

조리 및 저장에 따른 시금치 엽산 함량의 변화 - 조리시간에 따른 엽산의 열파괴 손실과 조리수를 통한 손실의 비교 -

민 혜 선

한남대학교 가정교육과

Changes of Folate Content in Spinach by Cooking and Storage -The Comparisons of Thermal Destruction and Loss of Folate into Cooking Water by Blanching Time of Spinach-

Hye-Sun Min

Dept. of Home Economics Education, Hannam University, Taejeon 300-791, Korea

Abstract

The effects of cooking methods and storage time on folate content in spinach were determined by boiling for 1, 2, 3, 4, 5, 10, and 20min in distilled water or by microwave blanching for 20, 40, 60, 80, 100 sec. The folate content of cooked spinach was decreased to 80.7% after 1min boiling, and to 5.5% after 20min boiling. The folate recovered from the cooked spinach and cooking water was 101.1% after 1min, 68.0 % after 2min and 51.3% after 3min. The relative folate content leached out of the cooked spinach into the cooking water varied from 20.2% after 1min boiling to 88.8% after 20min boiling. Total folate content of spinach was decreased to 45% by microwave heating for 40sec. However, the spinach cooked by microwave heating retained more folate due to the minimal loss of folate into cooking water. More than 90% of folate content of spinach was retained during 1 to 2 weeks of storage at 4°C.

Key words: spinach, folate content, cooking, storage

서 론

엽산은 시금치, 상치와 같은 푸른잎의 채소류, 콩, 감
귤류, 딸기, 아스파라거스 등의 식물성 식품과 간, 난황,
신장과 같은 동물성 식품에 풍부하게 함유되어 있다. 김
치를 비롯한 채소섭취량이 많은 우리나라 사람은 서구
인에 비해 엽산영양이 심각한 문제로 고려되지 않고 있
었으나, 최근 보고된 바에 의하면 우리나라 임신부와 수
유부, 청소년들의 엽산 영양상태가 저조하며(1,2) 엽산
섭취량이 충분하지 않은 것으로 보고되었다(3).

채소중에 함유된 엽산은 가열조리중 많이 손실되며
(4-8), 아스파라거스, 시금치, 컬리플라워 등의 채소를
0.25% 소금물에 10분간 끓였을 때 총 엽산 함량의 22~
84%가 조리수로 용출되어 손실된다고 보고되었다(9).
따라서, 채소를 삶은 조리수가 채소보다 더 많은 엽산
을 함유하게 되므로, 우리나라와 같이 주된 채소조리법
이 가열조리법인 경우 조리된 채소의 엽산 함량에 대한

연구가 꼭 필요하며 그 결과가 식품분석표에도 반영되
어야 한다.

시금치는 일반가정에서 널리 이용되는 채소로서 나
물과 국의 재료로 많이 이용되고 있어 본 연구에서는 시
금치의 가열조리시간에 따른 열파괴에 의한 엽산의 손
실과 조리수로의 용출을 조사함과 동시에 원료 시금치
의 저온저장 중 엽산 함량의 변화를 조사하고자 한다.

재료 및 방법

시료

본 실험에서는 12월과 1월 사이에 수확된 신선한 하
우스 시금치를 대전 농수산 시장에서 당일 구입하여 사
용하였다. 시금치를 깨끗이 세척한 후 증류수로 행구
고, 표면의 물기를 제거하여 잎과 줄기를 분리한 후 잎
과 줄기의 무게비(잎 62%, 줄기 38%)를 계산하여 일정
비율이 유지되도록 하였다.

시금치의 가열조리

시금치의 가열조리는 끓는 물을 이용한 가열조리와 전자렌지를 이용한 가열조리법으로 실시하였다. 끓는 물을 이용한 가열조리는 시금치 15g을 150ml의 끓는 증류수에 넣고 1, 2, 3, 4, 5, 10, 20분 동안 가열조리한 후 전자렌지 10초간 방치하여 물기를 뺀 다음, 즉시 120ml의 차가운 0.1M phosphate-ascorbate 완충용액(pH 6.2, 4°C, sodium ascorbate의 함량 500mg/100ml)에 넣어 냉각하였다.

전자레인지리를 이용한 가열조리는 15g의 시금치에 소량(20ml)의 증류수를 넣어 전자레인지리를 이용하여 20, 40, 60, 80, 100초 동안 가열조리한 후 전자렌지 차가운 완충용액에 넣어 냉각하였다.

시금치의 저장

저장기간에 따른 시금치의 엽산 함량의 변화를 조사하기 위하여 깨끗이 세척한 시금치 표면의 물기를 제거한 다음, 폴리에틸렌 봉지(17cm×24cm)에 넣어 4°C에서 1, 2, 3, 4주간 냉장저장하였다.

엽산의 분석

식품의 엽산 농도를 측정할 때 흔히 사용되는 방법은 *Lactobacillus casei*를 이용한 미생물학적 분석법(microbiological assay)이다. 식품시료내 엽산의 polyglutamate 유도체는 folate conjugase에 의해 가수분해되어야 *L. casei*가 이용할 수 있으므로 엽산의 분석을 위해서는 polyglutamate 형태의 엽산을 가수분해하는 과정이 선행되어야한다. 종전의 식품엽산을 분석한 연구(10) 가운데 식품내 엽산이 분석과정에서 파괴되는 것을 방지해 주는 ascorbate를 사용하지 않았거나, folate conjugase로 처리하지 않고 측정된 식품의 엽산치는 의미가 없다 하겠다.

시금치의 엽산분석은 Buehring 등(11)의 미생물학적 분석법을 일부 수정하여(2) 사용하였으며, *L. casei* (ATCC 7469)는 생명공학연구소로부터 분주받아 사용하였다.

엽산분석을 위한 시료의 전처리

시금치 15g에 120ml의 냉각된 0.1M phosphate-ascorbate 완충용액(pH 6.2, 4°C, sodium ascorbate의 함량 500mg/100ml)에 넣고 블렌더로 1분간 마쇄하였다. 최종 부피가 150ml이 되도록 buffer용액을 첨가한 후 삼각플라스크에 옮겨 멸균기에서(121°C) 2분간 가열 추출하였다. 이를 12,000g에서 30분간 원심분리하여 그

상층액을 엽산 분석에 사용할 때까지 -30°C에 냉동 저장하였다.

Stock culture의 유지

Folate assay medium(Difco사)에 엽산(1ng/ml)을 첨가하여 37°C에서 24시간 동안 배양한 *L. casei* 배양액을 냉각시킨 후 동량의 멸균·냉각된 40% glycerol 용액과 혼합하였다. 멸균된 screw-top vial에 2ml씩 분주하여 -30°C에서 보관하였다.

L. casei 균주의 준비

분석용 균주는 Bacto folic acid medium(Difco사)을 녹여 준비한 액체배지에 소량의 엽산(1ng/ml)을 첨가하여 10분간 멸균한 후 *L. casei* stock를 옮겨, 37°C에서 24시간 배양하여 준비하였다. 24시간 배양한 균주가 든 시험관을 3,000g에서 10분간 원심분리하여 균주를 침전시킨 후 상층액을 제거하였다. 배양액의 엽산을 제거하기 위하여 침전된 균주를 멸균된 0.85% NaCl 용액에 부유시킨 후 원심분리하는 방법을 2번 반복하였다. 최종적으로 침전된 균에 멸균된 식염수를 가하여 약간 흐린 현탁액(A_{600nm} ≈ 약 0.03)이 될 때까지 희석하여 사용하였다.

돼지 신장으로부터 folate conjugase 준비

식품 중의 엽산은 주로 folylpolyglutamate 형태로서 4~7개의 글루탐산을 결합하고 있다. Folylpolyglutamate는 세포막을 잘 통과하지 못하므로 소장, 간, 그외의 다른 조직의 세포막 뿐 아니라 *L. casei*와 같이 엽산을 합성할 수 없는 미생물들의 세포막을 통해 운반되지 못한다. 따라서, 식품시료의 총 엽산량을 분석하기 위해 돼지 신장으로부터 분리, 정제한 folate conjugase로 folylpolyglutamate를 가수분해한 후 미생물학적 분석법을 수행하였다. Folate conjugase는 Baugh와 Krumdieck(12)의 방법을 일부 수정·정제하여 준비하였다(2).

엽산 농도의 측정

엽산분석용 배지는 Bacto folic acid medium(Difco사) 분말 9.4g을 100ml의 증류수에 녹여 2분간 끓여 2×media(double-strength assay medium)로 사용하였다. 첫째 시험관(1×10cm)에는 0.5ml의 엽산 표준용액 또는 시료와 2.5ml의 0.1M 인산완충액(pH 6.7, 0.15% sodium ascorbate 함유)을 넣었고, 나머지 4개의 시험관에는 0.15% ascorbic acid를 함유하는 0.1M 인산완충액(pH 6.2) 1.5ml을 넣어 준비한 후, 첫째 시험관부터 다음 시험관으로 1.5ml의 용액을 옮겨가는 과정을 반복하여 차례로 연속 희석하였다. 희석이 끝난 후 첫째 시험관부터 넷째 시험관까지 1.5ml의 2×media를, 마

지막 시험관에는 3ml의 2×media를 첨가하였다. 시험관을 알루미늄 호일로 씌워 121°C에서 1분간 멸균한 후 찬물에 10분간 냉각시켰다. 처음 4개의 시험관(각 3.0 ml)에는 50µl의 *L. casei* 균주를 마이크로 디스펜서로 접종하고 마지막 시험관(6.0ml)에는 100µl의 *L. casei* 균주를 접종하였다. 시험관을 잘 흔들어 섞고 37°C 순환 항온수조에서 19~21시간 배양하였다. 배양된 용액을 파스퇴르 피펫으로 잘 부유시킨 후 600nm에서 흡광도를 읽었다. 엽산 표준용액(0부터 0.8ng/ml 사이)을 사용한 배양액의 흡광도를 semilog 그래프에 작성하여 표준곡선으로 사용하였다.

결과 및 고찰

시금치의 총엽산 함량

시금치는 엽산 함량이 매우 높은 녹색 채소로서 시금치 전체의 엽산 함량은 163.7±27.8µg/100g, 시금치 잎의 엽산 함량은 181.8±19.0µg/100g, 줄기의 엽산 함량은 64.8±28.3µg/100g으로 줄기보다 잎의 엽산 함량이 2.8배로 높았다(Table 1). 이와같은 시금치의 엽산 분포는 시금치의 비타민 C(잎 35.38mg%, 줄기 11.79mg%) 분포와 유사했다(13).

가열조리에 의한 시금치의 엽산 함량의 변화

끓는 물을 이용한 가열조리 과정에서 시금치의 엽산 함량의 변화는 Fig. 1과 같았다. 엽산 함량이 188.4µg/100g인 시금치를 끓는 물에 넣고 조리하였을 때 시금치의 엽산 함량은 1분 후 조리 전의 80.7%(152.1µg/100g), 2분 후 33.4%(63.0µg/100g), 3분 후 12.6%(23.8µg/100g)로 급격하게 감소되었고, 20분 후 5.5%(10.9µg/100g)로 감소되었다. 그러나, 시금치와 조리수의 엽산 함량을 합하면 가열조리 1분 후 101.1%(190.6µg/100g), 2분 후 68%(128.2µg/100g), 3분 후 51.3%(96.7µg/100g)를 나타냈으며, 4분 이상의 가열조건에서는 시금치에 함유되어 있던 엽산 대부분이 조리액에 유출되었다. 1분간의 가열조리 후 총 엽산 함량이 100% 이상으로 측정된 이유는 확실치 않으나 시금치와 조리수의 엽산을 각

각 정량하여 합산하는 과정에서의 오차에 기인하는 것으로 생각된다(9).

시금치를 끓는 물로 가열조리 하였을 때 시금치와 조리수에 보유된 엽산의 상대적인 분포는 Table 2와 같다. 처음 1분간의 가열조건에서는 시금치의 전체 엽산 함량에는 변함이 없었으며(Fig. 1), 조리액으로 약 20%의 엽산이 유출되었다(Table 2). 2분 이상의 가열조건에서는 시금치 자체의 엽산 함량보다는 조리액의 엽산 함량이 오히려 높았다. 가열에 의한 시금치의 엽산 함량의 저하는 2분과 3분 사이에 급속히 진행되며, 조리수로의 유출에 의한 엽산 손실율이 조리시간이 길어짐에 따라 크게 증가되었다(Table 2). 따라서, 채소를 데치거나 삶은 조리수가 채소보다 더 많은 엽산을 함유하게 되므로 가열조리 과정에서 식품내 엽산의 절반 이상이 조리수로 손실될 수 있다. 이상의 결과로부터, 조리수를 이용할 수 있는 조리법이 엽산 섭취를 확보하기 위해서 매우 중요하다. 데치는 방법에 따른 시금치의 비타민 C 함량을 측정된 연구에 의하면 데치는 시간과 데칠 때 사용하는 조리수의 양이 증가될수록 시금치의 비타민 C 함량이 감소되어(14) 본 실험에서의 엽산 함량의 변화와 유사했다.

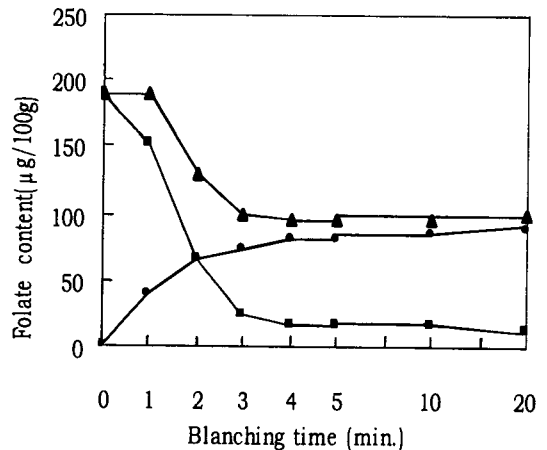


Fig. 1. Changes of folate content in spinach blanched in boiling water. ■: Spinach, ●: Cooking water, ▲: Spinach and cooking water

Table 1. Folate content of fresh spinach

| Part | Number of samples | Content of folate (µg/100g) |
|---------------|-------------------|-----------------------------|
| Whole spinach | 4 | 163.7±27.8 ¹⁾ |
| Leaf | 4 | 181.8±19.0 |
| Stem | 4 | 64.8±28.3 |

¹⁾Mean ± S.D.

Table 2. Relative distribution of folate retained in spinach and cooking water after blanching in boiling water (unit: %)

| Source | Blanching time(min.) | | | | | | | |
|---------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 10 | 20 | |
| Spinach | 79.8 | 49.1 | 24.6 | 16.6 | 16.4 | 15.3 | 11.2 | |
| Cooking water | 20.2 | 50.9 | 75.4 | 83.4 | 83.6 | 84.7 | 88.8 | |

본 실험조건에서 2분간 가열조리된 시금치의 질감이 나물조리에 가장 적절한 상태로 평가되었으며, 이는 김 등(14)의 연구 결과와도 일치한다. 이때 시금치에 남아있는 엽산 함량과 조리수의 엽산 함량이 각각 생시금치 엽산 함량의 1/3정도로서 시금치 엽산의 약 2/3가 열에 의해 파괴되지 않고 보유되었다(Fig. 1).

전자레인지용 가열조리방법은 소량의 조리수로 단시간에 조리할 수 있으므로 물이나 수증기를 이용하여 채소류를 조리할 때보다 비타민 C의 파괴 및 손실이 적은 것으로 보고되었으며(15,16), 이때 절단 크기가 클수록 손실률이 낮았다(17).

본 연구에서 전자레인지를 이용하여 가열조리하였을 때 시금치내 엽산 함량의 변화는 Table 3과 같다. 본 실험조건에서는 전자레인지를 이용하여 40초 가열조리한 시금치의 질감이 가장 적절한 상태로 판단되었으며, 이때의 엽산 함량은 생시금치의 약 45%로 저하되었으나 조리수를 통한 엽산 손실이 거의 없었으므로 물을 이용하여 데칠 때보다 시금치에 남아 있는 엽산량은 더 높았다. 그러나, 전자레인지 조리의 경우 조리시간의 단축에도 불구하고 엽산의 열파괴로 인한 손실이 상당히 높은 것으로 나타났다.

Leitcher 등(9)은 채소를 가열조리하는 과정에서 열에 의해 파괴되는 엽산량보다 조리수로 용출되어 손실되는 엽산량이 더 많으며, 채소의 무게에 비해 표면적의 비율이 높을수록 조리수로 손실되기 쉽다고 보고하였다. 아스파라거스를 10분 동안 끓였을 때 22%의 엽산이 조리수로 용출되었고 컬리플라워에서는 84%, 시금치에서는 74.8%의 엽산이 조리수로 용출되어 본 실험에서의 84.7%와 유사하였다(11). 그러나, 본 실험에서 시금치의 엽산 함량이 3분 이상의 가열조리조건에서 절반정도 열파괴되는 것으로 나타났으나(Fig. 1), Leitcher 등(9)의 실험에서는 시금치의 10분 가열조리 결과 86.5%의 엽산이 보유되어 시금치의 열파괴는 본 실험에서 훨씬 높게 나타났다. 이때 3분 이상의 가열조

Table 4. Changes of folate content in refrigerated spinach with storage time

| Storage time (week) | Content of folate (µg/100g) | Percentage of folate retained (%) |
|---------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| 0 | 163.2± 27.8* | 100.0 |
| 1 | 147.7± 20.5 | 90.5 |
| 2 | 149.7± 31.2 | 91.7 |
| 3 | 143.3± 15.2 | 87.8 |
| 4 | 137.6± 137.6 | 84.3 |

*Mean±S.D.(n=4)

리 후 남아 있는 엽산의 대부분은 조리수에 용출되어 있었다(Table 2).

저장기간에 따른 시금치의 엽산 함량의 변화

시금치를 깨끗이 세척한 후 표면의 수분을 제거한 상태로 폴리에틸렌 봉지에 잘 밀봉된 상태로 냉장저장하였을 때, 1~2주 후의 시금치의 엽산이 90% 이상 보유되었으며, 3주 후 87.8%, 4주 후 84.3% 보유되어 시금치의 엽산이 냉장저장조건에서는 비교적 장기간에 걸쳐 잘 보유되는 것으로 조사되었다(Table 4). 시금치를 25°C에 저장하였을 때 엽산의 함량은 급격히 감소되므로(4,5) 엽산이 식품내에 많이 보유되도록 하기 위해서는 냉장저장 및 유통과정이 중요하다. 이상의 결과로부터 알 수 있듯이 시금치를 가열조리하는 과정에서 엽산의 열파괴 현상이 조리시간이 증가함에 따라 현저히 증가되며, 조리수로의 엽산 용출이 조리시간이 증가됨에 따라 크게 증가되어 시금치내의 엽산 함량이 크게 저하되므로, 채소의 조리시간을 가능한한 줄이고, 조리수를 이용하는 것이 식품의 엽산 이용면에서 매우 중요하다 하겠다. 또한, 우리나라의 주된 채소조리법인 가열조리에 의해 조리된 식품을 섭취하였을 때 실제 이용가능한 엽산 함량은 생채소의 엽산 함량보다 크게 낮을 것으로 사료된다.

요 약

가열조리가 시금치의 엽산 함량에 미치는 영향을 조사하기 위하여, 증류수에 시금치를 넣고 1, 2, 3, 4, 5, 10, 20분간 가열 조리하였다. 조리된 시금치의 엽산 함량은 1분 후 80.7%, 2분 후 33.4%, 3분 후 12.6%로 급격하게 감소되었고, 20분 후 5.5%로 감소되었다. 그러나, 시금치와 조리수의 엽산 함량을 합하면 가열조리 1분 후 101.1%, 2분 후 68%, 3분 후 51.3%, 20분 후 52.0%를 나타내어 4분 이상의 가열조건에서는 총 엽산 함량이 크게 변

Table 3. Changes of folate content in spinach by microwave blanching

| Blanching time (sec) | Content of folate (µg/100g) | Percentage of folate retained (%) |
|----------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| 0 | 172.8±24.7* | 100.0 |
| 20 | 139.8±21.9 | 80.9 |
| 40 | 77.8±15.4 | 45.0 |
| 60 | 71.9±11.2 | 41.6 |
| 80 | 66.4± 7.8 | 38.4 |
| 100 | 61.5± 9.1 | 35.4 |

*Mean±S.D.(n=4)

하지 않았으나 대부분의 엽산이 조리액으로 유출되었다. 가열조리에 의한 시금치내 엽산 함량의 저하현상은 2분과 3분 사이에 급속히 진행되었으며, 조리수를 통한 유출에 의한 엽산의 상대적 손실율은 가열조리 시간이 1분일 때 20.2%, 20분일 때 88.8%로 조리시간이 길어짐에 따라 크게 증가하였다. 시금치를 전자레인지로 가열 조리했을 때 보유된 총 엽산 함량은 물로 끓여서 조리한 경우와 유사하였으나, 전자레인지를 이용한 조리에서는 소량의 조리수를 사용하므로 조리수를 통한 엽산의 손실이 낮아서 시금치 조직에 보유되는 엽산량은 더 높았다. 시금치를 냉장보관하였을 때 1~2주 후의 엽산 보유량이 90% 이상으로서 시금치의 엽산이 냉장저장 조건에서는 비교적 잘 보유되는 것으로 조사되었다.

감사의 글

이 논문은 1996년도 한국학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의하여 연구되었으며 이에 깊이 감사드립니다.

문헌

1. 장남수, 강명화, 백희영, 김익환, 조용욱, 박상철, 신영우 : 임신부, 수유부의 혈청 엽산과 철수준에 관한 연구. 한국영양학회지, **26**, 67(1993)
2. 민혜선, 김천길 : 사춘기 여학생의 혈청 엽산수준에 관한 연구. 한국영양학회지, **29**, 104(1996)
3. 강명화, 장남수 : 임신부와 수유부의 엽산섭취량이 혈청 엽산도농도에 미치는 영향. 한국영양학회지, **26**, 433(1993)
4. Perloff, B. P. and Butrum, R. R. : Folic acid in selected foods. *J. Am. Diet. Assoc.*, **70**, 161(1977)
5. Taguchi, H., Hara, K., Hasei, T. and Sanada, H. : Study of the folic acid contents of foods. (2) Loss of folic acid from foods by boiling. *Vitamins*, **47**, 21(1973)
6. Banerjee, D. K. and Chatterjee, J. B. : Folic acid activity of Indian dietary articles and the effect of cooking on it. *Food Technol.*, **18**, 1081(1964)
7. Hurdle, A. D. F. : The assay of folate in food. *Nutr.*, **27**, 12(1973)
8. Herbert, V. : A palatable diet for producing experimental folate deficiency in man. *Am. J. Clin. Nutr.*, **12**, 17(1963)
9. Leichter, J., Switzer, V. P. and Landymore, A. F. : Effect of cooking on folate content of vegetables. *Nutr. Rep. Int.*, **18**, 475(1978)
10. Santini, R., Berger, F. M., Berdasco, G., Sheeny T. W., Aviles, J. and Davila, I. : Folic acid activity in Puerto Rican food. *J. Am. Diet. Assoc.*, **41**, 562(1962)
11. Buehring, K. U., Tamura, T. and Stokstad, E. L. R. : Folate coenzymes of *Lactobacillus casei* and *Streptococcus faecalis*. *J. Biol. Chem.*, **249**, 1081(1974)
12. Baugh, C. M. and Krumdieck, C. L. : Effects of phenytoin on folic acid conjugases in man. *Lancet* ii, 519 (1969)
13. 김상옥 : 시금치 유통중의 조위 현상과 vitamin C의 함량. 한국영양학회지, **14**, 23(1985)
14. 김나영, 윤숙자, 장명숙 : 데치는 방법이 시금치 성분에 미치는 영향-데치는 물량과 시간에 따른 변화. 한국식품영양학회지, **9**, 204(1993)
15. Quenzer, N. M. and Burns, E. E. : Effects of microwave, steam and water blanching on freeze-dried spinach. *J. Food Sci.*, **46**, 410(1981)
16. Gould, M. F. and Golledge, D. : Ascorbic acid level in conventionally cooked versus microwave oven cooked frozen vegetables. *Food Sci. Nutr.*, **42**, 145(1989)
17. 금준석, 한역 : 전자레인지의 ceramic coating이 채소류의 마이크로파 데치기에 미치는 영향. 한국식품영양학회지, **25**, 951(1996)

(1997년 12월 12일 접수)