

데치는 시간에 따른 엽채류(시금치, 근대, 아욱)의 총 플라보노이드 및 총 폴리페놀 함량 변화

홍정진 · 안태현

농촌진흥청 농업과학기술원 농촌자원개발연구소 농산물가공이용과

Changes in Total Flavonoid and Total Polyphenol Contents of Leafy Vegetables(Spinach, Chard and Whorled Mallow) by Blanching Time

Jeong-Jin Hong, Taehyun Ahn

Agriproduct Processing Division, Rural Resources Development Institute, NIAST, RDA

Abstract

This study was conducted to investigate the changes in contents of total flavonoid and total polyphenol of three leafy vegetables, spinach(*Spinacia oleracea* L.), chard(*Beta vulgaris* L.), whorled mallow(*Malva verticillata* L.) by various blanching times. Total flavonoid and total polyphenol contents of spinach were 21.01 and 25.58 mg/g, those of chard were 26.02 and 35.14 mg/g, and those of whorled mallow were 16.80 and 19.94 mg/g, respectively. Total flavonoid and total polyphenol contents of chard were the highest among the leafy vegetables. Total flavonoid and total polyphenol contents of leafy vegetables were decreased according to blanching time. Especially, total flavonoid content of chard showed significant loss of 15-30% by blanching time. Total polyphenol content of whorled mallow showed loss of 37-39%, but the decrease was not significant.

Key words : leafy vegetable, blanching time, total flavonoid, total polyphenol

1. 서 론

식생활의 서구화 및 영양 불균형 등으로 인해 각종 성인병과 암이 증가하면서 건강에 대한 관심이 높아짐에 따라 일상생활에서 섭취하고 있는 식품, 특히 채소류나 과일류, 차류에서 항산화성 등의 생리적 기능성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 일상 식품은 생체 내에서 어떠한 유해성과 부작용이 적을 것으로 생각되어 식품이 가지는 생리활성 성분을 찾으려는 노력이 계속되고 있다.

플라보노이드는 C₆-C₃-C₆의 기본 골격을 가지는 페

놀계 화합물의 총칭으로, 채소류와 유관부 식물의 꽃, 과실, 줄기, 뿌리 등 거의 모든 부위에 분포하고 있는 것으로 알려져 있다(Decker EA 1995). 항암성과 항돌연변이성을 갖는 플라보노이드로는 flavonol 계의 quercetin, kaempferol, myricetin과 flavone 계의 apigenin, luteolin, limonin, nomilin 등이 있다(Hertog MGL & Hollman 1996). Ito M et al(1985)은 플라보노이드가 superoxide에 의해서 야기되는 비효소적인 collagen 분해를 억제하고 xanthine oxidase를 억제한다고 보고한 바 있고, Hertog MGL et al(1992)은 네덜란드에서 자국민이 주로 소비하는 28종의 야채와 9종의 과일 성분으로 존재하는 quercetin, kaempferol, myricetin, apigenin, luteolin에 대한 정량보고를 하였으며 이 성분들이 항암 효과를 나타낸다고 하였다.

폴리페놀 화합물은 한 분자 내에 2개 이상의

Corresponding author: Taehyun Ahn, Agriproduct Processing Division,
Rural Resources Development Institute, NIAST, RDA, Suwon 441-853,
Korea
Tel : 82-31-299-0578
Fax : 82-31-299-0553
E-mail : happyt27@rda.go.kr

phenolic hydroxyl 기를 가진 방향족 화합물로, 천연 폴리페놀 화합물에는 flavonoid, lignans, lignins, tannin들이 있다. 이러한 폴리페놀 화합물은 자연계에 널리 분포되어 있는 물질로서 특히 차잎에 다량 포함되어 다양한 생리활성을 나타낸다. 폴리페놀 화합물은 백혈구성 암세포주인 L1210과 장암세포 H-29에 대해 항암효과가 있음이 밝혀졌으며 (Park MH 1998), 또한 녹차에 들어있는 폴리페놀류는 통풍예방은 물론 과산화 지질을 억제하고 노화를 지연시키며 중성지질의 생성을 억제하므로 비만을 방지하고 모세혈관의 저항력을 증진시킨다고 보고되고 있다(Park GY et al 1997).

엽채류는 생식 또는 조리가공을 하여 섭취하게 되는데 조리방법에 따라 채소가 본래 가지고 있던 특성은 많은 영향을 받게 된다(Eheat MS & Gott 1965). 지금까지 알려진 조리가공 과정에 따른 엽채류에 관한 연구로는 색 및 질감의 변화(Lee AR 1992), vitamin C 등 수용성 영양성분의 파괴(Lim SJ 1992, Park SW et al 1995), carotene 등 지용성 성분의 산화(Jo JO & Jung 2000) 등에 관한 것이 대부분으로 조리방법이 플라보노이드, 폴리페놀 등과 같은 생리활성 성분에게 미치는 영향에 관한 연구(Choi NS et al 2001)는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구는 식품의 조리 및 가공 측면에서 엽채류의 생리적 기능 규명을 위한 기초 자료를 제시하고자 주요 조리가공 공정인 데치기의 시간에 따른 시금치(*Spinacia oleracea* L.), 근대(*Beta vulgaris* L.), 아욱(*Malva verticillata* L.)의 총 플라보노이드 및 총 폴리페놀 함량 변화를 알아보았다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용된 시료는 시금치(킹오브텐마크), 근대(백경근대), 아욱(치마아욱)으로 수원시 입북동 비닐 하우스에서 표준 재배하여 6월에 수확된 것을 사용하였다.

2. 데치는 조건

시금치, 근대, 아욱을 데치는 조건은 관련 논문(Yoo YJ 1995, Cha MA & Oh 1996) 및 예비실험을 근거로

설정하였으며, 데치는 방법은 끓는 물을 이용한 재래적 방법으로 실시하였다. 한번 데치는 분량은 비가식 부분을 제거한 후 잎의 형태와 길이가 비슷한 것을 골라 100 g으로 하였고, 데치는 시간은 잎의 형태나 특성상 시금치는 30초, 1분, 3분, 5분으로, 근대는 3분, 6분, 9분으로, 아욱은 10분, 20분, 30분으로 하였다. 데치는 물의 양은 중량의 5배로 하였다. 데친 시료는 일정 시간 체에 받쳐 물기를 제거하여 -70℃에서 냉동 저장하였다.

세척되지 않은 시금치, 근대, 아욱과 세척 후 데치지 않은 시금치, 근대, 아욱을 각 대조군으로 하였으며, 모든 실험군은 각 시료 당 3회 반복실험하였다.

3. 총 플라보노이드 함량

냉동 저장되었던 시료를 실온에서 해동시킨 후 105℃ dry-oven에서 항량될 때까지 건조시켜 분쇄기로 마쇄한 시료 0.1 g에 Davis변법(한국식품영양과학회 2000)에 따라 75% methanol을 가하여 실온에서 하룻밤 동안 추출한 다음 이 검액 1.0 mL를 시험관에 취하고 10 mL의 diethylen glycol을 가하여 잘 혼합하였다. 다시 여기에 1 N NaOH 0.1 mL를 잘 혼합시켜 37℃의 수욕상에서 1시간 동안 반응시킨 후 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 공시험은 시료 용액 대신 50%(v/v) methanol 용액을 동일하게 처리하였으며, 표준곡선은 rutin(Sigma Co., USA)을 이용하여 작성하고 이로부터 총 플라보노이드 함량을 구하였다.

4. 총 폴리페놀 함량

냉동 저장되었던 시료를 실온에서 해동시킨 후 105℃ dry-oven에서 항량될 때까지 건조시켜 분쇄기로 마쇄한 시료 0.1 g을 Folin-Denis변법(Hagerman A et al 2000)에 따라 75% methanol에 하룻밤 동안 추출한 다음 이 검액 1 mL를 시험관에 취하고 5 mL의 증류수를 가하여 희석하였다. 여기에 0.1 mL의 Folin-ciocalteu's phenol reagent를 가하고 잘 섞은 후 증류수로 2 mL이 되게 희석하였다. 이 혼합액을 실온에서 1시간 방치하고 3,000×g에서 10분간 원심분리한 다음 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 공시험은 75% methanol 용액으로 동일하게 처리하였으며, 표준곡선은 (+) catechin (Sigma Co., USA)을 이용하여 작성하고 이로부터 총 폴리페놀 함량을 구하였다.

5. 통계처리

모든 결과는 SAS(statistical analysis system) program을 사용하여 $p < 0.05$ 수준에서 ANOVA 분석 및 Duncan's multiple range test를 실시하여 각 실험군 간에 유의성을 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 총 플라보노이드 함량 변화

데치는 시간에 따른 시금치, 근대, 아욱의 총 플라보노이드 함량은 Table 1, 2, 3에 각각 나타내었다. 시금치의 경우 세척 전, 후에는 각각 21.01 mg/g, 19.83 mg/g이었으나 30초 데친 후에는 17.93 mg/g, 3분 데친 후에는 15.80 mg/g으로 대조군보다 약 15-25% 정도 유의적으로 감소하였으며 3분 이후에는 거의 변화가 없었다. 근대는 세척 전, 후에 각각 26.02 mg/g, 25.19 mg/g이었으나 3분, 6분 데친 후에는 각각 21.84 mg/g, 20.27 mg/g이었고 9분 데친 후에는 18.54 mg/g으로 대조군보다 약 15-30% 정도 유의적으로 감소하였다. 아욱은 세척 전, 후에 각각 16.80 mg/g, 16.54 mg/g이었으나 10분 데친 후에는 14.67 mg/g, 20분 데친 후에는 14.47 mg/g으로 대조군보다 13-14% 정도 유의적으로 감소하였으며 20분 이후에는 함량에 변화가 없었다. 따라서 데치는 시간이 증가함에 따라 총 플라보노이드 함량은 시금치, 근대, 아욱 모두 점차 유의적으로 감소함을 알 수 있었다. 실험에 사용된 시료 중에서 근대의 총 플라보노이드 함량이 26.02 mg/g으로 가장 높았으며 데치기에 따른 감소율도 근대가 가장 큰 것으로 나타났다. 반면 아욱은 16.80 mg/g으로 가장 낮은 함량을 가지고 있었지만 데치는 시간에 따라서는 큰 변화가 없는 것으로 나타났다.

Lee JM et al(2001)은 식물성 식품으로부터 총 플라보노이드 함량을 분석한 결과, 엽채류와 차류 중에서 녹차가 44.7 mg/g으로 가장 높았으며 시금치는 7.51 mg/g, 근대는 10.7 mg/g의 총 플라보노이드 함량을 가지고 있음을 보고하였으나, 본 실험에서는 시금치와 근대가 각각 21.01 mg/g, 26.02 mg/g으로 다소 차이가 있었다. 이것은 플라보노이드를 구성하고 있는 화합물과 총 플라보노이드 함량간의 차이에 기인하는 것으로 생각된다.

Ewald C et al(1999)은 조리 가공에 의한 양파의 총

플라보노이드 함량을 분석하였는데 데치기에 의해서 약 50% 정도 감소하였으며 데친 양파를 끓이거나 튀기는 등의 조리를 했을 때는 더 이상 변화가 없는 것으로 보고하였다. Choi NS et al(2001)은 데치는 시간이 증가함에 따라 참취의 총 플라보노이드 함량이 유의적으로 감소하였다고 보고하였으나 Park JC et al(1995)은 찹죽 나뭇잎으로 나물을 만들기 위해 데쳤을 때

Table 1. Changes in total flavonoid and total polyphenol contents of spinach by blanching time

	Total flavonoid (mg/g dw ¹⁾)	Total polyphenol (mg/g dw)
Fresh before washing	21.01±0.06 ^a	25.58±0.46 ^a
After washing	19.83±0.04 ^b	24.75±0.36 ^b
Blanching for 30 sec	17.93±0.02 ^c	23.33±0.21 ^c
Blanching for 1 min	17.04±0.15 ^d	21.61±0.08 ^d
Blanching for 3min	15.80±0.11 ^e	19.35±0.20 ^e
Blanching for 5min	15.77±0.17 ^e	18.54±0.04 ^f

¹⁾ dw: dry weight.

²⁾ Values are means±SD (n=3).

^{a-f} Values with different letters are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 2. Changes in total flavonoid and total polyphenol contents of chard by blanching time

	Total flavonoid (mg/g dw ¹⁾)	Total polyphenol (mg/g dw)
Fresh before washing	26.02±0.33 ^a	35.14±3.01 ^a
After washing	25.19±0.63 ^b	32.43±0.54 ^{ab}
Blanching for 3 min	21.84±0.29 ^c	31.51±1.10 ^b
Blanching for 6 min	20.27±0.15 ^d	30.54±1.02 ^b
Blanching for 9 min	18.54±0.09 ^e	24.32±0.16 ^c

¹⁾ dw: dry weight.

²⁾ Values are means±SD (n=3).

^{a-e} Values with different letters are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 3. Changes in total flavonoid and total polyphenol contents of whorled mallow by blanching time

	Total flavonoid (mg/g dw ¹⁾)	Total polyphenol (mg/g dw)
Fresh before washing	16.80±0.15 ^a	19.94±0.24 ^a
After washing	16.55±0.02 ^b	19.12±0.40 ^b
Blanching for 10 min	14.67±0.06 ^c	12.52±0.04 ^c
Blanching for 20 min	14.47±0.00 ^d	12.39±0.08 ^c
Blanching for 30 min	14.47±0.09 ^d	12.25±0.19 ^c

¹⁾ dw: dry weight.

²⁾ Values are means±SD (n=3).

^{a-d} Values with different letters are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

총 플라보노이드 함량에 변화가 없었다고 보고하였다.

2. 총 폴리페놀 함량 변화

데치는 시간에 따른 시금치, 근대, 아욱의 총 폴리페놀의 함량은 Table 1, 2, 3에 각각 나타내었다. 시금치의 경우 세척 전, 후에는 각각 25.58 mg/g, 24.75 mg/g이었으나 30초 데친 후에는 23.33 mg/g, 5분 데친 후에는 18.54 mg/g으로 데치는 시간이 증가함에 따라 9-28%까지 점차 감소하는 것으로 나타났으며 뚜렷한 유의적 차이를 보였다. 근대는 세척 전, 후에 각각 35.14 mg/g, 32.43 mg/g이었으나 3분 데친 후에는 31.51 mg/g으로 대조군보다 약 10% 정도 감소하였고 6분 데친 후에는 30.54 mg/g으로 3분과 차이가 거의 없었다. 그러나 9분 데친 후에는 24.32 mg/g으로 대조군보다 약 30% 정도 크게 감소하였다. 아욱은 세척 전, 후에 각각 19.94 mg/g, 19.12 mg/g이었으나 10분 데친 후에는 12.52 mg/g으로 대조군보다 37% 정도 감소하였으며 10분 이후에는 함량에 거의 변화가 없었다. 따라서 데치는 시간이 증가함에 따라 총 폴리페놀 함량은 시금치, 근대, 아욱 모두 감소하는 것을 알 수 있었고, 특히 데치기에 따른 감소율은 아욱이 37-39%로 가장 크게 나타났으나 데치는 시간의 경과에 대해서는 유의적 차이를 보이지 않았다. 총 플라보노이드 함량에서와 마찬가지로 실험에 사용된 시료 중에서 근대의 총 폴리페놀 함량이 35.14 mg/g으로 가장 높은 것으로 나타났다.

Lee JH & Lee(1994)는 식물성 식품 중 총 폴리페놀 함량을 분석한 결과, 차로 이용되는 감잎이 57.6 mg/g으로 가장 높은 함량을 보였으며 시금치에는 7.2 mg/g의 함량을 가지고 있다고 보고하였는데, 본 실험에서 사용된 시금치의 총 폴리페놀 함량은 25.58 mg/g으로 다소 차이를 보였다. 그러나 Maxson ED & Rooney (1972)는 품종, 숙성 및 수확 시기, 실험절차, 표준물질 등에 따라 분석치 간의 차이가 크므로 총 폴리페놀 함량의 단순한 비교는 적합하지 않다고 지적한 바 있다. Yadav S & Sehgal(2003)에 의하면 시금치는 11.96 mg/g의 총 폴리페놀을 가지고 있으며 5분간 데치기를 한 후 10.46 mg/g으로 13% 정도 유의적으로 감소하였다고 보고하였고, Gil MI & Tomas-Barberan(1999)의 연구에서도 시금치를 10분간 데쳤을 때 총 폴리페놀 함량이 거의 50% 정도 감소되었다고 보고하여 본 실험

결과와 비교해 볼 때 함량은 다소 차이가 있었지만 감소하는 경향은 유사하였다.

Choi NS et al(2001)은 데치는 시간이 증가함에 따라 참취의 총 폴리페놀의 함량이 유의적으로 감소하였다고 보고하였으며, Mayer-Miebach E et al(2003)은 endive 잎을 저온에서 10분간 데쳤을 때 총 폴리페놀 함량이 대조군에 비해 약 50% 정도 감소한다고 보고하였고, Crozier A et al(1997)은 토마토, 양파와 같은 채소를 조리 가공하는 동안 폴리페놀 함량을 조사한 결과 각각 82%, 75%까지 감소한다고 보고하였다.

이러한 폴리페놀 함량의 주요한 변화는 식물조직으로부터 폴리페놀이 유출되기 때문으로 생각되어지나 폴리페놀 화합물의 구조적 전환에 대해서는 아직 명확하게 밝혀지지 않았다(Bao H et al 2004).

IV. 요약 및 결론

식품의 조리 및 가공에서 열채류의 생리적 기능 규명을 위한 기초 자료를 제시하고자 주요 조리가공 공정인 데치기의 시간에 따른 시금치, 근대, 아욱의 총 플라보노이드 및 총 폴리페놀 함량 변화를 알아보았다.

데치기 전 시금치의 총 플라보노이드 및 총 폴리페놀의 함량은 각각 21.01 mg/g, 25.58 mg/g이었고, 근대는 각각 26.02 mg/g, 35.14 mg/g이었으며, 아욱은 각각 16.80 mg/g, 19.94 mg/g이었다. 실험에 사용된 시료 중에서 근대의 총 플라보노이드 및 총 폴리페놀 함량이 가장 높았으며, 데치는 시간이 증가함에 따라 총 플라보노이드 및 총 폴리페놀 함량은 시금치, 근대, 아욱 모두 유의적으로 감소하였다.

데치기에 따른 총 플라보노이드의 감소율은 근대가 약 15-30% 정도로 가장 컸으며, 데치는 시간의 경과에 따라서 유의적인 차이를 보였다. 데치기에 따른 총 폴리페놀의 감소율은 아욱이 37-39% 정도로 가장 크게 나타났으나 데치는 시간의 경과에 따라서는 유의적인 차이를 보이지 않았다.

본 실험의 결과를 기초로 하여 열채류의 총 플라보노이드 및 총 폴리페놀을 구성하고 있는 성분과 조리 및 가공에 의한 이들의 화학적 구조변화와 특성 등의 규명에 대한 연구가 계속 수행되어져야 할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 2004년 대형공동연구사업 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Decker EA. 1995. The role of phenolics, conjugated linoleic acid, carnosine and pyrrolquinone as nonessential dietary antioxidants. *Nutri Rev* 53:49-58
- Hertog MGL, Hollman PCH. 1996. Potential health effects of dietary flavonol quercetin. *Eur J Clin Nutr* 50:63-71
- Ito M, Moriyama A, Mastsumoto Y, Takaki N, Fukomoto M. 1985. Inhibition of xanthine oxidase by flavonoids. *Agric Bio Chem* 49(7):2173
- Hertog MGL, Hollman PCH, Katan MB. 1992. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly in the Netherlands. *J Agric Food Chem* 40:2379
- Park MH. 1998. Effect of polyphenol compounds from persimmon leaves on immunofunctional and biological activity. Doctorial thesis. Yeungnam University.
- Park GY, Lee SJ, Im JG. 1997. Effect of green tea catechin on cytochrome xanthine oxidase activities in liver and liver damage in streptozotocin induced diabetic rats. *J Korean Soc Food Nutr* 26:901-907
- Eheart MS, Gott C. 1965. Chlorophyll, ascorbic acid and pH change in green vegetables cooked by stir-fry microwave and conventional method. *J Food Technol* 19:867
- Lee AR. 1992. Changes in color of spinach leaves by blanching. *Koan J Soc Food Sci* 8:15-20
- Lim SJ. 1992. Retention of ascorbic acid in vegetables as influenced by various blanching methods. *Koan J Soc Food Sci* 8:411-419
- Park SW, Kim ST, Yoo YJ. 1995. Effect of blanching time, blanching water and power settings on minerals retention in microwave blanched vegetables. *Korean J Soc Food Sci* 11:98-103
- Jo JO, Jung IC. 2000. Changes in carotenoid contents of several green-yellow vegetables by blanching. *Korean J Soc Food Sci* 16:17-21
- Choi NS, Oh SS, Lee SM. 2001. Changes of biological functional compounds and quality properties of chamchwi by blanching conditions. *Korean J Food Sci Technol* 33:745-752
- Yoo YJ. 1995. Mineral contents of spinach and broccoli blanched by conventional method. *Korean J Soc Food Sci* 11:337-341
- Cha MA, Oh MS. 1996. Changes in mineral contents in several leaf vegetables by various cooking methods. *Korean J Soc Food Sci* 12:34-39
- 한국식품영양과학회. 2000. 식품영양실험핸드북. 효일문화사. 서울 p 285-286
- Hagerman A, Harvey-Mueller I, Makkar HPS. 2000. Quantification of tannins in tree foliage a laboratory manual. FAO/IAEA, Vienna
- Lee JM, Son ES, Oh SS, Han DS. 2001. Contents of total flavonoid and biological activities of edible plants. *Korean J Dietary Culture* 16:504-514
- Ewald C, Stina FM, Johansson K. 1999. Effect of processing on major flavonoids in processed onions, green beans and peas. *Food chem* 64:231-235
- Park JC, Chun SS, Kim SH. 1995. Changes on the quercetin content in preparation for the leaves of *cedrela sinensis*. *Korean J Soc Food Sci* 11:303-308
- Lee JH, Lee SR. 1994. Analysis of phenolic substances contents in korean plants foods. *Korean J Food Sci Technol* 26:310-316
- Maxson ED, Rooney LW. 1972. Evaluation of methods for tannin analysis in sorghum grain. *Cereal Chem* 49:719-729
- Yadav S, Sehgal S. 2003. Effect of domestic processing and cooking on selected antinutrient contents of some green leafy vegetables. *Plant Foods Hum Nutr* 58:1-11
- Gil MI, Tomas-Barberan FA. 1999. Effect of postharvest storage and processing on the antioxidant constituents of fresh-cut spinach. *J Agri Food Chem* 47:2213-2217
- Mayer-Miebach E, Gartner U, Grobmann B, Wolf W. 2003. Influence of low temperature blanching on the content of valuable substances and sensory properties in ready-to-use salads. *J Food Engineering* 56:215-217
- Crozier A, Lean MEJ, McDonald MS, Black C. 1997. Quantitative analysis of the flavonoid content of commercial tomatoes, onions, lettuce and celery. *J Agri Food Chem* 45:590-595
- Bao H, Ren H, Endo H, Takagi Y, Hayashi T. 2004. Effects of heating and the addition of seasonings on the anti-mutagenic and anti-oxidative activities of polyphenols. *Food Chem* 86:517-524

(2005년 1월 17일 접수, 2005년 3월 15일 채택)