

흑미 및 현미의 부분적인 대체가 절편의 물성과 노화에 미치는 영향*

Effect of Partial Replacement of Rice Flour with Black or Brown Rice Flour on Textural Properties and Retrogradation of Julpyun*

우석대학교 식품영양학과
부교수 윤계순

Dept. of Food and Nutrition, Woo Suk University
Associate Professor : Yoon, Gye Soon

목 차

- | | |
|---------------|--------|
| I. 서론 | IV. 요약 |
| II. 실험재료 및 방법 | 참고문헌 |
| III. 결과 및 고찰 | |

<Abstract>

This study was attempted to investigate the effect of partial replacement of rice flour with black or brown rice flour on texture properties and retrogradation of Julpyun(Korean rice cake). In sensory evaluation, the Julpyuns replaced black or brown rice flour 20% had high score in color, flavor and overall acceptability not including mouthfeel. As the result of the measurement with texture analyzer, hardness, gumminess and chewiness of Julpyuns tended to decrease in proportion to the amount of black and brown rice flour in the formula. These results implied that the degree of retrogradation of black and brown rice Julpyuns might be low. Julpyuns replaced with black rice were a little lower than those of brown rice in the hardness. In the retrogradation speed by Avrami,s equation, the rate constants of Julpyun replaced black and brown rice flour was lower than that of milled rice, resulting in delay in firming.

주제어(Key Words): 흑미(black rice flour), 현미(brown rice flour), 절편(Julpyun), 물성(textural properties), 노화(retrogradation)

* 이 논문은 2000년도 우석대학교 학술연구비에 의하여 수행되었음

I. 서론

근래에 들어 소득수준의 향상, 서구식생활의 유입 등에 따른 식생활 양상의 변화로 인해 비만증, 동맥경화증 등 식생활과 관련이 깊은 성인병의 발병이 증가하고 있다(이일하, 1993). 이에 따라 일반인들의 건강식품, 기능성식품에 관한 관심이 크게 높아지고 있어 쌀의 경우에도 현미를 비롯하여 유색미, 향미 같은 특수미의 이용이 늘어나고 있다(하태열 등, 1999). 현미나 흑미는 겉껍질만 제거되어 이용되므로 종피에 포함되어 있는 성분들의 활용은 현대인의 식생활에서 오는 문제점을 일부 개선할 수 있을 것으로 보인다. 즉, 흑미나 현미는 백미에 비해 식이 섬유 함유량이 높으며 무기질이나 일부 비타민의 함량도 높다(하태열 등, 1999). 특히 흑미는 현미에 비해 더 많은 섬유소 함량을 가진다고 보고되어 있으며(하태열 등, 1999; Wang 등, 1998) 색소 중 안토시아닌계 색소는 강한 항산화작용이 있어(Choi 등, 1994; 김미숙 등, 1998) 기능성 식품으로서의 가치가 큰 것으로 보인다.

본초강목에서도 흑미는 빈혈, 백발예방, 고혈압, 당뇨, 다뇨증, 변비 등의 질병에 효과가 있다고 하였으며 흑미를 매일 섭취하면 인체의 종합조절기능을 개선하고 면역기능을 강화시켜 노쇠방지, 질병예방 등에 효과가 있는 것으로 구전되고 있다. 뿐만 아니라 흑미가 가지고 있는 독특한 풍미로 인해 밥에 혼용했을 때 밥맛이 좋고 색과 윤기 등으로 기호적인 측면에서도 잘 받아들여지고 있다.

일반가정에서 흑미와 현미의 이용은 주로 밥에 잡곡의 형태로 혼용되고 있다(김두운, 1998). 최근 들어 유색미에 대한 관심이 높아지면서 그 활용도를 증진시키기 위해 유색미를 이용한 음식의 개발과 조리방법에 대한 연구가 일부 보고되기도 하였다. 즉, 유색미의 색소, 술, 식혜 제조, 백설기나 cake 제조시 유색미를 첨가했을 때의 제품특성 등이 보고되었으며(윤주미 등, 1997; 김미숙 등, 1998; 김태영 등, 1996; 김미숙 등, 1999; 장정옥 등, 1998) 아울러 유색미의 성분이나 소화특성, 전분특성 등의 기초적인 부분도 연구되었다(하태열 등, 1999; 백

수진, 1999).

흑미는 현미상태로 가공 이용되기 때문에 식품 기능적인 측면에서 현미와 유사한 특성을 보일 것으로 생각된다. 따라서 본 연구에서는 친떡의 가장 기본이 되는 대중적인 떡인 절편의 기능성 측면을 강화할 수 있는 방법으로 백미에 현미와 흑미를 각각 부분적으로 대체하여 절편을 제조하고 제품의 texture, 기호적 특성변화와 노화에 미치는 영향을 살펴보고자 하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

실험에 이용한 재료는 1999년 산으로 백미와 현미는 전북 삼례 농협에서 구입하였으며 흑미는 전남진도에서 생산된 자색미 계통인 용금 1호를 사용하였다.

2. Amylose 함량 및 수분흡수지수(Water absorption index)

백미와 현미는 분쇄기(한일 food mixer, FM-700W)로 분쇄하고, 흑미는 정미기(전자동시험정미기, 쌍용기계산업 Model RAT 2)로 과피에 침적되어 있는 색소를 제거하여 분쇄하여 100mesh 체에 통과시켜 Juliano의 방법(1971)에 의하여 amylose 함량을 분석하였다. 즉, 무수시료 100mg 에 95% ethanol 1ml, 1N NaOH 용액 9ml를 가하여 끓는 물에서 10분간 가열 소화시킨후 100ml mass flask에 넣고 증류수로 채웠다. 이 용액 5ml를 취해 1N acetic acid 1ml, 0.2% iodine solution 2ml를 가하고 100ml로 맞춰 20분간 실온에 방치한 후 spectrophotometer를 이용 620nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 감자 amylose와 amylopectin (Sigma Co. U.S.A.)을 사용하여 작성하였다. 수분흡수지수(WAI)값은 흑미, 현미 및 백미를 분쇄기(한일 food mixer, FM-700W)로 분쇄하여 60mesh 체에 통과시켜 Anderson의 방

법(1982)으로 측정하였다.

3. 시료의 색도 측정

흑미 및 현미의 낱알과 분쇄기(한일 food mixer, FM-700W)를 사용하여 20mesh로 분쇄한 분말을 시료통에 담아 색도를 측정하였다. 색차계(JUKI JP-7200C, Japan)를 사용하여 명암(lightness)을 나타내는 L값과 붉은색의 정도(redness)를 나타내는 a값, 노란색의 정도(yellowness)를 나타내는 b값을 3회 반복 측정한 평균값으로 나타내었다.

4. 절편의 제조

시료를 각각 4회 수세하고 최대 흡수시간을 고려하여(김두운 등, 1998) 20°C에서 12시간 불려 여분의 물을 제거하여 분쇄기로 분쇄하고 20mesh체에 통과시켰다. 기호성 높은 흑미 및 현미의 첨가비율을 결정하기 위해 <Table 1>과 같은 비율로 백미가루에 흑미 및 현미가루를 혼합하여 분량의 물을 곁고루 뿌리고 20mesh체에 다시 통과시켜 절편을 다음과 같이 제조하였다(박미원 등, 1992). 물 1.5L씩을 넣은 알루미늄 접기(지름30cm, 높이 20cm)에 베 보자기를 깔고 혼합쌀가루를 넣은 다음 잘 덮어 20분간 가열하고 5분간 뜸을 들였다. 이를 만능요리기(럭키전자 Model L-777)에 넣어 3회씩 교반하여 5×5×1.5cm의 틀에서 형태를 만들었다.

<Table 1> Formulas for Julpyun replaced with black rice or brown rice

Replacement ratio(%)	Milled rice flour(g)	Black or brown rice flour(g)	Salt(g)	Water(ml)
0	300	0	2.4	45
20	240	60	2.4	45
40	180	120	2.4	45
60	120	180	2.4	45
80	60	240	2.4	45
100	0	300	2.4	45

5. 절편의 수분함량측정

105°C convection oven에서 AOAC 법(1993)으로 측정하였다.

6. 절편 색깔의 측정

절편의 색은 시료 재료에서와 같이 측정하였으며 백미절편에 대한 색차 ΔE도 측정하였다.

7. 관능검사

식품영양학과 학생 11명을 선정하여 실험의 목적을 설명하고 예비실험을 통해 평가방법을 숙지시켜 색(color), 향미(flavor), 입안에서의 느낌(mouthfeel), 종합적인 수용도(overall acceptability)를 평가내용으로 7점 평점법으로 2회 반복 실시하였는데 “대단히 싫음”-1점, “대단히 좋음”-7점으로 하였다. 시료는 백색접시에 5×2.5×1.5cm의 크기로 잘라 제조 순서에 따라 즉, 백미와 흑미 대체절편을 먼저 평가한 후 30분정도의 시간간격을 두어 현미대체절편을 제시 평가하도록 하였으며 한 개의 시료의 평가가 끝나면 물로 입안을 헹구게 한 후 다음 시료를 평가하게 하였다.

8. 절편의 Texture측정

절편을 2×2×1.5cm의 크기로 잘라 texture analyzer(Model TA XT2, Stable micro systems)로 texture profile analysis(TPA)를 통해 4-5회 반복측정하여 texture 특성을 분석하였다(Boume, 1978). 측정 조건은 deformation rate 70%, test speed 1.0mm/sec, plunger 5mm cylindrical type으로 하였다(윤계순 등, 1998).

9. 절편의 노화특성시험

관능검사 결과 기호성이 비교적 우수한 흑미 및 현미 40%대체절편과 비교치로 100% 흑미 및 현미 그리고 백미절편을 밀봉하여 15°C로 유지시킨

incubator 내에서 3일 동안 저장하면서 절편의 경도(hardness)를 8항과 같은 조건으로 4-5회 반복 측정하였으며 이와 같이 얻은 각시료의 평균경도 변화로부터 Avrami 방정식에 의하여 노화과정을 분석하였다(Kim 등, 1976 : 1977).

$$\theta = E_L - E_t / E_L - E_0 = \exp(-kt^n)$$

$$\log[-\log_e(E_L - E_t / E_L - E_0)] = \log k + n \log t$$

여기에서 θ 는 어느시간(t) 후 결정화 되지 않은 전분의 분획, k는 결정화 속도, n은 Avrami지수이다. E_L 은 이론적으로 무한대 시간후의 경도, E_0 및 E_t 는 0 및 t 시간후의 경도이다. E_L 값은 4°C에서 7일간 저장한 절편으로부터 구하였다. 위 식의 $\log[-\log_e(E_L - E_t / E_L - E_0)]$ 와 $\log t$ 에 대한 graph로부터 Avrami 지수 n을 구하고 $\log_e(E_L - E_t)$ 와 t와의 graph에서 k를 구하였다.

10. 통계처리

실험결과의 유의성은 SPSS program을 이용하여 분산분석, Duncan의 다중범위검증으로 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. Amylose함량 및 수분흡수지수(WAI)

실험재료의 amylose함량 및 수분흡수지수(WAI) 값을 측정하여 <Table 2>에 나타내었다. 일반적으로 벼벼품종의 amylose 함량은 16~29%의 범위를 나타내는데 본 실험에서는 백미가 18.71%, 현미가 18.45%로 측정되었고 흑미는 15.98%를 나타내 벼

미로 볼 수 있으며 현미 및 백미보다 약간 낮은 값을 보였다. 하태열 등(1999)의 연구에서도 흑미의 경우 현미에 비해 약간 낮은 값으로 보고되었다. 일부 흑미의 경우 5.5%, 8.5% 등으로 낮은 amylose함량을 보이기도 하는데 (Togari 1994) 이는 찰흑미로 볼 수 있다.

한편 수분흡수지수(WAI)는 백미 2.06, 흑미 2.45, 현미 2.25로 흑미가 현미보다 약간 높은 값을 보였다. 이 같은 결과는 흑미가 2.4% 전후의 값을 보였고 현미가 2.32%를 보였다는 하태열 등(1999)의 보고와 비슷하였다.

2. 시료의 색깔

백미, 흑미 및 현미의 낱알과 가루의 색도는 <Table 3>와 같다. 낱알의 경우 흑미의 L값이 18.46으로 하태열 등(1999)이 보고한 흑미의 L값(24.06~26.6) 보다 더 낮았으며 현미는 추청현미(57.35)와 비슷한 값인 57.97을 보였다. 붉은색의 정도를 나타내는 a값은 흑미가 0.55 현미가 3.21로 나타났으며 노란색의 정도를 나타내는 b값은 흑미가 0.94 현미가 21.20을 보였다. 분말의 경우 L값은 흑미가 52.01로 낱알보다 밝기가 더 높아졌는데 이는 색소가 주로 과피에 침적되어 있으나 분말상태에서는 백색의

<Table 2> Amylose contents and WAI of the rice samples

Raw material	Amylose(%)	WAI(%)
Milled rice	18.71	2.06
Black rice	15.98	2.45
Brown rice	18.45	2.25

<Table 3> Color values of the rice samples used for Julpyun

Raw material	Grain			Powder		
	L	a	b	L	a	b
Milled rice	71.01±0.55	-1.19±0.11	16.98±0.35	95.66±0.34	-0.37±0.01	4.14±0.04
Black rice	18.46±0.32	0.55±0.03	0.94±0.10	52.01±0.13	10.96±0.16	-1.12±0.11
Brown rice	57.97±0.16	3.21±0.04	21.20±0.15	89.31±0.18	-0.02±0.01	9.55±0.06

Mean ± S.D. of triplicate determination

배유부분이 노출되기 때문이다. a값은 흑미가 10.96, 현미가 -0.02로 나타났다. b값은 흑미와 현미 모두 낱알보다 더 낮은 수치를 나타냈다.

52.17~54.92%로 본 연구결과와 비슷한 수분함량을 나타냈다.

3. 절편의 수분함량

제조 직후 흑미 및 현미대체 절편의 수분함량을 측정 한 결과는 <Table 4>과 같다. 수분흡수율이 흑미의 경우 현미보다 약간 높게 나타난 결과와 비슷하게 흑미 대체절편의 수분함량이 52.03~53.51%로 현미 대체절편보다 약간 높았으나 큰 차이는 나타나지 않았다. 대체비율이 높아질수록 수분함량이 약간씩 많아지는 경향을 보였으며 60%이상 흑미혼합 절편의 경우 유의적으로 더 높은 수분함량을 보였다. 김종준(1976)의 연구에서 만드는 방법이 절편과 거의 비슷한 흰떡의 수분함량은 53.2%이었고 이지영 등(1994)이 보고한 식이섬유 대체절편의 경우

4. 절편의 색깔

흑미와 현미 대체절편의 색깔을 색차계로 측정하여 L, a, b값으로 나타낸 결과는 <Table 5>와 같다. 흑미대체 절편에서 혼합비율이 증가함에 따라 색의 밝기를 나타내는 L값은 유의적으로 낮아졌고 황색도를 나타내는 b값도 낮아지는 경향을 보였으며 a값은 증가하는 양상을 보였다. 장정옥 등(1998)도 cake에 흑미의 대체량이 많아질수록 명도와 황색도는 감소하고 적색도는 증가되었다고 보고하였다.

현미 대체절편의 경우 대체비율이 증가함에 따라 L값은 유의적으로 감소하였으며 a, b값은 증가하는 경향을 보였다. 백미절편을 기준으로 한 총색차 ΔE는 흑미 대체절편의 경우 45.22에서 63.91로 증가하

<Table 4> Moisture contents of Julpyun with the replacement of different amount of black rice or brown rice

Sample	Replaced rate(%)					
	0	20	40	60	80	100
Black rice	51.82 ^c	52.03 ^c	52.41 ^{bb}	52.82 ^b	52.99 ^b	53.51 ^a
Brown rice	51.82 ^c	51.99 ^c	52.01 ^c	52.25 ^{bc}	52.43 ^b	52.72 ^b

Means with the same letter are not significantly different in p<0.05

<Table 5> Color values of Julpyun replaced with black rice or brown rice

Replaced rate(%)		L	a	b	ΔE
Black rice	0	77.63 ^a	-1.51 ^c	5.86 ^a	-
	20	34.33 ^b	7.46 ^d	1.52 ^b	45.22
	40	27.57 ^c	8.25 ^c	1.45 ^b	52.85
	60	20.56 ^d	8.40 ^c	1.37 ^b	54.29
	80	17.21 ^c	8.85 ^b	0.09 ^c	58.37
	100	14.34 ^f	9.39 ^a	-0.06 ^c	63.91
Brown rice	0	77.63 ^a	-1.51 ^d	5.86 ^d	-
	20	74.77 ^b	-1.33 ^d	4.92 ^d	6.44
	40	73.21 ^c	-1.25 ^d	5.26 ^d	7.13
	60	71.29 ^d	-0.55 ^c	8.88 ^c	8.95
	80	69.42 ^c	0.21 ^b	10.22 ^b	11.42
	100	66.53 ^f	0.49 ^a	13.97 ^a	14.11

Means with the same letter are not significantly different in p<0.05

였고 현미 대체절편의 경우에는 6.44에서 14.11로 증가하여 색깔이 짙어진 것으로 나타났다.

5. 관능검사

백미가루에 흑미 및 현미를 각각 20% 단위로 100%까지 대체하여 절편을 제조한 후 관능검사를 실시한 결과는 <Table 6>와 같다. 흑미나 현미의 대체율이 40% 이하일 때 비교적 높은 기호도를 나타냈다. 최영선 등(1993)의 연구에서 백설기에 현미를 첨가했을 때에도 이와 같은 양상을 보였다. 김기숙 등(1999)은 유색미의 일종인 흑진주미를 0~30%까지 첨가한 백설기의 경우 20%첨가 시에 가장 기호도가 높았다고 보고하였다. 흑미 및 현미의 대체율이 60% 이상 증가할수록 색, 향미, 입안에서의 느낌 등 모든 특성치들에 대한 기호성이 유의적으로 감소하였다.

6. 절편의 Texture

흑미 및 현미 대체 절편을 제조한 직후 texture analyzer를 사용하여 texture를 측정된 결과는 <Table 7>과 같다. 견고성의 경우 흑미 및 현미의 대체비율이 높아질수록 유의적으로 감소하였다. 이와 같은 결과는 흑미 및 현미의 경우 겉껍질만 제거되어 중

피층이 그대로 남아 있어 백미보다 더 높은 식이섬유양에 의해 수분함량이 증가한 것으로 볼 수 있겠다. 김기숙 등(1999)의 연구에서도 유색미의 대체율이 많아질수록 설기떡의 견고도는 감소한 것으로 나타났다. 흑미 대체절편의 경우 현미 대체절편보다 약간씩 더 낮은 견고도 값을 보였는데 이는 흑미의 식이섬유 함량과 수분흡수 지수 등이 현미에 비해 더 높은 것(하태열, 1999)에 기인한 것으로 볼 수 있으며 이에 따라 흑미절편이 현미절편보다 약간 더 높은 수분함량을 보인 결과일 것이다.

탄력성은 흑미 대체절편이 0.99~1.21의 범위를 보였고 대체비율이 증가함에 따라 탄력성도 약간씩 증가하는 양상을 보여 100%흑미절편은 유의적으로 높은 값을 나타낸 반면 현미절편의 경우에는 0.99~1.10으로 대체비율에 따라 일관성 있는 경향을 보이지 않았다. 접착성(adhesiveness)은 백미절편보다 혼합절편의 값이 유의적으로 더 크게 나타났고 현미와 흑미절편의 차이는 크게 나타나지 않았으나 대체비율이 모두 증가함에 따라 더 커지는 특성을 보였다.

응집성(cohesiveness)은 제품내부의 결합력을 나타내는 특성이므로 백미절편의 치밀한 내부조직으로 인해 혼합절편의 값이 백미절편보다 더 낮은 값을 보였으며 대체비율이 증가할수록 낮아지는 경향으로 나타났다. 뭉치는 성질인 껌성(gumminess)은 견

<Table 6> Scores of sensory properties of Julpyun replaced with black rice or brown rice

Replaced rate(%)		Color	Flavor	Mouthfeel	Overall quality
Black rice	0	5.82 ^b	4.45 ^b	6.45 ^a	5.73 ^a
	20	6.36 ^a	5.18 ^a	6.18 ^a	5.91 ^a
	40	5.09 ^c	5.45 ^a	4.02 ^b	5.38 ^a
	60	4.36 ^d	4.27 ^b	3.18 ^c	3.91 ^b
	80	2.91 ^e	3.73 ^c	2.82 ^{cd}	3.00 ^c
	100	2.27 ^f	3.64 ^c	2.45 ^d	2.64 ^c
Brown rice	0	5.82 ^a	4.45 ^{ab}	6.45 ^a	5.73 ^a
	20	5.73 ^a	5.00 ^a	5.34 ^b	5.36 ^{ab}
	40	5.82 ^a	4.64 ^{ab}	4.45 ^c	4.91 ^b
	60	4.36 ^b	4.09 ^b	3.36 ^d	3.64 ^c
	80	3.45 ^c	3.45 ^c	2.63 ^e	2.27 ^d
	100	2.45 ^d	2.55 ^d	2.55 ^e	2.18 ^d

Means with the same letter are not significantly different in $p < 0.05$

<Table 7> Changes in the values of texture parameters of Julpyun replaced with black or brown rice

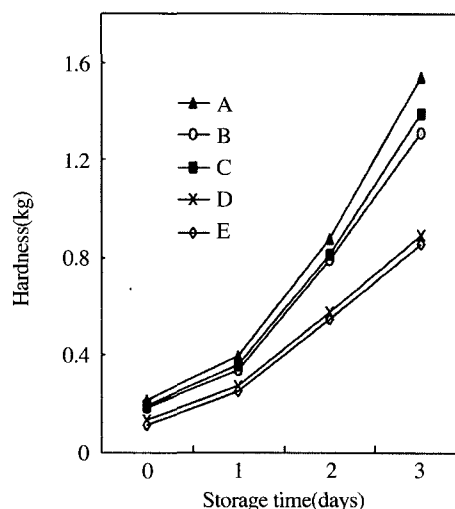
Replaced rate(%)	Hardness(g)	Springiness(cm)	Adhesiveness(g)	Cohesiveness	Gumminess(g)	Chewiness(g.cm)
Black rice	0	217.3 ^a	1.02 ^c	2.1e	0.60 ^a	118.6 ^a
	20	200.5 ^b	0.99 ^c	3.8e	0.58 ^b	109.2 ^b
	40	190.3 ^c	1.04 ^c	10.7 ^d	0.57 ^b	92.4 ^c
	60	130.9 ^d	1.11 ^b	13.6 ^c	0.55 ^c	75.8 ^d
	80	125.2 ^d	1.15 ^b	20.4 ^b	0.55 ^c	70.5 ^d
	100	118.0 ^e	1.21 ^a	32.8 ^a	0.54 ^c	69.2 ^d
Brown rice	0	217.3 ^a	1.02 ^b	2.1 ^c	0.60 ^a	118.6 ^a
	20	210.3 ^a	0.99 ^b	10.1 ^b	0.59 ^a	121.3 ^a
	40	197.3 ^b	1.00 ^b	10.9 ^b	0.57 ^b	104.1 ^b
	60	180.0 ^c	1.10 ^a	18.1 ^a	0.56 ^{bc}	89.4 ^c
	80	151.1 ^d	0.99 ^b	19.2 ^a	0.55 ^c	82.4 ^{cd}
	100	138.1 ^e	0.96 ^b	21.6 ^a	0.55 ^c	75.2 ^d

Means with the same letter are not significantly different in p<0.05

고도와 응집성에 영향을 받으므로 견고도와 유사한 양상을 보여 흑미 및 현미 대체비율이 증가할수록 낮아지는 경향을 보였으며 흑미 대체절편의 경우 현미 대체절편의 값보다 약간씩 낮았다. 씹힘성은 흑미 및 현미 대체비율이 증가함에 따라 값이 낮아졌다.

7. 절편의 노화특성

관능검사 결과 기호성이 비교적 높았던 40%흑미 및 현미 대체절편을 백미, 100%흑미 및 현미절편과 함께 15°C의 incubator에 저장하면서 시간경과에 따른 견고도 변화를 조사한 결과는 <Fig. 1>과 같다. 저장기간이 지남에 따라 모든 시료의 견고도는 증가하였다. 견고도의 크기는 100%흑미 및 현미, 40%흑미 및 현미, 100%백미절편 순으로 컸으며 변화양상은 모든 시료에서 거의 비슷하게 증가하였으나 100%흑미 및 현미절편의 경우 저장 2일째부터 100%백미절편과 40% 대체절편보다도 더 낮은 증가율을 보였다. 전분질 식품의 노화 과정 중 가장 특징적인 현상은 조직의 변화로서 견고도의 증가현상인데 절편의 노화상태를 <Fig. 1>의 견고도 변화상태로 볼 때 100% 흑미 및 현미절편 그리고 이들의 혼합절편이 100% 백미절편보다 노화가 더 느릴 것으로 추정된다.



<Fig.1> Changes in hardness of Julpyun with various amount of black rice or brown rice during storage at 15°C.(A: milled rice Julpyun, B: 40% black rice Julpyun, C: 40% brown rice Julpyun, D: 100% brown rice Julpyun, E: 100% black rice Julpyun.)

<Fig. 1>의 견고도 변화로 Avrami방정식에 따라 노화경향을 분석하여 <Table 8>에 나타내었다. log t를 x축, log[-loge(EL-Et)/(EL-E0)]를 y축으로 한 graph에서 Avrami지수를 구하였는데 표에서 볼 수 있듯이 0.72~0.98을 나타냈다. Avrami지수는 결정핵 형성시간 및 결정체 형성속도에 의존하는 복합된

<Table 8> Comparison of the Avrami exponents, rate constants and time constants of Julpyun replaced with black or brown rice

Replaced rate(%)		Avrami exponent	Rate constant(k)	Time constant*(days)
Black rice	0	0.721	0.201	4.98
	40	0.815	0.173	5.78
	100	0.911	0.131	7.63
Brown rice	40	0.751	0.180	5.56
	100	0.972	0.137	7.30

*1/k

값으로 결정화 형태를 나타내 준다. 지금까지 보고된 전분 gel이나 전분질식품에서는 거의 모두 0.7-1.12로 1에 가까운 값들이었으며(Kim 등, 1976, 1977; 이지영 등, 1994) 이는 전분의 노화가 순간적 핵형성에 따른 막대기 모양으로 일어난다는 것을 의미한다(Kim 등, 1976). 본 실험결과 Avrami 상수 값은 현미 및 흑미절편에서 백미절편보다 낮은 값을 나타냈는데 이는 이지영 등(1994)의 보고와 비슷하였다. 저장시간을 x축으로, $\log_e(EL-Et)$ 를 y축으로 한 graph에서 속도상수값 k를 구하였다. 노화되는 속도를 나타내는 지표인 속도상수 k는 100% 현미 및 흑미절편 그리고 혼합절편의 경우 더 적은 값을 나타내 노화되는 속도가 느린 것으로 분석되었다. 노화에 요구되는 시간을 나타내는 지표인 시간상수는 k값의 역수(1/k)로 100%흑미절편이 7.63일, 100%현미절편이 7.30일로 나타났고 40%흑미 및 현미 대체절편은 5.78, 5.56일로 나타나 백미절편 4.98일 보다 노화가 느림을 알 수 있다.

노화에 영향을 미치는 인자들은 전분의 구조, 수분, 단백질 등을 들 수 있으며 전분 gel의결정화는 주로 저장초기에는 amylose와 amylopectin이 노화과정을 지배한다고 알려져 있다. 본 실험에서는 가장 낮은 amylose함량을 보인 흑미로 만든 절편의 시간상수가 가장 길어 노화가 느린 것으로 나타났다. 전분질 식품내에서 식이섬유질은 전분의 노화를 지연시키는 것으로 보고되어 있는데(강규찬 등, 1990) 이는 식이섬유가 전분입자 사이에 끼어들어 전분의 배열을 불규칙하게 만들고 회합을 방해하며 amylose

와 amylopectin의 일부와 결합해서 호화된 전분분자들이 다시 수소결합하는 것을 막기 때문으로 볼 수 있다(이영현 등, 1994).

IV. 요약

흑미 및 현미를 0%에서 20%단위로 100%까지 대체하여 절편을 제조하고 이들의 texture 및 관능적 특성 등을 살펴보았으며 저장중 노화경향을 Avrami 방정식으로 분석하였다. 흑미 및 혼합절편의 수분함량은 52.03%~53.51%로 현미 및 혼합절편보다 약간 높았고 관능검사결과 흑미나 현미 모두 대체율이 40%이하일 때 색깔, 풍미, 전체적 수응도에 있어서 유의적으로 높은 기호성을 보였다. texture 측정결과 견고도의 경우 흑미 및 현미 대체절편에서 모두 백미절편보다 낮은 값을 나타냈고 접착성은 흑미, 현미 대체비율이 증가함에 따라 더커지는 경향을 보였다. 혼합절편의 노화경향을 분석하기 위해 저장기간 동안의 견고도를 측정한 결과 100%흑미, 현미 및 40%흑미, 현미대체절편이 저장 전 기간을 통해 대체로 덜 단단함으로써 노화가 지연됨을 알 수 있었고 이 결과를 Avrami 방정식에 의해 분석했을때에도 시간상수가 더 길게 나타나 절편제조에서 흑미 및 현미 대체시에 노화가 지연되는 것으로 확인되었다.

■ 참고문헌

- 강규찬, 백상봉, 이규순(1990). 식이성 섬유 첨가가 케익의 노화에 미치는 영향. 한국식품과학지, 22(1), 19-25.
- 김기숙, 이재경(1999). 유색미 첨가비율이 설기떡의 품질특성에 미치는 영향. 한국조리과학회지, 15(5), 67-73.
- 김두운, 은종방, 이종욱(1998). 흑미혼용법의 취반조건과 텍스처의 변화. 한국식품과학회지, 30(3), 562-568.
- 김미숙, 윤혜현, 한태룡(1998). 유색미식혜 및 Phenol

- 추출물의 향산화성. 한국식품과학회 창립 30주년 기념 심포지움, 제61차 학술발표회 및 정기총회, 356.
- 김미숙, 윤희현, 한태룡(1999). 유색미식혜의 당화 및 관능적 특성. 한국식품과학회지, 31(3), 672-677.
- 김종근(1976). 한국 고유떡류의 보존성에 관한 연구. 대한가정학회지, 14, 639-653.
- 김태영, 이춘기, 윤인화, 김기중, 허한순, 최영근, 문헌팔(1996). 유색미를 이용한 전통주류제조기술 개발. 농촌진흥청 직물시험장 시험보고 연구서, 10-15.
- 박미원, 김명희, 장명숙(1992). 쌀의 수침시간에 따른 절편의 특성. 한국조리과학회지, 8(3), 315-321.
- 백수진(1999). 유색미가루와 전분의 이화학적 및 호화특성. 충북대학교 석사학위논문.
- 윤계순, 고하영(1998). 찰보리를 이용한 인절미제조와 품질특성. 한국식품영양과학회지, 27(5), 890-896.
- 윤주미, 조만호, 한태룡, 백영숙, 윤희현(1997). 천연색소로서 한국산 유색미의 안토시아닌의 안정성 연구. 한국식품과학회지, 29(2), 211-217.
- 이영현, 문태화(1994). 미강식이섬유의 조성과 보수력 및 전분노화에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 26(3), 288-294.
- 이일하(1993). 한국인의 식생활 양상의 변화가 건강 및 질병상태에 미치는 영향. 한국식문화학회지, 26(3), 288-294.
- 이지영, 구성자(1994). 식이섬유첨가가 절편의 특성에 미치는 영향에 관한 연구. 한국조리과학회지, 10(3), 267-276.
- 장정옥, 류화정(1998). 흑미첨가 케이크의 물리적 특성. 동아시아식생활학회지, 8(1), 51-56.
- 최영선, 김영아(1993). 현미첨가에 의한 백설기의 특성 변화에 관한 연구. 한국조리과학회지, 9(2), 67-73.
- 하태열, 박성희, 이창호, 이상효(1999). 유색미의 품종별 화학성분의 조성. 한국식품과학회지, 31(2), 336-341.
- 하태열, 박성희, 이상효, 김동철(1999). 유색미의 품종별 호화특성. 한국식품과학회지, 31(2), 546-567.
- Anderson, R. A. (1982). Water absorption and solubility and amylograph characteristics of roll-cooked small grain products. *Cereal Chem.*, 59, 265-271.
- AOAC official Method, 16th Ed., Assoc. Offi. Anal. Chem. Washinton D. C., 1993.
- Bourne, M. C. (1978). Texture profile analysis. *Food Technol.*, 32(7), 62-72.
- Chok, S. W., Kang, W. W., & Osawa, T. (1994). Isolation and identification of anthocyanin pigments in black rice. *Foods and Biotech.*, 3, 131-136.
- Juliano, B. O. (1971). A simplified assay for milled rice amylose. *Cereal Sci. Today*, 16, 334-337.
- S. K. Kim, Ciacco, C. F., & Dappolonia, B. L. (1976). Kinetic study of retrogradation of wheat starch gels. *Cereal Chem.*, 54(1), 150-160.
- Togari Natsumi, & Ogawa Noriko. Physicochemical properties of kurogome, A Japanese Native Black Rice part 1 Gifu Joshi Daigaku kiyo(Bulletin of Gifu Women, College 23, 105-113.
- Wang, X., & Wang, W. (1998). A review on the development of black food. Proceedings of the 1st International Conference 'Asian Food Product Development', 12-17.