

숙은 과실의 화학성분 및 생리활성

정기태 · 주인옥 · 류 정 · 최정식 · 최영근
전라북도 농업기술원

Chemical Components and Physiological Activities of Thinned Apple, Pear and Peach

Gi-Tai Jung, In-Ok Ju, Jeong Ryu, Joung-Sik Choi and Yeong-Geun Choi
Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan, 570-704, Korea

Abstract

Thinned fruits, apple, pear and peach were investigated into chemical components and physiological activities. On proximate compositions, crude protein, crude fat and ash of thinned fruits were higher than those of ripe fruits, showing lower carbohydrate in thinned fruits. The contents of inorganic substance were Ca, Mg, P, Na, K and B in order. On heavy metals, As, Cd, Cr and Hg were not detected and Ge, Mo, Ni and Pb were trace. Organic acid in thinned apple and peach were detected as tartaric acid, citric acid, malic acid and succinic acid, but thinned pear did not contain citric acid. Free sugars in thinned pear and peach were composed of glucose, fructose and sucrose but sucrose was not detected in thinned apple. Contents of insoluble dietary fiber in thinned fruits were higher than soluble dietary fiber. The thinned apple extracts showed high antioxidant activity. Nitrite scavenging activity of thinned apple and pear extracts were 71~80% and 61~63% at pH 1.2, respectively. Tyrosinase inhibitory activity of thinned pear extracts was 61.0~89.4%, however peach extract showed no activity.

Key words : Thinned fruit, Chemical components, Physiological activities

서 론

과실 숙음(적과) 작업은 과실이 수경되어 과육 발달이 이루어지기 전 어린 과실을 제거하는 작업으로 충실한 과일을 얻기 위한 필수적인 과정인데 숙은 과실의 양은 과종과 수령 또는 과실의 수세에 따라 다르나 대체로 사과는 약 18.0 kg/10주, 배는 약 5.8 kg/10주, 복숭아는 약 19.4 kg/10주의 어린 과실이 발생된다.

과실의 생산은 신규 재배농가의 증가와 생산기반 투자확대에 따라 꾸준히 증가하여 지난 10년간 과실 생산량은 177만톤('90)에서 243만톤('00)으로 38% 증가하여(1) 사과 49만톤, 배 32만톤, 복숭아 17만톤이 생산되었다. 따라서 숙은 과실의 발생량이 점점 증가되고 있다.

이러한 과실 숙음작업시 발생하는 미숙과는 농가에서 전혀 이용되지 못하고 땅위에 버려져 썩어 토양에 유입되거나 과수 병원균의 오염원이 되어 과수에 해를 끼치기도 한다(2). 또한 여러 가지 과수 해충의 먹이가 된다면 유인제 역할을 하게되어 좋지 않은 문제를 일으킬 수도 있을 것이다.

숙은 과실은 성숙과에 비해 여러 가지 성분상의 차이가 있는데 유기산류, 아미노산, 무기이온 등이 많이 존재하며 폴리페놀은 대단히 농도가 높다. 그러나 당 함량은 낮아 가공용으로는 부적합하나 생리활성 물질이나 식이섬유 등이 함유되어 기능성 소재로 활용될 수 있다.

적과시 발생하는 미숙과의 화학적 특성과 식품소재로서의 이용을 위한 연구는 일본에서 활발히 진행되어 미숙사과에서 분리 정제한 폴리페놀화합물을 일부 식품첨가물용 소재로 이용하고 있다(3). 그러나 국내의 경우 아직까지 적과시 발생하는 미숙과의 성분분석과 활용에 관련된 연구는 초보적인 단계에 있다. 최근 사과의 적과 및 낙과로부터 분리한 폴리페놀 추출물의 기능적 특성 및 안정성(4), 열처리 조건에 따른 애사과의 폴리페놀함량 변화(5), 애사과 추출물의 충치억제 효과(6), 미숙과실의 보체계 활성화능의 검토 및 화학적 특성(7), 미숙사과를 이용한 가공제품 개발에 관한 연구(3) 등이 보고되었을 뿐이다.

따라서 본 연구는 매년 과실 숙음시 대량으로 발생하는 원예부산물인 숙은 과실의 부가가치를 창출하고자 숙은 사과, 배 그리고 복숭아의 화학성분들을 분석하고 생리활성으로 항산화성, 아질산염소거능, tyrosinase 활성 저해능을 검토하여 식품소재로 활용하기 위한 기초 자료로 삼고자 하였다.

Corresponding author : Gi-Tai Jung, Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan, 570-704, Korea
E-mail : foodgreen@daum.net

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 시료로 사과는 부사블, 복숭아는 유명을, 배는 신고를 전북농업기술원 과수포장에서 1차와 2차 숙은 과실을 직접 채취하여 사용하였다. 1차 적과의 평균중량은 사과 2.9 ± 0.5 g, 배 2.5 ± 0.5 g, 복숭아 4.1 ± 0.6 g, 2차 적과의 평균중량은 사과 6.3 ± 1.1 g, 배 5.2 ± 1.0 g, 복숭아 13.9 ± 2.1 g 이었다.

일반성분 및 무기물 분석

숙은 과실의 일반성분은 AOAC법(8)으로 수분함량은 105 °C 건조법, 단백질은 micro-Kjeldahl법, 지방은 Soxhlet법, 회분은 직접회화법으로 측정하였고 탄수화물은 이들 성분을 100에서 뺀 값으로 계산하였다. 무기질과 중금속은 습식법으로 분해하여 atomic absorption spectrometer(SpectraA, varian, USA)와 ICP(IRIS Advantage, Thermo Jarrell Ash, USA)로 각각 정량 분석하였다(9).

유리당 및 유기산 분석

유리당과 유기산은 숙은 과실 10 g을 증류수 80 ml와 균질화시켜 100 ml로 정용한 후 0.45 μ m membrane filter로 여과하여 HPLC(LC-10AD, Shmazu, Japan)와 Bio-LC(DX 500, Dionex, USA)로 분석하였다. 이때 분석조건은 Table 1과 같다.

Table 1. Operating conditions of HPLC for free sugar and organic acid analysis

Mode	Free sugar	Organic acid
Model	LC-10AD, Shmazu, Japan	DX 500, Dionex, USA
Detector	RID-6A	AD 20, 210 nm
Column	phenosphere 5 NH ₂ 80A (4.60×150 mm)	Rezex 10 μ 8% H ORG ACID (7.80×300 mm)
Eluent	Acetonitril 80+Water 20, 1.0 mL/min	0.005 N H ₂ SO ₄ , 0.5 mL/min

식이섬유 정량

식이섬유 함량은 AOAC(8) 효소중량법에 따라 시료를 α -amylase, protease, amyloglucosidase로 반응시켜 식이섬유 이외의 물질을 분해하고 여과 후 잔사를 불용성 식이섬유로, 여과액에 에탄올을 가하여 침전시킨 침전물을 수용성 식이섬유로 분리하여 이를 105 °C에서 건조하여 무게를 측정하고 단백질과 회분 함량을 빼어 계산하였다.

DPPH법에 의한 항산화 효과 측정

가능성 측정은 적과에 10배의 증류수를 가하고 균질화시

켜 추출한 여액을 시료로 사용하였다. 항산화성은 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) free radical 소거법(10)으로 측정하였다. 즉 시험관에 methanol 4 mL와 0.15 mM DPPH용액 1 mL 그리고 시료액과 대조구로 천연산화방지제인 tocopherol를 각각 20, 40, 60 μ g첨가하고 vortex mixer로 10초간 교반하여 실온에서 30분간 방치한 다음 517 nm에서 흡광도를 측정하여 무첨가구에 비해 50%의 흡광도 감소를 나타내는 sample 농도인 RC₅₀으로 표기하였다.

아질산염 소거능 측정

아질산염 소거작용은 1 mM NaNO₂용액 2 mL에 시료액 1 mL를 넣고 0.1 N HCl과 0.1 M 구연산 완충용액을 사용하여 반응 용액의 pH를 각각 1.2, 3.0, 6.0으로 조절한 후 반응용액의 부피를 10 mL로 하였다. 그리고 37 °C에서 1시간 동안 반응시킨 후 반응액 1 mL를 취하고 2% 초산용액 5 mL를 첨가한 다음 Griess시약 0.4 mL를 가하여 혼합한 후 실온에서 15분간 방치시켰다. 분광광도계를 이용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산염을 백분율(%)로 나타내었으며 blank는 Griess시약 대신 증류수 0.4 mL를 가하여 시행하였다(11).

Tyrosinase 활성 저해능 측정

Tyrosinase 활성 저해능 측정은 정 등(12, 13)의 방법에 따라 35 °C 수조에서 온도를 미리 조정된 0.175 M phosphate buffer(pH 6.8) 0.2 mL, 5 mM L-DOPA solution 0.2 mL 그리고 시료액 0.2 mL 혼합액에 mushroom tyrosinase(110 units/mL) 0.1 mL를 첨가하여 35 °C에서 2분간 반응시킨 다음 475 nm에서 흡광도를 측정한 값(S_{Abs})과 효소액 대신 증류수 0.1 mL를 첨가하여 흡광도를 측정한 값(B_{Abs}), 시료 대신 증류수 0.5 mL를 첨가하여 흡광도를 측정한 값(C_{Abs})을 다음 식에 의해 계산하였다.

$$\text{Inhibition effect(\%)} = \{1 - (S_{Abs} - B_{Abs}) / C_{Abs}\} \times 100$$

결과 및 고찰

일반성분

숙은 사과의 조단백질은 10.8~11.4%, 조지방은 5.6~6.0%, 회분은 5.2~5.0%, 탄수화물은 77.6~78.4%이었고 숙은 배의 조단백질은 10.2~12.7%, 조지방은 1.6~1.8%, 회분은 4.8~5.0%, 탄수화물은 80.5~83.4%이었으며 숙은 복숭아의 조단백질은 13.6~14.3%, 조지방은 1.8~2.6%, 회분은 4.5~5.9%, 탄수화물은 77.2~80.1% 였다(Table 2).

모든 숙은 과실은 완숙과실(14)보다 조단백질, 조지방, 회분함량이 높았으나 탄수화물 함량은 낮았으며 1차 숙은 과

실이 2차 숙은 과실에 비하여 조단백질, 조지방, 회분함량은 높았으며 탄수화물은 낮은 함량을 보였다.

Table 2. Proximate composition of thinned fruits

(% , dry basis)

Fruits	Thinned time	Crude protein	Crude fat	Ash	Carbohydrate
Apple	First	11.4	6.0	5.3	77.3
	Second	10.8	5.6	5.2	78.4
Pear	First	12.7	1.8	5.0	80.5
	Second	10.2	1.6	4.8	83.4
Peach	First	14.3	2.6	5.9	77.2
	Second	13.6	1.8	4.5	80.1

무기성분 및 중금속 함량

숙은 과실의 무기성분 함량은 Table 3과 같이 1차 숙은 과실이 2차 숙은 과실 보다 함량이 높았으며 무기성분 중 Ca, Mg, P의 함량이 높았다. Ca 함량은 사과가 18.1~30.1 mg%, 배는 20.8~23.9 mg%, 복숭아는 14.6~21.5 mg%이었고, Mg는 사과가 13.7-18.8 mg%, 배는 24.0~26.6 mg%, 복숭아는 10.1~14.1 mg%이였으며 P는 사과가 8.6~9.5 mg%, 배는 13.6~14.7 mg%, 복숭아는 8.9~11.3 mg%이었다.

Table 3. Inorganic substance of thinned fruits

(mg%, dry basis)

Fruits	Thinned time	Ca	Mg	K	B	Na	P
Apple	First	30.1	18.8	0.5	0.1	1.1	9.5
	Second	18.1	13.7	0.4	0.2	1.0	8.6
Pear	First	23.9	26.6	0.8	0.3	0.7	14.7
	Second	20.8	24.0	1.0	0.3	0.7	13.6
Peach	First	21.5	14.1	0.3	0.3	1.0	11.3
	Second	14.6	10.1	0.6	0.3	0.4	8.9

Table 4. Heavy metal contents of thinned fruits

(mg%, dry basis)

Fruits	Thinned time	Al	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Ge	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn
Apple	First	0.47	ND ¹⁾	ND	ND	0.10	1.20	0.03	ND	0.28	0.01	0.01	0.01	0.49
	Second	0.23	ND	ND	ND	0.10	0.71	0.03	ND	0.17	0.01	0.01	0.01	0.31
Pear	First	1.03	ND	ND	ND	0.39	1.26	0.04	ND	0.33	0.01	0.03	0.01	0.86
	Second	0.40	ND	ND	ND	0.33	1.16	0.04	ND	0.26	ND	0.04	0.01	0.70
Peach	First	1.48	ND	ND	ND	0.17	1.82	0.02	ND	0.20	ND	0.03	0.01	0.66
	Second	0.23	ND	ND	ND	0.11	0.99	0.02	ND	0.14	0.01	0.02	0.01	0.61

¹⁾ Not detected

숙은 과실에서 중금속은 Al, Cu, Fe, Ge, Mn, Mo, Ni, Pb, Zn등이 검출되었으나 As, Cd, Cr, Hg은 검출되지 않았고 Ge, Mo, Ni, Pb는 극 미량 검출되었다(Table 4). 식품에 유해

한 중금속은 검출되지 않았거나 극 미량 함유되어 있어 숙은 과실을 식품소재로 이용해도 식품안전성 측면에서 문제가 없을 것으로 생각된다.

유기산과 유리당 함량

숙은 사과와 복숭아의 유기산은 tartaric acid, citric acid, malic acid, succinic acid 등이 검출되었고 숙은 배는 tartaric acid, malic acid, succinic acid 등은 검출되었으나 citric acid는 검출되지 않았다(Table 5). 숙은 사과는 citric acid가 340.2~527.1 mg%로 가장 높았으며 숙은 배와 숙은 복숭아는 succinic acid가 각각 422.1~478.1 mg% 와 250.4~336.4 mg%로 가장 높게 나타났다.

Table 5. Organic acid contents of thinned fruits (mg%)

Fruits	Thinned time	Tartaric acid	Citric acid	Malic acid	Succinic acid
Apple	First	87.4	527.1	99.3	228.1
	Second	201.8	340.2	189.7	208.7
Pear	First	109.3	ND ¹⁾	16.4	478.1
	Second	79.1	ND	64.4	422.1
Peach	First	101.2	24.3	217.8	250.4
	Second	71.1	ND	256.2	336.4

¹⁾ Not detected

숙은 사과의 유리당은 fructose와 glucose가 검출되었으나 sucrose는 전혀 함유되지 않았으며 숙은 배와 복숭아는 fructose, glucose, sucrose 등이 검출되었다. 총 유리당의 함량은 숙은 복숭아가 3.03~3.91 mg%로 숙은 사과와 숙은 배 보다 높았다. 숙은 복숭아는 fructose가 1.53~2.14 mg%로 가장 많이 함유되었고 숙은 사과와 숙은 배는 glucose가 각각 1.17~1.01 mg%와 1.68~1.77 mg%으로 가장 많이 함유되었다(Table 6).

Table 6. Free sugar contents of thinned fruits (mg%)

Fruits	Thinned time	Fructose	Glucose	Sucrose	Total
Apple	First	0.87	1.17	ND ¹⁾	2.03
	Second	0.88	1.01	ND	1.89
Pear	First	0.14	1.68	0.03	1.85
	Second	0.15	1.77	0.08	2.00
Peach	First	1.53	1.16	0.34	3.03
	Second	2.14	1.67	0.10	3.91

¹⁾ Not detected

식이섬유 함량

숙은 과실의 식이섬유 함량은 Table 7과 같이 숙은 사과의 불용성 식이섬유 함량은 37.6~37.8%, 수용성 식이섬유

함량은 5.6~5.7%이었고 숙은 배의 불용성 식이섬유 함량은 59.5~63.7%, 수용성 식이섬유 함량은 5.4~5.5%이었으며 숙은 복숭아의 불용성 식이섬유 함량은 29.4~42.0%, 수용성 식이섬유 함량은 9.2~11.4%로 불용성 식이섬유 함량이 수용성 식이섬유 보다 높았다. 총식이섬유 함량은 숙은 배가 65.0~69.1%로 가장 높았다. 적과시기에 따른 식이섬유 함량 변화를 보면 숙은 사과와 숙은 배는 커다란 함량 변화를 볼 수 없었으나 복숭아는 1차 숙은 과실 53.4%에서 2차 숙은 과실 38.6%로 감소되는 경향이였다.

Table 7. Dietary fiber contents of thinned fruits (%)

Fruits	Thinned time	Insoluble dietary fiber	Soluble dietary fiber	Total
Apple	First	37.8	5.6	43.4
	Second	37.6	5.7	43.3
Pear	First	59.5	5.5	65.0
	Second	63.7	5.4	69.1
Peach	First	42.0	11.4	53.4
	Second	29.4	9.2	38.6

항산화효과

숙은 과실을 기능성 식품이나 화장품으로 이용할 수 있는지 여부를 알아보기 위하여 항산화능, 아질산염 소거능 그리고 tyrosinase 저해율 등을 검토한 결과는 다음과 같다.

항산화능은 숙은 과실을 착즙하여 DPPH법에 의한 free radical 소거 활성을 비교한 결과 Table 8과 같다. DPPH 50%를 환원시키는데 필요한 추출물의 첨가농도(RC₅₀)를 보면 상업용 항산화제인 tocopherol 15.9 μ l 보다 숙은 과실 추출즙이 낮았지만 순수 분리된 물질이 아니기 때문에 상당히 높은 것으로 생각된다. 숙은 과실 중에서 사과가 81.2~85.2 μ l로 가장 활성이 높았으며 배가 167.0~200.3 μ l이었고 복숭아가 314.3~430.2 μ l로 나타났다.

Table 8. Antioxidant activity of thinned fruit on the DPPH

Fruits	Thinned time	Concentration(μ l/mL)				RC ₅₀ (μ l)
		0	20	40	60	
Apple	First	0.349	0.274	0.235	0.197	85.2
	Second	0.349	0.258	0.227	0.186	81.2
Pear	First	0.349	0.324	0.288	0.276	167.0
	Second	0.349	0.301	0.288	0.278	200.3
Peach	First	0.349	0.326	0.313	0.309	430.2
	Second	0.349	0.305	0.305	0.297	314.3
Tocopherol		0.349	0.125	0.068	0.062	15.9

아질산염 소거능

발암전구물질인 아질산염 소거에 미치는 숙은 과실즙의 효과를 검토하고자 pH 1.2, pH 3.0 및 pH 6.0에서 반응시켜

분해능을 조사하였다. Table 9에서 보듯이 숙은 사과의 아질산염 소거능이 가장 높았으며, 다음으로 숙은 배였으나 숙은 복숭아는 효과가 거의 없었다. 반응 용액의 pH 별로 보면 pH 1.2~3.0에서 효과가 있었는데 숙은 사과는 pH 1.2에서 71~80%, pH 3.0에서 45~55%이었으며 숙은 배는 pH 1.2에서 61~63%, pH 3.0에서 36~37%이었으나 숙은 복숭아는 pH 1.2에서 0~10%, pH 3.0에서 12~13%으로 가장 낮았다. 이상의 결과는 박 등(15)의 결명자 추출물과 김 등(16, 17)의 해조류와 야채 추출물의 아질산염 소거작용에서 pH 의존성이 매우 커 pH가 낮을수록 아질산염 소거능이 크다는 보고와 일치되는 경향이였다.

Table 9. Nitrite scavenging activity of thinned fruit (%)

Fruits	Thinned time	pH		
		1.2	3.0	6.0
Apple	First	80	55	12
	Second	71	45	16
Pear	First	63	36	4
	Second	61	37	2
Peach	First	10	12	5
	Second	0	13	11

Tyrosinase 활성 저해능

숙은 과실의 피부 미백 화장품 소재로 이용 가능성을 검토하고자 갈변색소 멜라닌 생성효소인 tyrosinase 저해 활성을 조사하였다. Table 10과 같이 숙은 과실즙의 버섯 유래 tyrosinase 저해 활성은 배가 61.0~89.4%로 가장 높고 다음으로 복숭아가 57.3~60.1%로 50%이상의 높은 저해능을 가진 것으로 나타났다. 사과에서는 전혀 활성이 나타나지 않아 기존의 문헌(13,18)에서 보고된 바와 같이 이들 원료 자체의 tyrosinase 활성이 높거나 효소활성을 촉진시키는 물질이 존재할 것으로 추정되었다.

이상의 결과는 숙은 과실의 식품첨가물용 기능성 소재로의 가능성을 시사해 주었고 여성의 기미 또는 노인성 흉반을 억제하는 화장품 제조 원료로 사용할 수 있는 가능성을 보여 주었다.

Table 10. Tyrosinase inhibitory activity(TIA) of thinned fruit (%)

Fruits	Apple		Pear		Peach		
	Thinned time	First	Second	First	Second	First	Second
TIA(%)		0	0	61.0	89.4	60.1	57.3

요 약

숙은 과실의 일반성분은 완숙과실 보다 조단백질, 조지방,

회분함량이 높았으나 탄수화물 함량은 낮았다. 무기물 함량은 Ca > Mg > P > Na > K > B 순이었다. 중금속 중 As, Cd, Cr, Hg는 검출되지 않았고 Ge, Mo, Ni, Pb 등은 극 미량이었다. 유기산은 tartaric acid, citric acid, malic acid, succinic acid 등이 검출되었으나 숙은 배는 citric acid가 검출되지 않았다. 유리당은 glucose, fructose, sucrose 등이 검출되었으나 숙은 사과는 sucrose 가 검출되지 않았다. 식이섬유 함량은 불용성 식이섬유가 수용성 식이섬유 보다 높았다. DPPH법에 의한 항산화 효과는 사과 추출액이 RC₅₀ 81.2~85.2 μl/mL로 가장 활성이 높았고 아질산염 소거능은 반응 pH 1.2에서 숙은 사과와 배 추출액이 각각 80%와 63%로 우수한 효과가 있었으며, tyrosinase 저해 활성은 배 추출액이 61.0~89.4%로 가장 높았다.

참고문헌

1. 최경주, 정순주 (2001) 호남지역 원예산업 현황과 발전 방향. 한국원예학회 호남지부 창립기념 세미나 요약집, 105-111
2. Hong, C., Holtz B.A., Morgan D.P., Michailides T.J. (1997) Significance of thinned fruit as a source of the secondary inoculum of *Monilinia fructicola* in California nectarine orchards. *Plant Disease*, 81, 519-524
3. 박용곤 (2000) 사과 미숙과의 활용도 증진 연구. 현장에 로기술개발사업 연구성과보고서
4. 김영찬, 정신교 (1998) 사과의 낙과 및 적과로부터 분리한 APE(Apple Polyphenol Extract)의 기능. 한국식품과학회 제61차 학술발표회 초록집, Seoul, Korea
5. 이정준, 김창식, 김성훈, 허철성, 백영진 (1999) 열처리 조건에 따른 애사과의 polyphenol 함량 변화. 한국식품과학회지, 31, 147-152
6. 윤석영, 김성훈, 정해림, 이정준, 허철성, 백영진 (2000) 애사과 추출물의 총치억제 효과. 한국식품과학회지, 32, 168-173
7. 강경진, 김장현, 신광순 (1999) 미숙과실의 보체계 활성 화능의 검토 및 화학적 특성. 한국식품과학회 제62차 학술발표회 초록집, Seoul, Korea
8. AOAC (1995) Official Methods of Analysis, 16th ed., Association of Official Chemists, Washinton, D.C.
9. 김태량, 황해정, 윤광로 (1996) 한국산 사과와 사과주스의 무기질 함량. 한국식품과학회지, 28, 90-98
10. 최재수, 이지훈, 박해진, 양한숙, 문숙임 (1993) Screening for antioxidant activity of plants and marine algae and its active principles from *Prunus davidiana*. 한국생약학회지, 24, 299-302
11. 김선봉, 이동호, 염동민, 박진우, 도정룡, 박영호(1988) Glucose-아미노산계 Maillard 반응생성물의 아질산염 소거작용. 한국식품과학회지, 20, 453
12. 정승원, 이남경, 김석중, 한 대석 (1995) Tyrosinase 활성을 저해하는 식물체의 탐색. 한국식품과학회, 27, 891-896
13. 정승원, 한대석, 김석중, 전문진 (1996) 버섯 배지를 이용한 tyrosinase 저해제 발효. 한국응용미생물학회, 24, 227-233
14. 정금주 (2001) 식품성분분석표. 농촌진흥청, Suwon, Korea. p168-171
15. 박범기, 이태기, 김외경, 도정룡, 여생규, 박영호, 김선봉 (1995) 결명자 추출물의 아질산염 소거인자의 특성. 한국식품과학회지, 27, 124-128
16. 김동수, 안방원, 염동민, 이동호, 박용호, 김선봉 (1987) 천연식품 성분에 의한 발암성 니트로사민 생성인자 분해작용 1. 야채 추출물의 아질산염 분해 작용, 한국수산학회지, 20, 463-468
17. 김선봉, 안방원, 염동민, 이동호, 박용호, 김동수 (1987) 천연식품 성분에 의한 발암성 니트로사민 생성인자 분해작용 2. 해조 추출물의 아질산염 분해 작용, 한국수산학회지. 20, 469-473
18. Satjawatcharaphong, C., Rymal, K.S., Dozierjr, W.A. and Smith, R.C. (1983) Polyphenol oxidase system in Red Delicious apple. *J. Food Sci.* 48, 1879~1881

(접수 2002년 9월 5일)