

쌀보리 및 쌀보리-밀 복합粉的 제빵 적성에 관한 연구

제 1 보 : 젖산 발효법에 의한 쌀보리 가루 및 복합粉 빵의부피(loaf volume)의 變化

李 哲·裴 松煥·梁 漢喆

高麗大學校 食品工學科

(1982년 9월 28일 수리)

Studies on Bread-Baking Properties of Naked Barley Flour and Naked Barley-Wheat Flour Blends

I. Variations of loaf volume of naked barley bread and mixed naked barley-wheat bread prepared by lactic acid method.

Chul Rhee, Song-Hwan Bae and Han-Chul Yang

Department of Food Technology, Korea University

(Received September 28, 1982)

Abstract

Bread-baking properties of naked barley flour and naked barley-wheat flour blends were investigated, and changes of loaf volume of naked barley bread prepared by straight method and by lactic acid method were observed. Specific loaf volume of naked barley flour bread made by straight method was only 1.11 ml/g bread, while that of barley bread made by lactic acid method was more than 1.50 ml/g bread. No significant increase of loaf volume was noted in mixed naked barley-wheat bread. The increase of loaf volume of barley bread appeared to be due to total titratable acidity of barley dough.

Loaf volume of wheat bread made by lactic acid method decreased sharply as the total titratable acidity of wheat flour dough increased.

序 論

쌀보리는 우리나라의 重要한 食糧資源의 하나로서, 이의 效率의 利用은 과거 10여년 동안 늘 強調되어 왔다.

특히 쌀보리로서 제빵의 主原料인 小麥粉의 일부 혹은 전부를 代替하려는 시도는 國內外를 막론하고 상당수에 이른다⁽¹⁻³⁾. 그러나 쌀보리의 제빵 적성은 小麥粉에 비해 대단히 낮아서 보리빵의 부피(loaf volume),

조직(texture), 香味(flavour), grain, crumb 등이 밀가루 빵에 현저하게 뒤떨어지고 있다. 특히 쌀보리빵의 낮은 容積은 보리가루의 두드러진 제빵적성 결여로 인식되고 있다⁽¹⁾.

빵의 부피는 小麥粉이나 複合粉의 경우, 原料의 種類, 製粉率, 반죽의 理化學的 性質 및 製造工程에 따라 增減된다. 또 밀가루 빵은 무엇보다도 穀類 단백질인 글루테인의 含量과 이의 理化學的 性質에 따라 빵의 부피에 상당한 差異를 보이고 있다. 쌀보리 가루의 제빵적성 결여도 밀가루에 함유되어 있는 글루테닌이나

글리아딘(gliadin)과는 그 物理的 性質이 다른 호르데인(hordein)이나 글루텔린(glutelin) 등의 蛋白質로 구성되어 있다는 데 기인한다.

따라서 지금까지의 보리빵 제조실험은 밀가루나 콩가루를 혼화시킨 複合粉을 利用하거나 보리가루에 결여된 글루텐 및 화학팽창제를 첨가하여 빵의 부피를 개선하는데 역점을 두었다⁽¹⁾.

한편, 빵의 부피의 개선에 기여하는 또 다른 因子로서 탄수화물, 특히 전분이나 점성물질(gum substance) 등의 水化(hydration)에 의한 팽윤현상(swelling phenomenon)을 들 수 있다. Baker 등⁽⁴⁾은 밀가루 반죽의 水分 가운데 47%는 自由水로 存在하며, 나머지 58%는 전분과 단백질에 각각 수화되어 교각구조(bridge structure)의 分散系(disperse system)를 形成하고 있다고 보고하였다. 또한 Rohrich 등은⁽⁵⁾ 라이췌 단백질이 弱酸의 存在下에 70~80%가 分散되며 이 分散된 단백질은 펜토산(pentosan)과 같은 高分子物質 등과 水化를 通해 반죽의 부피를 증가시킨다고 보고하였다. 最近에 Weipert와 Zwingelberg는⁽⁶⁾ 라이췌 빵의 부피 및 내부(crumb)의 상태는 주로 전분과 펜토산의 含量의 比에 지배되고 있음을 증명하였다.

쌀보리 가루의 경우도 수분 흡수율이 小麥粉보다 훨씬 더 높은 것으로 알려지고 있으며 이는 글루칸(glucan), 사이란(xylan) 및 아라반(araban) 등의 점성물질이 4~8%에 達하기 때문인 것으로 생각된다⁽⁷⁾.

따라서 본 研究는 쌀보리 가루의 水化에 의한 팽윤(swelling process)을 조장하며 amylolytic enzyme의 活性을 제어할 수 있는 젖산 발효법에 따른 제빵실험과 더불어 쌀보리 가루에 小麥粉을 첨가한 複合粉의 酸度에 의한 빵의 부피의 變化를 일련의 실험을 통하여 조사하였다.

材料 및 方法

供試材料

쌀보리 가루는 市中에서 구입한 쌀보리를 100 mesh로 製粉하여 試料로 使用하였고 小麥粉은 강력 1급품((株) 大韓製粉 製品)을 使用하였다.

Starter 製造

삼각 플라스크에 시판우유 180 ml을 넣고 40°C까지 증탕한 후, 젖산菌(*L. bulgaricus*, *S. thermophilus*)을 접종한 다음 쌀보리 가루 40g을 넣어 40°C의 배양기(incubator)에서 7시간 배양하여 starter로 使用하였다.

製빵실험

本 實驗에서의 표준 식빵 제조법과 젖산 발효법에

따른 쌀보리 가루와 밀가루의 배합율은 다음과 같다.

Naked barley bread(B): 쌀보리 가루 100%

Mixed naked barley-wheat bread (C₁): 쌀보리 가루 50%+소맥분 50%

Mixed naked barley-wheat bread (C₂): 쌀보리 가루 70%+소맥분 30%

Mixed naked barley-wheat bread (C₃): 쌀보리 가루 80%+소맥분 20%

Mixed naked barley-wheat bread (C₄): 쌀보리 가루 90%+소맥분 10%

Wheat bread(W): 소맥분 100%

가. 표준 식빵제조

上記의 製빵원료(B, C₁, C₂, C₃, C₄, W)와 아래와 같이 配合한 副材料를 가지고 표준 식빵제조법에 의하여 식빵을 만들었다.

배합율: 쌀보리 가루와 소맥분 100%

물	75%
설탕	4%
소금	2%
마아가린	4%
탈지우유	4%
효모	2%

반죽의 혼화시간은 8분으로 定하였고 반죽온도는 35°C이었다. 1차 발효 공정은 30°C에서 65분간 행하였고 proofing은 35°C에서 45분만에 끝났다. 굽기(baking)는 190°C에서 35분간 실시하였다.

나. 젖산발효법에 의한 제빵 실험

各各의 製빵 원료와 副材料 배합율은 표준 식빵 제조법에서와 同一하며, 제조 공정은 1차 발효 공정, 2차 발효 공정, proofing과정 등으로 나누어 실행하였다

1차 발효 공정에서의 배합율은 쌀보리 가루, 물, 설탕, 마아가린, 탈지우유 및 starter를 반죽통에 넣어 6분간 반죽한 후, 各各의 試料區(B, C₁, C₂, C₃, C₄, W)를 9시간, 12시간, 24시간동안 32°C의 발효조에서 발효시켰다.

Proofing은 35°C의 발효조에서 40분간 행하였으며 굽기는 190°C로 유지된 오븐(oven)에서 행하였다.

酸度測定(total titratable acidity)

試料를 5ml 內外에서 정확히 취하여 삼각 플라스크에 넣어 0.1% 페놀프탈렌 두방울을 가한 다음, 0.1N NaOH로 적정하였다. 페놀프탈렌의 홍색이 약간 착색되는 點을 종말점으로 하고, 다음 式에 의해서 總酸度를 決定하였다.

$$\text{酸度} = V \cdot \frac{f}{1,000} \times \frac{100}{S}$$

但, V: 0.1N NaOH용액의 소비 ml量

f: 0.1N NaOH용액의 농도계수

S: 시료량

식빵의 부피(loaf volume)의 측정

제조한 빵의 부피는 조를 使用한 種子 치환법에 의하여 측정하고, 원료분 1kg當의 ml수와 빵제품 g當 ml수(specific loaf volume)로 표현하였다⁽⁸⁾.

반죽수율 및 제빵수율의 측정

반죽수율과 제빵수율은 다음의 式에 의해 계산되었다.

$$\text{반죽수율}(\%) = \frac{\text{반죽무게}}{\text{밀가루무게}} \times 100$$

$$\text{제빵수율} = \frac{\text{빵무게} \times \text{반죽수율}}{\text{반죽무게}}$$

結果 및 考察

제조 방법에 따른 식빵의 부피(loaf volume)의 變化

쌀보리 가루 및 複合粉을 主原料로 使用하여 직접 반죽법(straight method)과 酵산 발효법에 의한 빵의 부피의 變化를 조사하였다. 반죽의 수분함량에 따른

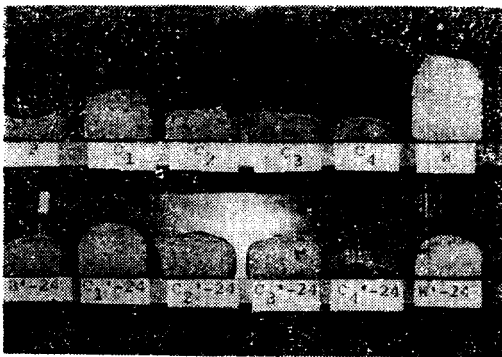


Fig. 1. Cut loaves baked by straight method and lactic acid method



Fig. 2-1 Relationship between loaf volume and total titratable acidity

Table 1. Differences of loaf volume of naked barley bread prepared by lactic acid method and straight method

Bread-making methods	Samples*	Dough yield	Loaf volume		Bread yield
		%	ml/kg flour	ml/g bread	%
Straight method	B	191.0	1,971	1.11	159.7
	C ₁	186.7	3,348	2.02	164.2
	C ₂	188.9	2,414	1.51	164.2
	C ₃	189.3	2,084	1.29	160.4
	C ₄	189.8	1,975	1.22	161.9
	W	172.4	6,336	3.94	158.8
Lactic acid method	B'-9	206.1	2,642	1.51	175.1
	C ₁ '-9	186.9	3,781	2.27	166.1
	C ₂ '-9	193.5	2,964	1.70	174.4
	C ₃ '-9	192.4	2,094	1.70	158.1
	C ₄ '-9	189.8	2,499	1.50	166.8
	W'-9	176.2	3,761	2.38	157.8
	B'-12	206.1	2,660	1.57	169.8
	C ₁ '-12	186.9	3,665	2.25	163.0
	C ₂ '-12	193.5	2,869	2.71	172.5
	C ₃ '-12	192.4	2,671	1.61	165.5
	C ₄ '-12	197.6	2,166	1.35	160.0
	W'-12	176.2	3,746	2.29	163.6
B'-24	206.1	2,497	1.43	174.6	
C ₁ '-24	186.9	3,379	2.04	168.0	
C ₂ '-24	193.5	3,022	1.80	168.6	
C ₃ '-24	192.4	2,970	1.68	176.7	
C ₄ '-24	197.6	2,545	1.68	151.5	
W'-24	176.2	2,879	1.97	146.1	

*B; naked barley flour 100%, C₁; naked barley flour 50%+wheat flour 50%, C₂; naked barley flour 70%+wheat flour 30%, C₃; naked barley flour 80%+wheat flour 20%, C₄; naked barley flour 90%+wheat flour 10%, W; wheat flour 100%. C'-9, C'-12, and C'-24 denote 9, 12 and 24 hrs of lactic acid fermentation, respectively.

부피의 變化를 감안하여 반죽수율과 제빵수율을 함께 검토하였다. 이 조사 결과는 Table 1 및 Fig. 1과 같다.

쌀보리 가루만을 사용하였을 때, 常法인 직접반죽법에서는 1.11 ml/g bread의 比부피(specific loaf volume)가 나타났으며, 酵산 발효법에 의한 경우는 약 1.50 ml/g으로 약 36%의 增加를 가져왔다. 이 같은 현저한 식빵의 比부피(specific loaf volume)의 增加率은 쌀보리에

존재하는 점성물질(gum substance) 등의 水化가 것산에 의해 촉진되는 것으로 생각된다.

Prentice 等⁽⁷⁾은 보리에 4~8%의 β -D-glucan이 endosperm세포벽 내에서 호르테인(hordein)이나 글루텔린(glutelin) 등의 蛋白質과 복잡한 모형(matrix)를 形成하고 있으며, 이밖에도 사이란(xylan), 아라반(arban)과 같은 펜토산(pentosan)類가 存在하고 있다고 보고하였다. 이와같은 점성 물질은 乳液의 存在下에 수소결합을 通하여 쉽게 물과 水化되며, 결과적으로 반죽의 점성은 증가할 것으로 생각되고 있다⁽⁸⁾. 또 것산에 의해 쌀보리의 α -아밀라제의 活性은 제어되고, 그 대신 β -아밀라제에 의한 dextrinization이 主로 일어날 것으로 이해된다.

K. Lorenz⁽¹⁰⁾는 라이췌를 利用한 sour dough에 영향을 주는 因子(原料, 種地, 水分 흡수율과 반죽의 온도 pH, 반죽의 microflora) 中 pH는 빵의 부피, 조직(texture), crust color, flavour 및 저장 수명(shelf-life)에 현저한 영향을 미치고 있다고 보고하였다. 특히 라이췌의 펜토산類의 水化能力(hydration capability)에 미치는 것산의 영향은 대단히 높을 것으로 사료된다.

Weipert와 Zwingelberg⁽⁶⁾는 라이췌 전분과 펜토산의 비가 16:1일때 빵의 부피 및 조직의 상태가 가장 양호하였다고 보고하였다.

한편, 쌀보리 가루에 소맥분을 첨가하는 경우, 그 첨가량이 10%, 20%, 30%, 50%가 됨에 따라 식빵의 비부피(specific loaf volume)는 표준 식빵 제조법과 것산 발효법에서 각각 1.22, 1.29, 1.51, 2.05 ml/g bread 및 1.50, 1.70, 1.70, 2.27 ml/g로 나타났다. 이 결과는 것산 발효법에 의한 빵의 부피가 표준 식빵 제조법에 의한 그것보다 각각 23%, 32%, 14%, 12.3%의 증가율을 달해주고 있다. 여기에서 주목할 만한 事實은 것산 발효법의 경우, 소맥분의 첨가량이 增加할 수록 빵의 비부피의 增加率은 낮아진다는 것이다. 또한 소맥분만으로 제빵하는 경우, 것산 발효법에 의한 빵의 비부피는 2.38 ml/g bread로 낮아져 표준 식빵 제조법에 의한 3.94 ml/g bread에 훨씬 못미치고 있다.

D.R. Goforth⁽¹¹⁾는 밀가루 글루텐의 아마이드 그룹(amide group)은 弱酸에 의한 가수분해로 수소결합의 수효가 감소되며, 결과적으로 빵의 내부(crumb)에 손상이 생긴다고 보고하였다. 아마이드 그룹은 반죽의 가스보유를 위한 모형(matrix)을 수소결합으로 形成한다고 알려져 있다. Beckwith 等⁽¹²⁾은 아마이드 그룹이 에스테르 그룹(ester group)으로 전환함으로써 글루텐의 응집력과 탄력성(cohesive+elastic property)은 상실된다고 보고하였다.

반죽의 酸度에 따른 빵부피의 變化

Table 2. Relationship between loaf volume and total titratable acidity of dough

Samples*	Total titratable acidity	Loaf volume	
		ml/kg flour	ml/g bread
B	3.42	2,647	1.51
	5.48	2,660	1.57
	7.89	2,497	1.43
C ₁	5.20	3,781	2.27
	7.84	3,665	2.25
	11.30	3,397	2.01
C ₂	4.50	2,964	1.70
	5.85	2,869	1.71
	8.89	3,022	1.80
C ₃	5.17	2,678	1.70
	5.61	2,671	1.61
	7.73	2,970	1.68
C ₄	4.60	2,499	1.50
	4.14	2,166	1.35
	7.10	2,545	1.68
W	5.29	3,761	2.38
	4.96	3,746	2.29
	6.46	2,879	1.97

*Refer to Table 1.



Fig. 2-2. Relationship between loaf volume and total titratable acidity of dough

반죽의 酸도와 빵의 부피와의 關係를 알아보기 위해 것산 발효법에 따라 제빵 실험을 행하였다. 발효시간은 9시간, 12시간, 24시간으로 차이를 두었으며, 발효시간과 산도에 따른 빵의 부피의 變化를 Table 2, Fig. 2-1, Fig. 2-2 및 Fig. 2-3에 표시하였다.

쌀보리 가루에서 발효시간 혹은 酸度の 증가에 따라 빵의 비부피는 증가하는 경향을 보이고 있으나, 酸度 5.0 이상에서는 부피의 증가율은 둔화되거나 낮아지고 있다. 이러한 현상은 복합분의 경우 더욱 뚜렷이 나타



Fig. 2-3. Relationship between loaf volume and total titratable acidity of dough

나고 있다.

Neumann과 Pelshenke⁽¹³⁾ 등은 라이백에 있는 콜로이드 구조(colloid structure)가 水化되는데 알맞는 젖산의 농도가 0.01N이라고 보고하였다. souring이 저조하거나 과도한 경우에는 빵의 부피가 감소된다는 것을 입증하였다. 이같은 현상은 쌀보리의 souring에서도 나타나고 있다.

소맥분은 발효시간이 길어질수록 빵의 比부피는 현저하게 감소되었다(Fig. 2).

要 約

本 研究는 쌀보리 가루와 複合粉을 主原料로 使用하여 직접 반죽법(staight method)과 젖산 발효법에 의한 빵의 부피의 變化를 조사하였으며 그 結果는 다음과 같다.

직접 반죽법과 젖산 발효법에 의한 보리빵의 比부피는 各各 1.11 ml/g bread 및 1.50 ml/g bread로 나타났다. 이는 젖산 발효법에 의한 보리빵 제조의 가능성을 시사하고 있다.

複合粉을 젖산 발효법에 따라 제빵하는 경우, 빵의 부피의 增加率은 둔화되거나 減少하였다. 또한 小麥粉

을 souring하면, 빵의 比부피가 직접 반죽법에 비해 약 50%가 감소하였다.

쌀보리 가루는 1次발효시간(혹은 酸度)이 증가함에 따라서 빵의 比부피는 증가하였다.

文 獻

1. 金榮洙, 金鍾禪, 禹昌命, 李瑞來 : 한국 식품과학회지, 5, 16(1973)
2. 김성곤, 최홍식, 권태완, 비·엘·다로로니아, 피·이·마스톤 : 한국 식품과학회지, 10, 11(1978)
3. Hart, M.R., Graham, R.P., Gee, M and Morgan, A.I. Jr.: *J. Food Sci.*, 35, 661(1970)
4. Baker, J.C., Parker, H.K. and Mice, M.D.: *Cereal chem.*, 23, 30(1946)
5. Rohrtich, M. und Brückner, G.: *Das Getreide*, vol. 1, Verlag Paul Parey p.159, (1966)
6. Weipert, D. and Zwingelberg, H.: *Cereals for Food and Beverages* (Inglett, G.E., ed.) *The pentosan-starch ratio in relation to quality of milled rye products.* Academic Press (1980)
7. Prentice, N., Babler, S. and Faber, S.: *Cereal chem.*, 57, 198(1980)
8. Griswold, R.M.: *The Experimental Study of Foods*, Houghton Mifflin Co. Boston (1962)
9. Gohl, B., Larson, K., Nilsson, M., Theander, O and Thomke, S.: *Cereal Chem.* 54, 690(1977)
10. Lorenz, K.: *Baker's Digest*, 55, 32(1981)
11. Goforth, D.R., Finney, K. F. Hoseney, R.C. and Shogren, M.D.: *Cereal Chem.* 54, 1249(1977)
12. Beckwith, A.C., Wall, J.S. and Dimler, R.J.: *Arch. Biochem. Biophys.* 103, 319(1963)
13. Neumann and Pelshenke: *Brotgetreide und Brot*, Paul Parey, Berlin and Hamburg p.151, (1954)