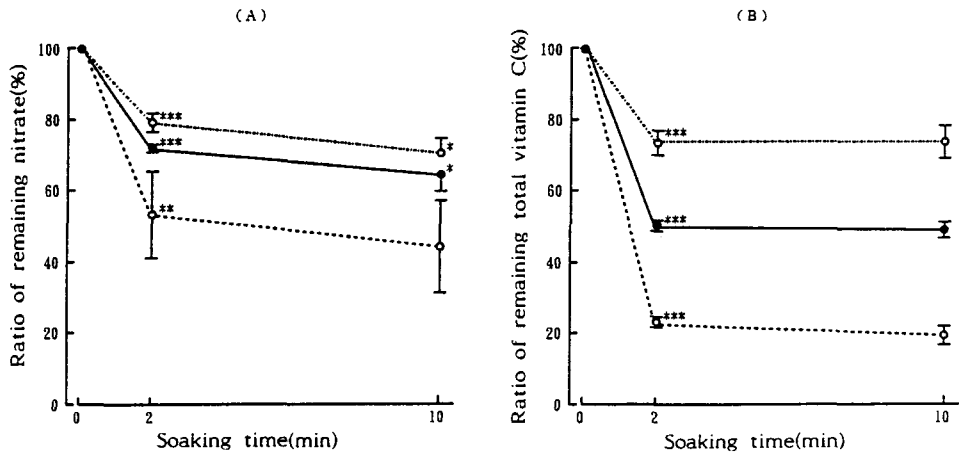


Fig. 3 Influence of soaking time after boiling for 3 min on the ratio of remaining nitrate(A) and total vitamin C(B) in leaf (○···○), stem(○---○) and edible portion(●—●). Each value represents mean±SD. Significantly different from each former value, *:p<0.05, **:p<0.01, ***:p<0.001.

IV 要 約

中国野菜のチンゲンツァイについて、茹でと水さらしによる硝酸の減少と、ビタミンCの損失を調べたの結果を得た。

1. 硝酸は葉柄部に多く、ビタミンCは葉身部に多く分布していた。各調理操作によるこれらの成分の減少率は、葉柄部より葉身部において大きかった。
2. 可食部については、硝酸は、茹で時間1分では減少は少なく、3分で残存率64%まで減少した。ビタミンCは1分で73%、3分で52%までの減少を示した。
3. 1分茹での場合の硝酸は、2分及び10分のさらしで共に変化はみられなかった。ビタミンCは2分さらしで減少し、10分さらしではそれ以上の減少はみられなかった。
4. 3分茹での場合は、硝酸含量にさらし時間の効果がみられ、10分のさらしで残存率65%まで減少した。ビタミンCは2分さらしで残存率50%であり、それ以上のさらし時間の影響はみられなかった。

文 献

- 1) Ishiwata, H., Boriboon, P., Harada, M., Tanimura, A., Ishidate, M. : Studies on In Vivo Formation of Nitroso Compounds (IV) Changes of Nitrite and Nitrate Concentration in Incubated Human Saliva. J. Food Hyg. Soc., 16, 93-98, 1975.
- 2) 酒井綾子, 谷村顕雄: 食品中のニトロソアミンに関する研究 (第1報) In vitro および in vivo におけるジメチルニトロソアミンの生成, 食衛誌, 12, 170-176, 1971.
- 3) 高 早苗, 嶋田義弘, 吉田企世子: 市販中国野菜の砒酸及び硝酸含有量. 第45回日本栄養・食糧学会総会, 1991.
- 4) 嶋田義弘, 高 早苗: 中国野菜の硝酸及びシュウ酸含有量について. 第3回岡山県公衆衛生学会総会, 1991.
- 5) 高 早苗, 嶋田義弘, 吉田企世子: 市販中国野菜のビタミンC, β -カロチン及び無機塩類含有量. 第45回日本栄養・食糧学会総会, 1991.
- 6) 嶋田義弘, 高 早苗, 緒方正名: 高速液体クロマトグラフィーによる中国野菜中のアスコルビン酸および総アスコルビン酸の定量. 岡山医学会雑誌, 103, 899-903, 1991.
- 7) Maynard, D. N., Barker, A. V., Minotti, P. L. and Peck, N. H. : Nitrate accumulation in vegetables. Adv. Agron., 28, 71-118, 1976.