

찰쌀 품종별 강정 제조 특성

김경미 · 이지현 · 김행란*
농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부

Quality Characteristics of *Gangjung* Made of Different Varieties of Waxy Rice

Kyung Mi Kim, Ji Hyun Lee, and Haeng Ran Kim*

Department of Agrofood Resources, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration

Abstract Differences in physiochemical characteristics of row waxy rice, steeped in optimum steeping conditions (31.5°C, 9 days) were investigated along with the relationship between these properties and the quality characteristics of *Gangjung* made from ten different varieties of waxy rice in order to identify the optimal waxy rice variety for making *Gangjung*. The moisture content of ten waxy rice varieties was increased, but protein and ash contents were decreased during steeping. Mineral analysis, showed that the Fe, Mg, Ca, Na and K contents of all samples were decreased during steeping. Regarding the gelatinization behavior of the ten waxy rice varieties, the peak viscosity and breakdown were increased with the exception of Backjinju and Backjinju-1 during steeping. Shinsunchalbyeo was the most adaptable waxy rice variety for making *Gangjung*, as its tested scores for expansion ratio and crispness were higher than other waxy rice varieties. The textural properties of *Gangjung* made from Backjinju and Backjinju-1 had the highest levels of hardness and showed the lowest expansion ratios. Therefore, Backjinju and Backjinju-1 are considered the worst varieties for making *Gangjung*.

Key words: waxy rice varieties, characteristics, *Gangjung*

서 론

강정은 우리나라 전통과자로 삼국시대부터 먹기 시작한 것으로 추정되며, 그에 대한 기록은 조선시대 요리서인 도문대작(屠問大嚼, 1569-1681)에 유밀과류로 소개되어 있고, 음식디미방(飮食知味方, 1670년경) 등에 강정이란 이름이 쓰여 있다(1). 최근에는 명칭이 혼용되어 전라도 지방에서는 유과, 부수게 또는 산자로, 경상도 지방에서는 흔히 유과라고 불리고 있다(2).

강정은 전통음식의 하나로 우리 식문화에 정착되어 제례, 혼례 및 회갑, 명절 등의 전통적인 의식 및 세시음식으로 이용되어 왔다(3,4). 최근 전통식품에 대한 관심이 높아지면서 강정의 소비량이 증가하여 일부 가정에서 제조되어 오던 강정의 생산이 대량 생산을 위한 기계화 체제로 전환되고 있는 단계이다. 그러나 복잡한 제조공정에 대한 식품 과학적 해석이 부족하여 수작업의 의존이 높으며 제품의 균일화가 어려울 뿐 아니라 생산시기도 소규모 업체에서는 명절에 맞춰 이루어지고 있는 실정이다.

강정의 제조방법은 고문헌의 기록에서부터 계절, 지역, 명칭에

따라 다소 차이를 보이지만, 일반적인 제조방법은 찰쌀을 수침하는 공정, 분쇄, 증자, 찌르치기, 반대기 성형, 반대기 건조, 기름에 튀기는 과정을 거쳐 엿이나 꿀을 바르고 세반, 깨, 콩, 잣 등을 묻혀 만든다(5). 이처럼 복잡한 제조공정 때문에 강정의 품질 특성은 찰쌀의 수침기간(3,6-8), 제분방법(9,10), 찌르치기와 증자의 조건(4,11), 반대기 건조조건 및 부재료의 첨가(4,12) 등에 따라 달라진다고 하였다. 그러나 강정의 주 원료인 찰쌀의 품질에 대한 연구로는 찰쌀과 멥쌀의 차이, 멥쌀의 혼합비율 및 찰벼 품종별 등 일부 수행되었으나 수침찰쌀의 특성이 매우 제한적이며 품종에 따른 원료 찰쌀 및 수침찰쌀의 물리화학적 특성과 강정의 품질에 대한 전반적인 연구는 거의 이루어지지 않고 있다. 뿐만 아니라 강정 제조업체들이 대부분 찰쌀 품종에 따른 강정 제조의 차이를 고려하지 않고 찰쌀을 사용하고 있으며 또한 강정 제조에 사용되고 있는 품종이나 사용량에 대한 자료가 거의 없는 실태이다.

찰쌀을 이용한 쌀가공식품 중의 하나인 강정은 찰쌀의 품질이 강정의 팽화와 조직감에 중요한 요소이다(11). 또한 강정은 팽화율에 따라 제품의 특성도 달라지고, 원료 찰쌀의 사용량도 달라지기 때문에 강정 제조에 적합한 품종을 선정하는 것은 강정을 생산하는 업체에서 고려해야 할 중요한 요소 중 하나이다.

이에 본 연구는 시판에서 쉽게 구할 수 있는 찰쌀 1종 및 농촌진흥청에서 재배·육성하고 있는 품종 9종을 대상으로 찰쌀 특성을 구명하여 찰벼 이용성을 증대시키고 강정 제조용 찰쌀 품종 육성의 기초 자료를 제공할 뿐 아니라 강정 제조에 적합한 품종을 선정하고자 하였다.

*Corresponding author: Haeng Ran Kim, Department of Agrofood Resources, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon, Gyeonggi 441-853, Korea
Tel: 82-31-299-0450
Fax: 82-31-299-0454
E-mail: kimhrr@korea.kr
Received October 19, 2009; revised January 15, 2010;
accepted January 16, 2010

재료 및 방법

재료

본 실험에 이용한 찰쌀 시료는 Table 1과 같다. 찰쌀은 농촌진흥청 국립식량과학원에서 재배·육성하고 있는 9품종의 찰쌀과 시중에서 구입하기 쉬운 백운찰쌀(CV. Bakunchalbyeon, Iksan, Cheonbuk, Korea)을 10분도로 도정한 것을 구입하여 4°C에 보관하면서 실험에 사용하였다.

찰쌀가루 및 강정바탕 제조

원료찰쌀은 분쇄기를 이용하여 분쇄한 후 20 mesh에 내려 사용하였다. Kim 등(13)이 관능적 묘사분석에 의해 정한 최적수침조건(31.5°C, 9일)으로 수침한 찰쌀을 이전의 연구(14)에서의 동일한 방법으로 분쇄하여 20 mesh에 내려 수침찰쌀가루 시료로 사용하였다. 강정은 수침찰쌀가루 100 g, 청주 8 g, 설탕 6 g 및 물 8 g을 혼합하여 전체 수분이 48%가 되도록 반죽하여 100°C에서 20분간 증자한 다음 파리치기를 한 후 0.5 cm 두께로 반죽을 밀어 실온에서 1시간 동안 1차 건조를 거쳐 성형한(3 cm×1 cm×0.5 cm) 다음 40°C 열풍건조기(DF-360 DI, DURI Science, Seoul, Korea)에서 10시간 동안 2차 건조를 하여 반대기를 제조한 후 기름에 120°C에서 1분간, 160°C에서 40초간 연속 튀김을 하여 강정바탕을 제조하였다(14).

일반성분 분석

일반성분 분석은 AOAC(15) 방법에 준하여 분석하였다. 수분 함량은 105°C 상압건조법, 조회분은 600°C 회화로(Box Furnace, Lindberg/Blue, Asheville, NC, USA)에서 시료를 회화시킨 후 남은 무게를 측정하여 정량하였다. 조단백질 함량은 semimicro-Kjeldahl 방법으로 단백질 자동분석기(Kjeltec 2400 Auto, Foss Tecator, Eden Prairie, MN, USA)를 이용하여 함량을 측정하였다. 조지방 함량은 Soxhlet 추출기(SOXTEC SYSTEM HT 1043 Extraction Unit, Foss Tecator, Eden Prairie, MN, USA)를 사용하여 ether로 추출하여 정량하였다.

무기질 함량

품종별 원료찰쌀과 수침찰쌀가루의 무기질 함량은 시료를 건식분해하여 1N HCl로 산분해한 후 여과하여 시험용액을 만들어 유도결합 플라즈마 분광기(ICP-AES, Inductively Coupled Plasma-

Atomic Emission Spectrophotometer, Z 6100, Hitachi, Tokyo, Japan)를 사용하여 이전의 연구(14)에서의 동일한 방법으로 분석하였다.

호화특성

품종별 원료찰쌀 및 수침찰쌀의 호화특성은 AACC Method 61-02(16)에 의하여 신속점도측정계(Rapid Visco Analyzer, Newport Scientific Pty Ltd., Warriewood, NSW, Australia)를 이용하여 측정하였다. 즉, RVA cup에 시료 3.5 g(db)에 증류수 25 mL를 넣어 잘 분산시켜 50°C에서 95°C까지 가열하여 호화시키고 다시 50°C로 냉각하여 측정하였다. 이로부터 최고점도, 종결점도, 호화온도, breakdown 및 setback값을 각각 구하였다.

강정바탕의 팽화특성

강정의 팽화 관련 특성은 이전의 연구(14)에서의 동일한 방법으로 9개의 강정을 선택하여 강축의 길이와 단면적을 측정하였으며 부피는 강축의 길이에 단면적의 값을 곱한 값으로 나타내었다. 밀도는 강정의 무게를 부피로 나눈 값으로 나타내었으며 팽화율은 반대기 부피에 대한 강정의 부피에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

강정바탕의 조직감 및 유지흡수율

강정의 조직감은 Texture Analyser(TA-XT2, Stable Micro System Ltd., Haslemere, UK)로 Chun 등(1)의 방법을 변형하여 probe 3.0 mm, distance 80%, test speed는 1.0 mm/sec, trigger force는 auto 10 g 이상이 측정되도록 puncture test option program으로 정하였다. 경도는 최고 피크값으로 하고 아삭한 정도는 역치 이상으로 나타난 피크수로 나타내었다. 강정의 유지흡수율은 반대기 10개를 골라 무게를 측정하고 이를 튀긴 후 강정의 무게를 측정 한 다음 반대기 무게에 대한 강정의 무게를 백분율로 나타내었다.

강정바탕의 색도

강정바탕 자체의 색도를 색차계(Color-Eye 3100, Macbeth, New Windsor, NY, USA)를 이용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도)를 측정하였다. 색차는 다음 식을 이용하여 계산하였고, 표준편은 $L^*=94.87$, $a^*=-0.58$, $b^*=1.59$ 의 값을 가진 백색판을 사용하였다.

$$\text{색차}(\Delta E) = \sqrt{(L - L')^2 + (a - a')^2 + (b - b')^2}$$

Table 1. Ten waxy rice varieties

Division	Varieties	Composition of starch	Foster organization ¹⁾
Japonica	Dongjin	Nearly amylopectin	NICS (Iksan)
	Whasun	Nearly amylopectin	NICS
	Shinsun	Nearly amylopectin	NICS (Iksan)
	Millang-225	Nearly amylopectin	NICS (Miryang)
	Millang-210	Nearly amylopectin	NICS (Miryang)
	Backjinju	Amylose 9.4% Amylopectin 90.6%	NICS
	Backjinju-1	Amylose 11.5% Amylopectin 88.5%	NICS
Japonica+Indica	Backwon	Nearly amylopectin	Purchase
	Hangang	Nearly amylopectin	NICS (Miryang)
Filed cultivation	Sangnam	Nearly amylopectin	NICS (Miryang)

¹⁾NICS: National Institute Crop Science

통계분석

모든 통계분석은 SAS Package(Version 8.0, 1999, Statistical Analysis System Institute, Cary, NC, USA)를 사용하였다. 모든 실험은 3회 반복 실시하였고, 시료 간 평균값 차이를 검증하기 위하여 Duncan의 다중비교를 수행하였다($\alpha=0.05$). 또한 시료들의 평균값을 적용하여 공분산(covariance) 방법으로 강정의 이화학특성과 시료간의 상관관계를 설명하기 위해 주성분 분석(principle component analysis)을 수행하였다.

결과 및 고찰

일반성분

찰쌀 품종별 원료찰쌀, 수침찰쌀의 일반성분을 각각 분석한 결과 Table 2와 같다. 먼저, 원료찰쌀의 경우 수분은 상남찰벼가 10.8%로 조금 낮았고 다른 품종간에는 큰 차이가 없었다. 단백질은 일본형에 비해 통일형과 발재배용이 높은 편이었으며 찰쌀 품종에 있어서는 백운찰벼가 함량이 가장 높았고 백진주벼가 가장 낮았다. 지방은 한강찰벼와 밀양210호가 높은 편이었으며 회분은 한강찰벼가 높은 편이었고 신진찰벼와 백운찰벼가 낮은 편이었다. 최적조건에서 수침한 경우 수분은 한강찰벼가 가장 높았고 백운찰벼가 가장 낮았으며 다른 품종간에도 차이를 보였다. 수침은 쌀의 수분 흡수 뿐 아니라 쌀의 연화작용으로 제분 시 찰쌀가루 입자를 미세하게 하여 호화특성에 영향을 미치게 한다고 하였다. 따라서 수침찰쌀의 수분함량이 품종에 따라 차이를 나타내는 것으로 보아 찰쌀 품종별 호화특성 양상도 다르게 나타날 것으로 예측된다. 한편 수침찰쌀의 단백질, 지방, 회분은 찰쌀 품종간의 큰 차이가 없었다. 쌀가루의 전분입자 사이에 존재하는 단백질체가 전분의 팽윤과 붕괴를 방해하여 쌀가루의 점도를 변화시키는데 지방도 동일한 효과를 보이는 것으로 알려져 있다 (17). 따라서 찰쌀의 단백질 및 지방의 함량은 찰쌀가루의 점도 변화에 영향을 미칠 것으로 예상되나 본 연구 결과 찰쌀 품종별

수침찰쌀의 단백질 및 지방 함량의 차이가 거의 없어 품종에 따른 점도 변화에는 크게 영향을 미치지 않을 것으로 생각된다.

원료찰쌀을 최적수침조건에서 수침 시 수분함량은 증가하였고 단백질, 지방, 회분은 감소하였다. 이는 찰쌀의 과피층에 분포하는 물질이 수침에 의해 용출되어 찰쌀의 성분이 감소하는 것으로 생각된다(11). Lee 등은(18) 수침 중 찰쌀의 성분 감소는 강정 제조 시 전분의 변성과 함께 팽화를 용이하게 하는 과정이기도 하다고 하였다.

무기질

찰쌀 품종별 원료찰쌀과 수침찰쌀의 무기질 성분을 각각 분석한 결과 Table 3과 같다. 원료 찰쌀은 Fe, Ca은 시료간의 유의적 차이가 없었으며 Na은 밀양210호가 조금 높은 편이고 나머지 품종간의 차이는 거의 없었다. Mg은 백운찰쌀이 가장 많았고 K는 한양찰벼가 가장 많았고 동진찰벼와 백운찰벼가 가장 적었다. 이러한 찰쌀 품종간의 무기질 성분의 차이는 재배 토양의 조성에 따라 차이가 나는 것으로 생각되며 쌀의 무기성분은 쌀의 경도 및 수분흡수와 관련이 있는 것으로 알려져 있다(19).

수침찰쌀의 경우는 Fe은 백진주벼1호가 가장 많았고 동진찰벼와 상남찰벼가 가장 적었으며 Mg은 한양찰벼, 백운찰벼, 화선찰벼가 조금 많은 편이었고 나머지 품종간에는 큰 차이가 없었다. Ca은 백운찰벼만 조금 많을 뿐 다른 품종간에는 차이가 없었으며 Na은 동진찰벼가 조금 많았고 K는 한양찰벼와 화선찰벼가 가장 적었다. 이와 같이 수침찰쌀의 무기질 함량이 차이를 보이는 것은 수침으로 인해 품종에 따라 무기질 용출의 차이가 나타나는 것으로 여겨진다. 또한 수침으로 인해 원료찰쌀 보다 무기질 함량이 크게 감소하여 수침찰쌀에 매우 미량으로 존재하기 때문인 것으로 생각된다. Chun 등(1)은 곡류스래의 팽화와 Ca, Mg, P 등의 무기성분과 관련성이 높다고 하였으며 Kim(20)은 쌀의 무기질 함량은 수분흡수, 점도 및 팽화도에 음의 효과를 보이는 것 같다고 하였다. 본 연구에서 수침에 따라 무기질 성분이 감소

Table 2. Proximate composition of the ten waxy rice varieties (%)

	Varieties	Moisture	Protein	Lipid	Ash
Row material	Dongjin	11.6±0.33 ^{d1)}	6.7±0.01 ^c	0.5±0.25 ^{bc}	0.4±0.01 ^{ef}
	Whasun	12.7±0.14 ^a	6.3±0.07 ^d	0.6±0.20 ^b	0.5±0.01 ^d
	Shinsun	12.0±0.17 ^{bc}	6.1±0.10 ^e	0.2±0.05 ^c	0.4±0.05 ^f
	Millang-225	12.1±0.15 ^{bc}	5.9±0.07 ^f	0.6±0.34 ^b	0.4±0.02 ^{de}
	Millang-210	12.0±0.71 ^{bc}	6.6±0.14 ^c	1.0±0.25 ^a	0.6±0.02 ^b
	Backjinju	11.7±0.24 ^{cd}	5.7±0.12 ^g	0.5±0.09 ^{bc}	0.5±0.03 ^c
	Backjinju-1	11.8±0.14 ^{cd}	6.8±0.08 ^{bc}	0.6±0.29 ^b	0.4±0.04 ^d
	Backwon	12.3±0.27 ^{ab}	9.2±0.11 ^a	0.6±0.30 ^b	0.4±0.02 ^f
	Hangang	11.8±0.27 ^{cd}	6.8±0.08 ^b	1.1±0.44 ^a	0.7±0.01 ^a
	Sangnam	10.8±0.35 ^e	6.9±0.03 ^b	0.6±0.13 ^b	0.6±0.04 ^b
Steeping waxy rice	Dongjin	41.6±0.66 ^b	2.3±0.27 ^{abc}	0.1±0.04 ^{ab}	0.02±0.01 ^{cd}
	Whasun	40.0±0.58 ^c	2.1±0.12 ^{bc}	0.1±0.05 ^{ab}	0.04±0.01 ^{bc}
	Shinsun	40.1±0.63 ^c	2.0±0.01 ^c	0.04±0.02 ^{ab}	0.01±0.00 ^d
	Millang-225	38.6±0.85 ^d	1.9±0.03 ^c	0.1±0.03 ^{ab}	0.02±0.00 ^{cd}
	Millang-210	40.0±0.69 ^c	2.3±0.01 ^{abc}	0.3±0.08 ^a	0.04±0.01 ^{bc}
	Backjinju	38.0±0.72 ^e	1.9±0.12 ^c	0.2±0.10 ^{ab}	0.06±0.01 ^{ab}
	Backjinju-1	38.7±0.70 ^d	2.3±0.10 ^{abc}	0.3±0.25 ^a	0.06±0.00 ^{ab}
	Backwon	37.5±0.85 ^f	2.8±0.55 ^a	0.1±0.03 ^{ab}	0.05±0.01 ^{ab}
	Hangang	42.6±0.54 ^a	2.7±0.61 ^{ab}	0.3±0.1 ^a	0.06±0.02 ^{ab}
	Sangnam	41.7±0.61 ^b	2.4±0.01 ^{abc}	0.1±0.05 ^{ab}	0.07±0.01 ^a

¹⁾Values with different superscript in the same column are significantly different at $p<0.05$

Table 3. Mineral contents of the ten waxy rice varieties (mg/100 g)

	Varieties	Fe	Mg	Ca	P	Na	K
Row material	Dongjin	50.5±4.08 ^{ab1)}	48.1±1.25 ^c	37.8±0.65 ^{ns}	66.2±4.42 ^b	50.3±2.18 ^{bc}	129.2±8.94 ^e
	Whasun	39.9±1.24 ^{bc}	55.1±0.79 ^{ab}	38.0±1.17	51.6±4.60 ^c	41.8±1.35 ^{ef}	155.7±6.89 ^d
	Shinsun	46.8±1.94 ^{abc}	57.4±1.34 ^a	38.6±0.90	86.0±0.73 ^a	46.6±2.67 ^{cd}	154.2±3.73 ^d
	Millang-225	41.3±5.86 ^{bc}	34.5±1.25 ^d	38.2±0.42	28.7±1.38 ^e	38.6±2.14 ^f	145.0±6.83 ^d
	Millang-210	48.8±0.69 ^{bc}	49.6±1.87 ^c	38.0±0.84	20.4±0.55 ^{fg}	64.5±3.85 ^a	228.6±3.64 ^b
	Backjinju	40.9±0.53 ^{abc}	54.3±1.16 ^{ab}	38.4±0.75	13.5±1.00 ^b	52.1±0.54 ^b	183.4±12.54 ^c
	Backjinju-1	44.8±1.33 ^{abc}	53.1±2.48 ^b	38.4±0.92	18.5±1.69 ^{fg}	44.0±1.88 ^{de}	179.4±0.68 ^c
	Backwon	38.2±2.00 ^c	16.6±1.51 ^e	37.7±1.06	17.0±0.69 ^{gh}	54.1±0.73 ^b	130.2±9.30 ^e
	Hangang	40.9±1.10 ^{bc}	46.9±2.70 ^c	37.6±0.85	22.6±0.29 ^f	44.4±3.69 ^{de}	244.7±16.12 ^a
	Sangnam	51.9±15.80 ^a	49.0±2.91 ^c	38.3±1.29	36.5±1.11 ^d	45.9±3.90 ^{cde}	185.8±3.91 ^c
Steeping waxy rice	Dongjin	0.1±0.01 ^g	6.7±0.27 ^{ef}	10.9±0.27 ^d	35.2±2.35 ^g	18.4±1.25 ^a	10.3±0.11 ^d
	Whasun	0.5±0.01 ^c	10.1±0.63 ^c	16.9±4.51 ^b	54.3±4.49 ^f	13.0±8.5 ^{ab}	13.8±0.56 ^b
	Shinsun	0.4±0.02 ^d	6.3±0.45 ^f	12.6±0.74 ^{cd}	36.5±3.10 ^{fg}	6.5±0.35 ^b	8.9±0.34 ^e
	Millang-225	0.2±0.03 ^f	6.3±0.31 ^f	11.9±0.89 ^{cd}	37.8±1.86 ^{def}	8.5±0.77 ^b	11.7±0.80 ^c
	Millang-210	0.3±0.03 ^e	8.4±0.44 ^d	11.6±1.25 ^{cd}	47.8±2.23 ^{cd}	13.6±7.98 ^{ab}	15.8±0.70 ^a
	Backjinju	0.5±0.05 ^c	7.3±0.10 ^{def}	15.6±5.85 ^{bc}	54.0±4.20 ^f	10.5±0.72 ^b	12.4±0.81 ^c
	Backjinju-1	1.4±0.03 ^a	7.8±0.29 ^{de}	16.8±0.91 ^b	72.8±5.79 ^b	6.2±0.46 ^b	14.9±1.25 ^{ab}
	Backwon	1.0±0.06 ^b	14.2±1.33 ^b	27.2±2.40 ^a	81.6±5.36 ^e	10.2±0.71 ^b	14.7±1.04 ^{ab}
	Hangang	0.5±0.02 ^c	18.0±0.79 ^a	13.2±1.19 ^{bcd}	42.7±0.99 ^{de}	7.5±0.20 ^b	8.5±0.71 ^e
	Sangnam	0.1±0.01 ^g	7.7±0.33 ^{de}	11.6±0.97 ^{cd}	44.3±4.58 ^{de}	13.5±4.14 ^{ab}	15.0±0.63 ^{ab}

¹⁾Values with different superscript in the same column are significantly different at $p<0.05$

Table 4. Pasting characteristics of the ten waxy rice varieties

	Varieties	Peak viscosity (cp)	Final viscosity (cp)	Breakdown (cp)	Setback (cp)	Pasting temp. (°C)
Row material	Dongjin	753±19.5 ^{ef1)}	933±31.8 ^f	68±10.6 ^c	248±8.7 ^f	71.8±0.10 ^{abcd}
	Whasun	846±15.6 ^e	1087±5.8 ^e	32±12.6 ^c	274±11.5 ^f	72.1±0.49 ^{abcd}
	Shinsun	1018±23.5 ^d	1291±21.0 ^d	70±9.1 ^c	345±9.9 ^d	72.2±1.26 ^{abcd}
	Millang-225	716±8.3 ^f	653±16.0 ^g	244±8.2 ^b	181±2.0 ^g	68.1±0.48 ^d
	Millang-210	485±4.0 ^g	510±6.0 ^h	130±7.1 ^{bc}	155±3.0 ^g	68.6±0.08 ^{cd}
	Backjinju	2432±21.2 ^a	1516±6.5 ^b	1425±24.8 ^a	509±5.0 ^{ab}	75.4±1.22 ^a
	Backjinju-1	2361±216.2 ^a	1522±32.7 ^b	1376±202.4 ^a	537±44.2 ^a	75.6±8.06 ^a
	Backwon	1887±18.2 ^b	2140±1.2 ^a	246±17.9 ^b	492±14.4 ^b	74.2±0.03 ^{ab}
	Hangang	1165±16.3 ^c	1319±17.6 ^d	151±1.0 ^{bc}	305±15.9 ^e	73.4±0.88 ^{abc}
	Sangnam	1010±10.8 ^d	1358±11.3 ^c	81±2.5 ^c	428±3.5 ^c	70.2±1.46 ^{bcd}
Steeping waxy rice	Dongjin	1943±24.0 ^g	584±19.7 ^f	1494±15.4 ^d	135±5.1 ^f	68.2±0.52 ^a
	Whasun	1841±27.1 ^h	537±4.0 ^g	1440±26.9 ^{ef}	136±3.1 ^f	68.4±0.53 ^a
	Shinsun	2190±29.2 ^e	560±10.6 ^{fg}	1773±22.0 ^b	142±3.5 ^f	68.7±0.03 ^a
	Millang-225	3324±13.7 ^a	1681±8.5 ^a	1880±11.1 ^a	236±7.2 ^d	66.2±0.03 ^c
	Millang-210	1943±31.2 ^g	751±10.4 ^e	1404±23.3 ^f	212±4.6 ^e	67.1±0.05 ^b
	Backjinju	1294±53.0 ⁱ	573±20.5 ^f	1005±35.5 ^h	284±6.6 ^c	68.7±0.08 ^a
	Backjinju-1	2262±18.9 ^d	1194±27.0 ^c	1471±7.1 ^{de}	404±4.2 ^a	68.7±0.03 ^a
	Backwon	2538±64.1 ^c	1191±31.5 ^c	1579±41.5 ^c	232±7.5 ^d	66.3±0.03 ^c
	Hangang	2102±27.2 ^f	979±6.1 ^d	1344±23.7 ^g	221±5.7 ^e	68.4±0.54 ^a
	Sangnam	2712±45.0 ^b	1237±3.21 ^b	1791±35.3 ^b	315±10.8 ^b	65.7±1.00 ^c

¹⁾Values with different superscript in the same column are significantly different at $p<0.05$

하여 품종간의 차이를 보이는 것으로 보아 강정 제조 시 찰쌀 품종에 따라 강정의 팽화에 영향을 미칠 것으로 예측된다.

호화특성

찰쌀 품종별 원료찰쌀, 수침찰쌀의 호화특성을 각각 분석한 결과 Table 4와 같다. 원료찰쌀의 품종별 호화개시온도는 68.08-

75.61°C로 큰 차이가 없었으며 최고점도는 백진주벼와 백진주벼 1호가 유의적으로 높았고 동진찰벼, 화선찰벼, 밀양225호가 유의적으로 낮았다. 최종점도는 백운찰벼가 가장 컸으며 밀양210호가 가장 작았으며 breakdown은 백진주벼와 백진주벼1호가 높았고 ($p<0.05$) 다른 품종간의 차이는 거의 없었다. Setback은 백진주벼, 백진주벼1호, 백운찰벼가 가장 높았고 밀양225호와 밀양210

호가 가장 낮았다($p<0.05$).

수침잡쌀의 경우 최고점도는 밀양225호가 가장 높았고 이에 반해 백진주벼가 가장 낮았는데 원료잡쌀의 경우와 상반된 결과이다. 최종점도는 백진주벼가 가장 높았고 동진찰벼, 화선찰벼, 신선찰벼, 백진주벼가 가장 낮았고 breakdown은 최고점도와 같이 밀양225호가 가장 높았고 동진찰벼, 화선찰벼, 신선찰벼, 백진주벼가 가장 낮은 결과를 보였다. Setback은 백진주벼1호가 가장 높았으며 동진찰벼, 화선찰벼, 신선찰벼가 가장 낮았다. 호화개시 온도는 동진찰벼, 화선찰벼, 신선찰벼가 조금 높았고 밀양225호, 백운찰벼, 상남찰벼가 조금 낮은 편이었다. 원료잡쌀을 수침 시 최고점도와 breakdown은 백진주벼와 백진주벼1호를 제외하고는 증가하였으며 setback은 모든 품종이 감소하였다. 수침에 따라 쌀의 수분흡수에 의한 전분 입자의 결합을 약화시키고 경도를 감소시키므로 제분 시 입자의 크기를 작게 하고 단백질 및 지방 함량을 감소시키며 손상전분의 함량을 낮추어 최고 점도를 높여준다고 하였다(21). Yang 등(22)은 수침 중에 잡쌀에서 용출되는 Ca^{2+} , Mg^{2+} 과 같은 무기이온이 전분이 호화될 때 전분분자를 결합시켜 점도가 증가한다고 하였는데 본 연구에서 수침잡쌀의 무기질 함량 감소가 이를 뒷받침해준다. 한편 전분의 breakdown은 냉각된 호화액의 탄성율과 상반되며 냉각된 호화액의 탄성율이 높으면 전분의 팽화율이 낮아진다(23)고 한 것으로 보아 breakdown이 높으면 팽화율도 증가할 것으로 추측된다(20). 따라서 잡쌀의 호화특성은 내부 구조의 변화를 나타내는 것으로 수침에 의해 다르게 나타나는 것은 잡쌀 내 성분 변화를 의미하며 또한 강정의 팽화 및 조직감에도 영향을 미칠 것으로 생각된다. 또한 수침잡

쌀의 호화 특성이 품종에 따라 차이를 보이는 것으로 보아 품종에 따른 강정의 팽화율에도 차이를 보일 것으로 생각된다.

강정의 팽화율

잡쌀 10품종으로 제조한 강정의 팽화 관련 특성은 Table 5와 같다. 신선찰벼로 제조한 강정의 단면적, 장축면적, 팽화율이 각각 다른 시료들에 비하여 유의적으로 가장 높았고 강정의 밀도는 가장 낮은 값을 나타냈으나 유의적 차이는 없었다. 반면에 백진주벼와 백진주벼1호로 제조한 강정의 단면적, 장축면적, 팽화율이 다른 시료들에 비해 유의적으로 가장 낮은 값을 보였고 밀도는 높게 나타났다. 이러한 결과는 팽화율과 밀도가 반대되는 현상으로 팽화율이 높으면 밀도는 낮아졌다. Chen 등(24)도 옥수수 팽화제품에서 팽화율이 높은 경우 낮은 조밀도를 보인다고 하여 본 결과와 일치하였다. 팽화율은 강정의 수분함량, 제조 공정, 재료 배합 및 첨가물 등의 영향을 받으며, 강정의 품질을 나타내는 중요한 지표 중 하나이다(20). 본 연구 결과에 따르면 잡쌀 10 품종 중 팽화율이 가장 높은 신선찰벼가 가장 적합한 품종으로 생각되며 아밀로스 함량이 9.4-11.5%로 중간찰벼인 백진주벼와 백진주벼1호는 팽화가 거의 일어나지 않는 것으로 보아 강정 제조용으로는 부적합하다는 것을 알 수 있었다.

강정의 유지흡수율 및 조직감

잡쌀 품종별 제조한 강정의 유지흡수율과 조직감을 측정된 결과는 Table 6과 같다.

강정의 유지흡수율은 백진주벼와 백진주벼1호로 제조한 강정

Table 5. The expansion of characteristics of Gangjung base made of ten waxy rice varieties

Varieties	Cross sectional area (cm ²)	Longitudinal-cut area (cm ²)	Density (g cm ⁻³)	Length/Height	Expansion ratio (%)
Dongjin	3.3±0.36 ^{b1)}	10.7±0.42 ^b	0.5±0.06 ^c	3.3±0.5 ^b	3185±370.8 ^{bc}
Hawsun	3.7±0.01 ^b	11.1±0.40 ^b	0.6±0.00 ^c	3.0±0.12 ^{abc}	2866±256.2 ^c
Shinsun	4.3±0.34 ^a	13.0±0.88 ^a	0.4±0.01 ^c	3.1±0.05 ^{abc}	4423±319.6 ^a
Millang-225	3.5±0.10 ^b	9.1±0.61 ^c	0.6±0.03 ^c	2.7±0.24 ^c	2072±241.7 ^d
Millang-210	3.5±0.48 ^b	10.6±0.61 ^b	0.5±0.04 ^c	3.1±0.42 ^{abc}	2782±104.8 ^c
Backjinju	1.4±0.13 ^c	4.7±0.11 ^d	2.0±0.46 ^b	3.5±0.39 ^a	534±71.5 ^e
Backjinju-1	1.3±0.27 ^c	4.2±0.31 ^d	2.7±0.79 ^a	3.3±0.34 ^{ab}	371±130.6 ^e
Backwon	3.5±0.35 ^b	9.3±0.09 ^c	0.6±0.04 ^c	2.7±0.24 ^c	2071±134.8 ^d
Hankang	3.3±0.13 ^b	9.2±0.43 ^c	0.7±0.10 ^c	2.8±0.12 ^{bc}	2796±75.5 ^e
Sangnam	3.5±0.43 ^b	10.9±0.84 ^b	0.6±0.12 ^c	3.2±0.16 ^{abc}	3327±214.7 ^b

¹⁾Values with different superscript in the same column are significantly different at $p<0.05$

Table 6. The oil absorption and textural properties of Gangjung base made of ten waxy rice varieties

Varieties	Oil absorption (%)	Hardness (g cm ⁻³)	Peak number (number)
Dongjin	33.4±4.31 ^{b1)}	90.0±7.50 ^c	8.7±2.08 ^{de}
Whasunc	43.3±2.18 ^a	133.3±26.90 ^f	14.2±2.31 ^{bc}
Shinsun	40.6±3.37 ^{ab}	63.8±6.20 ^c	6.8±0.56 ^e
Millang-225	17.0±1.11 ^c	143.9±12.00 ^f	16.3±2.27 ^b
Millang-210	39.9±3.14 ^{ab}	98.0±4.44 ^c	9.7±2.07 ^{de}
Backjinju	3.5±5.14 ^d	845.3±110.31 ^b	28.3±0.82 ^a
Backjinju-1	4.0±2.30 ^d	1141.6±180.36 ^a	29.5±3.20 ^a
Backwon	42.3±3.06 ^{ab}	170.6±31.75 ^c	14.7±3.13 ^{bc}
Hangang	36.4±12.25 ^{ab}	123.5±20.92 ^c	12.5±2.22 ^{bcd}
Sangnam	38.4±3.51 ^{ab}	82.6±1.59 ^c	11.8±0.55 ^c

¹⁾Values with different superscript in the same column are significantly different at $p<0.05$

Table 7. Color differences of *Gangjung* base made of ten waxy rice varieties

Varieties	L	a	b	E
Dongjin	58.3±0.92 ^{bcd1)}	-0.6±0.06 ^c	3.9±0.17 ^d	36.7±0.92 ^{bcd}
Hawsun	59.4±1.04 ^{bc}	-0.5±0.06 ^c	6.7±0.77 ^c	35.9±0.95 ^{cd}
Shinsun	66.1±2.47 ^a	0.1±0.14 ^a	10.4±0.51 ^a	30.5±2.42 ^e
Millang-225	59.8±1.90 ^b	-0.2±0.39 ^b	7.9±1.37 ^b	35.8±1.79 ^{cd}
Millang-210	56.0±0.89 ^{de}	-0.6±0.10 ^c	2.7±0.16 ^{def}	39.0±0.90 ^{ab}
Backjinju	55.8±1.49 ^{de}	-0.7±0.07 ^c	2.4±0.51 ^{ef}	39.1±1.50 ^{ab}
Backjinju-1	55.5±0.58 ^e	-0.7±0.05 ^c	1.8±0.23 ^f	39.4±0.58 ^a
Backwon	64.7±1.25 ^a	-0.6±0.04 ^c	6.5±0.40 ^c	30.7±1.24 ^e
Hankang	60.1±0.34 ^b	-0.8±0.03 ^c	3.4±0.10 ^{de}	34.9±0.29 ^d
Sangnam	57.0±0.21 ^{cde}	-0.5±0.07 ^c	2.9±0.52 ^{def}	37.9±1.22 ^{abc}

¹⁾Values with different superscript in the same column are significantly different at $p < 0.05$

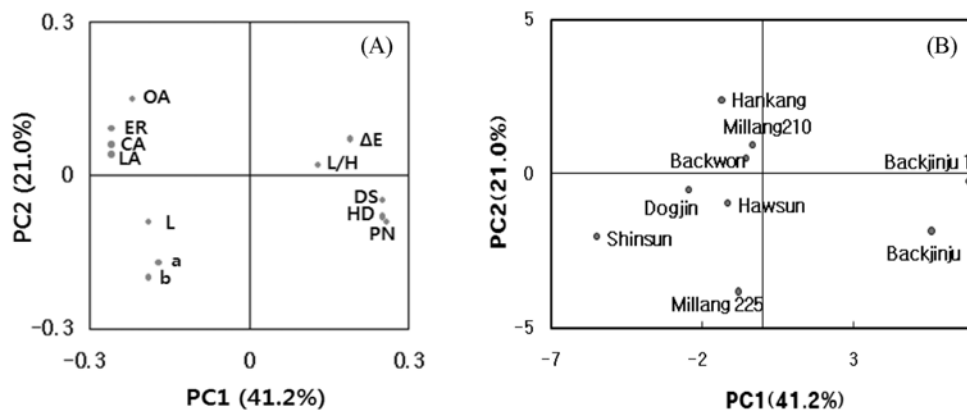


Fig. 1. Quality properties of *Gangjung* base (A) and ten waxy rice (B) on first (X) and second (Y) principal components. CA, cross-sectional area; LA, longitudinal-cut area; DS, density; L/H, length/height; ER, expansion ratio; L, lightness; a, redness; b, yellowness; E, total color difference; OA, oil absorption; HD, hardness; PN, peak number

이 유의적으로 아주 작은 값을 보였으며 밀양225호가 중간 값을 보였고 그 외 나머지 품종들이 높은 값을 나타냈다. 이는 찰쌀 품종별 강정의 팽화율과 비슷한 경향으로 팽화율의 증가로 강정의 표면적이 넓어지므로 유지흡수율이 증가하는 것으로 생각된다. 강정의 경도는 백진주벼와 백진주벼1호가 높은 편이었고 나머지 품종간에는 유의적 차이가 없었다. 팽화율 및 유지흡수율과 상반되는 결과로 팽화율이 증가하면 강정 조직의 cell이 늘어나게 되고 유지흡수율도 증가시키므로 강정의 조직이 연하게 된다(20). 강정의 피크수는 백진주벼와 백진주벼1호로 제조한 강정이 유의적으로 큰 수치를 보였고, 신선찰벼로 제조한 강정이 유의적으로 작았다. 강정의 피크수는 팽화율 및 밀도와 밀접한 관련이 있는 것으로 생각되며(25) 팽화로 인해 강정의 조직이 부드러워지면 상대적 조밀도가 낮아지기 때문에 피크수가 감소한다고 하였는데 본 연구 결과와 일치하였다. 따라서 찰쌀 품종별로 제조한 강정 중 가장 아삭한 질감을 가지는 품종은 신선찰벼임을 알 수 있었다.

찰쌀 품종별로 제조한 강정의 조직감을 살펴본 결과 가장 부드럽고 아삭성이 좋은 강정 제조가 가능한 품종으로는 신선찰벼이며 반면에 경도가 높아 단단한 강정이 제조되는 백진주벼와 백진주벼1호는 강정 제조용 품종으로는 부적합한 것으로 생각된다.

강정의 색도

찰쌀 품종별로 제조한 강정의 색도 측정 결과(Table 7) L값은 신선찰벼와 백운찰벼로 제조한 강정이 유의적으로 높은 값을 보

였고 백진주벼와 백진주벼1호로 제조한 강정이 유의적으로 낮은 값을 보였다. a값은 신선찰벼가 가장 높았고 b값은 밀양210호, 상남찰벼, 백진주벼, 백진주벼1호가 작았고 신선찰벼가 가장 크게 나타났다($p < 0.05$). 백색판과의 차이를 나타내는 색차는 신선찰벼와 백운찰벼가 가장 적었다. 따라서 L값이 가장 높으며 붉은 색을 약간 보이며 색차가 가장 낮은 신선찰벼가 다른 품종에 비해 가장 흰색에 가까운 강정이 제조됨을 알 수 있었다. Mega와 Cohen(26)은 옥수수 팽화제품의 팽화가 많이 되면 색이 밝아진다고 하였는데 본 연구의 팽화율 결과와 일치하였다. Chen 등(24)에 의하면 팽화제품에서 색의 변화는 원료의 색소 분해, 팽화에 의한 퇴색, 당의 caramelization, maillard reaction 및 지방과 단백질의 산화분해물의 생성 등 이라고 하였다. 또한 Park(27)은 전분의 가수분해로 인해 단당류의 증가와 비효소적 갈변이 진행됨에 따라 유과의 색이 짙어진다고 하였다. 따라서 강정의 색이 팽화 뿐 아니라 다른 요인의 영향도 받을 것으로 생각된다.

강정의 품질 특성과 시료간의 주성분 분석

주성분분석은 요인분석의 기초가 되는 통계방법으로서 분산, 공분산 또는 상관 구조를 분석하여 많은 변수들간의 구조자체를 원래 변수들간의 선형 조합 한두 개로 표시하는 분석이다(28). 즉, 서로 연관있는 측정변수들의 선형조합으로 서로 독립적인 합성 변수들을 추출하며, 이렇게 선형조합으로 추출된 합성변수는 원래 측정변수보다 작으면서도 그들이 가지고 있는 분산을 충분히 설명할 수 있다.

찰쌀 품종별로 제조한 강정의 품질 특성의 평균값을 적용하여 주성분분석을 실시한 결과, 제1주성분(PC1)과 제2주성분(PC2)이 각각 총 변동의 41.2, 21.0%를 설명해 주어 총 변동의 63.2%가 설명되었다. PC1을 기준에서 보면 피크수, 경도, 밀도, 색차, L/H가 양(+)의 방향으로 부하되어 있었고 반면에 음(-)의 방향으로 부하된 품질 특성은 팽화율, 유지흡수율, L, a, b값이었다. 여기서 PC1을 따라 같은 방향으로 부하된 특성들은 서로 양(+)의 상관관계를 가지며 다른 방향으로 부하된 특성들은 서로 음(-)의 상관관계를 나타낸다. 따라서 옥수수과 감자의 팽화제품에서 경도는 팽화부피와 높은 음(-)의 상관관계를 보이며(29) 스키에서 팽화율의 증가는 경도의 감소에 영향을 미친다는 연구(30)와 유사한 결과이다.

PC1에 대하여 시료들의 분포를 살펴보면 백진주벼와 백진주벼1호는 양(+)의 방향으로 부하되었고, 나머지 시료들은 음(-)의 방향으로 부하되었다. 특히 신선찰벼가 다른 품종에 비해 보다 (-) 방향으로 강하게 부하되어 있었다. 백진주벼와 백진주벼1호는 양(+)의 방향으로 부하된 강정의 품질 특성에 대해서 높은 값을 나타내며 신선찰벼는 음(-)의 방향으로 부하된 강정의 품질 특성에 높은 값을 나타내었다. 따라서 신선찰벼가 다른 시료에 비해 팽화율과 유지흡수율이 높고 경도는 낮은 강정이 제조됨을 알 수 있었다.

이와 같이 찰쌀 품종에 따른 강정 제조 특성을 살펴본 결과 신선찰벼, 동진찰벼, 한강찰벼, 백운찰벼, 화선찰벼, 밀양210호, 밀양225호, 상남찰벼 순으로 강정 제조에 적합한 품종인 반면 백진주벼와 백진주벼1호는 강정 제조용으로 부적합한 품종으로 판단되었다.

요 약

강정 제조용 최적 찰쌀 품종을 선정하기 위하여 찰쌀 10품종의 원료찰쌀과 최적조건 수침찰쌀의 이화학적 특성과 강정의 팽화율, 유지흡수율, 색도, 조직감 등을 분석하였다. 이러한 결과를 주성분분석하여 강정과 이화학적 특성과의 관계를 해석하였다. 품종별 원료찰쌀의 수분함량은 10.8-12.7% 수준이었으며 단백질 함량은 백운찰벼가 9.2%로 가장 높았고 최고점도, breakdown, setback은 백진주벼와 백진주벼1호가 가장 높았다. 최적조건 수침찰쌀(31.5°C, 9일)의 수분함량은 한강찰벼가 가장 높았고 백운찰벼가 가장 낮았으며 단백질 함량은 시료간의 유의적 차이가 없었다. 최고점도와 breakdown은 밀양225호가 가장 높았고 백진주벼가 가장 낮았으며 setback은 백진주벼1호가 가장 높았으며 동진찰벼, 화선찰벼, 신선찰벼가 가장 낮았다. 원료찰쌀을 수침 시 수분은 증가하였고 단백질, 회분, 무기질은 대부분 감소하였으며 최고점도와 breakdown은 백진주벼와 백진주벼1호를 제외하고는 증가한 반면에 setback은 모든 품종이 감소하였다.

찰쌀 품종별 강정 제조 시 팽화율이 크고 부드럽고 아삭한 강정 제조가 가능한 최적 품종은 신선찰벼, 동진찰벼, 한강찰벼, 백운찰벼, 화선찰벼, 밀양210호, 밀양225호, 상남찰벼 순이었다. 반면 팽화가 잘 일어나지 않고 단단한 조직감을 지닌 백진주벼와 백진주벼1호는 강정 제조용으로 부적합한 품종이었다.

문 헌

1. Chun HS, Lee MK, Kim HY, Kim HJ, Cho YJ, Ku KH, Park DJ, Lee SJ. Development of microbial and enzyme additives to improve flavor and to shorten steeping process for *yukwa* production. GA0385-023. Ministry of Agriculture and Forestry, Seoul,

Korea (2003)
 2. Kim JM, Yang HC. Studies on a title and characteristics of busuge. Korean J. Food Sci. Technol. 15: 33-40 (1982)
 3. Park JY, Kim KO, Lee JM. Standardization of traditional preparation method of *gangjung*. Optimization of steeping time of glutinous rice and extent of beating of the cooked rice. Korean J. Diet. Culture 7: 291-296 (1992)
 4. Park JY, Kim KO, Lee JM. Standardization of traditional preparation method of *gangjung*. Optimum levels of rice wine and bean in the production of *gangjung*. Korean J. Diet. Culture 8: 309-313 (1993)
 5. Shin DH, Kim MK, Chung TK, Lee HY. Effect of some additives for *yukwa* (popped rice snack) quality improvement and process modification trials. Korean J. Food Sci. Technol. 22: 272-277 (1990)
 6. Kim TH. Experimental study of *gangjung* and *sanja*: The study of texture of *gangjung* and *sanja* prepared with soaking time. Korean Home Econ. Asso. 19: 63-68 (1981)
 7. Park YM, Oh MS. Effect of soaking on expansion volume of *gangjung*. Korean J. Food Sci. Technol. 17: 415-420 (1985)
 8. Lim YH, Lee HY, Jang MS. Changes of physicochemical properties of soaked glutinous rice during preparation of *yukwa*. Korean J. Food Sci. Technol. 25: 247-251 (1993)
 9. Kum JS, Lee SH, Kim KH, Kim YI. Effect of different milling methods physico-chemical properties and products. Korean J. Food Sci. Technol. 25: 546-551 (1993)
 10. Park DJ, Ku KH, Mok CK. Characteristics of glutinous rice fraction and improvement of *yukwa* processing by microparticulation/air classification. Korean J. Food Sci. Technol. 27: 1008-1012 (1995)
 11. Kang SH, Ryu GH. Analysis of traditional process for *yukwa* making a Korean puffed rice snack (I): Steeping and punching processes. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 597-603 (2002)
 12. Kang SH, Ryu GH. Analysis of traditional process for *yukwa* making a Korean puffed rice snack (II): Pelleting drying, conditioning, and additives. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 818-823 (2002b)
 13. Kim HR, Kim KM, Kim KO. Optimizing steeping conditions of waxy rice based on the sensory properties of *gangjung* (a traditional Korean oil-puffed snack). Korean J. Food Sci. Technol. 41: 464-470 (2009)
 14. Kim HR, Kim KM, Lee HS, Kim KO. Effect of steeping temperatures and periods of waxy rice on expansion properties of *gangjung* (a traditional Korean oil-puffed snack). Cereal Chem. 85: 314-321 (2008)
 15. AOAC. Official Methods of Analysis, 16th ed. Method 920.39, 935.29, 942.05, 984.13. Association of Official Analytical Communities, Arlington, VA, USA (1995)
 16. AACC. International Approved Methods of the AACC, 11th ed. Method 61-02. Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA (2000)
 17. Martin M, Fitzgerald MA. Proteins in rice grains influence cooking properties. J. Cereal Sci. 36: 285-294 (2002)
 18. Lee YH, Kum JS, Ku KH, Chun HS, Kim WJ. Changes in chemical composition of glutinous rice during steeping and quality properties of *yukwa*. Korean J. Soc. Food Sci. 33: 737-744 (2001)
 19. Juliano BO. Rice Chemistry and Technology. 2nd ed., AACC Inc., St. Paul, MN, USA (1985)
 20. Kim HR. Physicochemical and sensory characteristics of *gangjung* prepared under the different conditions of the steeping of the steeping and enzyme treatment of waxy rice. PhD thesis, Ewha Womans University, Seoul, Korea (2006)
 21. Chiang PY, Yeh AI. Effect of soaking on wet-milling of rice. J. Cereal Sci. 35: 85-94 (2002)
 22. Yang HC, Hong JS, Kim JM. Studies on manufacture of *busuge*: Effect of steeping process on viscosity and raising power of glutinous rice. Korean J. Food Sci. Technol. 14: 141-145 (1982)
 23. Sugimoto M, Takagi M, Goto F. Studies on the heat expansion of dried starch paste. Part 3. Relations between the physical and chemical properties and the expansion rate of potato starch. J. Jpn. Soc. Starch Sci. 26: 231-240 (1979)

24. Chen J, Sersfin FL, Pandya RN, Daun H. Effects of extrusion conditions on sensory properties of corn meal extrudates. *J. Food Sci.* 56: 84-89 (1991)
25. Joo MS. Physicochemical properties of glutinous rice by steeping conditions and quality characteristics of *yukwa*. Ph D thesis, Yonsei University, Seoul, Korea (1999)
26. Maga JA, Cohen MR. Effect of extrusion parameters on certain sensory, physical, and nutritional properties of potato flakes. *Lebensm.-Wiss. Technol.* 11: 195-197 (1978)
27. Park J. Effect of steeping and enzyme treatment of glutinous rice on *yukwa* characteristics. PhD thesis, Yonsei University, Seoul, Korea (1996)
28. Kim KO, Kim SS, Sung NK, Lee YC. Methods and Applications of Sensory Evaluation. Shinkwang Publishing Co., Seoul, Korea. pp. 335-336 (1993)
29. Faller JY, Heymann H. Sensory and physical properties of extruded potato puffs. *J. Sens. Stud.* 11: 227-245 (1996)
30. Chinnaswamy R, Hanna MA. Optimum extrusion cooking conditions for maximum expansion of corn starch. *J. Food Sci.* 53: 834-836 (1988)