

Research Note

밀가루 첨가 시 증자 쌀가루 온도에 따른 인절미의 품질특성

김희선 · 한귀정¹ · 김경미¹ · 이현규² · 김명환*

단국대학교 식품공학과, ¹농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부, ²한양대학교 식품영양학과

Effect of Temperature of Steamed Rice Powder at Addition of Wheat Flour on Quality Characteristics of *Injeolmi*

Hee-Sun Kim, Gwi-Jung Han¹, Kyung-Mi Kim¹, Hyeon-Gyu Lee², and Myung-Hwan Kim*

Department of Food Engineering, Dankook University

¹Department of Agrofood Resources, National Academy of Agricultural Science, RDA

²Department of Food and Nutrition, Hanyang University

Abstract

This study was to investigate the effects of differences in the temperature of steamed rice powder at the addition of wheat flour on the quality characteristics of *Injeolmi* after storage for 7 days at 4°C. The L values in color of the control and with 75°C and 95°C treatments decreased after storage whereas that of the 55°C treatment increased from 94.24 to 96.07. The amylose content of the control increased from 4.13% to 12.43%, while that of the 55°C, 75°C, and 95°C treatments increased from 5.10%, 5.28%, and 5.14% to 20.43%, 19.8%, and 19.34% respectively. Hardness of the 55°C, 75°C, and 95°C treatments after storage increased by 109.2%, 2,023.2%, and 2,886.5% respectively compared with that at the initial storage stage. Hardness of the 55°C treatment after storage was 3.17% compared with that of the control, which shows that the 55°C treatment significantly reduced retrogradation in *Injeolmi* during storage. Total aerobic bacteria content of the control and the 55°C treatment was 3.55 and 3.98 log CFU/g respectively, which were slightly higher numbers than those of the 75°C (3.62 log CFU/g) and 95°C (3.30 log CFU/g) treatments after storage for 7 days at 4°C.

Key words: wheat flour, *Injeolmi*, retrogradation, texture property, amylase

서 론

떡은 각종 제례나 예식, 농경의례, 토속신앙을 배경으로 각종 제사, 명절의 행사 등에서 빼놓을 수 없는 한국고유의 음식이며 떡은 만드는 방법에 따라 찌는 떡, 치는 떡, 빻는 떡, 지지는 떡으로 나뉜다. 인절미는 치는 떡으로서 첨가하는 부재료에 따라서 쭈 인절미, 대추인절미, 수리취 인절미, 감 인절미 등이 있으며 문히는 고물에 따라 콩 인절미, 팥 인절미, 깨 인절미, 녹두 인절미, 동부인절미 등이 있다(Lee et al., 2001). 인절미는 전분질 계 식품으로서 수분함량이 45% 이상인 중간수분식품(intermediate moisture food)이며 실온에서 저장기간이 1-2 일 경과하면 전분의 노화에 의하여 굳어지는 문제점을 지니고 있다(Lee & Maeng, 1987; Jin et al., 2008).

전분의 노화는 크게 두 단계로 일어나며 호화과정 중 용해된 아밀로스의 겔화가 일어난 후 호화된 입자들 내에서 아밀로펙틴의 재결정화가 일어나게 된다(Miles et al., 1985). 인절미의 노화억제를 비롯한 품질특성에 대한 연구로 백복령가루(Cho et al., 2008), 팥잎분말(Kang & Hong, 2009), 감귤분말(Kim & Song, 2010), 차 생엽(Lee et al., 1990), 찰 보리쌀 가루(Yoon & Koh, 1998), tropica(Cho et al., 2006), 수리취(Lee & Cho, 2001), 다진 대추(Cha & Lee, 2001) 등 다양한 소재를 첨가한 연구들이 있다. 가공처리연구로는 제분방법(Kim & Shin, 2002), 수침시간(Jin & Ryu, 2007), 반죽(Cho et al., 2006), 제조방법(Jin & Ryu, 2007) 등에 따른 노화억제효과 및 품질특성에 대한 연구가 있다. 이와 같이 인절미의 노화억제를 위한 연구가 다각도로 이루어졌지만 현재 제조 판매되고 있는 인절미는 노화현상에 의하여 저장유통기간이 매우 짧은 실정이다.

밀가루는 다양한 효소를 지니고 있으며 amylase, protease, lipoxygenase, polyphenol oxidase, peroxidase 등으로 밀 또는 밀가루의 저장과정에서는 활성이 나타나지 않으나 수분을 공급하면 활성을 띄게 된다(Rani et al., 2001). 밀의 alpha-

*Corresponding author: Myung Hwan Kim, Department of Food Engineering, Dankook University, Cheonan, 330-714, Korea
Tel: +82-41-550-3563; Fax: +82-41-559-7868
E-mail: kim1@dankook.ac.kr
Received October 30, 2013; revised November 6, 2013; accepted November 11, 2013

amylase는 주로 외피(pericarp)에 존재하며 소량이 종피(seed coat)와 호분층(aleurone layer)에 존재한다(Kruger & Tipples, 1980).

따라서 본 연구에서는 인절미 제조과정 중 2차 증자공정 후 쌀가루의 내부온도(첨가온도)를 달리하여 0.7%(w/w)의 밀가루를 첨가한 다음 제조된 인절미에 대하여 저장과정에서의 품질특성을 비교분석하였다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용한 찹쌀은 2012년에 수확하여 2013년에 도정된 찹쌀(혼합 품종, 정남농협)을 구입하였다. 소금은 천일염(Daasang, Seoul, Korea)이었으며 밀가루는 중력분(CJ Cheiljedang, Seoul, Korea)을 구입하여 사용하였다.

인절미 제조

인절미 제조는 찹쌀을 3회 수세하여 5시간 동안 수침한 후, 체에 건져 30분간 물기를 제거한 다음 불린 쌀을 roll mill(KM-18, Kyungchang Machine, Gyeonggi Gwangju, Korea)로 분쇄하였다. 분쇄된 쌀가루를 알루미늄 찜통에 담아 스팀보일러(DA-030, Donga Machine, Gyeonggido Gwangju, Korea)를 이용하여 30분간 1차 증자를 하고 불린 쌀 무게의 5%(w/w)의 물에 1%(w/w)의 소금을 완전히 녹인 후 찼 쌀가루에 손으로 비벼 골고루 스며들게 한 다음 20분간 2차 증자를 하였다. 밀가루를 첨가한 인절미 제조는 2차 증자가 끝난 다음 증자쌀가루의 내부온도가 55, 75 및 95°C 되도록 방냉한 후 불린 쌀 무게대비 0.7%(w/w)의 중력분을 첨가한 다음 편칭기계(KM89, Kyungchang Machine, Gyeonggido Gwangju, Korea)를 이용하여 400 rpm으로 13분간 편칭하였다. 편칭공정을 마친 반죽은 압출성형기(KH-204, Kyungchang Machine, Gyeonggido Gwangju, Korea)를 이용하여 인절미 모양으로 성형하였고 성형된 시료에 참기름을 발라 시료의 표면에 점착성을 제거한 후 분석시료로 사용하였다.

저장

시료저장은 PET/AL/PE의 수증기투과(water vapor penetration)를 제어할 수 있는 적층필름 파우치를 사용하여 상압 밀봉하였다. 포장된 시료는 4°C의 온도조건에서 7일간 저장하였다.

수분함량

인절미의 수분함량은 상압가열건조법(AOAC, 1995)으로 시료 1g을 105°C에서 3회 반복하여 측정 후 평균값으로 나타내었다.

색도

시료의 색도는 색차계(CR-410, Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 각각 L, a, b 값을 5회 반복 측정하였다. Calibration plate의 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값은 각각 98.34, -0.17, 1.45이었다.

아밀로스 함량

전분의 아밀로스 함량(amylose content)은 Knutson & Grove(1994)의 방법을 이용하여 분석하였다. 40 mg의 전분을 25 mL의 시험관에 취하고 이에 0.006 M의 요오드를 함유한 90% DMSO용액 10 mL를 가한 후 상온에서 24시간 방치하여 시료를 완전히 녹였다. 이 용액 1 mL를 50 mL의 용량플라스크에 취한 후 증류수를 넣어 용액의 부피를 50 mL로 한 다음 30분간 상온에서 방치한 후 600 nm에서 흡광도를 측정하였다. Amylose 함량의 계산은 amylose 표준품(A-0512, Sigma, Louis, MO, USA)이 나타내는 흡광도를 100으로 하고 각 시료의 흡광도 값을 비율로 하여 아밀로스 함량을 계산하였다.

물성

Texture Analyzer(TA-XT₂, Stable micro system, Surrey, England)를 이용하여 상온(25°C)에서 10회 반복 측정하였다. 시료의 직경은 40 mm, 높이는 18 mm 이었으며 직경이 50 mm의 probe를 사용하였다. Strain은 30%이었고 probe속도는 1.0 mm/sec이었다.

총호기성균수

멸균된 가위와 핀셋을 이용하여 무균적으로 채취한 시료 5g을 45 mL의 멸균된 생리식염수(0.85%)에 첨가하고 균질화하여 시료원액으로 이용하였다. 시료원액을 단계별로 10 배씩 희석한 다음 Plate Count Agar(PCA, Difco Laboratories, Detroit, USA) 배지에 도말하여 37°C에서 48시간 동안 배양한 다음 형성된 집락수를 계측하여 log CFU/g으로 나타내었다.

통계처리

자료 분석은 SAS(Statistical Analysis System, version 9.3, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) program을 이용하여 분산 분석(ANOVA) 후 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 하여 대조군과 처리군 간의 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

밀가루 첨가 시 증자 쌀가루 온도에 따른 인절미의 색도

밀가루 첨가 시 증자 쌀가루 온도(첨가온도)를 달리하여 인절미를 제조하였을 때 4°C저장 중 색도변화는 Table 1과 같다. 대조구와 75 및 95°C 처리구의 L값(명도)은 저장초기 각각 94.10, 96.06 및 94.65로 나타났으나 저장 7 일째

Table 1. Color values of *Injeolmi* by steamed rice powder temperatures at addition of wheat flour.

Storage Temp. (°C)	Storage period (days)	Color value	Control	Wheat flour added dough temp. (°C)		
				55	75	95
4	0	L	94.10±0.88 ^{1b}	94.24±1.91 ^b	96.06±0.60 ^a	94.65±1.04 ^b
		a	-0.40±0.05 ^b	-0.26±0.07 ^a	-0.29±0.03 ^a	-0.30±0.06 ^a
		b	15.62±0.32 ^c	16.36±0.26 ^{ab}	16.76±0.63 ^a	15.95±0.22 ^{bc}
	7	L	90.16±0.28 ^c	96.07±1.50 ^a	92.02±1.16 ^b	90.73±1.03 ^{bc}
		a	-0.37±0.10 ^{bc}	-0.43±0.12 ^c	-0.31±0.14 ^{ab}	-0.26±0.08 ^a
		b	9.76±1.13 ^c	16.67±0.91 ^a	12.89±1.07 ^b	9.25±1.65 ^c

¹⁾ Means±SD.^{a-c} Means in column of different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.**Table 2. Amylose contents of *Injeolmi* by steamed rice powder temperatures at addition of wheat flour.**

Storage Temp. (°C)	Storage period (days)	Control	Wheat flour added dough temp. (°C)		
			55	75	95
4	0	4.13±0.06 ^{1b}	5.10±0.00 ^a	5.28±0.40 ^a	5.14±0.15 ^a
	7	12.43±1.10 ^a	20.43±1.29 ^b	19.80±1.07 ^b	19.34±0.42 ^b

¹⁾ Means±SD.^{a-b} Means in column of different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

에는 90.16, 92.02 및 90.73으로 감소하였다. 반면 55°C 처리구의 L값은 저장초기 94.24에서 저장 7 일째에는 96.07로 약간 증가하였다. 대조구와 55, 75 및 95°C 처리구의 b값(황색도)은 저장초기 각각 15.62, 16.36, 16.76, 15.95로 나타났으며 저장 7 일째의 대조구와 75 및 95°C 처리구의 b값은 9.76, 12.89 및 9.25로 감소하였으며 55°C 처리구의 b값은 저장초기와 저장 7 일간에 차이가 나타나지 않았다. Kim & Song(2010)의 연구결과에서도 인절미 저장 중 L값과 b값의 감소현상이 나타났다.

밀가루 첨가 시 반죽온도에 따른 인절미의 아밀로스 함량 저장초기 대조구에 비하여 처리군의 아밀로스 함량이 높았으며 처리군 간에는 차이가 나타나지 않았다(Table 2). 저

장 7 일 후 대조구는 4.13에서 12.43%로 증가하였으며 55, 75 및 95°C 처리구의 경우는 각각 5.10, 5.28 및 5.14%에서 20.43, 19.80 및 19.34%로 증가하였다. 저장과정에서 대조구보다 처리구의 아밀로스 증가폭이 큰 이유는 밀가루에 들어 있는 amylase 효소에 의하여 떡 제조과정과 저장 중 아밀로펙틴으로부터 alpha-1,6 결합이 가수분해가 됨으로 나타나는 현상이라 사료된다(Man et al., 2013).

밀가루 첨가 시 증자쌀가루 온도에 따른 인절미의 물성 대조구의 저장초기 경도(hardness)는 5.3 N이고 55°C 처리구는 4.5 N, 75°C는 4.5 N, 95°C는 4.9 N로 대조구가 처리 군에 비하여 높게 나타났다(Table 3). 저장 7 일 후에 55°C 처리구는 4.9 N로 저장초기 경도 대비 109.2% 수준

Table 3. Texture characteristics of *Injeolmi* by steamed rice powder temperatures at addition of wheat flour.

Storage Temp. (°C)	Storage period (days)	Sensory parameter	Control	Wheat flour added dough temp. (°C)		
				55	75	95
4	0	Hardness (N)	5.3±0.4 ^{1a}	4.5±0.5 ^{bc}	4.5±0.4 ^c	4.9±0.7 ^{ab}
		Adhesiveness (erg)	-2,350.5±322.7 ^b	-1,925.7±358.1 ^a	-2,303.4±239.4 ^b	-2,369.1±339.4 ^b
		Cohesiveness	0.9±0.0 ^{NS}	0.9±0.0 ^{NS}	0.9±0.0 ^{NS}	0.9±0.0 ^{NS}
		Chewiness (erg)	4,403.7±409.1 ^a	3,647.4±418.9 ^{bc}	3,547.3±366.9 ^c	4,054.5±562.1 ^{ab}
	7	Hardness (N)	154.2±52.5 ^a	4.9±0.6 ^c	88.3±32.4 ^b	142.6±36.8 ^a
		Adhesiveness (erg)	N.I. ²⁾	-1,527.4±453.2	N.I.	N.I.
		Cohesiveness	1.0±0.0 ^a	0.9±0.0 ^b	1.0±0.0 ^a	1.0±0.0 ^a
		Chewiness (erg)	191,191.0±95,196.2 ^a	3,695.4±523.9 ^c	58,709.0±3,2001.2 ^b	159,350.7±7,2903.0 ^a

¹⁾ Means±SD.²⁾ N.I.=not indicated.^{a-c} Means in column of different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.^{NS} Not significant.

Table 4. Total aerobic bacteria of *Injeolmi* by steamed rice powder temperatures at addition of wheat flour. (log CFU/g)

Storage Temp (°C)	Storage period (days)	Control	Wheat flour added dough temp. (°C)		
			55	75	95
4	0	1.21±0.34 ^c	3.40±0.05 ^a	2.17±0.35 ^b	2.71±0.08 ^b
	7	3.55±0.08 ^b	3.98±0.04 ^b	3.62±0.01 ^a	3.30±0.03 ^c

¹⁾ Means±SD.

^{a-c} Means in column of different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

이었으며, 75°C 처리구는 88.3 N로 저장초기 대비 2,023.2%이었고, 95°C 처리구는 142.6 N로 저장초기 대비 2,886.5%로 증가하였다. 이와 같은 결과는 55°C 처리구의 경우 저장초기와 유사한 정도 값으로 저장 중 처리군 중 노화억제효과가 가장 크다는 것을 의미하며 대조구 정도 값의 3.17% 수준에 불과하였다. 55°C 이상의 온도에서는 밀가루에 포함되어 있는 amylase의 불활성화로 저장과정에서 가수분해활성이 제대로 이루어지지 않아서 나타나는 현상이라 생각된다.

부착성(adhesiveness)에서는 저장초기에 대조구, 75 및 95°C 처리구는 유사한 값을 보였으며 55°C 처리구는 상대적으로 작은 값을 보였다. 저장 7일 후에는 55°C 처리구에서만 부착성이 나타났는데 이러한 현상은 저장 중 밀가루의 가수분해효소작용에 의하여 전분의 저분자화로 일어났다고 할 수 있다. Kim & Song(2010)의 연구결과에서도 일반 인절미의 경우 저장 3일 후부터는 부착성이 나타나지 않다고 하였다. 응집성(cohesiveness)은 시료내부의 결합력으로 정의되는데 저장초기 밀가루 첨가온도에 관계없이 대조구와 유사한 값으로 5%내에서 유의성차이가 없었으나 저장 7일 후에는 대조구, 75 및 95°C 처리구의 응집성은 모두 1.0의 값을 보인 반면 55°C의 처리구는 0.9로 나타나 5%수준에서 유의성차이를 나타내었다. 일반적으로 인절미는 저장기간 동안 수분감소로 인하여 응집성이 감소한다는 연구결과(Kim & Song, 2010)가 있는데 본 실험에서는 감소되지 않았으며 이는 저장 중 수분함량의 변화가 없었으므로 나타나는 현상이라 사료된다. 저장과정에서 대조구와 처리구 모두 수분함량감소현상은 나타나지 않았으며 저장초기의 수분함량은 44.18-45.20% 범위에 있었으며 4°C에서 저장 7일 후에는 44.78-45.65% 수준이었다. 씹힘성(Chewiness)변화의 경우 온도변화와 유사하게 나타났으며 4°C에서 저장 7일 후에는 55°C 처리구의 씹힘성(3695.4 erg)은 대조구(191191.0 erg)의 1.9%수준에 불과하여 큰 차이를 보였으며 5%내에서 유의성차이를 나타내었다.

밀가루 첨가 시 증자 쌀가루 온도에 따른 인절미의 총 호기성균
일반적으로 떡의 수분함량은 36.2-55.3%이고 수분활성도

가 0.85이상으로 저장유통과정에서 세균증식 가능성이 큰 식품에 속하며 인절미의 경우 제조 후 24 시간된 시판제품을 수거하여 조사한 결과 총호기성균수는 5.54-6.38 log CFU/g로 높게 나타났으며 대장균 군과 진균이 검출되었다고 보고하였다(Lee & Chang, 2008). 저장초기 대조구(1.21 log CFU/g)에 비하여 처리군의 총호기성균수(2.17-3.40 log CFU/g)는 높았으며 대조구와 5% 수준에서 유의성차이를 나타내었다(Table 4). 이는 인절미 제조과정에서 열처리 후 밀가루첨가에 따른 교차오염(cross contamination)이라고 생각된다. 밀가루 시료 650 개를 수거하여 미생물분석을 한 결과 총호기성균수는 1-7 log CFU/g, 대장균군은 0-3 log CFU/g, 효모와 곰팡이는 2-3 log CFU/g으로 조사되었다(Berghofer et al., 2003). 저장 7일 후에는 대조구와 75 및 95°C에서 밀가루를 첨가한 인절미는 각각 3.55, 3.62 및 3.30 log CFU/g이었으며 55°C에서 첨가한 인절미의 경우에는 3.98 log CFU/g으로 상대적으로 높게 나타났다.

요 약

본 연구에서는 인절미 제조과정 중 밀가루를 첨가 시의 증자 쌀가루 온도(첨가온도)에 따른 인절미 저장과정에서의 노화억제를 포함한 품질특성을 비교분석하였다. 대조구와 75 및 95°C 처리구의 L값(명도)은 저장초기 보다 저장 7일 후 감소하였으나 55°C 처리구의 경우 94.24에서 96.07로 증가하였다. 아밀로스 함량은 저장 후 대조구는 4.13에서 12.43%로 증가하였으며 55, 75, 95°C 처리구의 경우는 각각 5.10, 5.28, 5.14%에서 20.43, 19.8 및 19.34%로 대조구보다 크게 증가하였다. 55°C 처리구는 저장 7일 후에도 저장초기 정도 대비 109.2%수준이었으나 75°C 처리구는 2023.2%이었고, 95°C 처리구는 2886.5%로 증가하였다. 이와 같은 결과는 밀가루 첨가온도가 55°C 일 때 노화억제 효과가 가장 크다는 것을 의미하며 저장 7일 동안 온도증가가 거의 없었고, 대조구 정도 값의 3.17% 수준에 불과하였다. 총호기성균수에서는 저장 7일 후 75와 95°C 처리구는 각각 3.62 및 3.30 log CFU/g으로 차이가 나타나지 않았으며 대조구와 55°C 처리구는 각각 3.55와 3.98 log

CFU/g으로 약간 높게 나타났다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ0085400 2013)의 지원에 의한 연구결과로 이에 감사드립니다.

참고문헌

- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists (No. 920.39). Washington DC, USA.
- Berghofer LK, Hocking AD, Miskelly D, Jansson E. Microbiology of wheat and flour milling in Australia. *Int. J. Food Microbiol.* 85: 137-149.
- Cha GH, Lee HG. 2001. Sensory and physicochemical characteristics and storage time of *Daechu-Injeulmi* added with various levels of chopping jujube. *Korean J. Soc. Food Sci.* 17: 29-42.
- Cho TO, Kim HJ, Hong JS. 2008. Quality characteristics of waxy barley Injeulmi prepared with Baekbokryung powder. *Korean J. Food Cookery Sci.* 24: 157-463.
- Cho TO, Seo HJ, Kim JS, Hong JS. 2006. Effect of kneading, ingredients and enzymatic hydrolysis on retrogradation of *Injeulmi*. *Korean J. Food Cookery Sci.* 25: 275-282.
- Jin T, Kim MH, Ryu HJ, Lee KH, Han MS, Cho SS, Lee HK, Ryu GH. 2008. Quality characteristics of rice cake(*Injeulmi*) made with traditional process and instant (*Injeulmi*) machine and different steeping time. *Food Eng. Prog.* 12: 97-106.
- Jin T, Ryu GH. 2007. Analysis of traditional *Injeulmi* manufacturing process I: Steeping process. *Food Eng. Prog.* 11: 45-53.
- Kang YS, Hong JS. 2009. Quality characteristics of *Injeulmi* made with different ratio of mulberry leaf powder. *Korean J. Food Cookery Sci.* 25: 275-282.
- Kim CW, Song E. 2010. Quality characteristics of *Gamgyul-Injeulmi* with citrus mandarin powder during storage. *Korean J. Food Nutr.* 23: 247-257.
- Kim JO, Shin MS. 2002. The effects of added water volume on the texture properties of injulmi made from waxy rice flours using different milling methods. *Korean J. Hum. Ecol.* 5: 33-43.
- Knutson CA, Grove MJ. 1994. Rapid method for estimation of amylose in maize starches. *Cereal Chem.* 71: 469-471.
- Kruger JE, Tipples KH. 1980. Relationships between falling number, amylograph viscosity and α -amylase activity in Canadian wheat. *Cereal Res. Commun.* 8: 97-105.
- Lee CH, Maeng YS. 1987. A literature review on Korean rice-cakes. *Korean J. Dietary Culture* 2: 117-132.
- Lee HG, Cha GH, Park JH. 2001. Quality characteristics of Injulmi by different ratios of Kugija(*Lycii fructus*) powder. *Korean J. Food Cookery Sci.* 20: 409-417.
- Lee HS, Chang MS. 2008. The development of the HACCP plan in Korean rice cake manufacturing facilities. *Korean J. Food Cookery Sci.* 24: 652-664.
- Lee MG, Kim SS, Lee SH, Oh SL, Lee SW. 1990. Effects on retrogradation of *Injeulmi*(Korean glutinous rice cake) added with the macerated tea leaves during storage. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 33: 277-281.
- Lee SM, Cho JS. 2001. Sensory and mechanical characteristics of *Surichwi-injulmi* by adding surichwi contents. *Korean J. Soc. Food Sci.* 17: 1-6.
- Man J, Yang Y, Zhang C, Zhang F, Wang Y, Gu M. 2013. Morphology and structural characterization of high amylose rice starch residues hydrolyzed by porcine pancreatic α -amylase. *Food Hydrocolloid.* 31: 195-203.
- Mlies MJ, Morris VJ, Orford PD, Ring SG. 1985. The roles of amylose and amylopectin in the gelation and retrogradation of starch. *Carbohydr. Res.* 135: 271-281.
- Rani KU, Pasada Rao JS, Leelavathi K, Rao PH. 2001. Distribution of enzymes in wheat flour mill streams. *J. Cereal Sci.* 34: 233-242.
- Yoon GS, Koh HY. 1998. Preparation of waxy barley cake and its quality characteristics. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 27: 890-896.