

## 소맥분 제분시 발생하는 손상전분이 제빵 적성에 미치는 영향

주옥수 · 정용면\*

진주산업대학교 식품가공학과, \*한국식품기술사회

### Effects of Attrition Milling in Wheat Flour on Starch Damaged of Dough and Bread Baking Properties

Ok-Soo Joo and \*Yong-Myun Jung

Department of Food Processing, Chinju National University, Chinju 600-758, Korea

\*The Korean society of Food Professional Engineers

#### Abstract

The purpose of this research is the establishment of optimal processing and the quality improvement of confectionary analysis of the damaged starch content of flour. I studied the rheological and bread making properties of the dough containing different damaged starch content. I examined rheological and physico-chemical characteristic farinograph, extensograph and amylograph with DNS, CWRS and SW containing 6.5%, 8.2%, 9.0%, 9.0% and 10.5% of damaged starch. And I measured the hardness and specific volume and performed the functional survey by rheometer for quality control. In the amylogram, at the damaged starch content 9.5% at such the maximum viscosity was 900 B.U. the volume of bread fermentation tolerance were increased. In addition, the extensogram after 135 min showed that maximum resistance of the dough were 570 B.U at the damaged starch contents of 9.5% and the bread had homogeneous air cells and internal structures at the damaged starch contents of 9.5% at which the area(A), resistance(R) and R/E value of the dough were highest.

**Key words** : damage starch, farinogram, extensogram, amylogram,

#### 서론

밀가루의 단백질 함량은 제빵에 있어서 중요한 품질의 지표가 되며 특별히 밀가루의 제빵 적성은 단백질 함량 및 질에 의해 크게 지배받는 것으로 알려져 있다(1,2). 일반적으로 밀가루 단백질 함량이 증가하면 빵의 용적이 대부분 증가 하는 것으로 알려져 있으나(3) 제

빵에 있어 밀가루의 단백질 함량보다 더 중요한 품질 요소가 단백질의 질, 입도, 손상전분 등이라고 보고되어 있다(4-6). 국내에서 제빵적성에 적합한 복합분에 대해 다방면으로 연구가 진행되고 있으나(7,8) 물리적 특성이 다른 소맥분을 혼합한 복합분 이외의 연구는 미흡한 실정이며, 이러한 문제점을 보완하고 제빵용 밀의 수급을 원활히 하기위해 DNS와 CWRS 및 SW등의 혼합분으로 제빵적성에 대한 연구가 진행되면서 소맥의 tempering조건, reduction roll 조정 및 제빵 가공적성을 개선할 수 있는 제분기술과 원맥 blending연구 등이 많이 보고 되고 있다. William(9)은 소맥의 전분입자를 제

Corresponding author : Ok-Soo Joo, Department of Food processing, Chinju National University, 150, Chilam-dong, Chinju, 600-758, Korea  
E-mail : osjoo@chinju.ac.kr

분 방법에 따라 연구를 실시한 결과 압착에 의한 전분의 손상 정도가 가장 심하게 나타났다고 보고하였다(10,11). 뿐만아니라 동일한 milling조건에서 시간이 경과함에 따라 전분입자의 손상 정도는 증가하는 것으로 보고 되었으며, McCleary(12) 와 Sandstedt, Gibson 등은 이러한 물리적 작용에 의한 전분변성을 맥아 추출액으로 처리했을 경우 전분입자가 손상되지 않은 상태에서는 글루텐이 물을 우선적으로 흡수하지만, 전분의 손상이 과다할 때에는 글루텐에 물의 흡수를 지연시켜 손상전분이 먼저 물을 흡수하게 하여 교반시 가수량 증가로 반죽의 용적 및 부피 증가에 대한 제빵 적성을 조사하였다(5,6,13-14). Farrand(5)에 의하면 제빵 반죽시 동일한 단백질 함량에서 손상전분의 함량이 증가하면 일정 균질도까지는 흡수력을 증가 시키지만, 손상 전분입자가 과다하면 반죽 젤라틴화 과정(6,15) 에서 공기와 반죽간의 계면이 불안정하여 굽기 단계에서 내부 gas cell의 밀착에 의해 제품 부피 감소 및 crumb 조직 등 제빵 적성에 미치는 영향이 달라졌음을 확인하였다(16). 따라서 본 연구에서는 전분입자의 손상 함량에 따른 빵 반죽의 물리적 및 제빵 제조 후 품질 특성 실험을 하였다.

### 재료 및 방법

#### 재 료

본 연구에서 사용된 실험 재료는 某社의 연구소에서 제공 받은 Dark northern spring(DNS)과 Canada western red spring(CWRS) 및 Soft white(SW)원맥을 20℃, 75% 습성실에서 30 일간 보관한 후 원맥 수분함량 14%에서 48 시간 tempering시킨 시료를 45 g/min 속도로 Buhler test miller에 투입시켜 제분하였으며, 제빵용 원맥을 DNS : CWRS : SW를 1 : 7 : 2로 글루텐 함량 11±0.5% 수준으로 blending한 후 분쇄율 24~32%까지 변화시켜 제분한 시료를 사용하였다. 또한 글루텐 함량과 손상전분의 상호 관계를 비교 분석하기 위하여 SW비율을 10% 높은 1개군과 DNS비율을 10% 높은 1개군을 제분하여 동일 조건에서 함께 실험 재료로 사용하였다(17).

#### 밀가루의 일반성분 분석

밀가루의 수분, 회분 함량은 A.O.A.C.법(18) 에 의해 측정하였으며, 글루텐과 전분가는 AACC법(19) 으로 측

정하였다.

#### 소맥분의 손상전분 측정

소맥 제분시 발생하는 손상전분 함량 측정은 AACC법(19) 에 준하여 다음과 같이 측정하였다(20,21).

#### 반죽의 물리적 특성

밀가루 반죽의 물리적 특성은 farinogram, extensogram amylogram를 사용하여 측정하였으며(19), farinogram(20) 은 mixing bowl을 30℃유지시킨 후 시료 300 g을 취하여 peak의 중심선이 500 B.U.에 도달하는 가수량을 조절하였다. extensogram은 2%의 소금을 반죽에 가한 후 30℃ 온도를 유지하면서 혼합기를 이용하여 형성된 반죽을 당겨 끊어지는 점을 45분, 90분 및 135분 경과한 후 측정하여 반죽의 신장 저항력(R), 신장도(E) 및 R/E 값과 면적(A)을 각각 산출하였다. Amylogram(22)은 시료 65 g에 증류수 450 mL를 첨가하여 현탁액을 만든 후 25℃에서 조작하여 1.5℃/분의 상승속도로 95℃까지 가열하고 25분간 유지한 후 냉각하면서 호화 개시온도, 최고 점도, 최고 점도의 온도 등을 조사하였다.

#### 제빵 제조 실험

제빵 제조 실험은 AACC법(10-10A)의 straight dough method를 이용하였다(14,19). 제빵 원료의 배합 비율은 Table 1에 나타내었으며, 완성된 반죽을 27℃, 상대습도 75% 발효실에서 70분 발효시킨 후 200 g으로 분할하여 성형하였으며, 38℃, 85%조건에서 40분 proofing을 실시 하였고 굽기는 210℃ 오븐에 35분 동안 하였다. 제빵 시험은 3회 반복하여 실시하였다.

Table 1. Formulation for the preparation of bread.

Ingredients	Baker's % *
Flour	100.0
Sugar	5.0
Shortening	3.5
Yeast	2.0
Salt	1.5
Milk powder	3.5
Yeast food	0.2
Water	variable

\* The baking formula based on flour weight

### 제빵 가공특성

제빵 가공특성은 빵의 용적과 specific volume으로 평가하였으며, 빵의 용적은 빵을 실온에서 38-40℃로 냉각시킨 후 종자치환법으로 측정하였다(23). 한편, 빵의 비용적은 밀가루 1 g이 차지하는 빵의 부피(mL)와 빵 1 g이 차지하는 빵의 부피(mL)로 나타내었다.

### 조직감 측정

빵의 압착시험은 rheometer (CR-200D, Sun Scientific Co, Ltd. Japan)를 사용하였다. Rheometer에 의한 제빵 견고성을 3회 반복 측정하였으며, Table 2 와 같은 조건에서 시료를 샘플 holder에 넣고 adaptor No.1 을 이용하여 측정된 제빵의 최대하중에 도달하는 힘의 크기, 탄력성, 응집성을 각각 측정하였다(24,25).

Table 2. Measurement conditions for rheometer

CR-200D	Speed(mm/min)	120.0
	Set	50.0
	Mode No.	1.0
	Weight of load cell(Kg)	10.0
	Speed(mm/min)	120.0
CR-1.1 OK	Measurement time(sec)	200.0
	Weight of test(g)	100.0
	Length of penetrate(mm)	30.0
	Adaptor No.	1.0
	Thickness of sample(mm)	60.0

Table 3. Bread's score sheet for sensory test

Portion	Perfect score	Penalized for -
External	(30)	
Volume	10	Too small, too lager
Color of crust	8	Not uniform, light, dark, dull
Symmetry of form	3	Low end, uneven top, shrunken side
Evenness of steaming	3	Light side, light bottom, dark bottom, spotty bottom
Character of crust	6	Thick, tough, hard, brittle
Internal	(70)	
Grain	10	Open coarse, non-uniform, thick cell walls, holes
Color of crumb	10	Gray, ark, streaky, dull
Aroma	5	Strong, musty, share
Taste	15	Falt, salt, sour, unpleasant after taste
Mastication	15	Doughy, dry, tough, gummy
Texture	15	Rough, harsh, lumpy, core, crumbly
Total score	100	

### 관능검사

제품의 평가는 빵을 제조한 후 빵 속의 온도가 38-40℃, 수분함량을 38%정도 낮아졌을 때 각 제품의 외관, 조직감, 맛, 색상, 및 종합적인 기호도 등을 측정하기 위해 Table 3과 같이 bread score sheet(26) 를 사용하여 숙달된 검사 요원 10명이 제조한 제빵을 5회 반복하여 평가를 실시한 후 그 평균값으로 나타내었다.

## 결과 및 고찰

### 밀가루의 일반성분 분석

본 실험에 사용된 밀가루의 일반성분 분석 결과는 Table 4 에 나타내었다. 전분가(starch value) 함량은 소맥의 제분 시간과 입자 크기에 따른 차이가 없었으며, 손상전분의 함량이 8.2%, 9.0%, 9.5%에서 단백질 함량이 각 10.8%, 11.1% 및 11.2%로 거의 유사하게 나타났었다. 소맥분 품질을 나타내는 지표로서의 회분함량은 0.45%, 0.47%, 0.45%, 0.49%, 0.51%로 DNS와 CWRS 비율이 높은 시료와 분쇄율 및 추출율에 따라 겨층 부분이 많이 포함되었기 때문에 시중에 판매되고 있는 밀가루보다 회분 함량이 높게 나타났으며, 뿐만아니라 색상도 약간 어둡게 나타났다.

Table 4. Chemical composition of wheat flours

Constituent(%)	Contents of damaged starch in wheat flour				
	6.5%	8.2%	9.0%	9.5%	10.5%
Moisture	13.5	12.7	13.0	13.2	13.5
Crude proteint*	9.5	10.8	11.1	11.2	12.1
Crude lipid	0.99	1.05	0.98	0.94	0.93
Ash	0.45	0.47	0.45	0.49	0.51
Starch value	72.2	73.3	72.3	71.2	70.8

\* Calculated by N(%) × 5.70

### 손상전분의 특성

소맥분을 제분할 때 소맥의 종류와 추출율과 분쇄율 등에 따라 손상전분 함량의 차이가 현저하게 나타남을 확인하였다. 제분공정에서 전분의 손상정도는 CWRS>DNS>SW 순으로 나타났으며, 그 결과를 Table 5에 나타냈다. 손상전분 함량이 6.5%, 8.2%, 9.0%, 9.5% 및 10.5%에서 수분 흡수율이 각각 52.5%, 62.1%, 64.1%,

67.3% 및 74.5%로 나타났다. 또한, 흡수율이 낮은 반죽은 발효 공정에서 말토스, 덱스트린 생성물이 미흡하여 반죽이 거칠게 나타났으며, 손상전분이 10.5% 이상 일때는 수분의 흡수율이 지나치게 증가하면서 반죽을 연화시켜 수율은 향상되었지만, 제빵의 부피 감소와 조직이 치밀하여 품질저하 현상을 나타냈다.

Table 5. The effect of pin and attrition on starch damaged in wheat

Input(kg)	Yield(%)	Grinding ratio(%)	Starch damaged(%)
DNS	3.0	24.0	9.5
		25.0	10.2
		26.0	10.7
		27.0	11.9
		27.0	10.8
CWRS	3.0	27.5	11.0
		28.0	11.5
		28.5	12.0
SW	3.0	31.0	7.8
		32.0	8.0
		33.0	8.8
		33.5	9.0

분의 손상전분 함량이 9.0%와 9.5%에서 흡수율이 증가할 수록 빵의 내부 구조가 향상되었으며, 부피도 증가하였다. 특히 손상전분 9.5%에서 흡수력이 증가로 제품의 노화지연과 품질수명 연장 및 생산량 향상에 기여하는 것으로 나타났다. Farinogram에서 반죽 발전시간, arrival time이 짧을 수록 제빵 반죽시 소요되는 시간이 단축되는 장점을 갖고 있지만, 손상전분 함량이 6.5% 이하에서 완전한 반죽형성에 어려움이 나타났으며, 글루텐 함량이 유사한 범위에서 손상전분 함량이 8.2%, 9.0% 및 9.5%로 높아짐에 따라 수분 흡수율, 안정도, 반죽 형성시간 등이 안정되었으며, 약화도(weakness)는 손상전분 비율과는 상호 관계가 미약하게 나타났다.

Table 6. Farinograph data of wheat flours

Properties	Contents of damaged starch in wheat flour				
	6.5%	8.2%	9.0%	9.5%	10.5%
Ab(%)	52.5	62.1	64.1	67.3	74.5
D.T.	1.50	2.40	2.20	3.20	10.1
Ar. T.(min)	0.80	1.20	1.30	1.80	2.30
Wk.(B.U)	130.0	65.0	58.0	49.2	35.8
Wd(B.U)	120.0	105.0	100.0	95.8	90.1
Stab.(min)	3.7	7.9	8.7	10.3	30.0

Ab(Water absorption), D.T(Dough development time), Stab.(stability), Ar.T(Arrival time), Wk.(Weakness), Wd.(Width of curve)

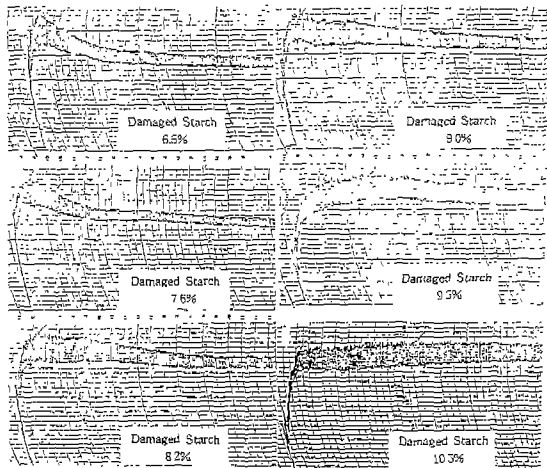


Fig. 1. Farinogram of various damaged starch

반죽의 물리적 특성

Farinogram의 손상전분 함량에 따라 소맥분의 특징값에 대한 변화는 Table 6 과 Fig. 1에 나타내었다. 소맥

Extensogram으로 분석한 결과는 Fig. 2로 나타내었다. 반죽의 신장 저항성에서 손상전분 6.5%는 135분 경과 시 275 B.U로 미약하게 증가하였고, 손상전분 8.2%, 9.0%, 9.5%에서 135분 경과시 각각 485 B.U, 540 B.U, 570 B.U로 제빵 가공 적성에 적합하다고 판단된다. 이러한 결과에 의하면 밀가루 반죽은 발효간중 탄성과 점성이 증가되며 신장도는 감소한다는 Hoseney(27) 등의 보고와 일치하였다. Ratio figure(R/E)는 그 값이 적을수록 박력분의 성질에 가깝고 신장 저항성(R) 값이 큰 경우 특히 45분, 90분, 135분으로 시간이 경과 할수록 R 값이 현저하게 증가하는 손상전분 함량 9.0%와 9.5%가 함유된 제빵 공정에서 반죽이 쉽고 장시간 발효에 잘 견디며 좋은 조직의 빵이 생산되었다. 또한 신장도가 크고 신장 저항도가 낮은 것은 약한 반죽의 특성을 나타내며 가스보유력도 떨어졌다(28). 일반적으로 제빵용 소맥분은 면적(A) 및 저항성(R)과 R/E값이 크게 나타난 손상전분 9.5%에서 가장 좋은 품질의 빵이 생산되었다.

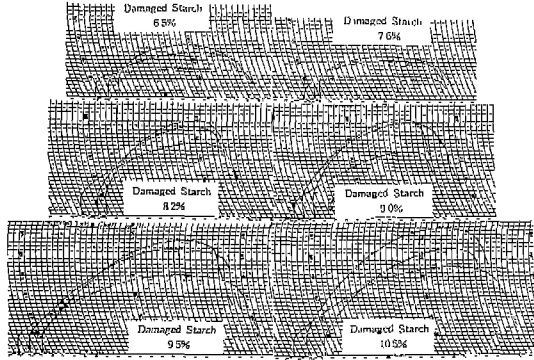


Fig. 2. Extensogram of various damage starchs.

Amylogram을 이용하여 소맥분의 손상전분 함량에 따른 분석 결과는 Table 7 과 Fig. 3에 나타내었다. 본 실험에서 호화온도는 손상전분 함량에 따라 60℃, 59℃, 57℃, 57℃, 58℃로 편차가 미약하게 나타났다. 손상전분 6.5%, 8.2%, 9.0% 및 9.5%까지의 최고 점도는 685 B.U, 825 B.U, 905 B.U, 910 B.U로 계속 증가하였으며, 최고 점도가 900 B.U인 손상전분 9.5%에서 제빵 가공적성이 뛰어나 최고의 품질을 가진 빵이 생산되었다. 손상전분이 10.5%이상 함유한 반죽에서는 최고 점도도 급격히 저하 되었으며, 또한 효소 활성이 강하여 반죽이 연화되어 색상, 모양, 촉감, 조직감 등이 나쁘게 나타났다며 빵의 용적도 감소하였다.

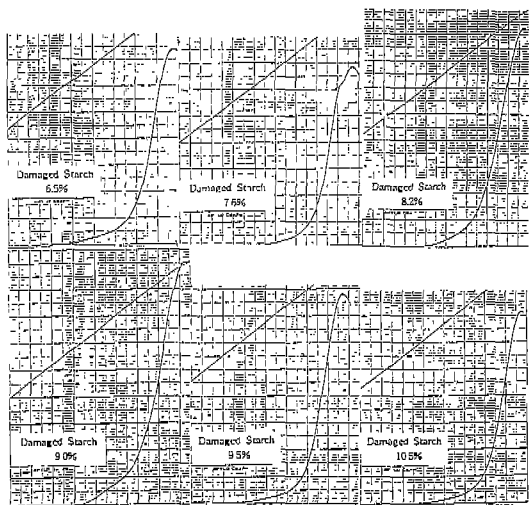


Fig. 3. Amylograms of various damaged starchs.

Table 7. Amylograph data of wheat flours

Characteristics	Contents of damaged starch in wheat flour				
	6.5%	8.2%	9.0%	9.5%	10.5%
Gelinzation temp.	60.0	59.0	57.0	57.0	58.0
axium Viscosity temp.(℃)	89.9	89.6	89.5	89.5	89.3
Maxium viscosity (B.U.)	685.0	825.0	905.0	910.0	715.0

제빵 실험

제빵 시험은 손상전분 함량 비율에 따른 반죽 및 제빵을 5회 반복하여 제조한 제품을 측정하여 그 평균값을 Table 8 에 나타냈다. 손상전분 6.5%와 10.5%에서는 가스 발생 및 가스 보유력이 감소하여 제빵의 부피 감소와 내부 조직 불균일로 빵 가공적성이 부적합 하였으며 손상전분 9.0%와 9.5%에서 반죽이 용이 하였고 빵의 조직과 가공적성이 가장 경제적으로 나타났다.

Table 8. Yilded of dough and bread

Characteristics	Contents of damaged starch in wheat flour				
	6.5%	8.2%	9.0%	9.5%	10.5%
Dough(%)	96.3	97.5	98.5	99.3	99.5
Bread(%)	87.3	88.5	89.2	89.8	87.8

제빵 가공적성 평가

제빵 적성은 빵의 용적과 specific volume으로 평가하였으며, 그 결과는 Table 9 에 나타내었다. 제빵 용적은 중요한 품질평가의 척도로 Fig. 4에서와 같이 손상전분 6.5%, 10.5%에서는 각 104 mm, 109 mm로 부피와 조직이 열악한 빵이 만들어졌고, 손상전분이 9.0%와 9.5%에서는 각 114 mm, 116 mm로 최상의 제빵적성을 나타냈다. 한편 빵의 비용적은 손상전분 함량 9.5%에서 최적의 제빵적성이 나타났으며, 손상전분 함량 10.5%인 소맥분은 9.5% 소맥분 보다 gluten 함량이 1.5%정도 높지만 반죽형성시 충분히 손상전분 입자를 보호하여 제빵품질을 개선하는데는 한계가 나타났다.

Table 9. The qualities of white breads

Characteristics	Contents of damaged starch in wheat flour				
	6.5%	8.2%	9.0%	9.5%	10.5%
Specific loaf volume (cc/g bread)	0.26	0.24	0.24	0.21	0.25
Loaf volume (cc)	104.0	110.0	114.5	117.0	108.0

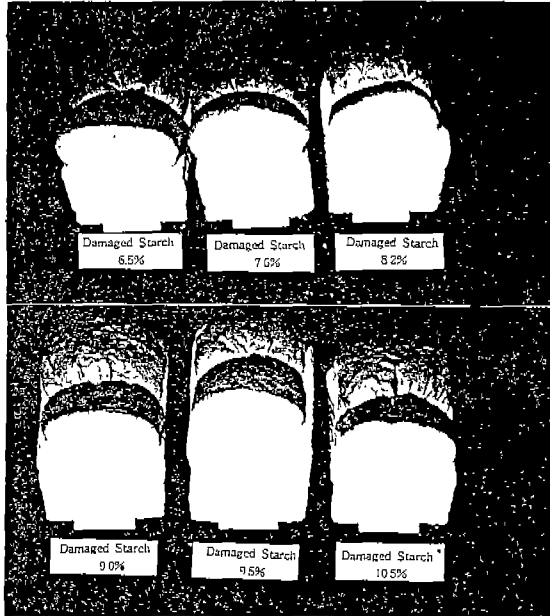


Fig. 4. Appearances and heights of breads.

빵의 조직감 측정

Rheometer를 이용하여 제빵의 특성을 측정한 결과는 Table 10 과 Fig. 5 에 나타냈다. 손상전분의 함량에 따라 최대하중은 각 337 g, 319 g, 315 g, 313 g, 415 g로 나타났다. 손상전분 함량이 낮은 6.5%, 10.5%에서 제빵의 최대하중이 337 g과 415 g로 증가하였다. 제빵의 탄력성과 응집성을 측정한 결과 손상전분 함량 9.0%와 9.5%의 시료를 사용한 제품에서 최적의 제빵 적성 및 조직이 나타났다.

Table 10. Rheomete data of damaged starch in wheat flours

Characteristics	Contents of damaged starch in wheat flour				
	6.5%	8.2%	9.0%	9.5%	10.5%
Hardness(g)	377	380	317	322	415
Springiness(%)	26	60	65	75	69
Cohesiveness(g)	0.87	0.90	0.89	0.89	0.86

관능적 특성

관능검사 결과는 Table 11 에 나타내었다. 제빵의 부피는 손상전분 9.0%와 9.5%함유된 제품에서 각 10점으로 가장 좋았으며, 6.5%와 10.5%에서 가장 낮은 평점을 받았다. 소맥분의 특성을 잘 나타낸 것이 빵의 부피감

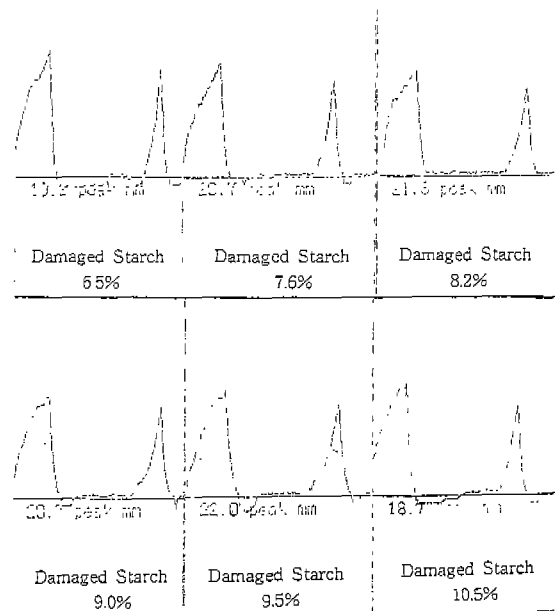


Fig. 5 Rheometer of various damaged starchs

이라고 정(29) 은 보고하였으며, 소맥의 품종에 그 차이가 매우 크다고 하였는데 본 실험에서는  $11 \pm 0.5\%$ 의 글루텐 군과 2개의 대조구에서 손상전분의 함량을 달리 하였을 때 손상전분의 함량이 9.5%에서 조직이 부드럽고 기공이 균일하며 씹힘성, 부피 및 향 등이 가장 좋은 제빵으로 90점의 평점을 받았다.

Table 11. Bread's score sheet for sensory test

Item		Contents of damaged starch in wheat flour				
		6.5%	8.2%	9.0%	9.5%	10.5%
External	(30)	19	23	27	28	22
Volume	10	6	8	10	10	7
Color of crus	8	5	6	7	7	6
Symmetry of form	3	2	2	3	3	2
Evenness of steaming	3	2	2	2	2	2
Character of crust	6	4	5	5	6	5
Internal	(70)	44	58	60	62	48
Grain	10	5	8	8	9	7
Color of crumb	10	6	7	7	7	6
Aroma	5	3	4	5	5	3
Taste	15	10	12	13	13	12
Mastication	15	9	13	14	14	10
Texture	15	11	14	13	14	10
Total score	100	63	81	87	90	70

## 요 약

본 연구에서는 제빵용 소맥분의 손상전분 함량을 비교 분석하여 최적의 작업조건 설정과 제빵 품질을 향상시킬 목적으로 손상전분 함량을 각각 달리하여 반죽의 물리적 특성 및 제빵 적성을 검토하였다. DNS와 CWRs 및 SW 등의 소맥을 제분하여 손상전분 함량 6.5%, 8.2%, 9.0%, 9.5% 및 10.5%를 함유한 시료로 제조한 반죽의 물리적 및 이화학적 특성인 farinogram, extensogram, amylogram 등을 조사하였으며, 또한 제빵 적성 실험으로 rheometer를 이용하여 제빵의 경도 및 비용적과 관능검사 등으로 품질을 평가하였다. 제빵 적성 실험에서 손상전분 6.5%, 10.5%에서는 효소활성이 강하여 반죽이 연약해져 설택, 모양이 나쁘게 나타났으며, amylogram 특성 실험 결과 최고 점도가 900 B.U인 손상전분 9.5%에서 빵의 부피, fermentation tolerance가 증가하였다. extensogram에서 신장 저항성(R)값이 45분, 90분, 135분으로 시간이 갈수록 R값이 현저하게 증가하는 손상전분 함량 9.0%와 9.5% 함유된 밀가루의 반죽 공정이 쉽고 장시간 발효에 잘 견디며 좋은 조직의 빵이 생산되었으며, 종합적인 관능 평가에서도 조직이 부드럽고 기공이 균일하며 씹힘성, 부피감 및 향 등이 가장 좋은 제빵으로 나타났다.

## 참고문헌

1. Buskuk, W., Briggs, K.G. and Shebski, L.H. (1969) Protein quality and quality as factors in the evaluation of bread wheats. *Can. J. Plant Sci.*, 49, 113-122
2. He, H. and Hosoney, R.C. (1992) Effect of the quantity of wheat flour protein on bread loaf volume. *Cereal Chem.*, 69, 17-19
3. Pomeranz, Y. (1980) Molecular approach to breadmaking : An update and new perspectives. *Baker's Dig.*, 54, 20-27
4. Dexter, J.E., Perston, K.R., Martin, D.G. and Gander, E.J. (1994) The effect of protein content and starch damage on the physical dough properties and bread-making quality of canadian drum wheat. *Cereal Sci.*, 20, 139-151
5. Farrand, E.A. (1972) The Influence of particles size and starch damaged on the characteristics of bread flours. *Baker's Dig.*, 22-26
6. Tester, R.F. (1997) Properties of damaged starch granules. Composition and swelling properties of maize, rice, pea and potato starch fractions in water at various temp., *Food Hydro-colloids*. 11, 293-301
7. Kim, H. S., Kim, Y. H., Woo, C. M. and Lee, S. R. (1973) Develop-ment of composite flours and their products utilizing domestic raw materials. II. Bread-making test with composite flours. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 5, 16-24
8. Rhee, C., Bae, S. H. and Yang, H. C. (1983) Studies on bread-baking properties of naked barley flour and naked barey-wheat flour blends. *Korean J. Food Sci. Tech.*, 15, 112-117
9. Williams, P.C. (1968) The nature of mechanically damaged starch, and its production in flour. *Bulletin-Association of operative millers*. 3048-3051
10. Morrison, W.R. & Tester, R.F. (1994) Properties of damaged starch granules. IV. Composition of ball-milled wheat starchs and of fractions obtained on hydration. *J. Cereal Sci.*, 20, 69-77
11. Nowakowski, D., Sosulski, F.W., Hoover, R. and Saskatchewan. (1986) The effect of pin and attrition on starch damage in hard wheat flours. *Starch*, 38, 253-258
12. McCleary, B.V. & Gibson, T.S. (1992) An Improved enzymic method for the measurement of starch damaged in wheat flour. *Cereal Sci.*, 15, 15-27
13. Mok, C.K. and Dick, J.W. (1991) Moisture adsorption of damaged starch. *J. Cereal Chem.*, 68, 405-409
14. William, J. Sultan. (1990) Practical baking(8th). Van Nostrand Reinhold. 81-214
15. Miller, B.S., Trimbo, H.B. and Powell, K.R. (1967) Effect of flour granulation and starch damage on the cake making quality of soft wheat flour. *Cereal Sci. Today*, 12, 245-252
16. Zeleznak, K.J. and Hosoney, K.C. (1986) The role of water in the retrogradation of wheat starch gels and bread crumb. *Cereal Chem.*, 63, 407-411
17. Lorenz, K., Kulp, K., Every, D. and Larsen, N. (1993) Effect of heat damage on the baking quality of

- strach extracted from wheat. *Strach*, Vol. 45(1), 25-30
18. A.O.A.C. (1980) "Official method of analysis" 13th, ed. Association of official analytical chemists, Washington D.C.
  19. A.A.C.C. (1983) American Association of Cereal Chemists (8th) approved methods Vol. 1. II, 10-10A, 22-10, 54-10, 54-21, 76-30A
  20. Mary Blyth, Carstens, Co, Randall, P.G. and Mc Gill, A.E.J. (1992) Investigations into the use of the Chopin SD4 instrument as a means means of measuring starch damage and as a factor to estimate farinograph water absorption. *S. Afr. Food Sci. Nutr.*, 4, 47-50
  21. Dubois, M (1996) The performances of the CHOPIN SD4. Tripette & Renaud, Chopin Co Ltd., 1-25
  22. Shuey, W.C. and Tipples, K.H. (1982) The amylograph hand book
  23. Griswold, R.M. (1962) "The experimental study of foods", Houghton Mifflin Co., boston
  24. Rhee, C. (1983) A study on rheological properties of dough & whole wheat bread-baking test of wheat variety "Cho-kwang". *Korean J. Food Sci. Tech.*, 15, 215-219
  25. Bloksma, A.h. and Bushuk, W. (1988) Rheology and chemistry of dough. p.131-218 in ; Wheat chemistry and technology (II), 3rd ed. Y. pomeranz, ed. American Association Cereal Chem., : ST. Paul, Minnesota, p.131-218
  26. Hwang, S.Y. (1988) Baking quality of flours and of oxidants. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 20, 890-894
  27. Hoseney, R.C., Hsu, K.H. and Junge, R.C. (1979) A simple spread test to measure the rheological properties of fermenting dough. *Cereal Chem.* Vol. 56, 141-148
  28. Kim, H.K. and Kim, I.S. (1997) Wheat and flour. Korean Wheat and Flour Industrial Association, Seoul. p.107-110
  29. Chung, O.K. (1981) A three way contribution of wheat flour lipids, shortening and surfactants to bread-making. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 13, 74-89

---

(접수 2001년 9월 5일)