

저항전분의 첨가가 White Layer Cake의 이화학적 특성에 미치는 영향

장학길 · 이명호* · 박영서

경원대학교 식품생물공학과, *신흥대학 호텔조리과

The Effects of Resistant Starch on the Physico-chemical Properties of White Layer Cake

Hak-Gil Chang, Myung-Ho Lee*, and Young-Seo Park

Department of Food Science and Biotechnology, Kyungwon University

*Department of Hotel Culinary Arts, Shinheung College

Abstract

We evaluated the effects of the replacement of wheat flour with 10 to 60%(w/w) resistant starch on various quality parameters of the white layer cake, such as physico-chemical and rheological properties and textural characteristics. The water retention capacity and alkaline water retention capacity of the strong and medium flours increased with increasing amounts of resistant starch, whereas the sedimentation value and Pelshenke value decreased. In RVA(Rapid Visco Analyser), initial pasting temperature increased and peak viscosity decreased with the addition of resistant starch. In mixograph, peak time of strong and medium flours decreased with the addition of resistant starch up to 30%(w/w), whereas the width at 8min value increased in all flours. Increasing proportions of the resistant starch results in reduced cake volume and the L value of the crumb. However, replacing 40%(w/w) of the wheat flour with resistant starch did not significantly affect the hardness, springiness, and cohesiveness of the white layer cake. Acceptability test indicated that 30%(w/w) replacement with resistant starch can be used without lowering the overall, flavor, and taste of the white layer cake.

Keywords: resistant starch, white layer cake, physico-chemical properties

서 론

전분은 식물에 존재하는 주요 저장 탄수화물로서 음식으로 섭취할 때 체내에서 완전히 분해되는 것으로 알려져 왔지만, 식이섬유소를 분석하는 과정에서 비전분 다당류가 효소의 저항을 받는 전분과 함께 검출되는 것을 발견함으로써 저항전분의 존재가 알려졌다(Englyst et al., 1982). 저항전분(resistant starch)이란 건강한 인체의 소장에서 흡수되지 않는 전분과 그 분해산물을 통틀어 말한다(Asp, 1992).

저항전분은 4종류로 분류되는데 부분적으로 도정된 낱알이나 종자와 같이 물리적으로 효소의 접근이 어려운 저항전분 1, 바나나, 감자, 고아밀로오스 옥수수전분과 같이 B형의 결정형을 갖고 효소에 의해 분해되기 어려운 생전분 입자인 저항전분 2, 전분의 노화에 의해 형성된 저항전분 3(retrograded starch)과 화학적으로 변성되어 소화되지 않는 전분인 저항전분 4(chemically modified starch)이다.

저항 전분에 대한 지금까지의 연구는 저항전분을 형성시키는 방법과 그 특성에 관한 것(Berry, 1986; Eeligen과 Delcour, 1995; Mun et al., 1997; Sievert와 Pomeranz, 1989), 분석하는 방법(Englyst et al, 1996), 저항전분 수율을 증가시키는 방법(Lee et al, 1997) 그리고 저항전분을 동물이나 인체에 섭취시켰을 때의 생리적 효과(Champ, 1992; De Deckere et al, 1992; Trinidad et al, 1996)에 대한 연구가

Corresponding author: Young-Seo Park, Associate Professor, Department of Food Science and Biotechnology, Kyungwon University, San 65 Bokjeong-dong, Sujeong-gu, Seongnam 461-701, Korea.
Phone: 031-750-5378. Fax: 031-750-5273
E-mail: ypark@kyungwon.ac.kr

이루어져 왔다. 이러한 연구결과에 의하면 저항전분은 저 칼로리원으로 생리적 기능이 식이 섬유소와 비슷하여 소장에서 소화 흡수되지 않고 대장에서 미생물에 의해 발효되어 뷰티릭산과 같은 단쇄지방산을 생성함으로써 성인병과 대장암 예방에 효과가 있다고 알려져 있다(Silvester et al., 1995; Englyst et al, 1996).

최근 식생활 패턴의 변화로 칼로리의 섭취 증가와 운동 부족 등으로 인한 동맥경화와 심장병 등의 성인병이 유발됨에 따라 식이섬유 등을 이용한 기능성 저칼로리 식품에 대한 요구가 높아지고 있다. 특히 편리한 식생활을 추구하면서 빵의 소비가 점차 증가하고 있다. 이에 따라 밀기울(Zhang과 Moore, 1997; Wang et al., 1993)이나, 보리가루 등(Joe와 Ahn, 1996; Cho와 Lee, 1996)을 첨가한 고식이섬유 빵을 제조하려는 연구가 많이 이루어지고 있다.

어떤 식품에 기능성 물질을 첨가할 때 고려해야 할 점은 식품 고유의 관능적 특성을 크게 변화시키지 않으면서 기능성을 부여할 수 있어야 한다는 것인데 저항전분은 강한 향미와 거친 질감 및 강한 수분 흡수력을 지니고 있는 식이섬유소보다 관능적 품질이 우수하여 건강식품 개발에 용이하게 이용될 수 있을 것이라 생각된다(Yue와 Waring, 1998). 현재 이와 같은 저항 전분의 특성을 살려 저항 전분을 첨가한 식품의 개발이 시도되고 있는데 국내에서도 식빵, 쿠키, 국수 등에 저항 전분을 첨가하여 물성 특성을 조사한 연구결과(Song et al., 2000; 김재숙, 2001; Mun과 Shin, 2000)가 보고되었으나 아직은 연구가 미흡한 실정이다. 따라서, 식이섬유소와 유사한 영양생리효과를 가지며 관능적 특징이 우수한 저항전분 함량이 높은 전분을 첨가한 식품의 개발은 매우 의의가 있다고 생각한다.

본 연구에서는 저항전분의 첨가가 white layer cake의 물리화학적 특성과 관능성에 미치는 영향에 대하여 조사하였다.

재료 및 방법

재료

White layer cake 제조에 사용한 밀가루는 대한제분 제품을 사용하였으며, 저항전분은 동아제분의 제품을 사용하였다.

방법

White layer cake은 American Association of

Cereal Chemistry(2000)의 분석방법에 따라서 제조하였다.

일반성분 분석

일반성분 분석은 American Association of Cereal Chemistry(2000)에 따라서 측정하였다. 즉, 수분 함량은 건조기(Han-Baek Scientific Co., Seoul, Korea)를 사용하여 105°C에서 상압가열건조법으로 정량하였고, 조지방 함량은 Soxhlet 추출법에 의해, 조회분 함량은 건식회화법에 의해 550°C 회화로에서 15시간 회화시킨 후 방냉하여 무게를 측정한 후 표시하였다. 총식이섬유(total dietary fiber)의 함량은 Prosky et al.(1985)의 방법에 따라 dietary fiber assay kit(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)를 사용하여 분석하였다. Pelshenke value는 항온수조를 30°C로 유지하고 150 mL 비이커에 일정량의 증류수를 넣어 항온수조 안에 방치한 후, 밀가루 3 g을 기준으로 하여 저항전분을 0%에서 60%까지 첨가한 첨가구에 호모 용액(건조호모 3.2 g/증류수 50 mL) 1.8 mL을 가하고 반죽시간이 2분 이상이 걸리지 않도록 반죽하여 dough ball로 만든 후, 항온 수조 안의 비이커에 넣고 dough ball이 터져 떨어지는 시간을 측정하여 Pelshenke value(min)를 구하였다. Water retention capacity, alkaline water retention capacity와 침전가(sedimentation value)는 AACC법(2000)의 분석방법에 준하여 실시하였다.

호화 특성

시료의 호화특성은 Rapid Visco Analyser(RVA, Model 3d, Newport Scientific, Narrabeen, N.S.W., Australia)를 이용하여 시료 3.50 g을 평량하여 test canister에 넣고 증류수 25.0 mL를 첨가하여 현탁액을 제조한 후, 25°C에서 95°C까지, 그리고 다시 50°C까지 5°C/min의 속도로 가열 및 냉각시켜 호화개시온도(initial pasting temperature), 최고점도(peak viscosity), breakdown, setback을 측정하였다(Bason et al., 1993).

반죽 특성

Mixograph 특성은 American Association of Cereal Chemistry(2000)의 분석방법에 따라서 10-g Mixograph (MIXSMART Version 4.0, National Mfg. Co., Lincoln, NE, USA)를 사용하여 midline peak time, midline peak height, width at peak, width at 8 min을 측정하였다.

색도 측정

White layer cake의 crumb와 crust의 색도 측정은 색도계(Minolta CR-200, Japan)를 사용하여 Hunter 값인 L(명도), a(적색도), b(황색도) 값을 측정하였다.

관능 특성

White layer cake의 관능 특성은 경원대학교 식품 생물공학과 4학년 중 20명을 관능 검사원으로 선정하여 이들에게 실험 목적을 설명하고 각 특성치에 대하여 반복하여 훈련시킨 후, 9-point scale scoring test로 평가하였다.

통계처리

모든 실험값의 통계는 최소한 3번 이상의 결과값을 평균한 수치를 이용하여 SAS(statistical analysis system) 통계 package로 분산분석 및 Duncan의 다중 위 검정법(Duncan's multiple range test)를 사용하였다.

결과 및 고찰

일반성분 분석

밀과 밀가루의 품질에 영향을 주는 화학적 요인에는 수분, 단백질, 지방질, 회분 및 효소 등이 있으며, 수분 함량은 밀과 밀가루의 저장성의 직접적

인 영향을 준다. 본 연구에서 사용한 강력분, 중력분, 박력분 및 저항전분의 일반성분은 Table 1에 나타내었다. 수분함량은 밀가루의 경우 강력분, 중력분, 박력분이 각각 13.55%, 13.30%, 13.20%로 모두 유사하였으며 12.30%의 수분 함량을 지니는 저항전분과는 유의적인 차이를 나타내었다. 단백질 함량은 강력분이 13.50%로 가장 높았으며, 저항전분은 7.25%로 9.00%의 값을 지니는 박력분보다 낮은 값을 보이며 유의적 차이를 나타내었다. 지방 함량은 강력분과 중력분이 1.1%로 동일한 값을 지니고 있었으며, 박력분과 저항전분은 각각 0.85%, 0.80%로 유의적 차이를 보이지 않았다. 탄수화물 함량은 강력분이 71.70%로 가장 낮은 함량을 나타내었으며 저항전분이 79.60%로 가장 높은 값을 보이며 유의적 차이를 나타내었다. 한편 회분 함량은 밀가루의 경우 종류에 관계없이 유사한 함량을 나타내었으나 저항전분은 0.11%로 가장 낮은 값을 나타내 밀가루와 유의적인 차이를 나타내었다.

강력분, 중력분 또는 박력분에 저항전분을 60%(w/w)까지 10%(w/v) 간격으로 첨가하였을 경우 water retention capacity와 alkaline water retention capacity의 변화량을 측정한 결과를 Table 2에 나타내었다. 강력분에 저항전분을 첨가하였을 경우 water retention capacity와 alkaline water retention

Table 1. Chemical composition of wheat flour and resistant starch

(Unit: %)

	Moisture	Protein	Fat	Total Carbohydrates	Ash
Strong flour	13.55 ^{b1)}	13.50 ^d	1.10 ^b	71.70 ^a	0.41 ^b
Medium flour	13.30 ^b	10.95 ^c	1.10 ^b	74.30 ^b	0.35 ^b
Weak flour	13.20 ^b	9.00 ^b	0.85 ^a	76.65 ^c	0.30 ^b
Resistant starch	12.30 ^a	7.25 ^a	0.80 ^a	79.60 ^d	0.11 ^a

¹⁾Means in a column sharing a common superscript letter are not significantly different($p < 0.05$).

Table 2. Changes in water retention capacity and alkaline water retention capacity of wheat flour and resistant starch blends

(Unit: %)

Resistant starch (%)	Strong flour		Medium flour		Weak flour	
	WRC ¹⁾	AWRC ²⁾	WRC	AWRC	WRC	AWRC
0	74.30 ^{a3)}	62.34 ^a	62.16 ^a	56.30 ^a	60.67 ^a	52.18 ^a
10	75.24 ^a	62.53 ^a	.67 ^{ab}	58.74 ^{ab}	63.82 ^{ab}	51.49 ^a
20	75.73 ^a	63.84 ^a	.21 ^{ab}	62.27 ^{bc}	63.97 ^{ab}	56.28 ^b
30	77.75 ^a	.34 ^{ab}	.74 ^{ab}	64.78 ^{cd}	66.02 ^{ab}	61.71 ^c
40	78.20 ^a	.38 ^{ab}	.36 ^{ab}	66.23 ^{cd}	71.71 ^{ab}	64.36 ^{cd}
50	80.27 ^a	.34 ^{ab}	75.18 ^b	.67 ^{de}	78.24 ^{bc}	67.53 ^d
60	82.49 ^a	71.96 ^b	78.15 ^b	70.88 ^e	88.19 ^c	72.38 ^e

¹⁾Water retention capacity

²⁾Alkaline water retention capacity

³⁾Means in a column sharing a common superscript letter(s) are not significantly different($p < 0.05$).

capacity의 유의적인 변화가 없었으나, 중력분과 박력분의 경우 저항전분의 함량이 증가함에 따라 water retention capacity와 alkaline water retention capacity가 유의적으로 증가함을 알 수 있었다.

강력분, 중력분 또는 박력분에 저항전분을 60%(w/w)까지 첨가하였을 경우 침전가와 Pelshenke 값의 변화량을 측정된 결과를 Table 3에 나타내었다. 일반적으로 침전가는 단백질 함량에 비례하는데, 본 연구에서도 단백질의 함량이 가장 높은 강력분의 침전가가 가장 높아 강력분은 53 mL, 중력분은 28.5 mL, 박력분은 16.50 mL의 값을 나타내었다. 각 밀가루에 저항전분을 첨가하였을 경우 저항전분의 함량이 증가할수록 침전가는 비례적으로 감소하는 경향을 보여주었고, 중력분과 박력분 보다는 강력분이 더 많은 감소를 보이며 유의적 차이를 나타내었다. Pelshenke 값 역시 강력분보다는 박력분이 낮은 값을 나타내었으며 저항전분의 함량이 증가할수록 비례적으로 감소함을 알 수 있었다.

침전 실험은 lactic acid의 처리에 의한 밀가루 단백질의 팽윤작용을 기초로 하고 있고, 실린더 바닥에 가라앉은 gluten의 부피는 gluten의 swelling capacity를 결정하는 밀가루 속의 단백질의 양과 질

에 의존한다(American Institute of Baking, 1997). 이는 흡수되어지는 물의 양이 증가함에 따라 비중이 감소하고 침전속도가 느려지기 때문이다. 이 침전 실험으로 밀가루의 단백질의 양이나 질을 측정하는 것보다는 white layer cake의 제조 후 부피를 예상할 수 있는 데, 본 연구에서 저항전분을 첨가한 박력분으로 cake을 제조할 경우 cake의 부피가 저항전분을 첨가하지 않았을 경우보다 감소한다는 것을 의미한다.

호화특성

밀가루에 저항전분을 첨가하였을 경우의 호화특성을 Rapid visco analyser(RVA)를 사용하여 측정된 결과를 Table 4에 나타내었다. 강력분, 중력분과 박력분의 호화 개시온도는 각각 69.7, 68.4, 78.8°C였고, 저항전분을 10%(w/w)에서 60%(w/w)로 첨가함에 따라 호화 개시온도가 증가하여 60%(w/w) 첨가의 경우 강력분, 중력분과 박력분의 호화 개시온도가 각각 90.9, 89.8, 94.3°C로 측정되었다. 최고점도는 전분이 호화과정 중 나타내는 최고 점도를 보여주는 것으로 이는 전분의 농도에 영향을 받게 되는데, 일반적으로 전분의 농도가 증가할수록 최고 점

Table 3. Changes in sedimentation and Pelshenke(PK) values of wheat flour and resistant starch blends

Resistant starch (%)	Strong flour		Medium flour		Weak flour	
	Sedimentation (mL)	PK (min)	Sedimentation (mL)	PK (min)	Sedimentation (mL)	PK (min)
0	53.00 ^{h)}	117.50 ^d	28.50 ^c	93.00 ^f	16.50 ^d	68.00 ^f
10	39.50 ^e	102.00 ^d	27.50 ^c	75.50 ^e	16.00 ^d	62.50 ^e
20	36.50 ^{de}	84.50 ^c	23.00 ^b	63.00 ^d	14.50 ^{cd}	57.50 ^d
30	33.00 ^{cd}	75.50 ^{bc}	23.00 ^b	54.50 ^e	13.00 ^{bc}	54.00 ^d
40	28.50 ^{bc}	68.00 ^{abc}	21.00 ^b	50.00 ^{bc}	12.25 ^{bc}	48.50 ^e
50	26.50 ^b	61.00 ^{ab}	17.00 ^a	42.50 ^{ab}	11.75 ^{ab}	42.50 ^b
60	21.50 ^a	51.00 ^a	15.00 ^a	39.50 ^a	9.25 ^a	38.00 ^a

^{h)}Means in a column sharing a common superscript letter are not significantly different($p < 0.05$).

Table 4. Changes in Rapid Visco Analyser pasting characteristics of wheat flour and resistant starch blends

Resistant starch (%)	Initial pasting temp.(°C)			Peak viscosity (RVU)			Breakdown (RVU)			Setback (RVU)		
	Strong	Medium	Weak	Strong	Medium	Weak	Strong	Medium	Weak	Strong	Medium	Weak
0	69.7 ^{a1)}	68.4 ^a	78.8 ^a	232.0 ^g	221.6 ^f	155.9 ^f	69.5 ^f	71.2 ^e	54.5 ^e	89.4 ^g	91.1 ^f	86.2 ^f
10	78.5 ^{ab}	70.9 ^a	81.3 ^{ab}	183.3 ^f	185.1 ^e	137.3 ^e	68.7 ^f	67.6 ^e	51.1 ^e	80.0 ^f	92.0 ^f	82.6 ^f
20	83.5 ^b	81.9 ^b	85.0 ^{bc}	146.4 ^e	129.1 ^d	101.5 ^d	59.3 ^e	45.5 ^d	34.5 ^d	71.8 ^e	75.8 ^e	66.8 ^e
30	85.8 ^b	83.0 ^b	89.5 ^{cd}	100.5 ^d	87.9 ^c	67.8 ^c	38.5 ^d	28.9 ^c	20.6 ^c	56.3 ^d	57.7 ^d	50.2 ^d
40	86.0 ^b	86.3 ^{bc}	90.8 ^{cd}	73.8 ^c	56.7 ^b	43.0 ^b	25.7 ^c	16.7 ^b	10.7 ^b	45.3 ^c	40.9 ^c	34.8 ^c
50	89.9 ^b	87.4 ^{bc}	92.0 ^d	36.8 ^b	29.5 ^a	24.2 ^a	10.1 ^b	6.3 ^a	5.1 ^a	27.9 ^b	28.3 ^b	22.9 ^b
60	90.9 ^b	89.8 ^c	94.3 ^d	19.6 ^a	15.5 ^a	14.0 ^a	3.6 ^a	2.9 ^a	3.7 ^a	18.1 ^a	15.4 ^a	10.3 ^a

^{h)}Means in a column sharing a common superscript letter are not significantly different($p < 0.05$).

도는 증가하고 호화 개시온도는 낮아지게 된다. 본 연구 결과 밀가루에 저항 전분이 첨가됨에 따라 호화 개시온도는 증가하였으나 최고점도는 저항전분의 첨가량이 증가함에 따라 오히려 감소하는 경향을 나타내었는데 강력분의 경우에는 232 RVU에서 19.6 RVU로, 박력분의 경우에도 155.9 RVU에서 14.0 RVU로 급격히 감소하였다. 김(2001)은 밀가루에 저항전분을 첨가하면 상대적인 전분의 함량은 증가하였지만 그 중 일부가 효소의 저항을 받기 때문에 총 전분 함량이 낮게 나타난다고 하여 본 연구결과와 유사한 결과를 보고한 바 있다. 밀가루에 첨가한 저항전분의 함량이 증가할수록 breakdown 값과 setback 값도 비례적으로 감소함을 알 수 있었다.

저항전분 첨가에 따른 Mixograph pattern의 변화

밀가루 단백질의 함량과 품질은 가공 이용 시 반죽의 rheology 특성에 중요한 영향을 미치게 되는데, 이러한 특성을 측정하기 위하여 밀 품종의 육성에 주로 사용되고 있는 기기가 Mixograph로서 Mixograph 특성은 유전적으로 조절되는 글루텐 형성 단백질(gluten forming protein)에 의하여 결정되며, 각각의 밀 품종마다 고유의 Mixograph pattern을 갖고 있다(Yamazaki, 1954).

저항전분의 첨가가 밀가루의 Mixograph pattern에 미치는 영향은 Table 5에 나타내었다. 강력분과 중력분의 경우 저항전분을 10%(w/w)에서 60%(w/w)로 첨가할 경우 peak time은 저항전분의 함량이 30%(w/w)까지 증가할수록 유의적으로 감소하였고 그 이후부터는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. Peak height는 강력분과 중력분의 경우 저항전분의 함량이 증가함에 따라 유의적인 차이를 나타내지

않았으나 박력분은 저항전분의 함량이 40%(w/w)부터 유의적으로 증가함을 알 수 있었다. Width at peak는 강력분의 경우 저항전분의 함량에 따른 유의적인 차이가 없었으나 중력분과 강력분은 저항전분의 함량이 40%(w/w)에서 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다. Width at 8min은 모든 밀가루에서 저항전분의 함량이 증가함에 따라 유의적으로 증가함을 알 수 있었다. Song et al.(2000)은 RS-3형 저항전분을 밀가루에 첨가하여 식빵을 제조할 때 반죽형성시간이 저항전분의 첨가에 의하여 증가되었는데 이는 전분립의 크기에 따라 수화속도가 다르고, 반죽의 수화속도가 반죽형성시간에 영향을 주기 때문일 것으로 고찰하였다.

저항전분 첨가에 따른 white layer cake의 특성 변화

박력분에 저항전분을 첨가한 white layer cake의 부피를 측정된 결과 Table 6과 같이 저항전분의 함량이 증가할수록 cake의 부피가 점차 감소하는 경향을 보였다. 한편 cake의 무게는 저항전분의 첨가

Table 6. White layer cake properties prepared with weak flour and resistant starch blends

Resistant starch (%)	White layer cake		
	Volume (mL)	Weight (g)	Sp. loaf vol. (mL/g)
0	943.0±6.51 ^{e1)}	395.5±0.11 ^b	2.38±0.02 ^f
10	901.6±8.67 ^d	394.3±0.12 ^{ab}	2.29±0.02 ^d
20	897.0±6.51 ^d	395.4±0.18 ^b	2.27±0.02 ^d
30	837.2±8.67 ^c	395.1±2.54 ^b	2.12±0.01 ^e
40	829.5±2.17 ^c	391.7±0.31 ^a	2.12±0.01 ^e
50	797.3±3.01 ^b	391.7±0.18 ^a	2.04±0.03 ^b
60	754.4±4.34 ^a	396.3±1.44 ^b	1.90±0.01 ^a

¹⁾Means in a column sharing a common superscript letter are not significantly different($p<0.05$).

Table 5. Changes in Mixograph characteristics of wheat flour and resistant starch blends

(Unit: mm)

Resistant starch (%)	Peak time			Peak height			Width at peak			Width at 8 min		
	Strong	Medium	Weak	Strong	Medium	Weak	Strong	Medium	Weak	Strong	Medium	Weak
0	5.0 ^{d1)}	4.2 ^b	3.9 ^c	66.4 ^{ab}	58.1 ^a	48.7 ^a	24.5 ^a	16.7 ^a	14.0 ^a	19.1 ^{ab}	10.7 ^a	5.3 ^a
10	3.9 ^c	4.4 ^b	3.7 ^{bc}	68.3 ^{ab}	56.9 ^a	48.9 ^a	23.2 ^a	16.4 ^a	16.3 ^a	18.3 ^{ab}	11.5 ^a	5.8 ^a
20	3.6 ^{bc}	4.0 ^b	4.0 ^c	68.7 ^b	55.6 ^a	46.9 ^a	25.3 ^a	20.5 ^a	15.0 ^a	16.5 ^a	12.1 ^a	7.1 ^{ab}
30	3.3 ^{ab}	3.3 ^{ab}	2.3 ^a	66.5 ^{ab}	54.6 ^a	48.4 ^a	26.9 ^a	20.7 ^a	22.9 ^a	17.1 ^a	13.8 ^a	8.1 ^{ab}
40	3.3 ^{ab}	2.6 ^a	1.9 ^a	63.5 ^a	55.6 ^a	54.3 ^b	26.2 ^a	28.3 ^b	54.8 ^b	17.6 ^a	14.6 ^{ab}	10.6 ^b
50	3.1 ^a	2.6 ^a	2.7 ^{ab}	65.3 ^a	55.5 ^a	55.0 ^b	28.8 ^a	33.8 ^b	56.0 ^b	23.8 ^{bc}	15.0 ^{ab}	16.0 ^c
60	3.3 ^{ab}	2.7 ^a	3.6 ^{bc}	64.5 ^{ab}	59.0 ^a	55.5 ^b	27.2 ^a	50.3 ^c	50.8 ^b	25.2 ^c	18.7 ^b	22.4 ^d

¹⁾Means in a column sharing a common superscript letter are not significantly different($p<0.05$).

량에 큰 영향을 받지 않았으며 이에 따라 비용적은 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다. Cake의 부피는 단백질 함량, 글루테닌(glutenin)과 글리아딘(gliadin)의 비율이 중요하며, 그 외 밀가루에 함유된 전분, 극성지질과 가스 팽창제 등에 의해 영향을 받는다고 알려져 있다(Pomeranz, 1988). Cake의 부피가 감소하는 것은 가열-냉각과정을 거쳐 제조된 저항전분은 입자형태를 유지하지 않아 가열 시 전분의 그물망 형성이 어렵기 때문으로 생각된다(Song et al., 2000). Cake은 제품 특징상 제조 후 부피가 중요하므로 저항전분을 첨가할 경우 부피가 감소하는 것은 단점으로 볼 수 있기 때문에 여러 가지 물성적, 관능적 특성을 고려하여 부피의 감소폭이 최소한으로 되는 함량을 결정하는 것이 중요하다. 본 연구 결과 저항전분을 20%(w/w)까지 첨가하면 부피의 감소폭이 크지 않으므로 부피 감소면에서 볼 때 cake 제조 시 저항전분을 20%(w/w) 첨가하는 것이 바람직하다고 판단된다.

한편 저항전분의 첨가가 cake의 색도에 미치는 영향을 Table 7에 나타내었다. 박력밀가루에 저항전분을 첨가할수록 crust는 L값이 증가하며 밝아지는 경향을 보였고, crumb은 감소하며 어두워지는 경향을 보였다. a값은 crust의 경우 저항전분의 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었으며 crumb는 증가하는 경향을 나타내었으나 그 변화폭은 크지 않았다. b값의 경우에도 저항전분의 첨가량이 증가함에 따라 crust와 crumb의 값이 증가하였으나 큰 변화를 나타내지는 않았다. Crust가 밝아지는 경향을 보이는 것은 단백질과 회분의 함량이 낮은 저항전분을 첨가함에 따라 cake에 존재하는 단백질과 회분의 함량이 낮아지면서 baking 시 cake의 색도에 영향을 미쳤을 것으로 생각된다.

저항전분 첨가에 따른 cake의 texture의 변화는

Table 8. Changes in hardness, springiness gumminess and cohesiveness of white layer cake prepared with weak flour and resistant starch blends

Resistant starch (%)	Hardness (g)	Springiness	Gumminess	Cohesiveness
0	194 ^{ab1)}	0.94 ^a	101 ^a	0.58 ^a
10	176 ^a	0.93 ^a	97 ^a	0.57 ^a
20	223 ^b	0.92 ^a	123 ^b	0.55 ^a
30	285 ^c	0.91 ^a	142 ^c	0.52 ^a
40	306 ^d	0.90 ^a	164 ^d	0.51 ^a
50	572 ^e	0.83 ^b	271 ^e	0.47 ^b
60	642 ^f	0.83 ^b	294 ^f	0.45 ^b

¹⁾Means in a column sharing a common superscript letter are not significantly different($p < 0.05$).

Table 8과 같이 hardness는 저항전분의 함량이 증가할수록 값이 증가하는 경향을 보였는데 40% 첨가구까지는 hardness의 변화가 크게 없었으나 50% 첨가구부터는 많은 변화가 있었다. Hardness가 증가하는 것은 저항전분을 첨가한 cake의 밀도가 증가한 것으로 설명되며 이를 개선하기 위해서는 활성 글루텐을 첨가하거나 또는 다른 종류의 전분과 혼합하여 사용하는 것을 고려할 수 있다. 한편 springiness는 저항전분의 함량이 40%까지는 큰 변화가 없었으나 50% 첨가구부터 급격한 감소를 보여, 그 이상의 첨가는 cake으로써의 활용이 힘들 것으로 생각된다. Cake의 단단함은 저항전분 내의 무정형 부분이 요구하는 수분의 양이 많으면 글루텐의 형성에 영향을 주기 때문으로 생각된다. 낮은 글루텐 형성능은 생성된 CO₂를 잘 포집하지 못하여 cake의 전체 부피가 작아지고, 밀집된 구조를 갖게 되어 더 딱딱해 지는 것으로 생각된다(Every et al., 1988). Gumminess는 저항전분을 20%(w/w) 첨가하였을 때부터 증가하는 경향을 나타내었고 cohesive-

Table 7. Crust and crumb colors of white layer cake prepared with weak flour and resistant starch blends

Resistant starch (%)	L		a		b	
	Crust	Crumb	Crust	Crumb	Crust	Crumb
0	50.52 ^{ab1)}	79.38 ^f	16.50 ^e	-3.27 ^a	32.92 ^a	16.07 ^a
10	52.75 ^b	77.33 ^e	14.03 ^d	-3.08 ^b	34.53 ^b	16.38 ^a
20	53.44 ^b	74.57 ^d	13.23 ^{cd}	-3.06 ^b	35.01 ^b	16.44 ^a
30	55.01 ^c	73.40 ^e	12.62 ^{cd}	-2.99 ^b	35.61 ^b	16.51 ^a
40	55.17 ^c	71.93 ^b	11.93 ^c	-2.96 ^b	35.83 ^b	16.88 ^a
50	57.98 ^d	68.52 ^a	9.99 ^b	-2.44 ^c	35.95 ^b	19.37 ^b
60	60.50 ^e	68.71 ^a	6.29 ^a	-2.42 ^c	36.14 ^b	19.57 ^b

¹⁾Means in a column sharing a common superscript letter are not significantly different($p < 0.05$).

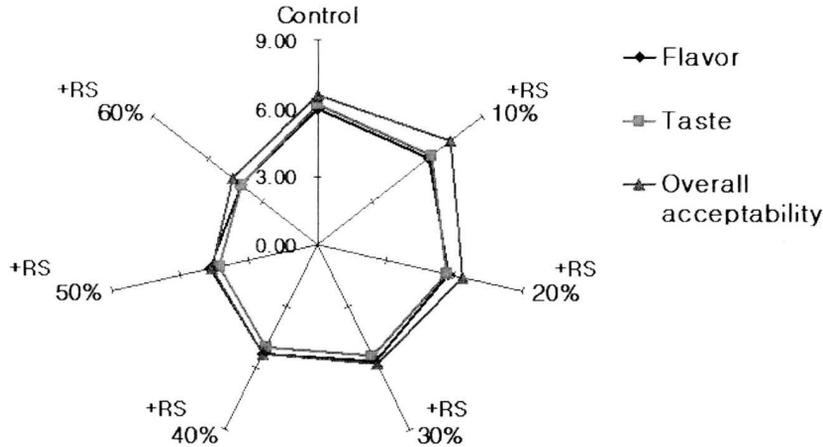


Fig. 1. Sensory evaluation of white layer cake prepared with weak flour and resistant starch blends.

ness는 저항전분을 50%(w/w) 이상 첨가하였을 때 유의적으로 감소하는 것으로 나타났는데 이는 cake을 제조하는 과정에서 호화되는 전분의 양과 관계가 있을 것으로 사료되었다. 이 결과로부터 밀가루에 저항전분을 50%(w/w) 이상 첨가하면 cake의 물성이 크게 변하여 제품 품질이 저하될 것으로 판단된다.

저항전분을 첨가한 cake에 대한 관능적 특성은 Fig. 1에서와 같이 flavor와 taste는 저항전분을 30%(w/w) 첨가하였을 때까지 좋은 점수를 얻었으며 그보다 높은 함량에서는 점수가 감소하였다. 관능 평가에 의한 overall acceptability도 저항전분 30%(w/w) 첨가구까지 높은 점수를 받아 관능적으로 우수한 것으로 판단되었다. 본 연구결과로부터 밀가루에 저항전분을 첨가하여 white layer cake을 제조할 경우 저항전분을 30%(w/w)까지 첨가하는 것이 물성적으로나 관능적으로 가장 적합한 것으로 확인되었다.

요 약

저항전분의 첨가가 white layer cake의 물리화학적 특성과 물성 및 관능성에 어떠한 영향을 미치는지 조사하였다. 밀가루에 저항전분을 첨가하였을 때 중력분과 박력분은 저항전분의 함량이 증가함에 따라 water retention capacity와 alkaline water retention capacity가 유의적으로 증가하였으며 침전가와 Pelshenke 값은 비례적으로 감소하였다. 호화 개시 온도는 저항전분의 함량이 증가할수록 증가하였

나 최고점도는 감소하는 경향을 나타내었다. 강력분과 중력분의 경우 Mixograph의 peak time은 저항전분의 함량이 30%(w/w)까지 증가할수록 유의적으로 감소하였고 peak height는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. Width at 8min은 모든 밀가루에서 저항전분의 함량이 증가함에 따라 유의적으로 증가함을 알 수 있었다. White layer cake의 부피는 저항전분의 함량이 증가할수록 점차 감소하는 경향을 보였으며, 저항전분을 첨가할수록 crust는 L값이 증가하며 밝아지는 경향을 보였고, crumb은 감소하며 어두워지는 경향을 보였다. a값과 b값은 큰 변화를 나타내지는 않았다. White layer cake의 hardness, springiness, cohesiveness는 저항전분의 함량이 40%(w/w)까지는 큰 변화가 없었으나 50% 첨가구부터 급격한 감소를 보였다. White layer cake의 overall acceptability는 저항전분 30% 첨가구까지 관능적으로 우수한 것으로 판단되었다.

참고문헌

- 김재숙. 2001. 저항전분을 첨가하여 제조한 쿠키의 품질 특성. 전남대학교 석사학위 논문, 광주, 대한민국
- American Association of Cereal Chemistry. 2000. *Approved Methods of the AACC*. 10th ed. AACC, Inc., St. Paul, MN, USA
- American Institute of Baking. 1997. *Baking Science Laboratory*. AIB, Manhattan, KS, USA
- Asp. N.G. 1992. Resistant starch. *Proceedings of the 2nd plenary meeting of EURESTA: European Flair Concerted Action No. 11 on physiological implications of the con-*

- sumption of resistant starch in man, London, UK. p 148
- Bason, M.L., J.A. Ronalds, C.W. Wrigley and L.J. Hubbard. 1993. Testing for sprout damage in malting barley using the Rapid Visco Analyser. *Cereal Chem.* **70**: 269-272
- Berry, C.S. 1986. Resistant starch: Formation and measurement of starch that survives exhaustive digestion with amylolytic enzymes during the determination of dietary fibre. *J. Cereal Sci.* **4**: 301-304
- Champ, M. 1992. Determination of resistant starch in foods and food products: Interlaboratory study. *Eur. J. Clin. Nutr.* **46**: S51-62
- Cho, M.K and W.J. Lee. 1996. Preparation of high-fiber bread with barley flour. *Korean J. Food Sci. Technol.* **28**: 702-706
- De Deckere, E.A.M., W.J. Kloot and J.M.M. Van Amelsvoort. 1992. Effect of a diet with resistant starch in the rat. *Eur. J. Clin. Nutr.* **46**: S121-125
- Eerlingen, R.C. and J.A. Delcour. 1995. Formation, analysis, structure and properties of type III enzyme resistant starch. *J Cereal Sci.* **22**: 129-138
- Englyst, H.N., H.S. Wiggins and J.H. Cummings. 1982. Determination of the non-starch polysaccharides in plant foods by gas-liquid chromatography of constituent sugar as alditol acetates. *Analyst* **107**: 307-318
- Englyst, H.N., S.M. Kingman, G.J. Hudson and J.H. Cummings. 1996. Measurement of resistant starch in vitro and in vivo. *Brit. J. Nutr.* **75**: 749-755
- Englyst, H.N., S.M. Kingman, J.H. Cummings, E.R. Beatty and S.A. Bingham. 1996. Digestion and physical properties of resistant starch in the human large bowel. *Brit. J. Nutr.* **75**: 733-747
- Every, D., J.A. Gerrard, J.M. Gilpin, M. Ross and M.P. Newberry. 1988. Staling in starch bread : the effect of gluten additions on specific loaf volume and firming rate. *Starch* **50**: 443-446
- Joe, A.R. and S.Y. Ahn. 1996. Effect of addition of enzyme-resistant starch on texture characteristics of corn bread. *Korean J. Soc. Food Sci.* **12**: 207-213
- Lee, S.K., S.H. Mun and M.S. Shin. 1997. Enzyme-resistant starch formation from mild acid-treated maize starches. *Korean J. Food Sci. Technol.* **29**: 1309-1315
- Mun, S.H., M.H. Baek and M.S. Shin. 1997. Effect of amylose content of physical characteristic of enzyme resistant starch. *J. Kor. Food Sci.* **29**: 516-520
- Mun, S.H. and M.S. Shin. 2000. Quality characteristics of noodle with health-functional enzyme resistant starch. *Korean J. Food Sci. Technol.* **32**: 328-334
- Pomeranz, Y. 1988. Composition and functionality of wheat flour components. In: *Wheat: Chemistry and Technology*, 3rd ed. (vol II). Y. Pomeranz (ed.) American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. pp. 219-370
- Prosky, L., N.G. Asp, I. Furda, J.W. DeVries, T.F. Schweizer and B.F. Harland. 1985. Determination of total dietary fiber in foods and food products, Collaborative study. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* **68**: 677-680
- Sievert, D. and Y. Pomeranz. 1989. Enzyme-resistant starch. I. Characterization and evaluation by enzymatic, thermoanalytical, and microscopic methods. *Cereal Chem.* **66**: 342-347
- Silvester, K.R., H.N. Englyst and J.H. Cummings. 1995. Ileal recovery of starch from whole diets containing resistant starch measured in vitro and fermentation of ileal effluent. *Am. J. Clin. Nutr.* **62**: 403-411
- Song, J.Y., S.K. Lee and M.S. Shin. 2000. Effects of RS-3 type resistant starches on breadmaking and quality of white pan bread. *Korean J. Soc. Food Sci.* **16**: 188-194
- Trinidad, P.T., M.S.W. Thomas and U.T. Lilian. 1996. Effect of acetate and propionate on calcium absorption from the rectum and distal colon of humans. *Am. J. Clin. Nutr.* **63**: 574-578
- Wang, W.M., C.F. Klopfenstein and J.G. Jr. Ponte. 1993. Effects of twin-screw extrusion on the physical properties of dietary fiber and other components of whole wheat bran and on the baking quality of the wheat bran. *Cereal Chem.* **70**: 707-711
- Yamazaki, W.T. 1954. Interrelationships among bread dough absorption, cookie diameter, Protein content, and alkaline water retention capacity of soft winter wheat flours. *Cereal Chem.* **31**: 35-41
- Yue, P. and S. Waring. 1998. Resistant starch in food applications. *Cereal Foods World* **43**: 690-695
- Zhang, D. and W.R. Moore. 1997. Effect of wheat bran particle size on dough rheological properties. *J. Sci. Food Agric.* **74**: 490-496