

양파착즙박과 양파를 이용한 압출스낵의 제조 및 품질특성

기해진 · 박양균

목포대학교 식품공학과 및 식품산업기술연구센터

Preparation and Quality Properties of Extruded Snack using Onion Pomace and Onion

Hae-Jin Kee and Yang-Kyun Park

Department of Food Engineering and Food Industrial Technology Research Center,
Mokpo National University

Abstract

To use onion pomace produced from concentrated onion juice processing, dried onion pomace or dried onions were mixed with corn grits at levels of 10, 20, and 30% and were extruded in a twin-screw extruder. Quality properties of extruded onion snack were investigated. Low-lignin dietary fiber of dried onion pomace was approximately 2 times higher than that of dried onion. Browning increased with increasing onion content. Reducing sugar and free sugar in onion snack showed high content by increasing onion concentration and the majority of free sugar consisted of glucose and fructose. Flavonoid in control snack was not detected and the flavonoid content containing quercetin and quercetin glycosides was about 50% less in onion pomace snack than in onion snack. Sensory evaluation of onion snack containing 10% concentration of dried onion pomace or dried onion indicated the products were acceptable in overall eating-quality.

Key words : onion, snack, onion pomace, extruder, quality properties, quercetin

서 론

양파는 배합과에 속하는 다년초로서 향신료 및 조미료로 많이 사용되는 채소이다⁽¹⁾. 양파에는 quercetin 관련물질과 함유황성분 등이 함유되어 있어서 강력한 항산화 작용, 콜레스테롤 저하, 알러지 반응억제, 혈액순환 증가 등으로 건강에 도움이 된다고 보고되어 있다⁽²⁻⁵⁾. 국내 총 양파생산 중 전라남도는 40% 이상을 차지하고 있고⁽⁶⁾ 계절적으로 일찍 수확되고 저장기간의 제한성이 있기 때문에 양파의 가공, 저장방법이 필요한 실정이다. 이의 방안으로 양파농축액을 제조하는데 많은 양의 양파박이 발생된다. 강 등⁽⁷⁾은 양파박에 quercetin 관련물질이 상당량 함유되어 있다고 보고하였다. 유럽의 경우, 해마다 양파폐기물이 450,000톤 이상 생산되며 강한 냄새 때문에 사료로도 부적합하여

땅에 매립하여 처리하는데 많은 비용이 들고 있다⁽⁸⁾. 양파박과 같은 폐기물에는 함유황성분, flavonoids, fructo-oligosaccharide 뿐만 아니라 가용성 식이 섬유소 등이 많이 존재한다고 보고되어 있으므로⁽⁸⁾, 이를 식품 가공용 소재로 이용할 수 있다. 쌀, 옥수수가루, 옥수수전분, 수수, 감자 및 기타 곡류 등을 원료로 하여 압출성형한 제품에 관한 연구 등⁽⁹⁻¹²⁾은 많이 보고되어 있고, 양파를 이용한 스낵제품은 국내외에 존재하나 이에 관한 연구보고는 없는 실정이다. 현재까지 국내에서는 양파를 이용한 제품으로 양파깡, 양파링 등의 유탄처리스낵이 판매되고 있는데 약 15% 이내의 양파를 함유하고 있다. 본 연구에서는 양파농축액의 제조과정 중 폐기되는 양파박과 양파건조물을 육분과 혼합하여 쌍축 압출성형기로 양파스낵을 제조하고, 품질특성을 조사하여 양파박 건조물을 이용한 압출양파스낵의 제조 가능성을 연구하였다.

Corresponding author : Yang-Kyun, Park, Department of Food Engineering, Mokpo National University, 61 Dorim-ri, Chonggye-myon, Muan-gun, Chonnam 534-729, Korea
Tel : 82-636-450-2422
Fax : 82-636-454-1521
E-mail : ykpark@chungkye.mokpo.ac.kr

재료 및 방법

재료

양파는 무안에서 재배되어 0°C 저온창고에 저장중인 천주황 품종을 무안양념채소영농조합에서 구입하여 사용하였다. 옥분(corn grits, 80 mesh)은 (주)신동방(한국)에서 구입하여 사용하였다.

건조양파착즙박과 건조양파 제조 및 Extrudate sample의 조제

건조양파는 양파의 껍질을 벗긴 후 구근의 줄기와 뿌리 부분을 제거하고 세척한 다음 3~4 mm 두께로 절단하여 50°C 건조기에서 건조하였다. 건조양파박은 양파농축액을 제조한 후 남은 부산물을 압착기에 넣고 여분의 수분을 제거한 다음 50°C 건조기에서 건조하였다. 수율은 생양파로부터 건조양파박 및 건조양파를 얻은 양을 백분율로 표시하였다. 위와 같이 건조한 양파를 분쇄기(Food mixer, FM-680T, 한일, 한국)로 마쇄한 후 입자크기가 30 mesh가 되도록 하고, 이를 옥분에 0%, 10%, 20%, 30%로 첨가하여 압출성형하였다. 이때 압출용 재료혼합물의 수분함량은 14%로 조절하였다.

Extrusion 조건

Extruder는 실험실용 쌍축 동방향 압출성형기(corotating twin screw extruder, 백상기계, Model THK 31T, 한국)로 스크류 직경은 31 mm, L/D비는 22, 사출구(die) 직경은 4 mm인 원형(circular type)을 이용하였고 스크류 배열은 high-shear screw를 이용하였다. 원료사입부에 수분을 주입하였으며 바렐온도는 0.5 kW 전열기를 사용하여 가열하였고 사출구 직전의 바렐에 냉각수를 통과시켜 수분에 의한 팽화가 발생하지 않도록 하였다. 원료사입속도는 0.13 kg/min, 스크류의 회전속도는 250 rpm이었으며 계량부위의 온도는 133°C로 유지하였다.

갈변도

갈변도는 Hendel 등⁽¹³⁾의 방법을 일부 수정하여 분석하였다. 즉, 시료 0.1 g을 50 mL 원심분리관에 넣고 55% ethanol 10 mL를 가하여 35°C의 shaking incubator에 넣어 150 rpm으로 2시간 교반하여 추출한 다음 Whatman No. 1 여과지로 여과한 후 420 nm에서 흡광도를 측정하여 갈색도로 나타내었다.

식이섬유 함량 측정

식이섬유함량은 Van Soest와 Wine⁽¹⁴⁾의 acid detergent fiber(ADF)법을 사용하여 정량하였고, lignin 함량은 72% 황산용액으로 digestion 후 잔사를 500°C에서 3시간 동안 회화시킨 후 그 손실량으로 하였으며, cellulose함량은 ADF와 ADL(acid detergent lignin)의 차이로 나타냈다.

당분석

총당은 시료 0.025 g을 취하여 증류수 250 mL로 정용한 후 200 rpm에서 30분 동안 shaking하고 원심분리(5,000 rpm, 15 min)한 다음 상등액을 phenol-sulfuric acid 법⁽¹⁵⁾으로 측정하였다. 표준물질은 maltose를 사용하였다. 환원당은 시료 2 g을 100 mL 용량플라스크에 넣고 증류수로 정용하여 30분 동안 교반한 다음 원심분리한 상등액을 취하여 Somogyi변법⁽¹⁶⁾으로 정량하였다. 유리당은 시료 10 g을 500 mL 둥근바닥 flask에 넣고 70°C 수욕상에서 환류 냉각시키면서 80% 에탄올 용액 200 mL로 2회 추출하였다. 침전물을 제거하기 위해서 추출액을 감압여과(Whatman, No. 2)하였다. 여과액을 40°C에서 감압농축하여 100 mL로 정용하여 0.45 µm membrane filter로 여과한 후 이온크로마토그래피(Ion Chromatography, DX-500 system, Dionex Co., U.S.A.)로 다음과 같은 조건에서 정량하였다. Column은 CarboPacTM PA-10(4×250 mm), 용매는 200 mM NaOH와 증류수를 이용하여 step gradient로 분석하였으며 유속은 1.0 mL/min, detector는 integrated pulsed amperometric detector를 사용하였다.

Flavonoid정량

Flavonoid 추출은 Park과 Lee의 방법⁽¹⁷⁾에 준하여 실시하였다. 즉, 각 처리구의 시료 2 mL를 Sep-Pak C₁₈ cartridge에 loading 한 후 2 mL의 HPLC용 혼합용매인 methanol : acetic acid : water(75 : 5 : 20)로 용출하여 Millipore 0.45 µm filter를 통과시킨 후 HPLC(Jasco, Japan)로 분석하였다. Column은 CrestPak C₁₈S(4.6 mm × 150 mm), sample loop는 20 µL, 유속은 1 mL/min로 5% acetic acid(80%→0%)와 methanol(20%→100%)을 이용하여 25분 동안 gradient system으로 UV/VIS detector 372 nm에서 flavonoid 성분을 분석하였다.

관능검사 및 통계처리

관능검사는 식품공학과 대학원생 및 학부생 15명을 대상으로 양파스넥의 외관, 색, 냄새, 맛, 경도, 부서짐성, 점착성 및 전체적인 기호도에 대해 5점으로 평가하였다. 통계처리는 Window용 SPSS⁽¹⁸⁾를 이용하여 일

원배치 분산분석으로 검사한 후, Duncan's 다중비교법을 $p < 0.05$ 수준에서 하였다.

결과 및 고찰

수율

양파즙과 양파박의 수율은 각각 71% 및 29%였으며, 양파박 건조물은 생양파의 3.65%였다. 반면에 생양파를 얇게 slice하여 건조한 수율은 8.43%로 건조양파박보다 약 2.3 배 이상 높았다. 절단하여 건조한 양파 10%를 옥분에 첨가하여 제조한 양파스낵 100g 중에는 생양파 119g이 함유되어 있다(포 생략). 건조양파 착즙박 10%를 첨가하여 만든 양파스낵 100g 중에는 생양파 274g과 양파착즙박 79.5g에 해당된다. 즉, 양파주스나 양파농축액의 제조중에 발생하는 양파박을 산업적으로 식품첨가물로 이용할 수 있을 것으로 생각된다.

갈변도

건조양파의 함량에 따른 양파스낵의 갈변도는 Fig. 1과 같다. 양파착즙박 스낵과 양파스낵의 갈변도는 대조군보다 높았고 특히, 양파의 첨가량이 증가할수록 갈변도가 증가하는 경향을 나타냈는데 양파를 20% 이상 첨가하였을 때 그 경향이 두드러졌다. 이와 같은 결과는 색도측정의 적색도와 같은 경향을 나타내는 것으로써 양파스낵이 대조군보다 갈변도가 높은 것은 양

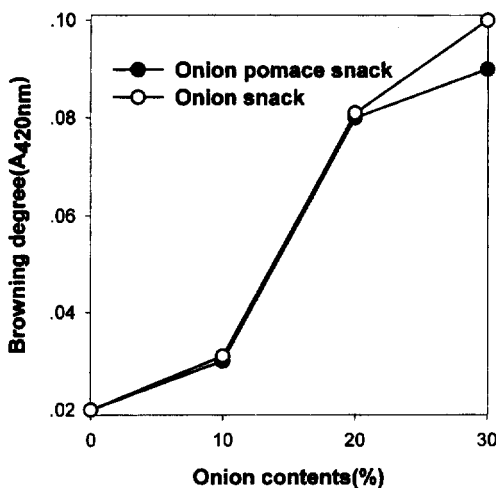


Fig. 1. Effect of concentration of dried onion pomace and dried onion on browning degree of extruded onion snack. Onion pomace snack and onion snack were extruded with corn grits containing 0~30% dried onion pomace and dried onion, respectively.

Table 1. Dietary fiber composition of the extruded onion snack (unit : %²⁾)

Sample ¹⁾	Acid detergent fiber	Lignin	Cellulose
Corn grits	2.00	0.75	1.25
Dried onion pomace	22.85	1.03	21.82
Dried onion	9.77	0.74	9.02
Control snack	2.43	0.57	1.86
Snack OP10	4.54	0.61	3.93
Snack OP20	6.37	1.26	5.12
Snack OP30	7.06	1.20	5.86
Snack O10	3.29	0.69	2.60
Snack O20	3.88	1.04	2.84
Snack O30	4.67	1.27	3.40

¹⁾Control snack; Snack extruded with corn grits only
 Snack OP10; Onion snack extruded with corn grits containing 10% dried onion pomace
 Snack OP20; Onion snack extruded with corn grits containing 20% dried onion pomace
 Snack OP30; Onion snack extruded with corn grits containing 30% dried onion pomace
 Snack O10; Onion snack extruded with corn grits containing 10% dried onion
 Snack O20; Onion snack extruded with corn grits containing 20% dried onion
 Snack O30; Onion snack extruded with corn grits containing 30% dried onion

²⁾% dry mater basis

파중에 존재하는 당이 압출과정중에 카라멜화에 의한 갈색화의 영향 때문으로 생각된다. 갈변도 측정시에 55% 에탄올 용액을 사용한 이유는 예비실험시에 대조군 스낵의 경우, 증류수로 수용성 색소의 추출시에 불용성 물질의 방해로 대조군 스낵의 갈변도를 정확히 측정할 수 없었기 때문이었다. Hendel 등⁽¹³⁾은 신선하게 건조한 양파의 갈변도가 390 nm에서 0.18이었다고 보고하였는바, 본 실험결과보다 높았는데 이는 양파의 품종 및 추출용매, 측정범위 등의 차이로 생각된다.

식이 섬유소 함량

양파스낵의 식이섬유소, lignin 및 cellulose 함량 측정결과는 Table 1과 같다. 양파착즙박의 acid detergent fiber(ADF)는 22.85%로 건조양파의 9.77%보다 약 2.3 배 섬유소가 많았으며, lignin은 0.74~1.03%로 적게 함유되어 있었다. 양파착즙박스낵이 양파스낵보다 cellulose를 포함한 ADF값이 비교적 높았고, 양파의 첨가량이 증가할수록 ADF 값이 증가하는 경향을 나타냈다. 조섬유 함량과 식이 섬유소 함량이 각각 6.40% 및 9.77%였으나, Lee와 Lee⁽¹⁹⁾는 조섬유가 건물기준으로 4.86%, Prosky방법으로 측정된 식이 섬유소는 14.83%

Table 2. Contents of total sugar and reducing sugar in extruded onion snack treated with various onion contents (unit: %)

Sample	Total sugar	Reducing sugar
Control snack	50.30	0.59
Snack OP10	41.11	2.17
Snack OP20	32.64	2.81
Snack OP30	30.01	4.74
Snack O10	44.72	2.81
Snack O20	22.61	4.97
Snack O30	21.58	6.05

¹⁾See Table 1, footnote

로 본 실험결과보다 식이섬유소 함량이 높은 것은 측정방법의 차이로 생각된다. 양파착즙박을 이용하여 제조한 스낵은 섬유소를 임의적으로 첨가하여 제조한 시중의 양파스낵보다도 많은 섬유소를 천연적으로 함유하고 있어서 기능성 건강식품으로 활용할 가치가 있는 것으로 사료된다.

당분석

양파스낵의 총당과 환원당은 Table 2와 유리당은 Table 3과 같다. 대조군의 총당은 50.30%로 21.58~44.72%의 양파스낵보다 많았는데 이는 옥분의 탄수화물 함량이 양파보다 많은 원료상의 이유로 생각된다. 양파스낵의 총당은 양파의 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. 환원당은 대조군 스낵에서 0.59%로 낮았지만 양파스낵은 2.17~6.05%로 크게 증가하였

는데 이는 양파에 존재하는 당의 영향 때문으로 생각된다. 대조군에 비해 양파스낵의 유리당은 양파의 함량이 증가할수록 모든 당들이 증가하는 경향을 나타냈다. 대조군에 함유된 유리당 함량은 glucose, sucrose, fructose, lactose순으로 높았고, 양파스낵은 glucose가 318.69~344.86 mg%로 가장 높았고, 다음으로 fructose가 202.52~240.13 mg%로 높았다. 그 이외에 galactose, mannose의 6 탄당류와 lactose, maltose의 이당류가 소량 존재하였다. 건조양파 첨가량이 증가할수록 양파스낵의 환원당이 증가하였던 결과와 유리당의 결과는 일치하였다. 양파스낵의 경우 sucrose가 검출되지 않았으나, Suh 등⁽²⁰⁾은 국내산 양파에서 fructose, glucose 및 sucrose가 측정되었다고 보고한 결과와 상이하였는바, 이는 유리당 추출방법과 제품의 가공(extrusion)에 의한 재료의 차이로 생각된다.

Flavonoid 함량

건조양파 및 건조양파박의 함량을 달리하여 제조한 양파스낵의 flavonoid 함량은 Table 4와 같다. 옥분으로만 제조한 스낵은 flavonoid가 검출되지 않았고, 양파를 첨가한 스낵의 경우 양파의 첨가량이 증가할수록 flavonoid 함량은 증가하였다. 건조 양파착즙박을 첨가하여 만든 스낵의 총 flavonoid 함량은 28.07~80.20 mg%이었으며, 건조양파로 제조한 양파스낵의 총 flavonoid 함량은 60.60~177.50 mg%로 약 2.2배 많았고 양파 첨가량이 증가할수록 flavonoid 함량은 많아졌

Table 3. Contents of free sugar in extruded onion snack treated with various onion contents (unit: mg%)

Sample ¹⁾	Galactose	Glucose	Mannose	Fructose	Sucrose	Lactose	Maltose	Total
Control snack	5.21	98.40	0.00	22.70	23.68	8.53	2.88	161.40
Snack OP10	19.23	324.35	36.55	212.01	0.00	8.77	2.35	603.26
Snack OP20	20.30	323.76	34.87	218.15	0.00	21.52	18.03	636.63
Snack OP30	22.27	344.86	34.29	240.13	0.00	34.52	19.59	695.46
Snack O10	14.59	318.69	17.29	202.52	0.00	8.20	10.19	571.58
Snack O20	17.83	333.89	21.85	225.17	0.00	8.70	14.56	622.00
Snack O30	18.70	335.51	30.35	239.96	0.00	15.46	17.35	657.33

¹⁾See Table 1, footnote

Table 4. Contents of flavonoid in extruded onion snack treated with various onion contents (unit: mg%)

Sample ¹⁾	QDG	Ru	QMG	IMG	Q	Total
Control snack	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Snack OP10	6.33	0.00	15.12	1.65	4.97	28.07
Snack OP20	13.41	0.81	32.15	3.13	14.32	63.82
Snack OP30	17.76	1.23	40.08	3.88	17.25	80.20
Snack O10	36.35	0.64	19.24	2.43	1.94	60.60
Snack O20	66.39	1.72	34.87	4.17	3.96	111.11
Snack O30	100.48	2.51	61.65	8.20	4.66	177.50

¹⁾See Table 1, footnote. QDG; quercetin diglucoside, QMG; quercetin monoglucoside, Q; quercetin, Ru; rutin, IMG; isorhamnetin monoglucoside, Total; QDG+Ru+QMG+IMG+Q

Table 5. Sensory evaluation¹⁾ in extruded onion snack treated with various onion contents

Sample ²⁾	Item ³⁾	Apperance	Color	Odor	Taste	Hardness	Brittleness	Adhesiveness	Overall eating quality
Control snack		4.33 ^{2z)}	4.33 ^d	3.07	1.80 ^a	4.07 ^c	1.80 ^a	4.07 ^b	2.00 ^a
Snack OP10		3.73 ^c	3.53 ^b	3.40	3.00 ^c	3.27 ^{abc}	3.47 ^b	1.93 ^a	3.20 ^c
Snack OP20		2.53 ^a	3.13 ^b	3.27	2.13 ^{ab}	3.27 ^{abc}	3.93 ^b	2.07 ^a	2.80 ^{bc}
Snack OP30		3.13 ^b	2.67 ^a	3.07	2.33 ^{abc}	3.47 ^{bc}	3.53 ^b	2.53 ^a	2.67 ^{abc}
Snack O10		3.73 ^c	3.93 ^c	3.20	2.93 ^c	2.53 ^a	3.80 ^b	2.20 ^a	3.27 ^c
Snack O20		2.47 ^a	3.13 ^b	3.20	2.73 ^{bc}	3.07 ^{ab}	3.53 ^b	2.13 ^a	2.87 ^c
Snack O30		2.27 ^a	2.67 ^a	3.13	2.07 ^{ab}	3.33 ^{abc}	3.53 ^b	2.13 ^a	2.13 ^{ab}
F-value		18.40*	20.62*	0.53	3.68*	3.20*	7.16*	7.74*	4.55*

¹⁾Different alphabets in same column indicate statistically significant difference($p < 0.05$) between the mean value.

²⁾See Table 1, footnote

³⁾Sensory score scales; 1(extremely dislike or weak)-5(extremely like or strong)

다. 즉, 본 실험에서는 양파착즙 후 양파박에 약 50%의 많은 양의 quercetin 물질과 관련배당체가 남아있었고, 강 등⁽⁷⁾은 3종의 quercetin 관련물질이 양파박에 37.4% 정도 남아있다고 보고한 결과와 유사하였다. 그러나, flavonoid 성분 중 quercetin은 건조양파스넥보다 양파착즙박 스넥에서 약 2.5~3.7배 많았고 quercetin diglucoside는 상대적으로 적었다. Henning⁽²¹⁾은 flavonoid glycosides가 물에 더 잘 녹고 flavonoid aglycones은 methanol에 더 잘 녹는다고 보고한 결과로 미루어볼 때 quercetin은 물에 녹지 않는 특성으로 양파착즙과정 중 quercetin이 양파즙보다는 양파박에 잔존하여 그 함량이 높은 것으로 생각된다. 생양파에는 quercetin과 quercetin glycoside로 많이 존재하므로 산기수분해하여 유리되는 quercetin 함량을 총 quercetin으로 나타낸다. 생양파의 총 quercetin 함량은 양파의 품종, 수확시기, 토양의 형태 등에 따라 차이가 나타나는데⁽²²⁾, Crozier 등⁽²³⁾은 red onion의 경우 201 µg/g fresh weight라고 보고하였다.

관능검사

양파스넥의 관능검사결과는 Table 5에 나타난 바와 같이 건조양파착즙박 및 건조양파로 만든 양파스넥은 첨가물의 농도가 10% 였을 때 전체적인 기호도면에서 대조군과 비교하였을 때 비교적 높은 평가를 받았다. 전체적인 기호도에 영향을 끼치는 요인은 맛과 향 및 단단함, 부서짐성, 부착력 등의 조직감인 것으로 생각된다. 대조군의 경우 외관 및 색깔이 다른 시료에 비해 가장 좋은 평가를 받았지만 맛과 단단함에서는 가장 낮은 점수를 받았기 때문에 전체적인 기호도면에서 가장 나쁜 평가를 받은 것으로 사료된다.

양파농축액의 제조시에 부산물로 생기는 양파착즙박을 이용하고자 건조양파착즙박 또는 건조양파를 육분과 여러 농도(10, 20, 30%)로 혼합하여 쌍축압출성형기를 이용하여 양파스넥을 제조하고 그 특성을 조사하였다. 양파착즙박은 건조양파보다 식이섬유소 함량이 약 2배 가량 높았고 lignin이 적은 식이섬유소였다. 갈변도는 양파의 첨가량이 증가할수록 높아졌다. 양파스넥의 환원당과 유리당은 양파의 첨가량이 많을수록 높게 나타났고 주된 유리당은 glucose와 fructose였다. 대조군 스넥의 flavonoid는 검출되지 않았고 양파박 스넥에는 quercetin과 관련배당체의 flavonoid 함량이 양파스넥과 비교할 때 약 50% 정도 존재하였다. 양파착즙박과 건조양파의 첨가량이 10%인 양파스넥의 경우 다른 농도의 처리구보다 관능검사결과 비교적 좋은 평가를 받았다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 지정 목포대학교 식품산업 기술연구센터(RRC-FRC)의 지원에 의하여 연구되었으며 이에 감사드립니다.

문헌

- Sharma, K.K., Chowdhury, N.K., Sharma, A.L. and Misra, M.B. Studies on hypocholestraemic activity of onion. I. Effect on serum cholesterol in alimentary lipaemia in man. *Ind. J. Nutr. Dietet.* 12: 288-291 (1975)
- Hertog, M.G.L., Feskens, E.J.M., Hollman, P.C.H. and Kromhout, D. Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease. The Zutphen elderly study. *Lancet.* 342: 1007-1011 (1993)
- Jurdi-Haldeman, D., MacNeil, J.H. and Yared, D.M.

요약

- Antioxidant activity of onion and garlic juice in stored cooked ground lamb. *J. Food Prot.* 50: 411-413 (1987)
4. Jain, R.C., Vyas, C.R. and Mahatma, O.P. Hypoglycemic action of onion and garlic. *Lancet.* 29: 1491 (1973)
 5. Middleton, E.Jr., Drzeqiecki, G. and Krishnarao, D. Quercetin; an inhibitor of antigen-induced human basophil histamine release. *J. Immunol.* 127: 546-550 (1981)
 6. Kim, Y.J. Strategies to develop onions as a money-making vegetable. In the international symposium on the utilization and processing of onions. Paper presented at 3rd international symposium. Food Industrial Technology Research Center, Mokpo National University, Muan, Chonnam, Korea, pp. 1-15 (1997)
 7. Kang, S.K., Kim, Y.D., Hyun, K.H., Kim, Y.W., Song, B.H., Shin, S.C. and Park, Y.K. Development of separating techniques on quercetin-related substances in onion (*Allium cepa* L.). 1. Contents and stability of quercetin-related substances in onion. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 27: 682-686 (1998)
 8. Lecain, S., Ng, A., Parker, M.L., Smith, A.C. and Waldron, K.W. Modification of cell-wall polymers of onion waste. Part I. Effect of pressure-cooking. *Carbohydr. Polym.* 38: 59-67 (1999)
 9. Mercier, C. and Feillet, P. Modification of carbohydrate components by extrusion-cooking of cereal products. *Cereal Chem.* 52: 283-297 (1975)
 10. Coulter, L.A. and Lorenz, K. Extruded corn grits-quinoa blends. I. Proximate composition, nutritional properties and sensory evaluation. *J. Food Proc. Preserv.* 15: 231-242 (1991)
 11. Anderson, R.A., Conway, H.F., Pfeifer, V.F. and Griffin, E.L.Jr. Roll and extrusion-cooking of grain sorghum grits. *Cereal Sci. Today* 14: 372-375, 381 (1969)
 12. Aguilera, J.M., Rossi, F., Hiche, E. and Chichester, C.O. Development and evaluation of an extrusion textured peanut protein. *J. Food Sci.* 45: 246-250, 254 (1980)
 13. Hendel, C.E., Bailey, G.F. and Taylor, D.H. Measurement of nonenzymatic browning of dehydrated vegetables during storage. *Food Technol.* 4: 344-347 (1950)
 14. Van Soest, P.J. and Wine, R.H. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituent. *J. AOAC.* 50: 50-53 (1967)
 15. Ju, H.K., Cho, K.Y., Park, C.K., Cho, K.S., Chae, S.K. and Ma, S.C. *Food Analysis*, Yourimmunhaw Press, pp. 263-264 (1995)
 16. Chung, D.H. and Jang, H.K. *Food Analysis*, Samjungdang Press, pp. 129-131 (1982)
 17. Park, Y.K. and Lee, C.Y. Identification of isorhamnetin 4'-glycoside in onions. *J. Agric. Food Chem.* 44: 34-36 (1996)
 18. Jung, C.Y. and Choi, L.K. *Statistical analysis using SPSSWIN*, 3rd ed. Muyok Koungyong Press, Korea, pp. 311-323 (1998)
 19. Lee, K.S. and Lee S.R. Analysis of dietary fiber content in Korean vegetable foods. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 25: 225-231 (1993)
 20. Suh, H.J., Chung, S.H., Son, J.Y., Son, H.S., Cho, W.D. and Ma, S.J. Preparation of onion hydrolysates with enzyme. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 25: 786-790 (1996)
 21. Henning, W. HPLC determination of flavonol glycosides present in plums, cherries, peaches, and apricots. Ph.D. Dissertation, University of Hannover, Federal Republic of Germany (1980)
 22. Patil, B.S., Pike, L.M. and Hamilton, B.K. Changes in quercetin concentration in onion (*Allium cepa* L.) owing to locations, growth stage and soil type. *New Phytol.* 130: 349-355 (1995)
 23. Crozier, A., Lean, M.E.J., McDonald, M.S. and Black, C. Quantitative analysis of the flavonoid content of commercial tomatoes, onions, lettuce, and celery. *J. Agric. Food Chem.* 45: 590-595 (1997)

(1999년 8월 6일 접수)