

품종별 한국산 감자 슬라이스의 냉장 중 Polyphenol oxidase, 페놀함량 및 갈변정도의 변화

정현미 · 이귀주

고려대학교 사범대학 가정교육학과
(1995년 2월 3일 접수)

Changes in Polyphenol Oxidase Activity, Phenol Concentration and Browning Degree of Potato Slices with Different Cultivars during Cold Storage

Hyoun-Mi Chung and Gui-Ju Lee

Department of Home Economics, College of Education, Korea University

(Received February 3, 1995)

Abstract

Three potato cultivars, Sumi, Daejima and Namjak, were prepared as slices. They were dipped in distilled water for 20 seconds. The potato slices were packed in polyethylene bags and stored at 5°C. Browning degree, total phenol and chlorogenic acid contents and polyphenol oxidase (PPO) activity were measured. And the correlation analysis of browning parameters were conducted. The results were as follows. There were increase in browning degree, phenolic content and PPO activity during cold storage of potato slices with different cultivars. Among three cultivars, Sumi showed the highest browning degree, phenolic content and PPO activity and also showed the highest % increase of browning and PPO activity during cold storage. On the contrary, Daejima was the lowest. But Daejima showed the highest % increase in phenolic contents during cold storage. With Sumi, browning degree was significantly correlated with PPO activity and phenolic contents ($p < 0.05$). With Daejima and Namjak, a significant correlation was found between browning degree and PPO activity ($p < 0.05$). From the above results, enzymatic browning reactions of potato slices and factors affecting them were dependent on cultivar. Among the tested three cultivars, Daejima showed the lowest browning degree during cold storage and thus seems to be desirable for minimal processing.

I. 서 론

효소적 갈변은 과일 및 채소류에서 많이 일어나는 현상으로¹⁻⁵⁾ 식물내에 존재하는 페놀화합물이 polyphenol oxidase(PPO)의 작용에 의해 퀴논으로 산화된 후 중합되어 갈색의 멜라닌을 생성하기 때문에 일어나게 된다²⁾. 효소적 갈변이 일어나는 것은 세포가 완전한 상태에서는 PPO는 세포질내에, polyphenol성 기질은 액포내에 각각 따로이 있다가 박피, 절단 및 slicing 등과 같은 최소가공(minimal processing) 등을 통하여 세포막이 손상되면 이들이 접촉하여 반응이 진행된다¹⁾.

최소가공된 과일 및 채소류의 냉장 중 페놀함량에 대한 연구에서, Coseteng 등²⁾은 사과와 냉장 중 페놀

함량이 일정하였다고 하였으나, Porter 등⁶⁾은 페놀함량이 증가하고 또한 식품에 따라 페놀의 종류가 다르다고 하였다.

PPO와 페놀함량 그리고 이들과 갈변정도와의 관계에 있어서, 일부 연구자들은⁷⁻¹⁰⁾ 효소활성이 갈변의 주된 요인이라 하였고 반면 다른 연구자들은¹¹⁻¹³⁾ 페놀화합물의 함량이라고 하였다. 또한 일부 연구자들은^{14,15)} 두 가지 모두가 갈변에 기여한다고 하였으며 이들 갈변요인들은 식물의 숙성 등 생리적 단계에 의존한다고 하였다⁸⁾.

최소가공된 과일과 채소는 냉장유통되게 되는데, 이러한 냉장처리는 조직의 발달을 지연시키고 노화과정을 늦추어⁵⁾ 생육과 호흡을 지연시키지만, 냉장된 조직에서 효소와 기질의 접촉을 많이 하는 변화가 생긴다¹⁶⁾. 지

금까지 과일과 채소의 숙성과정 중의 효소적 갈변의 변화에 대한 연구는 많았으나 냉장 중의 제 변화연구는 많이 보고되어 있지 않고 있다.

따라서 본 연구에서는 최소가공된 감자(*Solanum tuberosum* L.)를 5°C에서 냉장 중 갈변정도 및 페놀함량(total phenol & chlorogenic acid contents) 그리고 PPO 활성의 변화를 측정함으로써 품종별 감자의 갈변특성을 조사하여 최소가공에 적합한 품종을 제안하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

1) 시료

본 실험에 사용한 감자(*Solanum tuberosum* L.)는 수미(Shepody), 대지마(Daejima) 그리고 남작(Irish cobbler)으로서 수원 원예시험장에서 수확된 것을 외부가 습하지 않도록 봉건하여 polyethylene bag에 넣어 5°C (95% RH)의 냉장고에 저장하면서 사용하였으며, 실험 1시간 전에 실온으로 평형하여 사용하였다.

2) 감자 슬라이스의 제조

세품종의 감자를 수세 후 food processor(General electric Co. U.S.A.)로 3 mm의 두께로 절단한 후 직경 2 cm의 corkborer로 찍어 일정 크기의 슬라이스(반지름 1.0×두께 0.3 cm)를 만들어 사용하였다. 또한 시료의 균일성을 위하여 슬라이스를 혼합하여 사용하였다.

2. 실험방법

1) 감자의 침지

예비실험을 통하여 원료감자와 증류수에 침지한 감자 슬라이스의 냉장 중 갈변정도에 차이가 없었으므로, 감자표면에 부착된 즙액과 유리전분의 제거를 위해 감자 슬라이스(20 g)를 5배의 증류수(100 ml)에 20초간 침지한 후 체에 받쳐 물을 뺀 후 흡수지(Kitchen towel, Kleenex)로 표면수분을 가볍게 제거하였다. 이상과 같이 처리한 감자시료는 냉장 중의 표면수분 증발방지를 위해 식품포장용 상용 PE 지퍼백(소)에 넣어 내부의 광기를 최소화하여 5°C(90~95% RH)에서 냉장하여 1, 2, 3, 4주 후에 분석하였으며¹⁷⁾ 모든 실험은 2~10회 중복시행 하였다.

2) 갈변정도의 측정

(1) Color difference meter에 의한 측정

감자 슬라이스의 냉장기간에 따라 Color difference meter(TCA1-SW, Tokyo Denshoku Co., Japan)의 측정판 위에 감자 슬라이스를 올려 놓고 감자표면의 L 값, a 값, b 값을 각각 측정하였다. 매 측정 시마다

white tile(X=90.46, Y=92.37, Z=108.52)로 표준화 하였다.

(2) Spectrophotometer에 의한 측정

Coseteng & Lee 등²⁾의 방법으로 A₄₂₀을 측정하여 갈변정도를 측정하였다. 이로부터 갈변증가율은 각 냉장기간에 따른 ΔL 값 및 ΔA₄₂₀을 구하여 냉장 전의 L 값 및 A₄₂₀에 대한 백분율로 하였다.

3) 페놀함량의 측정

(1) 알콜추출액의 제조

Sapers 등¹¹⁾의 방법으로 80% methanol 추출액을 제조하여 감압여과 후 분석 시까지 5°C의 냉장고에 저장하였다.

(2) total phenol의 측정

알콜추출액을 이용하여 Chien and Snyder¹⁸⁾의 방법에 의해 750 nm에서 흡광도를 측정하여 10~50 μg chlorogenic acid/ml 표준곡선으로부터 total phenol 함량을 정량하였다.

(3) chlorogenic acid의 측정

알콜추출액을 이용하여 Coseteng & Lee 등²⁾의 방법에 의해 370 nm에서 흡광도를 측정하고 표준곡선으로부터 chlorogenic acid 함량을 정량하였다.

4) 조효소액의 추출 및 효소활성의 측정

(1) 조효소액(crude extract)의 제조

Asemota 등¹⁵⁾의 방법을 변형하여 조효소액을 제조 하였다. 즉 5 g의 감자에 0.1 M 인산염 완충용액(pH 6.5) 25 ml를 첨가하여 블렌더로 1분간 마쇄한 균질액을 여과하여, 4°C, 8,000×g(Centrifuge T-124, Kontron instruments, Switzerland)에서 10분간 원심분리한 상등액을 조효소액으로 사용하였으며 분석 전까지 5°C의 냉장고에 저장하였다.

(2) polyphenol oxidase의 활성 측정

Ali 등¹⁹⁾과 Katwa 등²⁰⁾의 방법을 변형하여 효소 활성을 측정하였다. 즉 10 mM catechol/인산완충용액(50 mM, pH 6.5) 2.9 ml에 조효소액 0.1 ml를 가하고 30°C의 항온수조에서 5분간 반응시킨 후, 1 N HCl 0.5 ml를 첨가하여 반응을 중지시켰다. 반응액의 흡광도는 spectrophotometer로 420 nm에서 측정하였다. 예비실험을 통하여 시간에 따라 효소활성은 10분까지 비례적으로 증가 하였으므로 5분간 효소반응을 행하였다. 효소의 활성은 30°C에서 시료 g당 1분간에 흡광도를 0.001 증가시킨 것을 1 단위로 하였다.

3. 통계처리

실험결과는 Statistical Analysis System(SAS Institute, 1985) Package의 General Linear Models(GLM) 처리로 분산분석(Analysis of Variance)하였고, 평균간

유의성 검증은 Duncan 다범위 검증을 이용하였다. 각 결과간의 상관관계는 피어슨 상관계수를 구하여 분석하였다²¹⁾.

III. 결과 및 고찰

1. 갈변정도의 변화

1) L 값, a 값, b 값의 변화

품종별 감자 슬라이스의 냉장 중 L 값, a 값, b 값의 변화는 Table 1과 같다.

Table 1에서 냉장 전 수미의 L 값은 37.05 대지마는 42.98 그리고 남작은 46.58로서 수미의 L 값이 가장 낮았으며 남작이 가장 높았다. 한편 4주간 냉장 중에 세품종 모두 전반적으로 감소하는 경향을 나타내어 수미는 L 값이 18.52~37.05로 변화하여 9.7~50.0%의 갈변증가율을 보였으며, 1주 저장 시 가장 낮은 L 값을 보였다. 대지마는 L 값이 33.64~42.98로 변화하여 갈변증가율이 10~21.7%였으며 냉장 중 점진적으로 감소하여 4주 저장 시 가장 낮은 L 값을 보였다. 남작은 L 값이 27.79~46.58로 변화하여 갈변증가율은 4.4~40.3%였으며 4주 저장 시 가장 낮은 L 값을 보였다.

Table 1. Changes in L, a and b values of potato slices with different cultivars during storage at 5°C for 4 weeks

	Sumi*	Daejima**	Namjak**
	L value		
Storage weeks			
0	37.05±2.69 ^{a)}	42.98±2.21	46.58±1.64
1	18.52±2.47	38.68±1.58	44.54±0.80
2	33.46±2.29	35.10±1.47	35.01±2.63
3	22.47±2.20	36.04±2.29	35.83±2.64
4	28.44±2.62	33.64±2.64	27.79±2.65
	a value		
0	0.91±0.36	-0.03±0.41	-0.09±0.69
1	10.83±1.90	3.04±0.43	3.25±0.75
2	1.53±0.46	1.19±0.29	3.30±0.77
3	6.93±2.59	3.21±0.94	3.35±0.35
4	2.53±0.57	3.64±0.51	5.58±1.95
	b value		
0	9.95±2.69	11.29±2.69	13.53±2.69
1	11.64±2.69	11.43±2.69	14.08±2.69
2	12.47±2.69	13.31±2.69	15.80±2.69
3	15.22±2.69	14.24±2.69	16.18±2.69
4	16.73±2.69	15.12±2.69	17.10±2.69

^{a)} Mean±S.D, **p*<0.01, ***p*<0.05

이로부터 냉장 중 품종별 갈변특성에 차이가 있는 것으로 나타났으며 수미의 갈변증가율이 가장 높았고 대지마가 가장 낮았다.

냉장 전 수미의 a 값은 0.91, 대지마는 -0.03 그리고 남작은 -0.09로서 수미가 가장 컸으며 남작이 가장 작았다. 냉장 중 a 값 변화는 수미가 0.91~10.8, 대지마는 -0.03~3.64로서 냉장 중 갈변증가율 수미보다 적었다. 남작은 a 값 변화가 -0.09~5.58이었으며 냉장 중 a 값이 점진적으로 증가되어 4주에는 5.7배나 갈변정도가 증가되었다. 또한 남작은 냉장을 통해 갈변이 다른 품종보다 빠르게 진행됨을 알 수 있었으며 이러한 경향은 L 값의 결과와도 일치하였다.

냉장 중 b 값의 변화는 수미와 대지마 그리고 남작의 세품종 모두 4주간 저장을 통해 점진적으로 증가하였다. 냉장 전 수미의 b 값은 9.95, 대지마는 11.29 그리고 남작은 13.53으로 남작의 b 값이 가장 컸으며 수미가 가장 작았다. 냉장 중 b 값 변화는 수미가 9.95~16.73, 대지마는 11.29~15.12 그리고 남작은 13.53~17.10이었다.

2) 흡광도의 변화

품종별 감자 슬라이스의 냉장 중 흡광도 측정에 의한 갈변정도는 Table 2와 같다.

Table 2에서는 냉장 전 수미의 흡광도는 0.140이며 대지마는 0.115 그리고 남작은 0.080으로 갈변정도가 가장 큰 품종은 수미였고, 가장 작은 품종은 남작이었다. 그러나 흡광도는 냉장 중 수미와 대지마 그리고 남작에서 모두 3주 저장 시 각각 0.810, 0.333, 0.660으로 가장 높았으며 이후 감소하였는데, 수미와 남작의 갈변정도는 대지마의 2배 이상이었다. 이로부터 냉장 중 감자의 품종별 갈변특성에 차이가 있는 것으로 나타났는데, 남작은 냉장 중 갈변증가율이 매우 커서 냉장에 적합치 않았으며 또한 수미는 갈변정도가 세품종 가운데 가장 컸으므로 수미와 남작은 최소가공에 적합하지 않은 품종인 것으로 생각된다. 그러나 대지마는

Table 2. Changes in A₄₂₀ of potato slices with different cultivars during storage at 5°C for 4 weeks

	Sumi*	Daejima**	Namjak**
	A ₄₂₀ (O.D at 420 nm)		
Storage weeks			
0	0.140	0.115	0.080
1	0.193	0.203	0.328
2	0.355	0.270	0.328
3	0.810	0.333	0.660
4	0.440	0.173	0.400

p*<0.01, *p*<0.05

냉장 전 갈변정도가 가장 적었으며 냉장 중 갈변증가율도 적었으므로 최소가공에 적합한 품종으로 생각된다.

Coseteng 등²⁾은 사과와 냉장 중 갈변정도의 변화가 적었다고 하였으나, 본 연구에서는 증가 하였다. 이는 slicing으로 인하여 산소와의 접촉 및 효소와 기질의 접촉기회가 증가되며¹⁾, 또한 이러한 stress를 통해 대사적으로 변화가 생겨^{22,23)} 갈변이 증가하는 것으로 생각된다.

2. 페놀함량의 변화

품종별 감자 슬라이스의 냉장 중 total phenol 및 chlorogenic acid 함량의 변화는 Table 3과 같다(Table 3).

Table 3에서 냉장 전 total phenol 함량은 수미가 125.66 mg/100 g이며 대지마는 116.16 mg/100 g 그리고 남작은 194.48 mg/100 g으로, 남작의 페놀함량이 가장 높았으며 대지마가 가장 낮았다. 수미는 냉장 중 3주 까지 점진적으로 total phenol 함량이 증가하다가 이후 감소하는 경향이있었으며 대지마는 1주까지 증가하다가 이후 약간 감소하였으며 2주 이후 급격한 증가가 있었다. 남작은 2주까지 total phenol 함량이 감소하다가 이후로 급격하게 증가하였다. 그러나 4주 저장 후 세 품종 모두에서 냉장 전보다 total phenol 함량이 증가하였는데 즉, 수미는 241.91 mg/100 g으로 92.5% 증가하였으나, 대지마는 500.46 mg/100 g으로 330.8% 증가하였고, 남작은 564.52 mg/100 g으로 190.3% 증가하였

다. 가장 큰 폭으로 total phenol 함량이 증가한 것은 대지마였으며, 이후 남작 그리고 수미 순이었다.

한편 chlorogenic acid 함량은 수미가 7.01 mg/100 g, 대지마는 5.81 mg/100 g 그리고 남작은 7.78 mg/100 g으로 남작의 chlorogenic acid 함량이 높았으며 대지마에서 가장 낮았다. 이는 total phenol의 결과와 일치 하였으며, 품종마다 chlorogenic acid 함량이 달랐다고 한 Coseteng²⁾의 결과와도 일치하였다. 냉장 중 chlorogenic acid 함량은 수미는 3주 저장 시 73.73 mg/100 g로 가장 많았으며, 대지마와 남작은 4주 저장 시 각각 76.87, 78.43 mg/100 g으로 가장 많았다. 4주 후 세 품종 모두에서 chlorogenic acid 함량이 증가되었는데, 수미는 8.65 mg/100 g으로 23.4%, 대지마는 76.87 mg/100 g으로 1223.1%, 남작은 78.73 mg/100 g으로 911.9% 증가하였다. 가장 큰 폭으로 증가한 것은 대지마였으며, 그 다음 남작 그리고 수미 순이었고, 이러한 경향은 total phenol 변화와도 일치하였다. 이로서 냉장 중 품종별 페놀함량 및 chlorogenic acid 함량에 차이가 있었으며, 냉장 중 total phenol 증가율은 4주 저장 시 수미는 92.5% 대지마는 330.8%, 남작은 190.3%이었던 것에 비해 chlorogenic acid의 증가율이 컸다. 이로서 감자 슬라이스의 냉장 중 chlorogenic acid의 축적이 큰 것으로 나타났다.

냉장 중 total phenol 함량은 증가하는데 Howard 등²³⁾은 당근 슬라이스의 냉장 중 phenylalanine ammonia lyase 등의 페놀 관련 효소 활성의 증가로 페놀 함량이 증가하였다고 보고하였다. 또한 어떤 페놀 성분이 증가하는가 하는 것은 식품에 따라 다른데 Mathew 등²⁴⁾은 감자괴경에 물리적 상해를 당한 경우 산화형의 페놀함량이 증가하였고, Porter 등⁶⁾은 갈변이 냉해의 전형적인 현상이며, 여러 페놀 화합물들이 냉장 중 증가하는데 바나나는 냉장중 DOPA와 tyrosine이 증가하고 고구마는 chlorogenic acid 함량이 증가한다고 하였다.

한편 Babic 등²⁵⁾은 chlorogenic acid 축적이 여러 스트레스에 대한 일반적인 반응이며, 당근을 최소가 공하여 냉장 시 주된 페놀은 trans 5-caffeoylquinic acid로서 total phenol 함량의 60%를 차지하였고 4℃에서 저장 중 급속히 축적되었다고 하였다. Babic 등²⁵⁾은 또 다른 연구에서 당근 품종의 저장 안정성은 초기의 chlorogenic acid 함량이 아니라 초기에 어느 품종이 더 빨리 chlorogenic acid를 축적하는 가가 중요하다고 하였으며 chlorogenic acid의 축적 속도가 저장 중 안정성 있는 품종 선택에 대한 중요한 지표라고 하였다. 축적한 페놀화합물은 항생적 작용 및 정균작용을 갖고있어 조직의 방어기전에 관련 된다고 하였다.

Table 3. Changes in total phenol and chlorogenic acid contents of potato slices with different cultivars during storage at 5°C for 4 weeks

	Sumi*	Daejima**	Namjak**
Storage weeks	total phenol (mg/100 g fresh weight)		
0	125.66	116.16	194.48
1	154.09	198.00	188.50
2	160.07	133.94	138.69
3	496.85	394.86	445.90
4	241.91	500.46	564.52
	chlorogenic acid (mg/100 g fresh weight)		
0	7.01	5.81	7.78
1	11.95	22.76	13.24
2	8.27	8.02	13.40
3	73.73	57.35	72.99
4	8.65	76.87	78.73

*p<0.01, **p<0.05

이로부터 대지마는 chlorogenic acid 함량은 가장 낮았으나 냉장 중 축적이 컸으므로(Table 3) 저장 중 안정성 있는 품종인 것으로 생각된다.

3. polyphenol oxidase 활성의 변화

품종별 감자 슬라이스의 PPO 활성의 변화는 Table 4와 같다.

Table 4에서 냉장 전 수미의 PPO 활성은 1110 Units이고, 대지마는 890 Units 그리고 남작은 970 Units로서 대지마에서 가장 낮았으며 수미에서 가장 높았다. 냉장 중 수미, 대지마 그리고 남작의 PPO 활성은 냉장 후 3주 저장 시 각각 5990, 3450, 5530 Units의 최대값을 보였으며 냉장 전과 비교하였을 때 4주 후 수미는 5550 Units로 400%, 대지마는 2480 Units로 178.7% 그리고 남작은 3170 Units로 226.8% 증가되었다.

한편 PPO 활성의 증가정도가 가장 작은 것은 대지마였고, 수미의 증가정도가 가장 큰 것으로 나타났다. 세품종 중 대지마가 최소가공에 적합한 품종이라고 전술한 바 있는데 냉장 중 대지마의 PPO 활성이 가장 낮았으며 수미에서 가장 높아서, 갈변정도가 컸던 품종에서 PPO 활성이 크게 나타났다.

PPO는 가용성과 불용성의 형태로 존재하며 PPO의

Table 4. Changes in polyphenol oxidase activity of potato slices with different cultivars during storage at 5°C for 4 weeks

	Sumi*	Daejima**	Namjak**
Storage weeks	PPO (Units/g fresh weight)		
0	1110	890	970
1	1150	1130	1310
2	2710	2040	3640
3	5990	3450	5530
4	5550	2480	3170

* $p < 0.01$, ** $p < 0.05$

Table 5. Pearson correlation coefficients of Sumi potato slices

	L value	A ₄₂₀	PPO ^{a)}	total phenol	chlorogenic acid
L value	1.00				
A ₄₂₀	-0.66***	1.00			
PPO	-0.66***	0.66***	1.00		
total phenol	-0.51**	0.56***	0.76***	1.00	
chlorogenic acid	-0.35*	0.44**	0.53***	0.85***	1.00

^{a)} polyphenol oxidase activity, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

가용화는 과실의 숙성이나 aging을 통하여 일어날 수 있다고 한다^{26,27)}. Eskin 등¹⁾은 PPO가 식물이 바이러스, 세균, 균류에 의한 감염 및 기계적 손상 시 효소활성이 불용성 중합체 생산과 함께 증가하여 식물에서 감염, 전파에 대한 장벽으로 작용한다고 하였다.

본 연구에서 PPO 활성은 3주 냉장 시 최대이었으며 이후 감소하였는데 이것은 냉장 중 감소된 대사활동²⁸⁾ 뿐 아니라 PPO와 단백질의 복합체 형성으로¹⁾ 인한 것이라 생각된다.

4. 갈변정도와 페놀 함량 및 PPO 활성과의 상관관계

수미 감자 슬라이스의 L 값, 흡광도, PPO 활성, total phenol과 chlorogenic acid 함량을 상관분석한 결과는 Table 5와 같다.

본 연구에서 L 값과 흡광도의 상관계수는 -0.66으로 부적 상관이었는데($p < 0.001$), 이는 Sapers²⁷⁾ 등의 결과와도 일치하였다. 모든 시료의 결과를 다 포함시켜 상관관계 분석 시 L 값과 a 값의 Pearson 상관계수는 -0.82($p < 0.0001$)의 높은 상관관계를 나타내었다(미제시 자료).

수미에서 L 값과 PPO 활성간의 상관계수는 -0.66, 흡광도와 상관계수는 0.66이었다($p < 0.001$). 이를 통해 갈변정도와 PPO 활성간에 밀접한 상관관계가 있음을 알 수 있었다(Table 5). 대지마는 L 값과 PPO 활성간의 상관계수는 -0.54, 흡광도와는 0.58로 갈변정도와 PPO 활성간에 밀접한 상관을 나타냈으나($p < 0.001$) 수미보다는 낮았다(미제시 자료). 한편 남작에서는 L 값과 PPO 활성간의 상관계수는 -0.66, 흡광도와는 0.89($p < 0.01$)를 보여 갈변정도와 PPO 활성간에 밀접한 상관을 나타냈다. 그러므로 남작의 갈변정도는 PPO 활성과 주로 상관되는 것으로 생각된다(미제시 자료).

수미에서 L 값과 total phenol 함량간의 상관계수는 -0.51($p < 0.005$), 흡광도와 상관계수는 0.56($p < 0.001$)으로 유의적인 정적 상관이었다. 또한 L 값과 ch-

lorogenic acid 함량간에는 상관계수가 $-0.35(p < 0.05)$ 였으며, 흡광도와는 $0.44(p < 0.005)$ 로 유의적인 상관이었다. 이로써 수미의 갈변정도는 total phenol 및 chlorogenic acid 함량과 유의적인 상관관계를 나타내었다. 한편 대지마는 L 값과 total phenol 함량간의 상관계수는 -0.31 , 흡광도와의 상관계수는 0.29 였으며, 또한 L 값과 chlorogenic acid 함량간의 상관계수가 -0.31 , 흡광도와는 0.30 으로 total phenol 및 chlorogenic acid 함량은 대지마의 갈변에 유의적인 영향을 갖지는 않는 것으로 보인다(미제시 자료). 따라서 수미의 갈변에는 total phenol 및 chlorogenic acid 함량이 중요하나 대지마에서는 중요하지 않은 것으로 나타났다.

Lee 등²⁸⁾은 Harmony 복숭아에서 갈변정도는 total phenol 및 PPO 활성과 상관관계가 있었다고 하였고, 땅고¹⁰⁾, Yam¹⁵⁾, 아보카도²⁹⁾ 등에서는 갈변이 PPO 활성과 상관이 컸다고 보고하였다. 한편 Mondy 등¹²⁾, Lee 등²⁸⁾은 감자와 복숭아의 갈변이 효소활성보다는 높은 페놀함량과 상관되었다고 하였으며, Burda³⁰⁾ 등은 사과의 숙성 및 냉장 중 갈변경향이 페놀의 함량과 밀접하게 관련되었다고 하였다.

IV. 결 론

본 연구는 품종별 한국산 감자 슬라이스를 5°C에서 냉장하여 갈변정도와 페놀함량(total phenol 및 chlorogenic acid), PPO 활성을 측정하여 품종별 갈변특성 및 냉장 중의 변화를 알아보았다. 또한 갈변정도와 효소활성, 페놀함량과의 상관관계 분석을 행하여 감자의 냉장 중 갈변요인을 밝히고자 하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 세 품종 모두 냉장 중 갈변정도와 페놀함량 그리고 효소활성은 증가하였다. 갈변정도와 페놀함량, 효소활성 그리고 냉장 중 갈변증가를 및 PPO 활성 증가율이 수미에서 가장 높았으며, 대지마에서 가장 낮았다. 그러나 냉장 중 페놀증가율은 대지마에서 가장 높았다.

2. 최소가공한 감자의 효소적 갈변이 수미는 PPO 활성 및 페놀함량 두 가지 모두와 상관되었으며($p < 0.05$), 대지마와 남작에서는 PPO 활성과 상관되었다($p < 0.05$).

이상의 결과로부터 품종에 따른 감자의 효소적 갈변특성이 다름을 알 수 있었으며 효소적 갈변에 영향을 미치는 변인도 달랐다. 세 품종 중 낮은 갈변정도와 냉장 중 안정성의 측면에서 볼 때 감자의 최소가공에 적합한 품종은 대지마인 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Eskin N.A.M. Biochemistry of foods, 2nd Edi. Academic Press, 1990.
2. Coseteng M.Y. and Lee C.Y. J. Food Sci. **52**: 985, 1987.
3. Thomas P. and Janave P.T. J. Food Sci. **51**: 384, 1986.
4. Batistuti J.P. and Lourenco E.J. Food Chemistry **18**: 251, 1985.
5. Burton K.S., Frost C.E. and Atkey P.T. Int. J. Food Sci. Tech. **22**: 599, 1987.
6. Porter W.C., Pharr D.M., Kushman L.J. and Pop D.T. J. Food Sci. **37**: 434, 1972.
7. Coulter T.P. Food, The Chemistry of its components, 2nd edition, Royal society of chemistry, 1984.
8. Bucheli C.S. and Robinson S.P. J. Agric. Food Chem. **42**: 257, 1994.
9. Amiot M.J., Tacchini M., Aubert S. and Nicolas J. J. Food Sci. **57**: 958, 1992.
10. Thomas P. and Janave M.T. J. Food Sci. **38**: 1149, 1973.
11. Sapers G.M., Douglas, Jr, F.W., Bilyk A., Hsu A-F, Dower H.W., Garzarella L. and Kozempel M. J. Food Sci. **54**: 362, 1989.
12. Mondy N.I., Gedde-Dahl S.B. and Mobley E.O. J. Food Sci. **31**: 157, 1966.
13. Walter W.M. and Jr, Purcell A.E. J. Agric. Food Chem. **28**: 941, 1980.
14. Sciancalepore V. J. Food Sci. **50**: 1194, 1985.
15. Asemota H.N., Wellington M.A., Odutuga A.A. and Ahmad M.H. J. Sci. Food Agric. **60**: 309, 1992.
16. Poovaiah B.W. Food Technology, p. 86, 1986.
17. Sapers G.M., Garzarella L. and Pilizota V. J. Food Sci. **55**: 1049, 1990.
18. Chien J.T. and Snyder H.E. J. Food Sci. **48**: 438, 1983.
19. Ali M.T., Marshall M.R., Wei C.L. and Glesson R.A. J. Agric. Food Chem. **42**: 53, 1994.
20. Katwa L.C., Ramakrishna M. and Raghavendra Rao M.R. J. Food Biochem. **6**: 217, 1982.
21. Klein J.D. J. Amer. Soc. Hort. Sci., p112, 1987.
22. Babic I, Amiot M.J., Nguyen-The C. and Aubert S. J. Food Sci. **58**: 351, 1993.
23. Howard L.R. and Griffin L.E. J. Food Sci. **58**: 1065, 1993.
24. Mathew A.G. and Parplia H.A.B. Advances in Food Research **20**: 75, 1971.
25. Babic I, Amiot M.J., Nguyen-The C. and Aubert S. J. Food Sci. **58**: 840, 1993.

26. Kincal N.S. and Giray C. *Int. J. Food Sci. Tech.* **22**: 249, 1987.
27. Sapers G.M. and Douglas J.R. *J. Food Sci.* **52**: 1258, 1987.
28. Lee C.Y., Kagan V., Jaworski A.W. and Brown S.K. *J. Agric. Food Chem.* **38**: 99, 1990.
29. Kahn V. and Avocado Mesocarp. *J. Food Sci.* **48**: 1874, 1983.
30. Burda S, Oleszek W. and Lee C.Y. *J. Agric. Food Chem.* **38**: 945, 1990.