

마이크로웨이브 레인지 재가열 후 최적 특성을 갖는 쌀죽 제조조건

†박혜영 · 김현주 · 심은영 · 곽지은 · 천아름 · 조영제* · 우관식** · 김미정***

농촌진흥청 국립식량과학원 증부작물부 농업연구사, *농촌진흥청 국립식량과학원 증부작물부 전문연구원,
농촌진흥청 연구정책국 농업연구사, *농촌진흥청 국립식량과학원 증부작물부 농업연구관

Manufacturing Conditions for Rice Porridge with Optimum Properties after Microwave Range Reheating

†Hye-Young Park, Hyun-Joo Kim, Eun-Yeong Sim, Jieun Kwak,
Areum Chun, Youngje Jo*, Koan Sik Woo** and Mi Jung Kim***

Researcher, Dept. of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 16613, Korea

*Post-Doctor, Dept. of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 16613, Korea

**Researcher, Policy Bureau, Rural Development Administration, Jeonju 54875, Korea

***Senior Researcher, Dept. of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 16613, Korea

Abstract

The purpose of this study was to derive the conditions for manufacturing rice porridge with optimum properties after reheating. The characteristics of rice porridge according to the soaking time, water addition rate, heating temperature, heating time, and cooling conditions were compared using the 'Samkwang' cultivar. In Step I, as the heating temperature increased, the weight change decreased and the viscosity increased, and the temperature known as the main factor of the gelatinization also appeared to affect the viscosity increase. In Step II, the viscosity and the texture properties was not significantly different as the soaking time was reduced, and 10 minutes was suitable because of due to the shortening effect of the total process time. In Step III, the residual heat was lowered by cooling after the rice porridge production, so the viscosity could be greatly reduced. Also, it was confirmed that the water addition rate of 900% and the heating temperature of 15 minutes were optimal manufacturing conditions. The next study will investigate the porridge processability of rice cultivars using these results.

Key words: rice porridge, reheating, manufacturing conditions, optimum properties

서 론

산업화, 여성의 경제활동, 핵가족화 등으로 외식이 늘어나고, 가정에서의 식사가 줄어들면서 등장한 HMR(Home Meal Replacement)은 소비트렌드 변화, 1인 가구 및 노인가구의 증가, 식품가공기술의 발달 등에 따라 관련 시장이 지속적으로 성장하였다. 그런 가운데 쌀이 주식인 우리나라에서 특히 눈에 띄게 급성장하고 있는 것이 바로 '죽'이다. 죽은 더 이상 환자만의 식사가 아닌 건강한 한 끼 식사로 편리하고, 부담 없고, 다양하고, 빠르게 섭취할 수 있는 모든 사

람의 일상식이 되었다. 이러한 성장의 배경은 죽이 쌀을 주재료로 하기 때문에 소비자로 하여금 그 어떤 아이템보다 식사에 대한 만족감이 높으며, 다양한 부재료의 활용으로 일상 식사를 하듯 다양한 제품을 접할 수 있었기 때문으로 생각된다. 이러한 국내 죽 시장 규모는 2015년 327억 원이었던 것이 2018년 745억 원으로 3년 사이에 2.3배의 증가를 나타냈고, 2019년 죽 시장 규모는 약 2,000억 원에 달할 것으로 전망되며, 냉장죽과 외식죽 시장을 합하면 총 5,000억 원 규모가 될 것으로 예상하고 있다(FCM 2019). 초기 죽 시장의 성장을 견인한 것이 전복 등 고급 부재료의 첨가물

† Corresponding author: Hye-Young Park, Researcher, Dept. of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 16613, Korea. Tel: +82-31-695-0626, Fax: +82-31-695-0609, E-mail: phy0316@korea.kr

을 높이고, 제조사별 육수 등으로 차별화한 것이라면, 죽 시장의 급성장 배경은 상온파우치 포장과 용량을 증가시켜 소비를 이끈 것이다(UDN 2020). 죽의 이러한 성장을 지속하기 위해 그 다음 우리가 접근해야 할 것은 무엇일까? 그것은 바로 주 원료인 쌀이 아닐까 생각한다. 현재 국립종자원에 등록된 국가 품종 벼는 총 327종으로(KSVS 2020), 밥쌀용 쌀에서부터 가공용 쌀에 이르기까지 용도와 기능을 달리한다. 이러한 다양한 품종을 대상으로 죽에 차별화된 원료를 찾기 위해서는 각 품종이 갖는 특성을 분석하고, 죽을 제조하기 위한 가공적성을 구명하는 일이며, 최근 이와 관련한 연구가 식량작물 육종기관 중심으로 일부 수행되고 있다(Kim 등 2019; Lee 등 2020; Park 등 2020). 따라서 선행되어야 할 것은 원료곡의 특성은 물론, 가공하고자 하는 대상 죽을 결정하고, 다양한 벼 품종을 대상으로 죽을 만들어 그 특성을 살펴보는 것이다. 본 연구에서는 재가열하여 이용하는 상품죽의 최적 제조조건을 설정하고, 나아가 이를 이용하여 벼 품종의 상품죽 가공적성을 구명하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구는 상업용 쌀죽 적합 원료의 가공적성을 구명하기에 앞서, 쌀죽 시료의 제조조건을 확립하고자 수행하였다. 본 연구에서 목적인 쌀죽은 가정이나 죽 전문점에서 조리 후 바로 섭취하는 형태가 아닌, 마이크로웨이브 레인지 재가열에 의하여 섭취가능한 품질을 나타내는 쌀죽이다. 이 쌀죽의 제조조건을 검토하고자 2018년 국립식량과학원 시험포장에서 재배하여 수확한 삼광을 사용하였다. 수확 후 정조의 제현은 현미기(Model SY88-TH, Ssangyoung Ltd,

Incheon, Korea)를 이용하였고, 백미상태의 쌀을 4℃에 보관하며 실험에 사용하였다. 대조구로는 부재료가 첨가되지 않은 흰쌀죽으로, 마이크로웨이브 레인지 재가열 후 섭취하는 시판 죽 제품(Koshihikari rice porridge, Ottogi Co., Ltd, Anyang, Korea)을 사용하였다.

2. 실험기구 및 규격

쌀죽 시료의 제조조건을 검토하기 위하여 열원은 인덕션 레인지(HC-IH4000, 1800W, Happycall Ltd, Seoul, Korea)를 사용하였다. 그리고 냄비는 열원의 전달이나 증발되는 물의 영향을 동일하게 부여하기 위하여 같은 제조사와 규격의 소형 냄비(IH vacuum pot 20, 3003-0083, 2.8L, 219×380×165 mm, Happycall Ltd, Seoul, Korea)를 사용하였다. 그리고 가공 후 제조된 쌀죽 시료는 죽 전용용기(Use microwave oven, topside 17.5×12×45mm, 650mL)에 넣어 4℃에 보관하였다.

3. 쌀죽 제조법 설정을 위한 검토조건과 범위 및 쌀죽의 제조

쌀죽 제조를 위한 검토 조건은 수침시간, 물 첨가율, 가열 온도, 가열시간, 냉각조건 이상 5가지로 설정하였고, 각 조건의 검토범위는 사용기구의 규격, 연구 환경, 제조공정의 효율성을 고려하여, 수침시간 10~60분, 물 첨가율 50~1,100%, 가열온도 100~160℃, 가열시간 13~17분, 냉수증탕법의 냉각공정 사용 여부를 살펴보았다. 각 시험마다 핵심인자 1종 조건 외 동일한 조건에서 제조된 쌀죽의 특성을 비교하였으며, 총 5가지 핵심제조인자의 중요도와 결과의 선도출 필요에 따라 3단계로 나누어 그룹화 하였고, 각 시험별 쌀죽 제조를 위한 과정을 정리하여 Table 1에 나타냈다.

Table 1. Experimental design to find processing conditions of rice porridge with optimum properties after microwave range reheating

Step ¹⁾	Key factor ²⁾	Processing conditions (fixed and variable)						
		Washing (times)	Soaking (min.)	Draining (min.)	Water addition (%)	Heating (°C)	Heating (min.)	Cooling (10°C, 10 min.)
I	Water addition rate	10	60	30	Variable ³⁾	100	15	Off
	Heating temperature	10	60	30	900	Variable	15	Off
II	Water addition rate	10	60	30	Variable	140	15	Off
	Soaking time	10	Variable	30	900	140	15	Off
	Cooling condition	10	10	10	900	140	15	Variable
III	Water addition rate	10	10	10	Variable	140	15	On
	Heating time	10	10	10	900	140	Variable	On

¹⁾ Step: Number of reviews performed in units of key factors.

²⁾ Key factor: Variable condition among 7 processing conditions.

³⁾ Variable: 2 to 5 detailed variable conditions for each key factor (see Table 2).

쌀죽 제조는 1회 제조기준으로 70 g의 쌀을 10회 세척하고, 이때 소요되는 시간을 포함하여 각 시간대별로 수침하였고, 물빼기를 실시한 후 불린 쌀을 냄비로 옮겨 주었다. 쌀 무게 대비의 물을 첨가하고, 각 온도에서 해당되는 시간만큼 열을 가해 끓여 주었다. 가열 직후 죽 용기에 모두 옮겨 담고, 냉각처리 유무에 따라 흐르는 물이 담긴 트레이에 죽 용기를 10분간 냉각하였다. 3반복을 위해 동일 조건 쌀죽을 각각 3회에 걸쳐 제조하였으며, 완성된 쌀죽 시료는 4℃에서 1일간 저장 후 꺼내어 마이크로웨이브 레인지로 4분간 데운 후 실험에 사용하였다.

4. 제조조건별 쌀죽의 원료대비 무게변화율 조사

무게변화율(% , w/w)은 각 조건별 수침단계에서 흡수된 물까지 고려하기 위하여 다음과 같이 계산하였으며, 3반복하여 얻은 완성된 쌀죽시료 무게로부터 도출하였다.

$$\text{무게 변화율} = \frac{\text{완성된 쌀죽 무게(g)}}{\text{불린 쌀 무게(g) + 첨가한 물 무게(g)}} \times 100$$

5. 제조조건별 쌀죽의 점도 및 물성 분석

4℃에 저장 중인 시료를 꺼내어 상온에서 30분 방치 후 가정용 마이크로웨이브 레인지(MD-203CC, 700W, LG Electronics Inc.)의 데우기 기능으로 4분 동안 재가열하였다. 뚜껑을 열어 시료 상부에 고인 일부 응축수나 밥알의 분포가 골고루 되도록 전체 시료를 고루 섞어 주었고, 각 분석을 위한 용기에 시료를 옮긴 후 아래와 같은 방법으로 분석하였다.

점도 측정은 120 mL의 쌀죽을 취하여 점도계(RVT DV-II, Brookfield Engineering Lab., Inc., Middleboro, MA, USA)로 spindle No. 5를 사용하여 20 rpm에서 회전시키며, 시료 중심부에 꽂힌 온도계를 통해 내부 온도가 60℃ 되었을 때 측정하였다(Lee SM, 2013). 쌀죽의 조직감 측정은 물 성분분석기(TestXpert II, Zwick Roell, Ulm, UK)를 사용하여 pre-test speed 5.0 mm/sec, post-test speed 2.0 mm/sec, strain 70%, probe diameter 3.6 cm의 조건으로 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)을 측정하였으며, 점도와 마찬가지로 시료의 중심온도가 60℃일 때 측정하였고, 모든 분석은 3반복으로 수행하였다.

6. 통계 처리

모든 결과값에 대한 통계분석은 SPSS 프로그램(Statistical Package for Social Science, version 12, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였다. 본 시험에서 얻어진 결과로부터 평균과 표준편차를 산출하였고, 조건별로 제조된 쌀죽 특성간

유의성 검정은 일원분산분석(one-way ANOVA)과 다중범위 검정법(Duncan's multiple range test)을 이용하였다. 이 중에서 측정되지 않은 결과값으로 비교대상이 두 개 그룹이 되거나, 원래 두 조건인 경우의 유의성 검정은 독립표본 *t*-test를 실시하여 *t*-value와 *p*-value를 제시하였다.

결과 및 고찰

1. 쌀죽 제조법 설정을 위한 검토조건과 범위의 선정 이유

본 시험에서 목적인 쌀죽은 간단하게 가열하여 섭취할 수 있는 음식으로 RTH(ready to heat)에 해당된다. 이와 가정대체식품(HMR)의 종류로 RTE(ready to eat), RTP(ready to prepare), RTC(ready to cook)가 있으며, 재가열 죽은 죽 전문점에서 테이크아웃하는 완성된 죽 RTE와 구별된다(Choi 등 2020). 이와 같은 재가열 쌀죽의 최적 제조조건을 도출하기 위해서는 두 번의 열처리를 거친 섭취단계의 죽이 최적 특성을 가질 수 있도록 적합한 가공조건을 찾는 것이 중요하다. 따라서 쌀죽 제조시 주요 조건인 수침시간, 물 첨가율, 가열온도, 가열시간, 냉각 실시 여부, 이상 5가지 조건을 선정하고, 각 조건에서 효율성, 쌀알 퍼짐성과 점성에 미치는 영향, 특정 열원 이용에 따른 특이성, 물 첨가율 및 가열온도의 상관성, 완성된 쌀죽의 냉각 필요성 등을 살펴보았다(Lee & Han 1995; June 등 1998; Zhang 등 2002; Shin 등 2008). 각 조건의 검토범위와 선정이유는 수침시간의 경우 최소화하기 위해 세척시간을 포함한 10분에서 60분으로 하였고, 물 첨가율은 기존 죽 제조법과 시판죽 고형분 함량을 고려하여 500~1,100%로 하였다(Mo 등 1996; Park 등 2019; Doopedia 2020). 가열온도는 물의 끓는점과 사용하는 열원에 맞춰 끓어 넘치지 않는 범위인 100~160℃로 하였고, 가열시간은 물 첨가율 및 가열온도 범위에서 적용 가능한 13~17분으로 설정, 마지막으로 제조직후 뜨거운 죽을 식혀 지속되는 호화를 차단하기 위한 냉각공정의 실시 여부를 살펴 쌀죽의 최적 제조조건을 찾고자 하였다.

2. 물 첨가율과 가열온도에 따른 쌀죽의 특성 비교(Ⅰ단계)

죽 제조조건인 검토는 조건별 중요도와 순차적인 검토범위의 설정에 따라 I, II, III단계로 나누어 진행하였으며, 각 핵심인자별 설정값에 따라 제조된 죽의 특성을 비교한 결과는 Table 2와 같다. I단계 시험 1은 500%와 700% 2가지의 물 첨가율 외 동일한 조건으로 제조한 쌀죽을 분석, 비교하였다. 물 첨가율을 달리 하는 두 시료간 무게변화율은 18.6%의 유의적 차이를 나타냈고($p < 0.01$), 첨가한 물의 양에 직접적인 영향을 받았을 것으로 생각된다. 또한 경도는 물 첨가율 700%와 비교하였을 때 500%에서 2,591로 매우

Table 2. Weight change rate, viscosity, and texture properties of reheating porridge made with various processing conditions

Step	Key factor	Variable conditions	Weight change rate (%)	Viscosity (cP)	Texture properties				
					Hardness	Cohesiveness	Springness	Gumminess	Chewiness
I	Water addition rate (%)	500	61.0±3.7 ¹⁾	ND ²⁾	2,591±482	0.16±0.05	0.48±0.11	424±139	211±102
		700	79.6±3.1	26,430±806	580±25	0.47±0.08	0.78±0.05	272±35	213±26
		<i>t</i> -value ³⁾	-6.666**	-	7.225**	-5.578***	-4.243**	1.833 ^{NS4)}	-0.039 ^{NS}
	Heating temperature (°C)	120	75.5±2.5 ^a	19,500±32 ^b	417±127 ^{NS}	0.60±0.03 ^{NS}	0.89±0.04 ^{NS}	248±64 ^{NS}	220±49 ^{NS}
		140	68.6±0.6 ^a	50,730±85 ^a	310±44 ^{NS}	0.63±0.03 ^{NS}	0.91±0.02 ^{NS}	195±21 ^{NS}	178±19 ^{NS}
		160	60.2±6.6 ^b	55,170±3,352 ^a	435±188 ^{NS}	0.65±0.08 ^{NS}	0.88±0.08 ^{NS}	279±86 ^{NS}	238±53 ^{NS}
II	Water addition rate (%)	700	56.4±0.3 ^c	ND	1,303±92 ^a	0.46±0.09 ^b	0.88±0.10 ^{NS}	585±79 ^a	521±125 ^a
		900	66.8±1.5 ^b	51,380±2,128	366±23 ^c	0.65±0.02 ^a	0.88±0.01 ^{NS}	239±11 ^c	211±10 ^b
		1100	76.3±1.3 ^a	6,180±1,249	959±122 ^b	0.39±0.06 ^b	0.91±0.02 ^{NS}	366±41 ^b	333±36 ^b
	<i>t</i> -value	-	31.727***	-	-	-	-	-	
Soaking time (min.)	10	66.5±2.0 ^{NS}	49,350±1060 ^{NS}	366±41 ^b	0.66±0.02 ^a	0.89±0.02 ^a	241±41 ^{NS}	213±26 ^{NS}	
	30	69.7±2.8 ^{NS}	46,060±6,479 ^{NS}	498±69 ^a	0.54±0.05 ^b	0.79±0.06 ^b	265±21 ^{NS}	210±7 ^{NS}	
	60	67.8±2.4 ^{NS}	51,380±2,128 ^{NS}	366±23 ^b	0.65±0.02 ^a	0.88±0.01 ^a	239±11 ^{NS}	211±10 ^{NS}	
Cooling condition	Off	69.8±0.3	55,950±2,843	523±18	0.59±0.03	0.89±0.01	306±26	271±21	
	On ⁵⁾	70.5±0.5	22,400±408	458±57	0.61±0.03	0.87±0.02	279±41	243±32	
	<i>t</i> -value	2.120 ^{NS}	-16.578*	-1.883 ^{NS}	0.971 ^{NS}	-0.894 ^{NS}	-0.963 ^{NS}	-1.259 ^{NS}	
III	Water addition rate (%)	800	64.3±0.0 ^d	ND	726±76 ^a	0.57±0.04 ^{NS}	0.91±0.04 ^a	417±73 ^a	381±78 ^a
		850	68.2±2.0 ^c	51,800±2,921 ^a	522±34 ^b	0.51±0.03 ^{NS}	0.80±0.01 ^b	262±8 ^b	210±6 ^c
		900 ⁵⁾	70.5±0.5 ^b	22,400±408 ^b	458±57 ^b	0.61±0.03 ^{NS}	0.87±0.02 ^{ab}	279±41 ^b	243±32 ^{bc}
		950	73.4±0.4 ^a	23,640±2,349 ^b	470±118 ^b	0.52±0.05 ^{NS}	0.85±0.07 ^{ab}	242±48 ^b	204±26 ^c
		1000	74.3±0.4 ^a	15,660±2,754 ^c	624±181 ^{ab}	0.55±0.12 ^{NS}	0.90±0.04 ^a	329±46 ^b	294±32 ^b
	<i>t</i> -value	-	-	-	-	-	-	-	
Heating time (min.)	13	76.5±3.8 ^a	10,980±2,546 ^c	1,283±37 ^a	0.36±0.07 ^b	0.90±0.03 ^{NS}	440±74 ^a	397±80 ^a	
	14	76.0±0.9 ^a	14,320±5,582 ^{bc}	980±34 ^b	0.42±0.10 ^b	0.84±0.04 ^{NS}	409±80 ^a	346±82 ^{ab}	
	15 ⁵⁾	70.5±0.5 ^b	22,400±408 ^b	458±57 ^{cd}	0.61±0.03 ^a	0.87±0.02 ^{NS}	279±41 ^b	243±32 ^b	
	16	67.6±1.1 ^{bc}	52,640±4,987 ^a	538±57 ^c	0.56±0.02 ^a	0.84±0.05 ^{NS}	302±21 ^b	254±7 ^b	
	17	65.2±0.6 ^c	ND	434±37 ^d	0.66±0.02 ^a	0.86±0.03 ^{NS}	286±23 ^b	245±14 ^b	
Commercial product	Control ⁶⁾	-	23,340±2,473	250±16	0.62±0.03	0.91±0.02	154±6	139±6	
Optimal porridge	Sample ⁵⁾	-	22,400±408	458±57	0.61±0.03	0.87±0.02	279±41	243±32	
	<i>t</i> -value	-	0.650 ^{NS}	-6.032**	0.316 ^{NS}	2.085 ^{NS}	-5.242**	-5.525*	

¹⁾ All results are expressed as mean±standard deviation (n=3).

²⁾ ND: not detected.

³⁾ * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

⁴⁾ NS: not significant.

⁵⁾ Measured once with the same sample.

⁶⁾ Commercial porridge purchased and analyzed for comparison with sample data.

높게 나타났고($p < 0.01$), 죽에 보유되는 수분량이 감소되어 경도가 증가되었을 것으로 사료된다. 점도는 매우 뻑뻑한 상태로 측정한계를 벗어나 결과 값을 얻을 수 없었다. 이는 Shin 등(2008)의 연구에서 물 첨가량을 800 mL에서 1,500 mL로 하였을 때 견고성이 1,025 g에서 797 g으로 낮아졌으

며, 점도는 유의적으로 감소하는 결과와 일치하였다. 고정조건인 가열온도 100°C는 인덕션 레인지의 전원이 불규칙적으로 켜짐과 꺼짐을 반복하여 쌀죽 시료의 제조조건으로 부적합하다고 판단하였고, I 단계 시험 2에서는 가열온도를 중심으로 검토하였다.

I 단계 시험 2의 결과는 120°C, 140°C, 160°C 가열온도 증가에 따라 75.5%, 68.6%, 60.2%로 무게변화율의 유의적 감소를 나타냈고, 점도는 19,500 cP, 50,730 cP, 55,170 cP로 증가하였다. 그 외 특성으로 경도, 응집성, 탄력성, 점성, 씹힘성은 가열온도에 따른 유의적 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 모든 동일한 조건에서 가열온도를 높일 때, 기체로 증발되는 물의 양이 많은 것에 직접적인 영향을 받고, 또 호화에 영향을 미쳤을 것으로 사료된다. 이러한 호화에 영향을 주는 또 다른 인자로 수분함량이 높을수록, 전분의 입자 크기와 구조에 따라, 산성보다는 알칼리성에서 전분의 팽윤과 호화가 촉진되며, 팽윤을 촉진시켜 호화온도를 낮춰 주는 팽윤제로 0.53% NaOH, 0.75% KOH, 12~15% KCNS, 26~28% KI, 30~35% NH₄NO₃ 등이 알려져 있다(Lee & Lee 1993).

3. 물 첨가율과 수침시간에 따른 쌀죽의 특성 비교(II 단계)

II 단계 시험 1에서는 I 단계 시험 2의 140°C 조건에서 나타난 점도 50,730 cP를 대조구 23,340 cP 수준으로 조정하기 위하여 물 첨가율을 높여 검토하였고, II 단계 시험 2에서는 물 첨가율이 증가된 만큼 이를 고려하여 수침시간의 단축 가능성을 살펴보았다. II 단계 시험 1의 물 첨가율이 700%, 900%, 1,100%로 증가함에 따라 무게변화율도 56.4%, 66.8%, 76.3%로 유의적 증가를 나타냈다. 점도는 물 첨가율 700%에서 높은 점성으로 측정이 어려웠는데, 이는 I 단계 시험 2에서 측정된 55,170 cP를 참고하여 그 이상의 값으로 추정되며, 쌀죽으로의 품질에 부적합하였다. I 단계 시험 1의 동일한 물 첨가율 700% 조건에서 측정된 26,430 cP와 비교하였을 때 가열온도 40°C 증가에 점도가 2배 이상 증가하는 것으로 나타났고, 가열온도가 쌀죽 점도 증가 요인임을 다시 한 번 확인하였다. 또한 같은 조건에서 물 첨가율 900%와 1,100%의 점도는 각각 51,380 cP와 6,180 cP로 88%의 점도 감소를 나타냈고, 가열온도 외 물 첨가율도 쌀죽 점도에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 관련하여 Lee & Han(1995)의 흰죽 리올로지 특성 연구에서 흰죽은 의가소성(Bingham pseudoplastic) 유체특성을 나타냈으며, 온도가 증가할수록, 농도가 감소할수록 점도도 지수는 감소하는 경향을 나타낸다고 하였는데, 죽의 경우 일정 범위 내의 온도 증가는 점도를 감소시키거나 용매의 끓는점 수준으로의 온도증가는 지속된 호화를 일으키며, 내부 수분 증발로 인한 점도의 증가를 유도할 것으로 사료된다. 한편, 물성측정 결과, 탄력성 외 경도, 응집성, 점성, 씹힘성 모두 유의적 차이를 나타냈으며, 물 첨가율 900%에서 가장 낮은 경도와 높은 응집성을 보여, 검토된 조건 중 가장 적합한 조건으로 사료된다.

II 단계 시험 2에서는 수침시간이 10분, 30분, 60분으로

증가함에 따라 무게변화율, 점도, 점성, 씹힘성에는 유의적 차이가 없었으며, 수침시간 10분이 중요 물성인 경도나 응집성에서 60분 수침과 큰 차이를 보이지 않았다. 이에 따라 수침시간을 10분으로 설정시 생산시간을 크게 단축할 수 있겠다. 품종별로 제조한 쌀죽 연구에서 죽의 점도는 수분결합력과 부의 상관(-0.7941, $p < 0.05$)을 나타냈는데(Lee 등 2017), 이는 원료쌀 내부로 침투하는 물량이 많을수록 전분 팽윤을 억제하기 때문인 것으로 사료되며, 수분결합력은 본 연구의 제조조건인 수침시간과 매우 밀접한 관련을 가질 것으로 사료된다.

4. 물 첨가율, 가열시간 및 냉각 실시여부에 따른 쌀죽의 특성 비교(III 단계)

III 단계 시험 1은 죽 제조 후 남은 잔열에 의해 지속되는 호화를 억제하기 위한 냉각처리의 효율성에 대한 검토를 실시하였다. 냉각 여부에 따라 무게변화, 경도 등 5가지 물성은 유의적 차이가 없었으나, 점도는 냉각하지 않은 것과 한 것이 각각 55,950 cP, 22,400 cP로 2.5배의 차이를 나타냈다. 따라서 냉각공정은 재가열 쌀죽의 호화에 큰 영향을 줄 수 있는 인자이며, 최적 제조조건으로 반드시 필요한 단계이므로 이후 시험에 고정조건으로 추가하여 진행하였다.

III 단계 시험 2는 물 첨가율의 검토 간격을 좁혀 800~1,000%를 살펴보았다. 물 첨가율 증가에 따라 무게변화율은 64.3%에서 74.3%까지 증가하고, 점도는 51,800 cP에서 15,660 cP까지 감소하였으며, 800%는 매우 높은 점성을 나타내 측정값을 얻을 수 없었다. 한편, 물 첨가율 900%와 950%는 점도와 경도 등에서 대조구와 유사하게 나타나 시험용 죽 제조조건으로 고려할 수 있었으며, 차후 대량의 시료제조에 물 첨가율 증량에 따른 점도 감소 가능성을 고려하여 물 첨가율은 900%가 적합하다고 판단하였다. 물 첨가율은 죽의 영양성과 직접적 관련을 갖고 있는데, 최근 즉석 죽의 열량과 영양성분 연구에 따르면 즉석 죽 제품의 열량이 하루에 너지 필요량의 약 7~8% 수준이어서 한 끼 식사로 부족한 결과를 보고하였다(KCA 2017). 이것은 많은 물을 넣고 제조하는 죽의 특성상 한끼의 식사로 요구되는 600~700 kcal를 충족시키기 어렵기 때문이다. 따라서 죽은 고열량의 부식이나 부재료, 우유, 과채류 등의 병행 섭취가 필요하다고 생각한다.

III 단계 시험 3에서는 지금까지 15분 외 검토되지 않은 마지막 핵심제조인자인 가열온도 조건을 13분에서 17분까지 1분 간격으로 정하고 그 차이를 살펴보았다. 가열시간 증가에 따라 수율은 감소하였고 점성은 증가하여 17분 가열시에는 높은 점성으로 점도 측정이 어려웠다. 죽의 물성으로 중요도가 높은 경도와 응집성 측정결과, 13분과 14분 가열시

간에서 대조구 대비 매우 높은 경도와 낮은 응집성을 나타내 죽 제조조건으로 적합하지 않았고, 측정된 점성값을 고려했을 때 가열시간 15분이 가장 적절한 조건으로 판단되었다.

5. 재가열에 의하여 최적 물성을 갖는 쌀죽의 최적 제조 조건

쌀죽은 제조과정 중 열처리를 통한 호화과정을 포함하지만, 바로 섭취하지 않는 대다수의 죽 제품은 편이성을 위하여 마이크로웨이브 레인지를 이용한 두 번째의 열처리를 받게 된다. 재가열하여 이용하는 쌀죽은 제조단계에서부터 이를 고려해야 하는데, 본 연구는 이를 반영하여 죽 제조시 주요한 조건이 될 수 있는 제조인자와 검토범위에서 최적의 조건을 도출하였다(Fig. 1). 재가열에 의하여 최적 물성을 갖는 쌀죽 적합 제조조건은 상업죽의 베이스로 다양하게 이용될 수 있으며, 향후 쌀죽 원료의 가공적성 구명을 통한 상업죽의 우수 원료 적용을 위하여 활용하고자 한다.

요약 및 결론

본 연구는 재가열 후 최적 물성을 갖는 쌀죽 제조조건을 도출하기 위하여 수행하였다. 재가열 쌀죽은 두 번의 열처

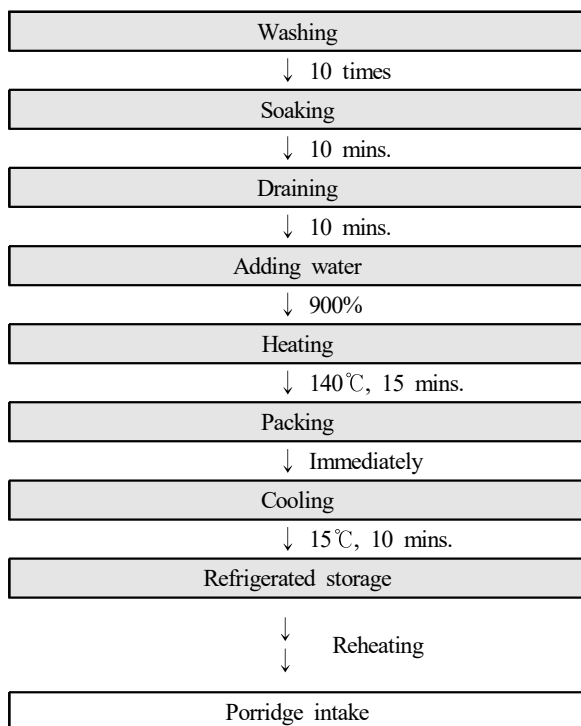


Fig. 1. Flow chart of processing conditions for rice porridge base with optimum properties after microwave range reheating.

리 후 최종 섭취를 하는 단계에서 완성된 품질을 나타내야 하므로, 이를 고려한 제조조건을 찾는 것이 핵심이라고 할 수 있다. 이를 위하여 시료는 ‘삼광’ 품종을 사용하였고, 쌀죽 제조를 위해 인덕션 레인지를 열원으로, 재가열은 마이크로웨이브 레인지를 사용하였다. 쌀죽의 핵심제조인자를 수침시간, 물 첨가율, 가열온도, 가열시간, 냉각조건 이상 5가지로 설정하고, 각각 검토가 필요한 범위에서 제조한 쌀죽의 특성을 비교하였다. I 단계에서 물 첨가율과 가열온도 조건을 살펴본 결과, 100°C는 지속적 열 공급이 이루어지지 않아, 가열온도의 검토범위를 높여 살펴보았다. 가열온도 증가에 따라 무게변화는 감소하였고 점도는 증가하는 결과를 나타내어, 호화에 주요 영향인자로 알려진 온도는 점도의 변화에도 밀접한 관련이 있는 것으로 사료된다. II 단계에서는 물 첨가율의 검토범위를 확대하여 살펴보았고, 그 중 900% 물 첨가시 측정된 점도 51,380 cP를 대조구 수준으로 낮추기 위하여 수침시간을 검토하였다. 수침시간 감소에도 무게변화율, 점도 등의 특성 변화 없이 총 생산시간의 단축 효과를 가질 수 있어 수침시간은 10분이 적합하다고 판단되었다. III 단계에서는 냉각공정을 추가하여 제조 직후 잔열을 제거했을 때 재가열 쌀죽의 최종 점도를 크게 낮출 수 있었고, 물 첨가율 900%와 가열온도 15분에 대한 최종 확인 시험을 통해 최적 제조조건을 도출하였다. 재가열에 의하여 최적 물성을 갖는 쌀죽 적합 제조조건은 상업죽 베이스로 응용될 수 있으며, 본 연구의 후속연구로 상업죽 적합 원료의 가공적성을 구명하기 위한 시료죽 제조방법으로 활용하고자 한다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 국립식량과학원 연구개발 과제(PJ01348801)의 지원에 의해 이루어진 것임.

References

- Choi TH, Lee MC, Kim DS. 2020. The effect of selection attributes of meal-kit home replacement food (HMR) on satisfaction and repurchase intention. *Culin Sci Hosp Res* 26:119-128
- Doopedia. 2020. Porridge. Available from http://www.doopedia.co.kr/doopedia/master/master.do?_method=view&MAS_IDX=101013000806880 [cited 22 July 2020]
- Food Catering Management [FCM]. 2019. Trend insight. From patient meals to healthy meals, ‘juk market’ is stronger than rice meal. Available from <http://www.food>

- news.news/news/article.html?no=33322 [cited 31 July 2020]
- June JH, Yoon JY, Kim HS. 1998. A study on the development of hodojook. *Korean J Diet Cult* 13:509-518
- Kim MY, Park HY, Lee BW, Lee JY, Lee YY, Lee JY, Kim MH, Lee BK, Kim HJ. 2019. Evaluation of quality characteristics of colored rice depending on cultivars for functional porridge. *Korean J Food Nutr* 32:355-363
- Korea Consumer Agency [KCA]. 2017. Instant porridge, lack of calories and nutrients for one meal. Available from <https://www.kca.go.kr/home/sub.do?menukey=4002&mode=view&no=1002065445&searchKeyword> [cited 26 July 2020]
- Korea Seed & Variety Service [KSVS]. 2020. List of national varieties. Available from <http://www.seed.go.kr/seed/198/subview.do?enc=Zm5jdDF8QEB8JTJGaW50ZXJ3b3JrJTJGc2VlZCUyRjklMkZsaXN0LmRvJTNGZmluZEluaXRpYWwIM0QlMjZmaW5kQ3JvcENsJTNEMDUwMDAxJTl2ZmluZENyb3BObSUzRCUyNmZpbmRWYXJpZXR5Tm0lM0QlMjZmaW5kQ2h1bE5tJTNEJTI2ZmluZE5tJTNEJTI2> [cited 31 July 2020]
- Lee CH, Han O. 1995. Changes in the rheological characteristics by various concentrations and temperatures of Korean white gruel. *Korean J Soc Food Sci* 11:552-556
- Lee JY, Park HY, Lee BW, Park HS, Ahn EK, Kim MY, Lee YY, Kim MH, Lee BK, Kim HJ. 2020. Physicochemical properties of brown rice by cultivar for selection of cultivar suitable for making brown rice porridge. *Korean J Food Nutr* 33:204-209
- Lee KH, Woo KS, Lee SK, Park HY, Sim EY, Kim S, Oh SK, Cho D, Kim HJ. 2017. Evaluation of quality characteristics of rice to select suitable varieties for porridge. *Korean J Food Nutr* 30:243-250
- Lee SM. 2013. Quality characteristics of gruel added with ramie leaves. *Korean J Culin Res* 19:76-86
- Lee SR, Lee HS. 1993. Food Chemistry. pp.123-124. Hyeongseol publisher
- Mo SM, Lee YS, Koo JO, Son SM. 1996. Mealtherapy. pp.49-66. Gyomoon publishers
- Park HY, Lee CK, Sim EY, Kim HJ, Jeon YH, Kwak JE, Lee JY, Chun AR, Kim MJ, Choi HS, Park JY, Woo KS. 2019. Physicochemical properties of commercial beef porridge in Korea. *Korean J Food Nutr* 32:226-235
- Park HY, Lee JY, Ahn EK, Kim HJ, Sim EY, Kwak JE, Chun AR, Woo KS, Park JY, Kim MJ. 2020. A study on quality index of raw rice for porridge processability evaluation. *Korean J Food Nutr* 33:287-298
- Shin ES, Lee KA, Lee HK, Kim KBWR, Kim MJ, Byun MW, Lee JW, Kim JH, Ahn DH, Lyu ES. 2008. Effect of grain size and added water on quality characteristics of abalone porridge. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 245-250
- UpDown News [UDN]. 2020. Pouch appearance, porridge market doubles in two years. Available from <https://www.updownnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=219441> [cited 31 July 2020]
- Zhang X, Lee FZ, Kum JS, Eun JB. 2002. The effect of processing condition on physicochemical characteristics in pine nut gruel. *Korean J Food Sci Technol* 34:225-231

Received 31 July, 2020
 Revised 04 August, 2020
 Accepted 11 August, 2020