

γ -Oryzanol의 첨가가 저장 중 약과 품질에 미치는 영향

우정민 · 양차범 · 이재환¹ · 안영순² · 이현규*

한양대학교 식품영양학과, ¹서울산업대학교 식품공학과, ²식품의약품안전청 식품안전과

Effects of γ -Oryzanol Addition on the Quality of *Yackwa* during Storage

Jeong Min Woo, Cha Bum Yang, Jae Hwan Lee¹, Yeong-Sun An², and Hyeon Gyu Lee*

Department of Food and Nutrition, Hanyang University

¹Department of Food Science and Technology, Seoul National University of Technology

²Food Safety Division, Korea Food & Drug Administration

Effects of γ -oryzanol (0.0, 0.1, 0.5, 1.0, 2.0%) addition on physical and chemical properties of *yackwa* were determined during storage for 6 weeks at 30°C. Acid, peroxide, and thiobarbituric acid (TBA) values, color, texture, fatty acid compositions, hexanal content, and rancid flavor of *yackwa* were measured. Acid, peroxide, and TBA values, and hexanal contents of γ -oryzanol-treated groups were significantly lower than those of groups without γ -oryzanol treatment after 6 week ($p < 0.05$) and showed concentration-dependency, while no significant differences were observed in colors ($p > 0.05$). Effects of γ -oryzanol on textural characteristics were not consistent. As storage time increased, ratio of unsaturated fatty acids to saturated fatty acids of γ -oryzanol-added groups was higher than that of groups without γ -oryzanol addition. Addition of γ -oryzanol was effective in decreasing hexanal formation. Sensory evaluation showed rancid odor decreased with increasing concentration of γ -oryzanol. These results suggested γ -oryzanol, as a natural antioxidant, delayed quality decrease of *yackwa* during storage.

Key words: γ -oryzanol, *yackwa*, rancidity, storage

서 론

대한민국의 대표적인 전통 음식인 한과는 주로 후식으로 먹는 과자류로 각종 행제, 무의, 계절에 따라 즐기는 계절식 등에 사용하는 전통음식이다(1). 이러한 한과류는 그 쓰이는 재료 및 제조방법에 따라 여러 가지로 분류되는데 그 중 유밀과에 속하는 약과는 통일신라시대부터 성행하여 조선시대까지 차에 곁들이는 음식으로, 혼례나 제례 등의 행사나 명절음식으로 애용되어 온 대표적인 한과이다. 약과는 밀가루에 꿀과 참기름을 섞어서 반죽하여 일정한 모양으로 만들어 기름에 튀기고 다시 꿀에 집청한다(2). 약과는 영양가가 매우 좋고 고급스러운 전통음식이지만 최근 식생활의 변화에 의해 식품의 기호도가 변하고 이에 따라 서양과자의 소비는 증가하는 반면 약과의 소비는 줄어들고 있는 실정이며 튀김 유지의 산패 때문에 저장성에 큰 문제가 대두되고 있다.

약과는 제조방법 및 조건에 따라 다르지만 지방함량이 20-

30%(3)로 지방이 다량 함유되어 있는 고지방 및 고열량 식품이다. 지방함량이 많은 약과는 튀기는 과정 중에 지방의 가열산화 및 가열중합이 일어나고, 저장기간 중에는 산소에 의한 자동산화가 일어나는 등 유지의 산패가 우려되며(4,5) 이는 약과의 저장 안정성에 영향을 미치게 되어 결국 품질을 저하시키게 된다(6). Yum(7)은 약과 저장에 있어서 지방 산화에 관한 연구에서 5°C와 40°C에서 상대습도를 달리하여 약과를 저장한 결과 5°C 저장 시, 습도가 유지 산패에 영향을 미치지 않으나, 40°C 저장 시는 저장기간이 3주 경과 후부터 산가(acid value)가 증가한다고 보고하였다. Park(8)은 약과 저장 중 산패와 물성 변화에 관한 연구에서 집청과 생강즙 첨가가 약과 저장 시 지질 산패 억제에 효과가 있으며 생강즙의 첨가에 의한 약과의 물성에는 큰 영향을 미치지 않음을 보고하였다. 약과의 저장성에 관한 연구로는 Lee 등(9)의 참쌀가루를 첨가한 약과의 특성 및 저장성, Kim과 Yun(3)의 마이크로웨이브 열처리 및 경화튀김유가 약과의 저장 안정성에 미치는 영향, Kim과 Chung(10)의 키토산 함유 기능성 첨가제가 약과의 품질에 미치는 영향, Min 등(11)의 약과의 산패에 미치는 튀김기름 및 저장조건의 영향, Han 등(12)의 대두유, 면실유 및 미강유로 튀긴 약과의 저장성에 관한 연구 등이 보고되었다. 그러나 약과의 저장성을 향상시키기 위한 항산화제 첨가에 대한 연구는 아직 미비하며, 충분한 screening 또한 부족한 실정이다.

*Corresponding author: Hyeon Gyu Lee, Department of Food and Nutrition, Hanyang University, 17 Haengdang-dong, Songdong-ku, Seoul 133-791, Korea
Tel: 82-2-2220-1202
Fax: 82-2-2292-1226
E-mail: hyeonlee@hanyang.ac.kr

γ -Oryzanol은 쌀겨에서 발견되는 항산화물질로서 phytosterol ferulates의 화합물이다(13). 쌀겨와 쌀겨기름의 혈청콜레스테롤 저하능이 γ -oryzanol에 기인한 것으로 보고되고 있으며, 이 밖에 활성산소제거제의 하나인 superoxide dismutase와 유사한 활성을 보이는 결과가 *in vitro* 실험으로 확인되었다(14). Park 등(15)은 유과에 γ -oryzanol을 첨가하여 저장성의 변화를 측정 보고하였다. 하지만 한국의 전통 음식 중 하나인 약과에 대한 연구는 이루어지지 않았다.

따라서 본 연구에서는 약과의 저장성 향상을 위해 천연항산화제인 γ -oryzanol을 첨가하여 약과를 제조하고, 약과를 30°C에서 6주간 저장하여 저장기간에 따른 물리적 화학적 품질특성의 변화를 측정, 조사하였다.

재료 및 방법

실험 재료

본 실험에 사용된 밀가루(대한제분), 대두유(신동방), 참기름(오뚜기), 꿀(동서벌꿀), 청주(백화수복) 및 올리고당(제일제당)은 서울 시내 대형마트에서 구입하였다. 시약 γ -oryzanol(Tokyo Kasei, Tokyo, Japan), methanol, butylated hydroxyanisole(BHA), trolox, linoleic acid는 Sigma Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였고, 그 외 시약은 특급이나 일급시약을 사용하였다.

약과의 제조

약과 제조의 배합비율은 Yoon과 Yoon(2)의 방법을 응용하여 제조하였다. 밀가루 300 g, 참기름 40 g, 꿀 120 g, 소금 1 g, 생강가루 5 g 및 청주 15 g을 배합하여 대조군을 제조하였다. 밀가루 중량의 0.1, 0.5, 1.0 및 2.0%(w/w) γ -oryzanol를 첨가 후 참기름, 청주 및 꿀을 넣어 반죽하였으며, 두께가 균일하도록 밀대로 밀어 일정한 크기(3×3×1 cm)로 제조하였다. 시료를 150±2°C 대두유에서 4분간 튀긴 후 뒤집어서 4분간 처리했다. 약과를 체로 건진 후 30분간 정치하고 24시간 동안 집청용 꿀에 저장 후, 제조된 약과를 polyethylene 용기에 각 처리구별로 1 package 당 10개를 단층으로 넣은 후 개봉하여, 30°C incubator (J-300M, JISICO, Korea)에서 6주간 저장하였다. 저장 중 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6주째에 시료를 분석하였다.

일반성분 분석

일반성분은 AOAC법(16)에 의하여 수분은 105°C 상압건조법으로, 조회분은 600°C 회화로에서 5시간 처리의 직접회화법으로, 조단백질은 microkjeldahl법으로, 조지방은 Soxhlet 추출법으로 정량하였고, 100에서 이들 값을 제하여 탄수화물 함량을 구하였다. 각 분석은 3회 반복하였다.

산가 분석

산가(acid value)는 AOAC법(16)에 의해 측정하였다. 약과에서 추출한 유지 시료 3g에 40 mL diethyl ether-ethanol 혼합용액을 가한 후 1% phenolphthalein용액 첨가하고, 0.1 N KOH ethanol용액으로 적정하였다. 용액이 미홍색으로 30초간 계속될 때를 종말점으로 하였다.

과산화물가 측정

과산화물가는 Edwin 등(17)의 방법으로 측정하였다. 유지 10 g과 10 g의 Tween 20을 넣고 증류수로 100 mL로 정용 후 homogenizer(T25B, Ika, Germany)로 균질화 하였다. 제조된

emulsion에 methanol:hexane(3:1 v/v)을 섞은 후 분액 깔대기를 이용, hexane 층을 분리하였다. 분리한 hexane 층을 N₂ gas를 이용하여 용매 제거하고 5 mL isooctane을 가한 후 분광광도계(spectrophotometer-DU 650, Beckman, USA)를 이용하여 234 nm에서 흡광도를 측정하였다.

TBA value 측정

TBA가는 Sidwell과 Salwin(18)의 방법에 의하여 측정하였다. 유지 시료 3g에 10 mL benzene를 가하여 유지를 용해 후 10 mL TBA시약 첨가 후 4분간 방치하였다. 분액 깔대기를 이용하여 아래층을 분리 후 끓는 물에서 30분간 가열하였다. 냉각된 시료를 분광광도계를 이용하여 530 nm에서 흡광도를 측정하였다.

색도

색도는 색도계(Chroma Meter DP-400, Minolta Co., Japan)를 사용하여 명도(lightness, L), 적색도(redness, a), 황색도(yellowness, b)를 측정하였다.

기계적 조직감

조직감은 Texture analyzer(TA-XT2, Stable Microsystems, Ltd., UK)를 이용하여, 2회 반복 압착 실험(two-bite compression test) 하였다(19). 측정 후 얻어진 force-distance curve로부터 견고성(hardness), 부착성(adhesiveness), 응집성(cohesiveness), 겹성(gumminess), 씹힘성(chewiness), 탄력성(springiness)의 TPA(texture profile analysis) 특성치를 분석하였다. 기기 측정 조건은 3.0 mm/sec pre test speed, 1.0 mm/sec test speed, 3.0 mm/sec post test speed, 60% deformation, 50 mm diameter cylinder plunger를 사용하였다.

지방산 조성 측정

약과의 지방산 조성은 AOAC방법(16)을 이용하여 gas chromatography-flame ionization detector(GC-17A Shimadzu, Japan)로 분석하였다. Column은 DB-wax(30 m×0.25 mm×I.D. 0.25 μm)를, injector, detector, oven온도는 각각 200, 230, 185°C이었고 시료양은 1 μL, 이동상 gas는 질소를, split ratio는 50:1이었다. 표준물질로는 포화지방산으로 palmitic acid(C16:0), stearic acid(C18:0) methyl ester를, 불포화지방산은 oleic acid(C18:1), linoleic acid(C18:2), linolenic acid(C18:3) methyl ester를 사용하였다. 표준물질을 위의 조건에서 분석하여 지방산 동정에 사용하였다.

Hexanal 함량 측정

유지추출물 10 g과 10 g의 Tween 20을 넣은 후 증류수로 100 mL 정용 후 homogenizer로 균질화 하여 emulsion을 제조하였다. 시료 5 mL를 headspace vial에 넣고 밀봉 후 air-tight syringe로 headspace공기를 취하여 gas chromatography로 분석하였다(17). Column은 DB-1(30 m×0.25 mm×I.D. 0.25 μm)를, injector, detector, oven온도는 각각 180, 200, 65°C이었다. 시료 양은 100 μL, 이동상 gas는 헬륨을, split ratio는 50:1이었다. 표준 hexanal을 대두유에 0.1-10 mM 농도로 조제 후 위의 조건에서 분석하여 표준검량선을 작성하여 이용하였다.

산패취 관능검사

산패취에 대한 관능검사 방법은 평점법(scoring method)을 사

용하여 검사하였다(20). 패널요원은 한양대학교 식품영양학과 대학원생 10명으로 구성하였으며, 이들에게 실험 목적을 설명하고 약과의 산패취에 대해 잘 인지하도록 훈련시킨 후 2회 반복 측정하였다. 강도는 10등급으로 나누어 0(no rancid), 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9(extreme rancid)로 표현하였다.

통계처리

모든 실험결과는 SPSS(Statistical Package for the Science) program을 이용하여 분산분석(ANOVA) 하였고, 각 측정 평균 값간의 유의성은 $p < 0.05$ 수준으로 Duncan의 다중범위 시험법(Duncan's multiple range test)을 사용하여 검증하였다(21).

결과 및 고찰

일반성분

약과의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1에 나타내었다. 약과의 수분 함량은 9.29-9.31%이고, 조지방 함량은 25.30-25.58%,

조단백질 함량은 4.51-4.80%, 조회분 함량은 0.93-1.03%, 탄수화물 함량은 63.39-63.93%로 나타났다. γ-Oryzanol 첨가군과 비첨가군 사이의 수분, 조지방, 조단백질, 조회분 및 탄수화물 함량에는 유의적인 차이는 없었다($p > 0.05$).

이화학적 분석

γ-Oryzanol 첨가농도에 따른 약과의 유지 산패에 의한 산가(acid value), 과산화물가(peroxide value), TBA가(thiobarbituric acid value)의 변화는 Fig. 1과 같다. 저장 기간이 증가 할수록 산가와 TBA가는 계속 증가하였고, 과산화물가는 저장 3주 이후에 감소하였다. γ-Oryzanol 첨가농도가 0.0에서 2.0%로 증가 할수록 첨가농도에 비례해서 산가, 과산화물가, TBA가는 비첨가군에 비해 유의적으로 낮아졌다($p < 0.05$). 산가의 경우 1.0과 2.0% γ-oryzanol 첨가군은 비첨가군에 비해 저장 3주 이후 유의적인 차이로 낮아지는 것을 보였다(Fig. 1-a). 과산화물가의 경우 저장이 완료된 6주 후 비첨가군, 1.0%, 2.0% 첨가군의 과산화물가는 각각 8.72, 6.47, 5.90으로 1.0%, 2.0% γ-oryzanol

Table 1. Proximate composition of yackwa

Treatment	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Crude carbohydrate ²⁾
I ¹⁾	9.30	4.71	25.39	0.93	59.67
II	9.29	4.80	25.46	1.02	59.42
III	9.31	4.74	25.58	0.98	59.39
IV	9.31	4.51	25.30	0.95	59.93
V	9.30	4.69	25.35	0.96	59.70

¹⁾I, II, III, IV, V: yackwa with addition of 0.0, 0.1, 0.5, 1.0 and 2.0% γ-oryzanol, respectively.

²⁾Crude carbohydrate = total amounts - (crude protein + crude fat + crude ash + moisture).

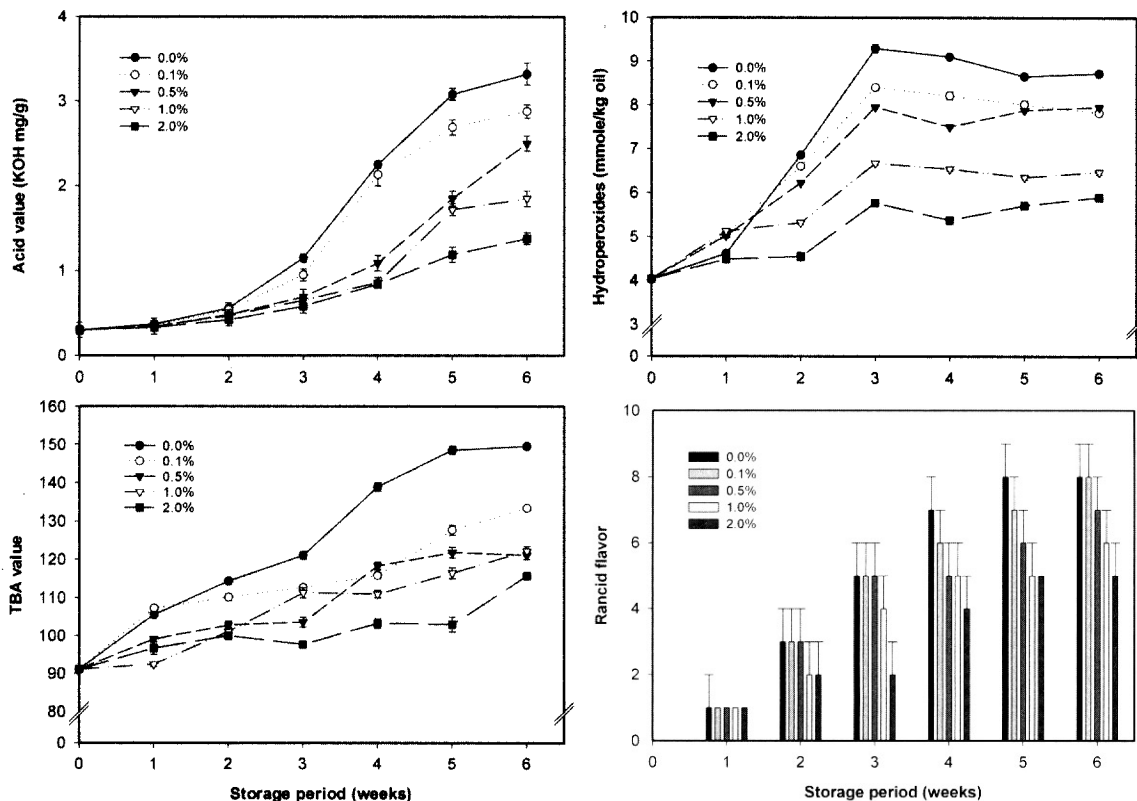


Fig. 1. Changes in acid value (a), peroxide value (b), thiobarbituric acid(TBA) value (c), and rancid flavor (d) of yackwa with addition of γ-oryzanol during storage for 6 weeks at 30°C.

Table 2. Changes in color of *yackwa* with addition of γ -oryzanol during storage at 30°C

Color	Storage period (weeks)	Sample (n=10)				
		I ¹⁾	II	III	IV	V
L	0	^{NS} 44.96 ± 0.36 ^{NS}	44.95 ± 0.57 ^{NS}	44.92 ± 2.03 ^{NS}	44.97 ± 0.42 ^a	44.98 ± 1.30 ^{NS}
	1	^{NS} 45.62 ± 0.66	45.48 ± 0.79	45.01 ± 1.57	45.40 ± 0.66 ^{ab}	45.67 ± 1.41
	2	^{NS} 45.69 ± 1.29	46.02 ± 1.56	45.82 ± 0.43	45.39 ± 0.63 ^{ab}	45.55 ± 1.50
	3	^{NS} 45.76 ± 0.63	46.09 ± 1.59	46.67 ± 1.31	46.58 ± 1.40 ^{bc}	46.68 ± 1.83
	4	^{NS} 45.84 ± 1.11	46.70 ± 1.15	46.56 ± 0.54	46.78 ± 0.73 ^{bc}	46.79 ± 1.18
	5	^{NS} 45.87 ± 0.81	46.79 ± 1.05	46.89 ± 1.70	46.81 ± 0.39 ^{bc}	46.83 ± 1.18
	6	^{NS} 46.03 ± 1.94	46.85 ± 1.08	46.97 ± 0.93	46.95 ± 0.85 ^c	46.91 ± 1.11
a	0	^{NS} 5.20 ± 0.25 ^{a3)}	5.24 ± 0.41 ^{NS}	5.26 ± 0.01 ^{NS}	5.25 ± 0.60 ^{NS}	5.21 ± 0.14 ^{NS}
	1	^{NS} 5.31 ± 0.27 ^{ab}	5.39 ± 0.39	5.36 ± 0.11	5.39 ± 0.19	5.43 ± 0.25
	2	^{NS} 5.47 ± 0.11 ^{ab}	5.51 ± 0.01	5.47 ± 0.40	5.41 ± 0.01	5.47 ± 0.21
	3	^{NS} 5.51 ± 0.18 ^{ab}	5.56 ± 0.11	5.54 ± 0.43	5.48 ± 0.39	5.65 ± 0.01
	4	^{NS} 5.72 ± 0.25 ^b	5.63 ± 0.26	5.68 ± 0.23	5.65 ± 0.22	5.70 ± 0.19
	5	^{NS} 5.69 ± 0.28 ^b	5.72 ± 0.17	5.68 ± 0.26	5.64 ± 0.16	5.72 ± 0.72
	6	^{NS} 5.73 ± 0.13 ^b	5.74 ± 0.15	5.77 ± 0.21	5.78 ± 0.60	5.76 ± 0.50
b	0	^{NS} 16.41 ± 1.04 ^{NS}	16.54 ± 1.05 ^{NS}	16.39 ± 0.86 ^{NS}	16.45 ± 1.14 ^{NS}	16.59 ± 0.46 ^{NS}
	1	^{NS} 16.28 ± 1.56	16.52 ± 0.93	6.39 ± 0.86	16.43 ± 0.87	16.54 ± 0.51
	2	^{NS} 16.36 ± 1.18	16.53 ± 0.62	16.41 ± 0.63	16.55 ± 0.61	16.54 ± 0.55
	3	^{NS} 16.45 ± 1.39	16.72 ± 1.23	16.62 ± 0.66	16.59 ± 0.70	16.56 ± 1.42
	4	^{NS} 16.72 ± 1.22	16.75 ± 1.12	16.88 ± 1.05	16.64 ± 1.34	16.75 ± 0.73
	5	^{NS} 16.73 ± 1.11	16.85 ± 0.32	16.89 ± 0.11	16.65 ± 1.03	16.76 ± 0.58
	6	^{NS} 16.84 ± 1.00	16.90 ± 0.59	16.99 ± 0.49	16.87 ± 0.37	16.89 ± 0.75

¹⁾I, II, III, IV, V: *yackwa* with addition of 0.0, 0.1, 0.5, 1.0 and 2.0% γ -oryzanol, respectively.

²⁾NS are not significantly different at $\alpha = 0.05$ level by Duncan's multiple range test.

^{3)a-c}Values with different superscripts within the same column are significantly different among samples at $\alpha = 0.05$ level by Duncan's multiple range test.

첨가군이 비첨가군에 비해 각각 25.82%, 32.31%의 peroxide 생성이 억제되었다(Fig. 1-b). 저장 3주 후 과산화물가가 감소되는데 이는 Min 등(11)의 연구결과와 일치한다. Awad 등(22)은 저장기간 중 과산화물가가 감소는 peroxide의 분해나 단백질과의 상호작용에 기인할 수 있다고 보고하였다. TBA가는 저장 1주째 0.5, 1.0, 2.0%첨가군의 경우 비첨가군 및 0.1% 첨가군과는 유의적인 차이가 있었다($p < 0.05$)(Fig. 1-c). 저장 6주째 2.0% 첨가군의 TBA가는 비첨가군에 비해 22.60% 낮았다. 이는 γ -oryzanol 첨가에 의해 지방산패 시 생성되는 2차 산화생성물인 malonaldehyde의 생성을 크게 억제함을 의미한다.

색도 및 기계적 조직감

저장기간이 증가함에 따라 비첨가군시료의 명도(L), 적색도(a), 황색도(b)는 증가하는 경향을 보였다(Table 2). 약과 저장 시 명도가 증가한다는 것은 Yoon(23), Kim과 Chung(10)의 보고와도 일치하였다. 모든 γ -oryzanol 첨가군의 명도, 적색도, 황색도는 비첨가군과 비교 시 저장 기간동안 유의적인 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). Park(8)은 생강즙의 첨가 유무와 저장기간에 따른 황색도의 유의적인 차이는 없다고 보고하였다.

γ -Oryzanol 첨가 수준을 달리하여 제조한 약과의 저장기간별 견고성(hardness), 부착성(adhesiveness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness), 탄력성(springiness)을 측정된 결과는 Table 3과 같다. 견고성(hardness)은 저장기간이 증가함에 따라 약과의 노화가 진행되면서 유의적으로 증가하여 저장 6주에 비첨가군이 24,433로 가장 높은 값을 나타내었고, 1.0% 첨가군이 20,150로 가장 낮은 값을 나타내었으나, γ -oryzanol 첨가농도에 따른 일관된 경향은 보이지 않았다. 부착성(adhesive-

ness)은 저장 4주 이후 각 시료간의 유의적인 차이를 보였는데 저장기간이 증가함에 따라 비첨가군과 첨가군 모두에서 감소하는 경향을 나타냈다. 하지만 γ -oryzanol 첨가농도에 따른 부착성의 변화의 경향은 일관성이 있지 않았다. 응집성(cohesiveness)은 저장기간에 따라 증가하였다. 이는 약과의 응집성이 저장기간에 따라 증가한다는 Yoon(23)의 보고와 일치하였다. 저장 4주 후부터 γ -oryzanol 첨가농도가 증가 할수록 비첨가군과 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$). 검성(gumminess)은 저장기간이 증가함에 따라 모든 시료군에서 증가하였는데, 저장 2주에는 제조 직후에 비해 모든 시료군에서 2배정도 증가하였다. 저장 6주인 경우, 1.0%, 2.0% 첨가군의 검성은 각각 9,671.7, 9,411.4로 비첨가군에 비해 2배 정도 적었다. 씹힘성(chewiness)은 저장기간이 증가함에 따라 모든 시료군에서 증가하는 경향을 나타냈고, 저장 3주까지는 각 시료군간의 차이가 적었으나, 저장 3주가 지나면서 각 시료간의 차이가 증가하여 저장 6주에는 비첨가군이 6,450.2로 가장 높았고, 2.0% 첨가군이 3,397.5로 가장 낮았다. 이는 약과의 씹힘성은 저장기간이 증가함에 따라 증가한다는 Kim과 Chung(10)이 보고한 결과와 일치함을 알 수 있었다. 탄력성(springiness)은 저장기간이 증가함에 따라 모든 시료군에서 탄력성이 다소 증가하다가 감소하였는데, 이는 Kim과 Chung(10)이 보고한 결과와 일치하였다. Yoon(23)은 난백의 첨가량을 달리하여 제조된 약과 저장 시 탄력성이 저장기간에 따라 큰 차이를 나타내지 않는다고 보고하였고, Park(8) 역시 약과 저장 시 탄력성은 저장기간에 따라 큰 차이를 보이지 않는다고 보고하였다. γ -Oryzanol 첨가농도에 따른 약과의 기계적 조직감의 유의적인 차이는 분석항목에 따라 다양하였으며 통일된 경향을 보이지 않았다.

Table 3. Change in texture of *yackwa* with addition of γ-oryzanol during storage at 30°C

Texture	Storage period (weeks)	Sample (n=10)				
		I ¹⁾	II	III	IV	V
Hardness	0	^{NS,2)} 5128.9 ± 541.7 ^a	4862.0 ± 607.8 ^{a,3)}	4985.2 ± 424.0 ^a	4358.9 ± 642.8 ^a	4904.4 ± 342.1 ^a
	1	^A 6800.0 ± 458.2 ^b	^A 6568.4 ± 220.7 ^b	^B 6188.0 ± 170.4 ^b	^{AB} 5538.4 ± 250.7 ^b	^A 6610.0 ± 170.9 ^b
	2	^A 9552.2 ± 196.3 ^c	^{AB} 8887.0 ± 269.2 ^c	^{AB} 8635.7 ± 258.3 ^c	^B 8077.9 ± 291.2 ^c	^A 9471.1 ± 187.1 ^c
	3	^A 13419.7 ± 960.9 ^d	^A 13116.9 ± 131.7 ^d	^B 11543.0 ± 442.4 ^d	^B 11015.9 ± 532.3 ^d	^A 12873.2 ± 714.3 ^d
	4	^A 17616.8 ± 600.9 ^e	^{AB} 16503.6 ± 390.8 ^e	^B 16118.1 ± 756.4 ^e	^C 14862.1 ± 272.8 ^e	^{AB} 16980.6 ± 128.5 ^e
	5	^A 19787.3 ± 576.7 ^f	^B 18622.1 ± 365.1 ^f	^B 18361.6 ± 466.1 ^f	^B 18122.0 ± 573.5 ^f	^A 20637.2 ± 177.7 ^f
	6	^A 24432.8 ± 551.4 ^g	^B 22119.3 ± 475.4 ^g	^B 22003.5 ± 886.9 ^g	^C 20149.5 ± 427.7 ^g	^A 24131.9 ± 423.6 ^g
Adhesiveness	0	^{NS} -80.74 ± 29.26 ^a	-55.88 ± 14.12 ^a	-60.11 ± 25.01 ^a	-61.48 ± 14.50 ^a	-72.26 ± 20.29 ^a
	1	^A -88.71 ± 9.52 ^{ab}	^{AB} -83.00 ± 7.45 ^b	^B -67.15 ± 13.30 ^a	^A -96.39 ± 6.27 ^b	^A -88.15 ± 7.06 ^{ab}
	2	^{NS} -117.60 ± 12.52 ^b	-102.42 ± 18.14 ^{bc}	-102.32 ± 9.81 ^a	-106.62 ± 13.70 ^{bc}	-103.28 ± 17.26 ^b
	3	^{NS} -102.32 ± 17.81 ^{ab}	-106.62 ± 13.83 ^c	-101.82 ± 18.32 ^a	-128.80 ± 11.55 ^c	-113.60 ± 16.65 ^b
	4	^A -151.66 ± 18.46 ^{bc}	^B -122.55 ± 7.57 ^c	^B -102.26 ± 8.28 ^a	^A -156.27 ± 7.15 ^d	^{AB} -145.16 ± 19.10 ^c
	5	^A -229.70 ± 10.56 ^d	^B -145.16 ± 11.04 ^d	^C -103.28 ± 17.07 ^a	^B -168.35 ± 19.19 ^d	^B -151.66 ± 20.88 ^c
	6	^A -270.57 ± 29.55 ^e	^A -285.86 ± 14.26 ^e	^B -419.90 ± 10.35 ^b	^A -251.07 ± 18.93 ^c	^C -347.65 ± 7.22 ^d
Cohesiveness	0	^{NS} 0.19 ± 0.05 ^a	0.17 ± 0.08 ^a	0.18 ± 0.05 ^a	0.14 ± 0.09 ^a	0.18 ± 0.07 ^a
	1	^{NS} 0.20 ± 0.04 ^a	0.19 ± 0.09 ^a	0.19 ± 0.05 ^a	0.15 ± 0.09 ^a	0.19 ± 0.09 ^a
	2	^{NS} 0.20 ± 0.06 ^a	0.19 ± 0.08 ^a	0.19 ± 0.05 ^a	0.15 ± 0.09 ^a	0.19 ± 0.09 ^a
	3	^{NS} 0.30 ± 0.10 ^{ab}	0.27 ± 0.07 ^{ab}	0.25 ± 0.02 ^{ab}	0.22 ± 0.07 ^a	0.24 ± 0.04 ^a
	4	^A 0.42 ± 0.07 ^b	^{AB} 0.37 ± 0.08 ^{bc}	^{ABC} 0.34 ± 0.03 ^b	^C 0.23 ± 0.06 ^a	^{BC} 0.25 ± 0.09 ^{ab}
	5	^A 0.57 ± 0.07 ^c	^A 0.51 ± 0.08 ^c	^B 0.35 ± 0.03 ^b	^B 0.25 ± 0.04 ^a	^B 0.26 ± 0.09 ^{ab}
	6	^A 0.75 ± 0.09 ^d	^{AB} 0.68 ± 0.09 ^d	^{BC} 0.56 ± 0.05 ^b	^{CD} 0.48 ± 0.04 ^b	^D 0.39 ± 0.08 ^b
Gumminess	0	^A 974.5 ± 150.7 ^a	^{AB} 826.5 ± 127.0 ^a	^A 897.3 ± 28.2 ^a	^B 610.2 ± 92.3 ^a	^A 882.7 ± 17.7 ^a
	1	^A 1360.0 ± 229.5 ^{ab}	^A 1248.0 ± 110.2 ^{ab}	^{AB} 1175.7 ± 109.9 ^{ab}	^B 830.7 ± 26.2 ^{ab}	^{AB} 1256.0 ± 113.5 ^b
	2	^A 1910.4 ± 392.2 ^b	^{AB} 1688.5 ± 70.4 ^b	^{AB} 1640.7 ± 117.7 ^b	^B 1211.6 ± 72.7 ^b	^{AB} 1799.4 ± 96.1 ^c
	3	^A 4025.9 ± 209.7 ^c	^{AB} 3541.5 ± 459.6 ^c	^C 2885.7 ± 101.8 ^c	^C 2423.5 ± 475.0 ^c	^{BC} 3089.5 ± 169.0 ^d
	4	^A 7399.0 ± 601.0 ^d	^{AB} 6106.3 ± 252.1 ^d	^{BC} 5480.1 ± 218.4 ^d	^C 3418.2 ± 180.5 ^d	^C 4245.1 ± 323.7 ^e
	5	^A 11278.8 ± 310.7 ^e	^{AB} 9497.2 ± 506.9 ^e	^{BC} 6426.5 ± 433.3 ^e	^{BC} 4530.5 ± 455.4 ^e	^C 5365.6 ± 232.9 ^f
	6	^A 18324.6 ± 664.0 ^f	^{AB} 15041.1 ± 837.0 ^f	^{BC} 12321.9 ± 665.5 ^f	^{BC} 9671.7 ± 113.6 ^f	^C 9411.4 ± 272.3 ^g
Chewiness	0	^A 473.60 ± 103.2 ^a	^A 495.10 ± 51.1 ^a	^A 530.33 ± 68.0 ^a	^B 248.98 ± 151.3 ^a	^{AB} 398.14 ± 72.3 ^a
	1	^A 750.73 ± 152.1 ^b	^{AB} 606.53 ± 48.0 ^{ab}	^{AB} 552.60 ± 17.0 ^a	^B 429.51 ± 121.1 ^b	^{AB} 600.37 ± 150.3 ^b
	2	^A 1064.11 ± 63.9 ^c	^{BC} 746.33 ± 54.0 ^b	^B 861.41 ± 119.2 ^b	^C 660.37 ± 90.2 ^c	^B 842.16 ± 33.1 ^c
	3	^{NS} 1916.33 ± 459.4 ^d	1940.78 ± 49.0 ^c	1633.33 ± 132.0 ^c	1359.59 ± 506.4 ^c	1622.02 ± 163.6 ^d
	4	^A 2833.85 ± 846.5 ^e	^{AB} 2582.98 ± 75.4 ^d	^{BC} 1956.42 ± 198.2 ^d	^D 1155.38 ± 104.0 ^d	^{CD} 1715.04 ± 139.6 ^d
	5	^A 3970.13 ± 982.5 ^f	^{AB} 3333.55 ± 228.8 ^e	^{BC} 2493.51 ± 128.3 ^e	^C 1621.92 ± 939.4 ^f	^C 1937.00 ± 78.2 ^e
	6	^A 6450.27 ± 148.0 ^g	^B 5279.45 ± 146.8 ^f	^B 4780.93 ± 871.2 ^f	^C 3462.49 ± 107.4 ^g	^C 3397.54 ± 728.1 ^f
Springiness	0	^{NS} 0.49 ± 0.13 ^{NS}	0.60 ± 0.06 ^{NS}	0.59 ± 0.02 ^a	0.41 ± 0.17 ^{abc}	0.45 ± 0.13 ^{NS}
	1	^{NS} 0.55 ± 0.09	0.49 ± 0.09	0.47 ± 0.12 ^{ab}	0.52 ± 0.07 ^{abc}	0.48 ± 0.07
	2	^{NS} 0.56 ± 0.04	0.44 ± 0.17	0.53 ± 0.06 ^{bc}	0.55 ± 0.04 ^{abc}	0.47 ± 0.18
	3	^{NS} 0.58 ± 0.08	0.58 ± 0.02	0.61 ± 0.07 ^{bc}	0.61 ± 0.08 ^a	0.51 ± 0.08
	4	^{NS} 0.48 ± 0.12	0.55 ± 0.09	0.57 ± 0.01 ^a	0.56 ± 0.11 ^{ab}	0.53 ± 0.18
	5	^{NS} 0.38 ± 0.18	0.42 ± 0.16	0.36 ± 0.05 ^b	0.34 ± 0.04 ^c	0.40 ± 0.06
	6	^{NS} 0.35 ± 0.18	0.35 ± 0.17	0.39 ± 0.14 ^c	0.36 ± 0.16 ^{bc}	0.36 ± 0.19

¹⁾I, II, III, IV, V: *yackwa* with addition of 0.0, 0.1, 0.5, 1.0 and 2.0% γ-oryzanol, respectively.

²⁾A-D Values with different superscripts within the same row are significantly different among samples at α = 0.05 level by Duncan's multiple range test. NS are not significantly different at α = 0.05 level by Duncan's multiple range test.

³⁾a-g Values with different superscripts within the same column are significantly different among samples at α = 0.05 level by Duncan's multiple range test.

지방산 조성

약과의 주요 구성지방산은 palmitic acid, stearic acid, oleic acid, linoleic acid, linolenic acid 5종이었다(Table 4). Linoleic acid가 38.1-45.8%로 가장 많았고, oleic acid, palmitic acid,

stearic acid, linolenic acid가 각각 28.2-34.3%, 18.3-21.2%, 3.9-5.3%, 1.6-3.2%이었다. 약과의 지방성분은 참기름과 대두유에서 유래한 것으로 이들 식물성 기름의 지방산구성에 따라 약과의 지방성분이 결정된다. 저장기간에 따른 지방산 조성의 변화는

Table 4. Changes in fatty acid composition of *yackwa* with addition of γ -oryzanol during storage at 30°C

Treatment	Storage period (weeks)	Fatty acid (%)					P/S ratio
		Palmitic acid	Stearic acid	Oleic acid	Linoleic acid	Linolenic acid	
I ¹⁾	0	18.9	4.4	28.2	45.2	3.2	3.28
	1	19.0	4.7	29.2	44.4	2.6	3.21
	2	19.1	4.8	30.3	43.5	2.3	3.19
	3	19.6	4.8	30.3	43.1	2.2	3.10
	4	19.9	5.1	31.0	41.9	2.1	2.99
	5	21.2	5.3	31.5	39.9	2.1	2.78
	6	21.2	5.2	32.7	38.8	2.1	2.78
II	0	18.8	4.2	28.5	45.3	3.2	3.34
	1	19.0	4.4	29.6	44.6	2.4	3.26
	2	19.0	4.6	30.4	43.7	2.4	3.24
	3	19.5	4.5	31.0	42.7	2.3	3.17
	4	19.9	4.5	31.0	42.4	2.2	3.09
	5	20.6	5.0	32.2	39.7	2.4	2.90
	6	21.2	4.9	33.9	38.1	1.8	2.83
III	0	18.4	4.1	28.7	45.6	3.1	3.43
	1	18.7	4.3	29.8	44.6	2.6	3.33
	2	18.9	4.2	31.3	43.4	2.2	3.32
	3	19.1	4.4	32.0	42.5	2.0	3.26
	4	19.3	4.5	33.0	41.2	2.1	3.21
	5	20.4	4.7	33.8	39.2	1.8	2.98
	6	21.0	4.7	34.1	38.5	1.6	2.88
IV	0	18.3	4.0	28.7	45.8	3.1	3.43
	1	18.5	4.2	29.7	44.8	2.8	3.41
	2	18.9	4.2	31.7	42.6	2.5	3.33
	3	18.8	4.2	32.4	42.5	2.1	3.34
	4	19.0	4.4	33.2	41.3	2.0	3.27
	5	20.3	4.6	34.0	38.7	2.4	3.01
	6	20.7	4.7	34.2	38.7	1.7	2.94
V	0	18.3	3.9	28.7	45.7	3.3	3.50
	1	18.5	4.0	29.9	44.8	2.9	3.44
	2	18.7	4.1	31.8	42.7	2.7	3.38
	3	18.8	4.2	32.6	41.8	2.7	3.35
	4	19.1	4.4	33.9	40.4	2.2	3.26
	5	19.3	4.4	33.9	39.9	2.4	3.21
	6	20.3	4.5	34.3	38.9	2.0	3.03

¹⁾I, II, III, IV, V: *yackwa* with addition of 0.0, 0.1, 0.5, 1.0 and 2.0% γ -oryzanol, respectively.

모든 시료군에서 저장기간이 증가함에 따라 포화지방산의 함량은 증가하고, 불포화지방산의 함량은 감소하는 경향을 보였는데, 불포화지방산 중 oleic acid는 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 이중결합이 2개인 linoleic acid의 산화로부터 이중결합 1개인 oleic acid가 생성되기 때문이다. 대두유를 저장할 때 저장기간이 길어짐에 따라 불포화지방산 중 oleic acid는 다소 증가한다는 Kim 등(24)의 연구와 같은 결과이다.

비첨가군의 P/S(polyunsaturated fatty acids/saturated fatty acids) ratio는 초기 3.28로 불포화도가 높았으나 저장기간 6주째는 2.78로 15.2% 감소하였다(Table 4). 이는 산화작용에 의한 불포화지방산의 감소 및 포화지방산의 증가에 기인한다. γ -Oryzanol 첨가농도가 0.0%에서 2.0%로 증가 할수록 P/S ratio는 3.28에서 3.50로 증가하였다. 이는 γ -oryzanol 첨가농도가 증가 할수록 불포화지방산의 함량이 증가함을 의미한다. 저장 6

주째 P/S ratio의 변화를 보면 비첨가군, 0.1, 0.5, 1.0, 2.0% γ -oryzanol 첨가군은 각각 15.2, 15.2, 16.0, 14.2, 13.4% 낮아졌다. 특히 1.0%와 2.0% 첨가군의 P/S ratio 변화율이 가장 낮았다. 이는 천연항산화제의 첨가가 약과 저장 중 지방산화의 화학반응을 억제하여 불포화지방산의 산화를 억제하고, 지방산 조성의 변화를 감소시키는데 효과적임을 알 수 있다.

Hexanal 함량

Hexanal은 지방산화에 의해 발생하는 전형적인 aldehyde로 지방산패의 척도로 이용된다. Hexanal은 저장기간이 증가함에 따라 모든 시료군에서 증가하였다(Table 5). 저장 2주까지는 저장기간에 따른 유의적인 차이가 없었으나($p > 0.05$), 저장 3주 이후 저장기간이 증가함에 따라 모든 시료군이 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). γ -Oryzanol 첨가 효과는 저장 4주 이후 유의

Table 5. Changes in hexanal formation of *yackwa* with addition of γ-oryzanol during storage at 30°C

Storage period (weeks)	Hexanal (mmole/kg oil)				
	I ¹⁾	II	III	IV	V
0	^{NS,2)} 0.23 ± 0.02 ^{a,3)}	0.23 ± 0.02 ^a	0.23 ± 0.02 ^a	0.23 ± 0.02 ^a	0.23 ± 0.02 ^a
1	^{NS} 0.25 ± 0.04 ^a	0.25 ± 0.02 ^a	0.24 ± 0.04 ^a	0.24 ± 0.02 ^a	0.24 ± 0.01 ^{ab}
2	^{NS} 0.36 ± 0.02 ^a	0.35 ± 0.03 ^b	0.35 ± 0.01 ^b	0.34 ± 0.04 ^b	0.32 ± 0.09 ^{bc}
3	^{NS} 0.42 ± 0.02 ^b	0.40 ± 0.02 ^b	0.39 ± 0.04 ^b	0.38 ± 0.07 ^b	0.36 ± 0.02 ^c
4	^A 1.29 ± 0.08 ^c	^B 1.08 ± 0.03 ^c	^B 0.78 ± 0.07 ^c	^C 0.69 ± 0.04 ^c	^D 0.51 ± 0.07 ^d
5	^A 2.21 ± 0.04 ^d	^B 2.19 ± 0.07 ^d	^C 2.04 ± 0.05 ^d	^D 1.38 ± 0.07 ^d	^E 0.97 ± 0.02 ^e
6	^A 3.04 ± 0.05 ^e	^B 2.79 ± 0.05 ^e	^C 2.45 ± 0.06 ^e	^D 1.59 ± 0.09 ^e	^E 1.34 ± 0.05 ^f

¹⁾I, II, III, IV, V: *yackwa* with addition of 0.0, 0.1, 0.5, 1.0 and 2.0% γ-oryzanol, respectively.

²⁾A-E Values with different superscripts within the same row are significantly different among samples at α=0.05 level by Duncan's multiple range test. NS are not significantly different at α=0.05 level by Duncan's multiple range test.

³⁾a-f Values with different superscripts within the same column are significantly different among samples at α=0.05 level by Duncan's multiple range test.

적인 차이를 보였다. γ-Oryzanol 첨가농도가 0.0에서 2.0%로 증가 할수록 hexanal생성은 유의적으로 감소하고(p < 0.05) 저장 6 주 후 2.0%첨가군의 hexanal 생성량은 비첨가군의 44%에 불과하였다. Park 등(15)은 γ-oryzanol 첨가 튀김기름으로 제조된 유과 저장실험에서도 hexanal생성 증가의 경향을 보고하였다.

산패취 관능검사

γ-Oryzanol 첨가농도에 따른 30°C에서 6주간 저장한 약과의 산패취 측정의 결과는 Fig. 1-d에 나타나있다. 제조 직후 약과의 산패취를 0으로 기준 시, 모든 시료군이 저장기간이 증가함에 따라 산패취가 증가하였다. 저장 1주에는 모든 시료군이 유의적인 차이를 보이지 않았고, 저장 3주까지 비첨가군과 0.1% 첨가군, 0.5%첨가군 간에는 차이를 보이지 않았다(p > 0.05). 저장 3주 이후에는 저장기간에 따라 첨가군 간에 유의적인 차이가 나타났다(p < 0.05). 저장 6주에는 γ-oryzanol 첨가농도에 비례하여 2.0% 첨가군이 가장 낮은 값을, 비첨가군이 가장 높은 값을 나타내었다. 결과적으로 γ-oryzanol 첨가는 약과의 저장 시 산패취의 생성을 억제하는 효과가 있다.

요 약

약과 저장 중 지방의 산패로 인해 품질 저하를 개선하고자 γ-oryzanol(0.0, 0.1, 0.5, 1.0, 2.0%)을 첨가한 약과의 저장성과 품질 특성을 연구하였다. 약과의 산가, 과산화물가, TBA가는 저장기간이 증가할수록 증가하였고, γ-oryzanol 첨가농도가 증가할수록 낮아져 γ-oryzanol은 항산화효과를 나타내었다. 약과의 명도와 적색도, 황색도는 γ-oryzanol 첨가농도에 따른 유의적 차이는 나타나지 않았으며 조직감은 저장기간에 따라 변화가 있었으나 γ-oryzanol 첨가량에 따른 통일된 유의적인 경향은 나타나지 않았다. 저장기간에 따른 지방산 조성의 변화는 모든 시료군에서 저장기간이 증가함에 따라 포화지방산의 함량은 증가하고, 불포화지방산의 함량은 감소하였는데, γ-oryzanol 첨가농도가 증가 할수록 불포화지방산의 비율이 높게 유지되었다. γ-Oryzanol 첨가 약과에서 산패에 의해 발생하는 전형적인 휘발성 물질인 hexanal 발생이 상대적으로 적었고 산패취의 생성 또한 유의적인 감소를 나타내었다. γ-Oryzanol 첨가가 약과의 산패도 지연 및 저장성 증대에 활용 될수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 중소기업청과 (주)의령조청한과의 연구비 지원에 의해 수행된 산·학·연 공동기술개발 컨소시엄사업 과제외 일부로 이에 감사를 드립니다.

문 헌

1. Yoon SS. Korean Food Historical Research. ShinKwang Press, Seoul, Korea. pp. 96-99 (1974)
2. Yoon YS, Yoon OC. Korean Cooking. Hyoil Press, Seoul, Korea. pp. 140-141 (1996)
3. Kim CH, Yun MH. Effect of microwave preheating and hydrogenated frying fats on the storage stability of *yackwa*. Korean J. Soc. Food Sci. 15: 264-271 (1999)
4. Addis PB. Occurrence of lipid oxidation products in foods. Food Chem. 24: 1021-1028 (1986)
5. Choe SY, Yang KH. Toxicological studies of antioxidants, BHT, and BHA. Korean J. Food Sci. Technol. 14: 283-288 (1982)
6. Rho KL, Seob PA, Chung OK, Chung DS. Retardation of rancidity in deep-fried instant noodles. J. Am. Oil Chem. Soc. 63: 251-258 (1986)
7. Yum CA. The study of oil oxidation in storage of *yackwa*. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 5: 69-74 (1972)
8. Park KM. Studies on the lipid rancidity and rheology of *yackwa* during storage. Korean J. Soc. Food Sci. 13: 609-616 (1997)
9. Lee HS, Park MW, Jang MS. Effect of waxy rice flour on the quality and acceptability of *yackwa* during storage. Korean J. Dietary Culture 7: 213-222 (1992)
10. Kim IH, Chung KH. The effect of functional chitosan ingredients on quality of *yackwa* products. Korean J. Chitin Chitosan 5: 57-64 (2000)
11. Min BA, Lee JH, Lee SR. Effect of frying oils and storage conditions on the rancidity of *yackwa*. Korean J. Food Sci. Technol. 17: 114-120 (1985)
12. Han YJ, Lee YK, Bae YA. Stability and flavor of *yackwa* fried in soybean, cottonseed and ricebran oils. Korean J. Dietary Culture 9: 335-340 (1994)
13. Kim JS, Godber JS., King JM, Prinyawiwatku W. Inhibition of cholesterol autooxidation by the nonsaponifiable fraction in rice bran in an aqueous model system. J. Am. Oil Chem. Soc. 78: 685-689 (2001)
14. Xu Z, Godber JS. Purification and identification of component of γ-oryzanol in rice bran oil. J. Agric. Food Chem. 49: 2724-2728 (1999)
15. Park YJ, Chen HS, Kim SS, Lee JM, Kim KH. Effect of nitro-

- gen gas packing and γ -oryzanol treatment on the shelf life of *Yukwa*. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 317-322 (2000)
16. AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC Intl. 13th ed. Association of Official Analytical Communities, Washington, DC, USA (1990)
 17. Edwin NF, Huang SW, Kanner J, Germam JB. Interfacial phenomena in the evaluation of antioxidants: bulk oil vs emulsion. J. Agric. Food Chem. 32: 799-805 (2000)
 18. Sidwell CG, Salwin H. Determination of thiobarbituric acid value. J. Am. Oil Chem. Soc. 31: 603-609 (1954)
 19. Bourne MC. Texture profile analysis. Food Technol. 32: 62-66 (1978)
 20. Kim KY, Kim SS, Sung NK, Lee YC. Sensory Evaluation Method and Application. ShinKwang Press, Seoul, Korea. pp. 124-125 (1993)
 21. Lee SW, Park HC, Her ES. Statistics and Data Analysis Method. Hyoil Press, Seoul, Korea. pp. 253-296 (1998)
 22. Awad A, Powrie WD, Fennema O. Chemical deterioration of bovine muscle at -4°C. J. Food Sci. 33: 227-234 (1968)
 23. Yoon SJ. Quality characteristics of *yakwa* prepared by different amount of egg white. Korean J. Soc. Food Cookery Sci. 18: 81-85 (2002)
 24. Kim DA, Koo BS, Ahn MS. Study on the formation of trans fatty acids with heating and storage of fats and oils (1)-The change of physicochemical characteristics and total trans fatty acids content. Korean J. Soc. Food Sci. 6: 37-49 (1990)
-
- (2005년 1월 3일 접수; 2005년 4월 6일 채택)