

찹쌀의 수침 중 이화학적 특성변화와 유과의 품질특성

이용환 · 금준석 · 구경형 · 전향숙 · 김우정^{1*}

한국식품개발연구원, ¹세종대학교 식품공학과

Changes in Chemical Composition of glutinous rice during steeping and Quality Properties of Yukwa

Yong-Hwan Lee, Jun-Seok Kum, Kyung-Hyung Ku, Hyang-Sook Chun and Woo-Jung Kim^{1*}

Korea Food Research Institute

¹Department of Food Science and Technology, King Sejong University

This study was carried to investigate the changes in physical and chemical properties during preparation of *Yukwa*. Protein content of glutinous rice was decreased during soaking time and acid and pH values were increased while contents of lipid and ash were not changed. Particle size distribution showed that average particle size of 7 days soaking treatment smaller than those of 3 days and starch damage of glutinous rice flour was increased during soaking time. The major flavor components after soaking were found ethyl ester acetic acid, ethanol, 2-butan -ol, 2-methyl 1-propanol, 1-butanol, 3-methyl 1-butanol and 1-pentanol, propanoic acid. Content of acetic acid and butanoic acid were rapidly increased during soaking time. Results for ratio of storage modulus(G') and loss modulus(G'') in glutinous rice flour dough indicated tan δ was increased for a while and decreased as frequency increased. G' value was very similar with G'' value after steaming which means rubber-like property while G' and G'' value were changed after during storage time. Treatment at -20°C had the highest hardness for cutting degree of dough. There was no difference in color value between different water contents. Hardness of *Bandegi* (sheet) was decreased as water content increased and the highest popping value was obtained at 18% of water contents. Adding 3% soaked bean had higher redness value of *Yukwa* and lower value in yellowness.

Key words: glutinous rice, quality properties, steeping

서 론

우리 나라의 대표적인 전통한과인 유과는 찹쌀을 물에 불려 삐한 다음 분쇄하여 콩물이나 막걸리 등을 넣고 혼합, 증자한 후 반죽하여 반대기를 만들어 기름에 튀기고 조청을 발라 여러 가지 고물을 문혀낸 과자류로 독특한 조직감과 맛을 내는 제례용 및 계절식으로 오랜 역사를 가지고 있다. 최근 들어서 국민들의 전통문화에 대한 인식이 새로워 지면서 전통한과의 소비가 증가하는 추세로 유과의 전국 생산량은 약 200개 업체가 1000억원 정도 생산하는 것으로 추산되고 있다.

유과 제조 시 찹쌀의 수침은 유과의 품질에 커다란 영향을 끼치는 것으로 알려져 있는데 전통적인 방법으로는 문드러질 정도로, 시큼해질 정도라고 하여 3~4일 또는 2~20일 정도로⁽¹⁾ 문헌에 따라 다르게 나타나고 있다. 임 등⁽²⁾은 찹쌀수

침중 산도, 유리당, 당 등의 이화학적 성분변화에서 조지방, 조단백질 등이 수침액으로 용출된다고 하였고, 최 등⁽³⁾은 장기간의 수침이나 여러 번의 수세는 찹쌀의 수용성성분의 유실을 초래한다고 하였다. 또한 양 등⁽⁴⁾은 수침 시 총산도가 증가한다고 하였고 김 등⁽⁵⁾은 pH가 크게 감소한다고 하여 수침 시 많은 특성들의 변화가 일어나는 것 같다.

한편 반대기의 수분함량은 유과제품의 조직감 및 팽화율에 영향을 주는 것으로 알려져 있는데 김 등⁽⁶⁾은 최적수분함량이 11~15%, 이 등⁽⁷⁾은 20% 내외가 최적수분함량이라고 하여 유과의 팽화에는 수분의 영향이 큰 것으로 판단되었다. 따라서 본 연구에서는 찹쌀을 수침 하면서 시간별로 이화학적 성분변화와 반대기성형물의 점탄성과 텍스처 특성을 측정하였으며, 또한 반대기의 수분함량과 첨가물에 의한 유과의 품질특성을 측정하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 찹쌀은 1998년 충남 괴산에서 수확한 추청찹쌀을 사용하였으며, 튀김용 기름은 시판콩기름(제일제

*Corresponding author : Woo-Jung Kim, Department of Food Science and Technology, King Sejong University, Kunja-dong, Sung-dong-gu, Seoul 133-747, Korea

Tel: 82-2-3408-3227

Fax: 82-2-497-8866

E-mail: kimwj@sejong.ac.kr

당)을 사용하였고, 콩(백태)과 막걸리는 시중 시판품을 구입하여 사용하였다.

찹쌀의 침지

찹쌀 100 g을 500 mL 삼각후라스크에 넣고 2배(w/v)의 중류수를 침가하여 잘 교반해준 다음 30°C 항온기에서 10일 동안 수침 하였다. 수침 중 24시간마다 시료를 채취하여 여과포로 수침액을 분리하고 분리된 날알은 실온에서 24시간 건조한 후 분쇄기(cyclotec sample mill, model 1093, Tecator, Sweden)로 분쇄(80 mesh)한 것을 시료로 하였으며, 수침액은 그대로 분석에 이용하였다.

유과의 제조

유과(Yukwa, oil puffed glutinous rice cake)의 제조는 신⁽⁸⁾ 및 임⁽⁹⁾의 방법과 일반 산업현장에서 사용하는 방법 등을 준용하여 제조하였다. 칡쌀을 세척하여 30°C의 항온실에서 3일 간 수침 시킨 후 roller mill로 습식분쇄 하였다. 여기에 콩과 막걸리를 각각 3%와(w/w) 30%를(w/w) 넣어 수분함량을 50%로 하여 반죽한 다음 100°C에서 30분간 증자하였다. 증자한 반죽물을 편침기를 이용하여 파리가 일도록 파리치기 한 다음 반대기성형기로 2.5×1×0.3 cm 크기의 반대기를 만들어 45°C의 열풍건조기에서 50분간 수분함량이 18% 전후가 되게 건조시켜 PE film bag에 밀봉·보관하면서 사용하였다. 반대기의 튀김조건은 120°C에서 10~15초간 반대기가 1~1.5 배 정도 팽화 되도록 1차 튀기고 180°C에서 5~10초간 2차 튀김 하였다.

화학적특성 측정

일반성분은 AOAC 방법⁽¹⁰⁾에 의하여, 수분함량은 105°C에서 2시간 건조하여 정량하였고, 조단백질은 단백질 자동분석기(Kjeltec Auto 1030 Analyzer, Tecator, Sweden)를 사용하여 semi micro Kjeldahl 방법으로 측정하였다. 또한 조지방은 Soxhlet 추출기를 사용하여 ethyl eter로 추출하여 정량하였으며 조회분은 600°C 직접회화법으로 측정하였다. 수침액의 산도는 수침액 20 mL를 0.1 N NaOH로 적정한 후 적정된 mL수를 %젖산으로 환산하였으며⁽¹¹⁾, pH는 pH meter(Corning pH meter, model 240)로 측정하였다.

찹쌀수침액의 향기성분의 분석은 dynamic head space 법으로 purge-trap system인 LSC 2000(Tekmer, USA)을 사용하여 측정하였다. 즉 시료병에 칡쌀수침액을 5 g씩 취하여 질소로 purging하면서 향기성분을 추출하였고, 이때 mount, bottom, valve, line 등 각 부분의 온도는 100°C로 고정하였다. Purging

Table 1. Changes in chemical composition(%) of glutinous rice during steeping at 30°C

Steeping period (day)	Moisture	Protein	Lipid	Ash	Carbohydrate
0	40.56	4.45	0.68	0.140	54.17
2	42.95	4.05	0.63	0.113	52.25
4	43.25	3.45	0.61	0.155	52.53
6	49.59	2.82	0.61	0.100	46.88
10	52.11	2.80	0.68	0.113	44.29

gas는 20 psi의 질소를 분당 100 cc로 30분간 purging하여 Tenax-GC로 향기성분을 흡착하였다. 흡착후 3분간 dry purging을 실시하고, 탈착은 180°C에서 3분간 가열 탈착 시켰다. Dynamic headspace 법으로 추출된 휘발성 향기성분은 GC-MSD(GC; Hewlett-Packard 5890 series II, MSD; 5972 series)를 이용하였고 carrier gas는 helium gas를 분당 2 mL로 흘려보냈으며 column은 CP-WAX-52CB capillary column (30 m×0.32 mm)을 사용하였다. 오븐의 온도설정은 처음 3분 동안 35°C를 유지하다가 분당 1.5°C씩 상승시켜 220°C까지 온도를 높여 10분간 유지하였다. injector의 온도는 230°C, split ratio는 1:50, MSD interface의 온도는 280°C로 하였다. 향기성분의 동정은 Kovats retention index를 참고로 하였다.

유과의 팽화율

유과의 팽화도 측정은 신 등⁽⁸⁾의 좁쌀을 이용한 종자치환법으로 측정하였으며, 유과 반대기의 건불중량 1 g에 대한 증가된 용적을 mL수로 표시하였다. 한번에 3개씩 유과 바탕을 넣어 부피를 측정한 후 1개당 부피를 계산하고, 유과 반대기의 부피에 대한 증가된 부피비로 나타내었다.

입도분포 및 전분손상도

수침한 칡쌀가루의 입도분포는 particle size analyzer로 (CILAS 1064) 입자크기 및 분포도를 조사하였다. 전분손상도는 Williams 방법⁽¹²⁾을 변형하여 실험하였다. 칡쌀 0.25 g(dry basis)과 해사 1 g을 50 mL 시험관에 넣고 중류수 25 mL를 침가하여 잘 혼합하여 50°C 항온조에서 5분 간격으로 교반

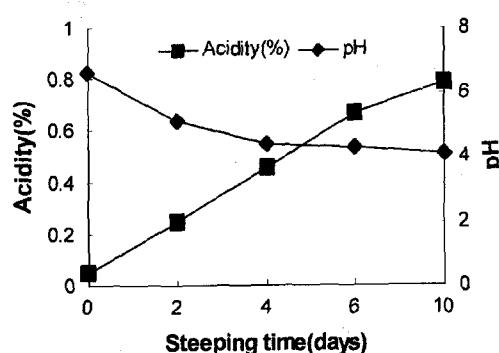


Fig. 1. Changes in pH and acidity of glutinous rice during steeping at 30°C.

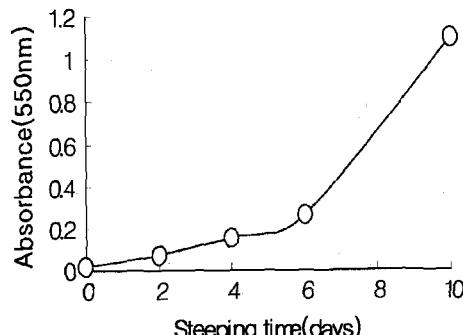


Fig. 2. Changes in starch damage of glutinous rice during steeping at 30°C.

하면서 15분간 유지시킨 후, celite 0.2 g을 첨가하여 3분간 정지한 다음 Whatman No. 4로 여과시켰다. 여과액 0.25 mL를 시험관에 넣고 중류수 9.75 mL를 첨가하여 총 10 mL가 되도록 희석시킨 후 iodine reagent 0.5 mL를 첨가하여 완전히 혼합시킨 다음 30°C에서 30분간 정지시키고 550 nm에서 나타내었다.

반죽물의 점탄성 및 텍스처

3일동안 수침하여 분쇄한 찹쌀가루를 수분함량 45, 50, 55%로 조정하여 100°C 및 110°C에서 30분 및 40분간 증자하여 반죽물(지름 2.5 cm 원형, 두께 2 mm)의 점탄성을 측정하였다. 이때 사용한 측정기는 Advanced Rheometric Expansion System(2ARES-11A, Rheometric Scientific, UK)이었고 시료는 먼저 strain sweep(0.1~20%)를 하여 선형성을 나타내는 범위 내에서 strain을 10%로 정하고 frequency sweep(0.1~100 rad/sec)을 행하였으며 사용한 plate는 직경 25 mm parallel plate를 사용하였다. 찹쌀반죽물(3~5 g)의 텍스처 측정은 Texture analyzer(TA-XT2, Stable micro system Ltd., UK)를 사용하여 TPA(texture profile analyzer)로 경도(hardness, g), 탄력성(springiness), 부착성(cohesiveness) 및 씹힘성(chewiness)을 측정하였으며, 측정조건은 원통형 plunger(지름 25 mm)를 사용하여 speed 0.5 mm/s, deformation 20%에서 압착실험을 하였다.

Table 2. Particle size distribution of glutinous rice after steeping at 30°C

Parameter	Steeping period(days)	
	3	7
Diameter at 10% cumulation	5.07 μm	2.98 μm
Diameter at 50% cumulation	39.51 μm	24.78 μm
Diameter at 90% cumulation	97.10 μm	91.52 μm
Mean diameter	46.72 μm	37.46 μm

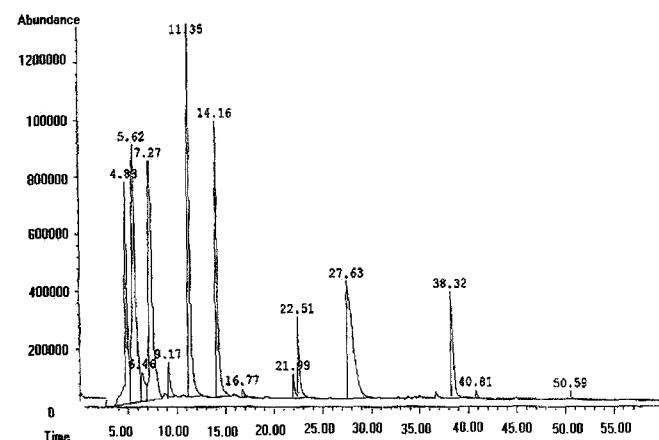


Fig. 3. Total ion chromatogram of flavor compounds in glutinous rice fluid soaking for 1 day at 30°C.

4.83: ethyl ester acetic acid, 5.62: ethanol, 7.27: 2-butanol, 9.17: 2-methyl 1-propanol 11.35: 1-butanol, 14.16: 3-methyl 1-butanol 16.77: 1-pentanol, 21.99: propanoic acid, 22.52: 1-hexanol, 27.63: acetic acid, 38.32: butanoic acid, 50.59: hexanoic acid

유과의 텍스처

유과의 텍스처 특성은 Texture Analyzer(TA-XT2, Stable micro system LTD., UK)를 사용하여 TPA(texture profile

Table 3. Changes in flavor compounds in glutinous rice fluid during soaking at 30°C

Compound	Retention time	Area (%)		
		soaking time (day)	1	2
Ethyl ester acetic acid	4.83	10.68	3.65	4.01
Ethanol	5.62	19.90	14.29	16.28
2-butanol	7.27	17.98	21.70	17.68
2-methyl 1-propanol	9.17	1.39	1.23	0.70
1-butanol	11.35	15.14	11.31	7.50
3-methyl 1-butanol	14.16	10.17	7.89	5.92
1-pentanol	16.77	0.34	0.23	-
Propanoic acid	21.99	0.93	2.40	2.73
1-hexanol	22.52	2.86	1.48	0.60
Acetic acid	27.63	13.67	18.56	22.52
Butanoic acid	38.32	4.39	4.58	6.96
Hexanoic acid	50.59	0.19	0.22	0.24

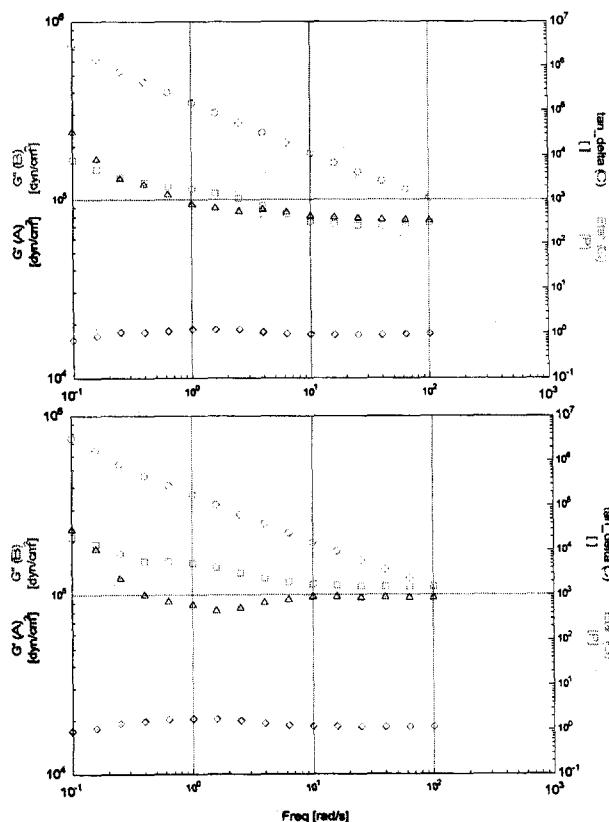


Fig. 4. Comparison of the storage modulus(G') and loss modulus(G'') on the glutinous rice dough.

A: Glutinous rice flour: 50% H_2O , steaming for 30 min at 100°C, B: Glutinous rice flour: 50% H_2O , steaming for 30 min at 100°C, cooling for 30 min at RT, △ : Elastic(storage) modulus □ : Viscous(loss) modulus, ◇ : Algebraic sum of the changes in sample length(sum total of increasing and decreasing length) since the beginning of the test, ○ : Dynamic(complex) viscosity

ness) 및 씹힘성(chewiness)을 측정⁽¹³⁾하였으며, 측정조건은 원통형 plunger(지름 25 mm)를 사용하여 speed 0.5 mm/sec, deformation 20%에서 압착실험을 하였다. 측정한 유과는 유과바탕으로 평균 지름 3 cm×길이7 cm이었다.

유과의 색

Color and color difference meter(Model No. CR-300 Minolta Co., Japan)를 이용하여 제조된 유과의 색 L, a, b값을 측정하였다.

결과 및 고찰

일반성분

수침한 찹쌀의 일반성분 변화는 Table 1과 같이 단백질의 경우 수침초기의 4.45%에서 서서히 감소하여 4일째에는 3.45%, 10일 후에는 2.80%가 되어 수침 전에 비하여 38%가 감소되었다.

지방함량과 회분함량의 경우는 수침시간에 뚜렷한 변화를 나타내지 않았고 탄수화물은 54.17%에서 44.29%로 감소하였다. 이 결과는 수침 중 찹쌀내의 수용성물질 특히 수용성

단백질과 당분의 용출로 인한 변화로 생각되며, 수침 중 효소의 영향도 있을 것으로 생각된다. 김 등⁽⁵⁾의 연구결과를 보면 30시간 수침 시 회분, 조지방, 조단백질의 모든 성분이 감소하는 경향을 나타내었다고 보고하여 본 결과와 차이가 있었다. 그러나 임 등⁽²⁾은 유과제조 시 찹쌀수침 중 산도, 유리당, 당 등의 이화학적 성분변화에서 조단백질은 수침초기에 원료찹쌀의 30~50%가 수침액으로 용출 되었다고 보고하여 본 실험결과와 일치하였다. 수침 중 찹쌀의 단백질 감소는 유과제조 시 전분의 변성과 함께 팽화를 용이하게 하는 과정으로 해석되어진다.

산도와 pH

찹쌀 수침액의 산도와 pH의 변화는 Fig. 1과 같다. 수침액의 산도는 수침 전 0.05에서 증가하여 2일에서 6일까지는 거의 직선적으로 빠르게 증가하다가 8일 이후에 0.8% 수준에 도달한 뒤 약간 감소하는 경향이었다. 양 등⁽⁴⁾은 10°C에서 수침 할 경우 14일까지 계속적으로 산도가 증가하여 1.02%까지 상승하였으며, 20°C에서 수침 할 경우는 10°C의 경우보다 초기산도의 상승이 빨라 20일에 최고산도를 기록하였다가 그 이후로 약간 감소하였다고 보고하여 본 결과와 유사

Table 4. Value of the storage modulus and loss modulus on the glutinous rice dough with 45% H₂O

Treatment condition			Frequency (rad/s)	G ⁽¹⁾ (10 ⁵ dyne/cm ²)	G ⁽²⁾ (10 ⁵ dyne/cm ²)	tan-δ ³⁾	η ^{*4)} (10 ⁵)
Temp (°C)	Steaming time (min)	Cooling time (min)					
100	30	0	0.1	1.78	2.04	1.14	27.06
			1.0	1.08	1.44	1.32	1.80
			10.0	0.90	0.95	1.05	0.13
	30	30	0.1	1.47	2.09	1.41	25.60
			1.0	0.811	1.46	1.78	1.67
			10.0	1.04	1.12	1.07	0.15
	40	0	0.1	1.05	1.41	1.34	17.62
			1.0	0.47	1.03	2.18	1.13
			10.0	0.75	0.84	1.12	0.11
110	40	30	0.1	0.74	1.32	1.76	15.17
			1.0	0.54	1.07	1.96	1.20
			10.0	0.72	0.77	1.06	0.10
	30	0	0.1	1.60	1.49	0.91	22.18
			1.0	0.71	1.15	1.60	1.36
			10.0	0.81	0.85	1.04	0.11
	30	30	0.1	1.76	1.78	1.00	25.09
			1.0	0.66	1.37	2.06	1.52
			10.0	0.93	1.18	1.26	0.15
	40	0	0.1	1.52	2.36	1.54	28.08
			1.0	0.64	1.62	2.53	1.74
			10.0	0.99	1.39	1.40	0.17
	40	30	0.1	2.77	1.85	0.67	33.25
			1.0	0.76	1.17	1.52	1.43
			10.0	0.81	0.85	1.05	0.11

¹⁾Elastic(storage) modulus

²⁾Viscous(loss) modulus

³⁾Algebraic sum of the changes in sample length(sum total of increasing and decreasing length) since the beginning of the test

⁴⁾Dynamic(complex) viscosity

Table 5. Value of the storage modulus and loss modulus on the glutinous rice dough with 50% H₂O

Treatment condition			Frequency (rad/s)	G ⁽¹⁾ (10 ⁵ dyne/cm ²)	G ⁽²⁾ (10 ⁵ dyne/cm ²)	tan-δ ³⁾	η ^{*4)} (10 ⁵)
Temp (°C)	Steaming time (min)	Cooling time (min)					
100	30	0	0.1	2.41	1.68	0.69	29.35
			1.0	0.94	1.15	1.21	1.48
			10.0	0.80	0.75	0.93	0.11
	30	30	0.1	2.32	2.10	0.90	31.33
			1.0	0.87	1.51	1.71	1.74
			10.0	0.97	1.14	1.17	0.15
	40	0	0.1	2.72	1.98	0.72	33.70
			1.0	1.67	1.48	0.88	2.23
			10.0	1.33	1.15	0.86	0.17
110	40	30	0.1	1.55	2.22	1.43	27.10
			1.0	0.89	1.56	1.73	1.79
			10.0	0.87	1.11	1.27	0.14
	30	0	0.1	1.18	0.96	0.81	15.32
			1.0	1.09	0.84	0.76	1.38
			10.0	0.84	0.72	0.85	0.11
	30	30	0.1	1.48	1.23	0.83	19.31
			1.0	0.71	0.90	1.26	1.14
			10.0	0.70	0.75	1.06	0.10
	40	0	0.1	1.97	1.75	0.88	26.37
			1.0	1.28	1.24	0.96	1.78
			10.0	1.14	0.94	0.82	0.14
	40	40	0.1	1.27	1.74	1.36	21.59
			1.0	0.63	1.14	1.81	1.30
			10.0	0.69	0.78	1.13	0.10

1),2),3),4) refer to Table 5

한 결과를 나타내었다. 수침시 형성되는 산은 lactic acid, butyric acid, acetic acid 등과 같은 각종 유기산들이 형성되는 것으로 알려져 있다⁽¹⁴⁾.

pH는 수침전 pH 6.6에서 5일까지 비교적 빠르게 감소하다가 그 이후 4.3정도를 유지하였다. 임⁽²⁾은 30°C에서 수침 할 때 수침시간의 경과에 따라 pH가 3.3까지 감소하다가 6일이 경과한 후로는 서서히 상승한다고 하였으며, 김 등⁽⁵⁾은 20°C에서 수침 시 18시간 이후에 크게 감소하여 30시간에 약 5.6 정도의 pH를 나타낸다고 보고하여 본 결과와 비슷한 경향을 보였는데 수침온도가 유기산의 생성과 pH에 영향을 주는 것으로 생각된다.

입도 및 전분손상도

찹쌀의 수침이 입자크기에 영향을 미치므로 원료찹쌀을 30°C에서 3일과 7일간 수침한 다음 세척하여 pin mill로 분쇄한 후 particle size analyzer로 입자크기 및 분포를 조사한 결과는 Table 2와 같다. 7일간 수침한 찹쌀가루의 평균입자크기가 3일간 수침한 입자크기 보다 훨씬 작게 측정되어 입자크기는 수침기간이 오래될수록 감소함을 보였다. 수침은 찹쌀의 입자사이에 공기를 포함시키고 호화가 빠르고 균일하게 잘 일어나도록 하기 위한 조작으로 알려져 전통적으로 미세한 분말과 균일한 입자크기를 갖기 위해 체를 사용하였

다. 김 등⁽¹⁵⁾과 한⁽¹⁶⁾은 보통 40~80 mesh로 분쇄하여 유과를 만드는 것이 팽화도와 경도가 우수한 것으로 보고하였다. 찹쌀의 전분손상은 Fig. 2와 같이 초기 5일 까지는 서서히 증가하다가 6일째부터 빠르게 증가하였고 8일째부터는 그 증가가 완만하였다. 이와 같이 수침중의 전분손상은 미생물에 의하여 생산된 amylase 등의 작용에 의해서 전분이 분해된 것으로 사료된다.

향기성분

찹쌀을 수침하는 동안 찹쌀 수침액의 향기성분을 살펴보기 위하여 GC에 의하여 분리된 각 peak들의 물질을 질량분석기를 이용하여 확인한 결과의 total ion chromatogram은 Fig. 3과 같다. 향기성분은 ethyl ester acetic acid, ethanol, 2-butanol, 2-methyl 1-propanol, 1-butanol, 3-methyl 1-butanol, 1-pentanol, propanoic acid, 1-hexanol, acetic acid, butanoic acid, hexanoic acid 등으로 주로 알콜과 산으로 동정되었다. Table 3은 3일간의 수침중 이들의 변화로 수침시간이 증가함에 따라 acetic acid와 butanoic acid는 현저히 증가한 반면 2-methyl 1-propanol과 1-butanol, 3-methyl 1-butanol, 1-hexanol 등 알콜류는 크게 감소하였다. 유기산의 증가는 각종 미생물의 작용으로 유기산(lactic acid, citric acid, acetic acid)발효가 일어난다는 김⁽¹⁷⁾의 보고와 일치하였다. 따

Table 6. Value of the storage modulus and loss modulus on the glutinous ricedough with 55% H₂O

Treatment condition			Frequency (rad/s)	G' ⁽¹⁾ (10 ⁵ dyne/cm ²)	G'' ⁽²⁾ (10 ⁵ dyne/cm ²)	tan- δ ⁽³⁾	$\eta^*(4)$ (10 ⁵)
Temp (°C)	Steaming time (min)	Cooling time (min)					
100	30	0	0.1	3.05	1.56	0.51	34.35
			1.0	1.22	0.95	0.78	1.55
			10.0	1.02	0.83	0.82	0.13
	30	30	0.1	1.88	1.34	0.70	23.15
			1.0	0.93	0.83	0.89	1.25
			10.0	0.70	0.66	0.94	0.96
	40	0	0.1	3.23	1.37	0.42	35.15
			1.0	1.09	0.75	0.68	1.32
			10.0	0.95	0.73	0.77	0.12
110	40	30	0.1	4.05	1.72	0.42	44.09
			1.0	1.70	0.97	0.57	1.96
			10.0	1.52	1.00	0.66	0.18
	30	0	0.1	1.88	1.67	0.89	25.21
			1.0	0.51	0.90	1.75	1.04
			10.0	0.70	0.74	1.06	0.10
	30	30	0.1	1.23	1.23	1.00	17.45
			1.0	0.63	0.98	1.53	1.16
			10.0	0.68	0.72	1.05	0.10
	40	0	0.1	1.97	1.16	0.28	22.89
			1.0	1.18	0.95	0.81	1.51
			10.0	1.21	0.93	0.77	0.15
	40	40	0.1	1.56	1.27	0.81	20.15
			1.0	0.74	0.94	1.27	1.20
			10.0	0.71	0.70	0.98	0.10

1), 2), 3), 4) refer to Table 5

라서 수침액의 항기성분 동정으로 수침조건을 확립할 수 있을 것으로 판단되었다.

점탄성

증자반죽물의 수분함량을 45, 50, 55%로 조절하고 증자온도를 100°C 및 110°C에서 증자한 반데기의 점탄성을 Fig. 4 와 Table 4~6과 같이 frequency별로 탄성성분인 G'(storage modulus)과 점성성분인 G'(loss modulus), G''/G'로 나타내는 tanδ와 η*를 측정하였다. 각 처리구에서 공히 frequency가 증가함에 따라 tanδ값이 증가하다가 감소하는 경향을 나타내고 있는데 frequency 10 이상에서는 각 처리구가 전반적으로 G'과 G''의 변화가 대단히 적게 나타났다. 이는 점성성분에 비하여 탄성성분이 감소하는 것을 의미한다. 또한 각 처리구의 경우 G'과 G''값이 비슷하게 나타나는 고무와 유사한(rubber like) 성질을 나타내었으며 이는 아밀로오스 함량이 아주 적은 찹쌀의 특성을 매우 잘 나타내고 있다. 그러나 증자 후 실온에서 30분간 냉각한 후 점탄성을 살펴본 결과 G'과 G''값에 차이가 있어 고무와 같은 성질의 특성이 감소하는 것으로 나타났다.

수분함량 45%의 경우 G''/G'의 값이 frequency가 증가함에 따라 일치하는 경향이 있어 고무특성이 증가하는 것으로 나타났는데, 수분함량을 45%로 조정하여 증자한 경우 100°C에

서는 tanδ이 frequency에 관계없이 일정한 값을 나타내었고 110°C에 비해 낮은 값을 나타내는 경향을 보였다. 또한 수분 함량 55%의 경우는 G''/G'의 값이 수분함량 45%의 경우보다 frequency가 작은 지점부터 일치하는 경향을 보여 반대기 제조 시 작은 힘으로도 고무특성을 갖는 것으로 판단되었다. 따라서 반죽물의 수분함량을 50%로 100°C에서 30분 증자하여 30분간 냉각한 처리구가 고무와 같은 성질이 가장 작아 반대기 제조에 적합한 것으로 판단되었다. 또한, 전체적으로 점도는 감소하였으나 증자 후 냉각한 처리구가 냉각하지 않은 처리구 보다 점도가 더 낮게 나타내었다.

텍스쳐

반대기 제조를 위하여 반죽물 절단에 용이한 텍스쳐 특성을 보기 위해 반죽물의 냉각온도와 냉각시간을 달리하면서 측정한 텍스쳐 특성은 Table 7과 같다. 반죽물을 온도와 시간별로 냉각시켰을 때 경도는 -20°C에서 냉각시킨 것이 103~225(g)로 가장 높게 측정되었으며 4°C와 20°C에서 냉각시킨 것은 훨씬 낮은 68~82(g) 범위의 값을 보여주었다. 10°C에서 냉각시킨 것은 비교적 높은 경도인 75~113(g)이 측정되어 4°C와 20°C보다 높았다. 이는 찹쌀이 주로 아밀로펙틴으로만 구성되어 호화전분의 노화가 온도 차이에 큰 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 그러나 냉각시간이 증가함에 따라 경도

Table 7. Textural characteristics of glutinous rice dough as affected by cooling temperature and time

Cooling temp. (°C)	Time (min)	Textural parameter			
		Hardness (g)	Springiness	Cohesiveness	Chewiness
-20	5	102.92 ^c	0.73 ^{NS²⁾}	0.56 ^a	41.73 ^c
	10	158.20 ^b	0.72	0.51 ^b	59.22 ^b
	15	224.70 ^a	0.72	0.49 ^c	78.83 ^a
4	5	68.42 ^b	0.73 ^{NS}	0.5 ^{NS}	23.05 ^b
	10	78.90 ^a	0.72	0.49	26.16 ^a
	15	81.14 ^a	0.72	0.5	28.37 ^a
10	5	75.06 ^c	0.75 ^{NS}	0.60 ^a	34.06 ^c
	10	101.00 ^b	0.76	0.58 ^b	44.78 ^b
	15	112.94 ^a	0.76	0.58 ^b	49.68 ^a
20	5	72.42 ^b	0.78	0.62 ^{NS}	34.94 ^b
	10	73.70 ^b	0.77	0.62	35.13 ^b
	15	82.34 ^a	0.79	0.63	40.40 ^a

¹⁾Values with different letters in a column are significantly different($p<0.05$)²⁾NS: Not significant

차이가 큰 것으로 보아 냉각온도 보다는 냉각시간이 경도에 큰 영향을 주는 것으로 나타나 제조현장에서 반대기 제조공정 시 온도 보다는 냉각시간을 고려해야 할 것으로 사료된다.

반대기 수분함량에 따른 유과특성

유과 제조 시 유과 반대기는 팽화를 위한 튀김 전에 건조 과정을 거쳐야 하는데 반대기의 수분함량이 최종제품의 조직감 및 팽화도에 영향을 주므로 반대기의 수분함량별로 튀긴 유과의 색과 경도(hardness) 및 팽화율을 측정하였다(Table 8). 유과의 색은 반대기 수분함량이 증가하면서 L값과 b값이 약간 감소하였지만 전반적으로 유과의 색 변화가 나타나지

Table 8. Changes in color values, texture and expansion rate of Yukwa prepared in different moisture content Bandegi

	Moisture content(%)			
	14	15	18	
Color	L	73.0	74.0	70.3
	a	-1.53	-1.73	-1.61
	b	5.32	5.10	3.85
	ΔE	23.91	22.96	26.42
Hardness (g)	1213	1280	388	
Expansion rate (mL) ¹⁾	13.1	14.02	17.6	

¹⁾measured by seed displacement

않았다. 한편 유과의 경도는 수분함량이 14%에서 1,213 g에서 15%에서는 1,280 g인데 반해 18%에서는 388 g으로 매우 낮아 반대기의 수분함량이 높을수록 대단히 낮은 경도값을 나타내었다. 이 경도의 결과는 팽화율과 밀접한 관계가 있는 것으로 전반적으로 경도가 감소하면서 팽화율이 증가하였다.

신 등⁽¹⁸⁾은 반대기의 수분함량은 팽화율과 밀접한 관계가 있어 반대기 중 수분함량이 높으면 튀김 시 형성되는 포집막이 얇고 약해서 아밀로펩틴이 단단해지기 전에 가스가 달아나고 수분이 너무 적으면 아밀로펩틴의 호화가 거의 일어나지 않아 팽화가 일어나지 않는다고 하였다. 김 등^(6,8,16)은 반대기의 최적수분함량은 11~15%, 이 등⁽⁷⁾은 20% 내외가 최적이라고 하여 연구자간에 차이를 보이고 있는데, 본 연구에서는 반대기 수분함량이 15% 이하일 경우 경도 및 팽화율이 바람직하지 못한 것으로 나타나 후자들에 의한 수분함량 20% 전후가 최적인 것으로 판단되었다. 그러나 반대기의 수분함량만 중요한 것이 아니라 같은 20%의 수분함량을 나타내는 경우라도 표면만 건조될 수 있기 때문에 완전하게 수분평형이 되는 것이 제품이 균일하게 팽화되므로 건조 후에 완전한 수분평형을 위해 PE film bag에 넣어 7시간 정도 방치한 다음 사용하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

대두첨가 영향

유과제조 시 분쇄한 찹쌀가루에 부재료인 대두의 첨가는

Table 9. Changes in color values and texture of Yukwa as affected by addition of soked soybean¹⁾

	Moisture (%) ²⁾				
	14	15	16	17	18
Color	L	72.3	66.2	71.2	69.8
	a	-2.19	-1.31	-2.38	-2.26
	b	9.79	3.05	9.54	7.44
	ΔE	25.87	30.21	26.78	27.63
Hardness(g)	1434	772	684	625	315

¹⁾Added 3% soybean, adjusted 50% in moisture content of dough²⁾Moisture content of Bandegi

최종품질에 영향을 주는 것으로 알려져 있어 불린콩을 첨가하여 유과를 제조한 다음 유과 바탕의 색도 및 조직감을 측정한 결과는 Table 9와 같다.

불린콩을 칡쌀중량의 3% 수준으로 첨가하고 반죽의 수분 함량은 50%로 조정하여 유과를 제조하였을 때 유과의 색도는 무첨가구 보다 L값은 거의 변화가 없었고 a값은 감소하였으며 b값은 증가하였다. 경도는 수분함량 18%일 때 무첨가구에서는 388 g이었으나 첨가구에서는 315 g으로 19%감소하여 부드러운 조직감을 나타내었다.

제빵, 소시지 등에 사용되어 안정한 피막을 형성, 가스와 물을 포획해 주며 접착제로서의 기능을 수행하는 단백질의 역할을 하는 것으로⁽¹⁹⁾ 알려진 대두를 유과제조에 첨가 시 색택이 황금색으로 되고⁽²⁰⁾ 용적이 증가^(6,21)하거나 조직이 부드러워지는 효과⁽²²⁾가 있다고 하는 연구결과와 일치하고 있다. 또한 김과 웨이 등⁽⁶⁾은 대두에는 우수한 기능성을 갖는 단백질과 각종효소 특히 amylase가 함유되어 있기 때문에 반죽 시 대두를 첨가하면 반죽의 성분변화와 품질 및 영양개선 효과가 있는 것으로 보고하였다.

요 약

본 연구에서는 우리의 전통한과인 유과의 제조공정별 이화학적 및 물리적특성 변화를 측정하였다. 칡쌀의 수침 중 단백질함량은 감소하였고 지방 및 회분은 큰 변화가 없었으며, 산도는 수침 전 0.05에서 수침 중 증가하여 2일에서 6일 까지는 거의 직선적으로 빠르게 증가하다 8일 이후에는 0.8 수준에 도달하였으며 pH는 수침초기 6.6에서 5일까지 비교적 빠르게 감소하다가 그 이후 4.3정도를 유지하였다. 입자크기는 수침시간이 증가함에 따라 감소하는 것으로 나타났으며 칡쌀의 전분손상도는 초기 5일까지는 서서히 증가하다가 6일 째부터 빠르게 증가하였고 8일 째부터는 다시 완만하게 증가하였다. 칡쌀을 수침 하는 동안 칡쌀수침액의 향기 성분 주로 알콜 및 산으로 동정되었는데, 수침시간이 증가함에 따라 acetic acid와 butanoic acid가 현저하게 증가하였다. 칡쌀반죽물의 점탄성은 frequency가 증가함에 따라 tanδ값이 증가하다가 감소하는 경향을 나타내었다. 반죽물을 증자한 후 실온에서 30분간 방치한 다음 특성을 살펴본 결과 고무성질이 감소하는 것으로 나타났다. 반대기 제조를 위해 반죽물을 절단하기 용이한 물성을 갖기 위한 적정 냉각온도를 측정한 결과 온도가 노화에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 반대기 수분함량이 유과의 색에 미치는 영향은 미미한 것으로 판단되었으며, 텍스쳐에 있어서는 수분함량이 높을수록 낮은 경도값을 나타내었고 팽화율에 있어서는 반대기 수분함량이 18% 부근에서 가장 높게 나타났다. 불린콩을 첨가하였을 때 유과바탕의 색도는 무첨가구 보다 적색도는 감소하고, 황색도는 증가하는 경향이었으며, 텍스쳐에 있어서는 경도가 감소하여 부드러운 조직감을 나타내었다.

문 헌

- Hwang, H.S., Han, B.R., Han, B.J.: Korean traditional food. Gyo-munsa p477 (1991)
- Lim, Y.H., Lee, H.Y. and Jang, M.S. Changes of physicochemical properties of soaked glutinous rice during preparaton of Yu-kwa. Korean J. Food Sci. Technol. 25: 247-251 (1993)
- Cheigh, H. S., Ryu, C. H., Jo, J. S., Kwon, T. W.: A type of post-harvest loss: nutritional during washing and cooking of rice. Korean J. Food sci. Technol., 9(3): 229 (1977) Soc. Food Nutr. 14: 51-56 (1985)
- Yang, H.C., Hong, J.S. and Kim, J.M. Studies on manufacture of Busuge (I. Effect of steeping process on viscosity and raising power of glutinous rice. Korean J. Food Sci. Technol. 17: 141-145 (1982)
- Kim, K., Kang, K.J., Lee, Y.H. and Kim, S.K. Changes in properties of waxy rice during steeping in water. Korean J. Food Sci. Technol. 25: 535-540 (1993)
- Kim, J.M. and Wei, L.S. Studies on Busuge preparation (II. Effect of the addition of soy products on the quality of Busuge(San-ja) base. J. Korean Soc. Food Nutr. 14: 51-56 (1985)
- Lee, H.Y., Chung, K.H., Chung, T.G., Lee, S.H., Lee, C.H., Han, O. and Kwon., S.O. Development of mechanical production system for traditional yukwa. KFRI Report (1992)
- Shin, D.H., Kim, M.K., Chung, T.K. and Lee, H.Y. Quality characteristics of Yukwa(Popped rice snack) made by different varieties of rice. Korean J. Food Sci. Technol. 21: 820-825 (1989)
- Lim, Y.H. A Study on the optimal processing conditions of Yukwa(Puffed rice snack). PhD. Thesis, Dankuk Univ. Korea (1994)
- AOAC: Official Methods of Analysis. 15th ed., Association of Official Chemists, Washington D.C. (1990)
- AACC(American Association of Cereal Chemist): Damaged starch. AACC method 76-30 (1983)
- Williams, P.C. Nature of mechanically damaged starch, its production in flour. I. Northwest. Miller 276(12) (1969)
- Bourne, M.C.: Texture profile analysis. Food Technol., 32(7), 62-66 (1978)
- Kim, J.M. and Yang, H.C. Study on properties and name for Busugae. Food Sci. 15(2): 33 (1982)
- Kim, J.M. Study on reproductibility of preparation and name for Busugae. Bull. Wonkwang University, 16: 215 (1986)
- Han, J.S. A study on cookery characterisitics of Korean cakes.(on the yugwa). Korean J. Food & Nutrition. 11(4): 37-41 (1982)
- Kim, J.M. Study on food scientific interpretation of Busugae(San-ja). Food Industry, 15 (1993)
- Shin, D.H., Kim, M.K., Lee, Chung, T.K. and Lee, H.Y. Process improvement of Yukwa for industrial production. KFRI report (1989)
- Kim, W.J. Nutrition and utilijation of soybean protein, USA Soybean Association, learning and accomplishment collection, 15: 40 (1987)
- Gi, K.S. Study of Sanja. Bull. Kunsan University. 7: 197 (1974)
- Shin, D.H., Kim, M.K., Chung, T.K. and Lee, H.Y. Effect of some additives for Yukwa(Popped rice snack) quality improvement and process modification trials. Korean J. Food Sci. Technol. 22: 272-277 (1990)
- Choi, K.J. Study of development on manufacture of Yukwa. Bull. Youngnam University. 5: 311 (1974)