

膨化쌀가공 식품으로써의 증편에 관한 조리과학적 고찰

강 미 영

경북대학교 사범대학 가정교육과

서 론

증편은 쌀가루에 탁주를 넣어 일정시간 발효시킨 후 찌서 만들어진 海綿狀의 조직을 가지는 우리나라 전통 쌀가공 식품이다. 발효공정을 거친다는 제조과정의 특수성 때문에 조리조건에 따라 제품의 품질이 현저하게 달라질 가능성이 많아 증편제조법은 기술적으로 어렵다고 여겨지고 있으나, 발효원으로 첨가하는 탁주에 함유되어 있는 미생물들의 발효작용 결과 구성성분들의 물리·화학적 변화로 인해 소화흡수가 용이한 상태로의 성분 변화가 기대되며, 증편 특유의 膨化된 海綿狀의 조직은 쌀로 만든 다른 종류의 떡과는 달리 검탄성의 食感を 부여하며, 발효에 따른 pH저하로 인해서 어느 정도의 방부효과도 있는 쌀가공 식품이라 할 수 있겠다.

한편 우리나라 농업에 있어서 기간작목 구실을 하고 있는 쌀은, 다수확 품종개발 및 미작기술의 발달로 쌀의 증산은 이룩하게 되었으나 식생활 양상의 변화로 인해 소비감소에 기인 하는 생산과잉의 형태에 직면하고 있다. 그러므로 적극적인 쌀 소비확대 방안으로서 다양한 쌀가공 식품의 개발이 절실히 요청되고 있는 실정이다.

이에 저자들은 쌀을 원료로 하는 증편에 관한 일련의 연구(증편 제조법에 대한 표준화 방법의 설정, 증편 반죽 성분의 발효에 따른 변화, 쌀 품종별 증편 가공적성 검토)를 수행함으로써 전통 음식에 대한 조리과학적 고찰 뿐 아니라 미생물을 이용하는 쌀가공 식품으로서의 증편이라는 관점에서 연구를 진행시키고 있다. 쌀의 가공성 개선을 통한 附加價値 증대방안이 적극적으로 검토되어야 할 現 시점에서 증편과 같은

발효 쌀가공 식품의 제조원리에 대한 식품화학적 연구는, 쌀의 이용성 증대를 위해서도 필요한 사항이라고 생각되어진다.

1. 증편 제조법에 대한 표준화 방법의 설정

증편은 다른 종류의 떡과는 달리 海綿狀의 조직을 가지며 그로인한 특유의 食感때문에 높은 기호도가 예상되는 식품이다. 이러한 증편 특유의 조직감은 발효과정 중에 일어나는 반죽성분간의 상호작용 및 발생하는 CO₂의 팽압에 의한 반죽의 팽창, 그리고 성형 후 가열과정을 통한 이들 성분들의 가열변성에 따른 망상조직의 형성에 기인 한다고 할 수 있겠다. 그러므로 조리조건(발효조건)에 따라 제품의 품질이 현저하게 달라질 가능성이 많다. 이에 증편조제에 중요한 요인이라 여겨지는 다섯요인(발효원, 가수량, 발효온도, 발효시간, 팽창제의 유·무)의 수준을 실용적인 범위내에서 다음과 같은 수준으로 정하였다.

발효원으로서 탁주와 이스트를 사용하였으며 탁주의 양은 쌀가루 무게에 대한 부피비율로서 15% (v/w), 이스트의 양은 쌀가루 무게에 대한 중량비율로서 1%, 2% (w/w)의 2수준으로 첨가하였다. 가수량은 쌀가루 무게에 대한 부피비율로서 60%, 70%, 75% (v/w)의 4수준으로 하였고, 발효온도는 30°C, 40°C의 2수준, 발효시간은 2, 3, 4, 5, 6, 12시간의 6수준에 대해서 검토하였으며, 팽창제로서 베이킹파우더는 쌀가루 무게에 대한 중량비율로서 1% (w/w)를 첨가한 경우와 첨가하지 않은 경우의 2수준으로 하였다. 이상의 조건들로 조합한 288종류의 시료를 다음과 같은

방법으로 조제하여 증편을 제조하였다. 쌀가루에 설탕 10% (w/w), 소금 1% (w/w)를 섞은 후 각각의 발효원 및 팽창제를 넣어 잘 반죽하여 일정한 온도에서 일정시간 발효시켜, 찜틀에 성형하여 20분간 찜 후, 제조된 증편의 性狀(부품모양, 스펀지상의 생성여부, 기공의 균일성) 및 食味(냄새, 맛, 찰기, 스펀지감)에 대한 관능검사를 실시하였다.

증편 性狀에 대한 관능검사의 결과에 의하면, <표 1>에 나타내는 바와 같이 발효원을 제외한 요인들 즉 팽창제, 가수량, 발효시간, 발효온도 별로 수준간에 증편의 부품정도, 스펀지상의 생성여부, 기공의 균일성등 증편 性狀의 기호도에 유의한 차이가 있었다. 한편 발효원은 스펀지상의 생성여부와 기공의 균일성에만 유의한 차이를 나타내고 있었다.

이렇게 유의적인 차이를 나타내는 발효조건들을 각수준의 모평균 값으로서 비교하여 보면

<그림 1>, 가수량을 70%로 하여, 발효원으로는 이스트를 쌀가루 중량의 1% 첨가하고, 발효에 따른 증편 반죽의 팽창을 돕기위해서 베이킹과우더를 쌀가루 중량의 1% 첨가한 후, 40℃에서 4시간 발효시켜 찜것이 증편 性狀에 대한 기호도가 가장 좋은것 같다. 이밖에 발효조건 2, 3 요인간의 相互作用에 의해서도 증편 性狀에 대한 기호도에 유의한 차이가 있었다. 즉 가수량과 팽창제, 발효원과 발효시간, 가수량과 발효온도에 의해서는 증편의 부품정도, 스펀지상의 생성여부, 기공의 균일성 등 관능검사를 실시한 모든항목에 대해서 유의한 차이를 나타내고 있었다. 그리고 발효원과 발효온도 및 발효시간과 발효온도와의 相互作用에 의해서는 증편의 부품정도에, 팽창제와 발효시간에 의해서는 스펀지상의 생성여부에 각각 유의한 차이가 있었다. 또한 발효원×발효시간×발효온도 등 3요인간 相互作用에 의해서는 스펀지상의 생성여부 및

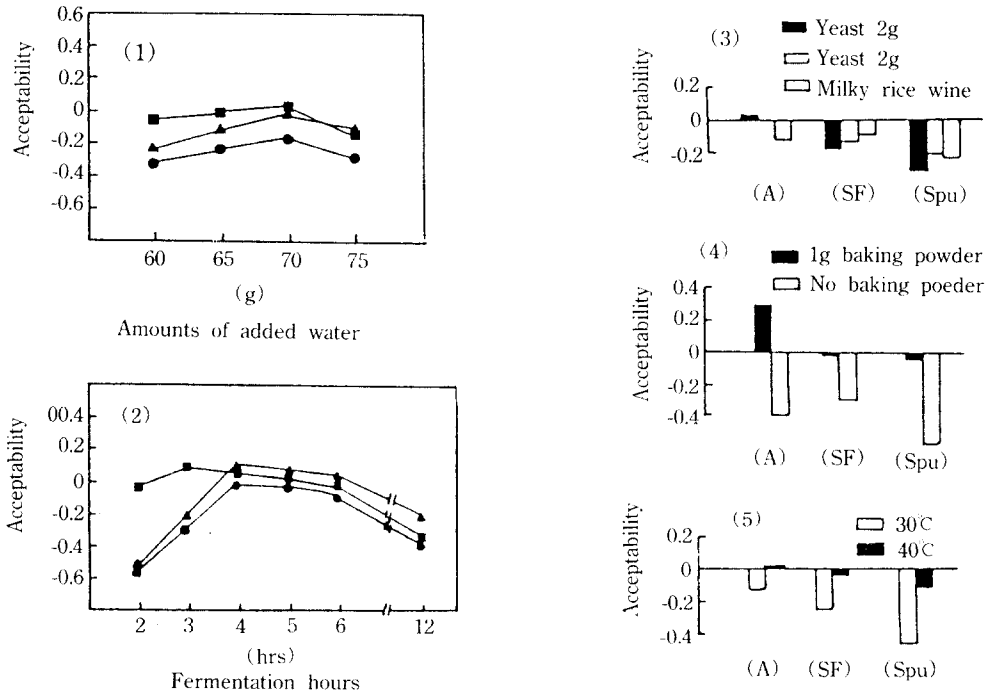


Fig 1. Changes in acceptability to expended appearance(A, ●—●), sponge formations(Sf, ▲—▲) and sponge pores uniformity(Spu, ■—■) steamed rice bread according to various conditions of fermentation factors such as amounts of added water(1), fermentation hours(2), fermentation sources(3), added baking powder(4) and fermentation temperature(5).

Table 1. Analysis of variance for the physiognomical properties of steamed rice bread

Source of variance	df	Expanded appearance		Sponge formation		Uniformity of sponge pore	
		Mean square	F-Value	Mean square	F-Value	Mean square	F-Value
Expanding chemical(EC)	1	34.505	**157.47	5.7105	**25.129	27.445	**114.75
Fermentation Source(FS)	2	0.47395	2.1630	3.0296	**13.320	1.1085	**4.634
Added water amount(AW)	3	0.84972	**3.8779	1.2569	**5.5048	1.0391	**4.3446
Fermentation hours(FH)	5	1.1255	**5.1365	2.6292	**11.576	1.5434	**6.4532
Fermentation temp(TEM)	1	1.4238	**6.4981	3.1815	**14.000	6.7604	**27.889
EC×FS	2	0.02048	0.09347	0.67234	2.9587	0.30914	1.2926
EC×AW	3	1.0211	**4.6600	0.97256	**4.2798	1.2212	**5.1063
EC×FH	5	0.27290	1.2455	0.05214	0.22944	0.21698	0.90722
EC×TEM	1	0.9687	0.44209	1.6821	**7.4020	0.57835	2.4181
FS×AW	6	0.30600	1.3965	0.46626	2.0518	0.36382	1.5212
FS×FH	10	1.5058	**6.8719	3.7380	**16.449	2.9464	**12.319
FS×TEM	2	0.83446	**3.8083	0.43950	1.9340	0.30280	1.2660
AW×FH	15	1.1194	**5.1087	2.6876	**11.827	2.5408	**10.623
AW×TEM	3	0.80575	**3.6773	4.6739	**20.964	4.1201	**17.226
FH×TEM	5	2.0371	**92.970	0.66227	2.7383	0.63273	2.6455
EC×FS×AW	6	0.04694	0.21422	0.06585	0.28978	0.26012	1.0876
EC×FS×FH	10	0.20461	0.93380	0.20740	0.91267	0.15414	0.64448
EC×FS×TEM	2	0.06673	0.30454	0.23721	1.0439	0.57955	2.4232
EC×AW×FH	15	0.17014	0.77648	0.35585	1.5659	0.28418	1.1882
EC×AW×TEM	3	0.05720	0.26105	0.06706	0.29510	0.12702	0.53108
EC×FH×TEM	5	0.44715	2.1776	0.27712	1.2948	0.33555	1.4030
FS×AW×FH	30	0.19809	0.90404	0.49950	2.1981	0.38503	1.6099
FS×FH×TEM	10	0.74000	*3.3772	1.0008	**4.4041	0.92042	**3.8484
AW×FH×TEM	15	0.51546	2.3525	0.73380	*3.2291	0.34183	1.4292
Error	121	0.21912		0.22715		0.23917	

*P<0.05.

**P<0.01.

Table 2. Analysis of variance for the acceptability of steamed rice bread

Source of Variation	df	Flavour		Taste		Chewiness		Springiness		Overall acceptability	
		Mean square	F-value	Mean square	F-value	Mean square	F-value	Mean square	F-value	Mean square	F-value
Expanding chemical(EC)	1	5.3382	**36.320	4.8159	**24.669	2.2254	**15.261	5.1336	**42.218	4.5150	**38.637
Fermentation source(FS)	2	10.393	**70.717	11.098	**56.849	1.1755	**8.0614	1.6989	**13.971	10.087	**86.323
Added water amount(AW)	3	1.0963	**7.4578	2.0246	**10.371	1.5906	**10.908	0.49568	*4.0764	1.3227	**11.320
Fermentation hours(FH)	5	12.357	**84.065	21.543	**110.35	2.6811	**18.387	1.5170	**12.476	16.210	**138.73
Fermentation temp(TEM)	1	0.01049	0.07136	0.39858	2.0417	0.00056	0.00384	4.1106	**32.628	0.84370	**7.2205
ES×FS	2	1.5106	**10.276	0.55047	2.8198	0.00890	0.06145	0.04896	0.38863	0.071779	**6.1430
EC×AW	3	0.20512	1.3709	0.34969	1.7913	1.15327	1.0511	0.76541	**6.2206	0.24801	2.1225
EC×FH	5	0.27752	1.8880	0.45480	2.3297	0.21755	1.4940	0.01285	0.10568	0.21743	1.8608
EC×AW	1	0.07258	0.49376	0.15429	0.79036	0.01088	0.07641	0.08429	0.69319	0.08208	0.70246
FS×AW	6	0.15708	1.0686	0.12851	0.65830	0.05136	1.7238	0.52318	**4.3025	0.18856	1.6137
FS×FH	10	0.18711	1.2729	0.71297	**3.6522	0.16973	1.1640	0.87641	**7.2074	0.79685	*6.8196
FS×TEM	2	0.14907	1.0141	1.4345	**7.3484	1.7699	**12.138	0.06781	0.55766	0.36277	*3.1047
AW×FH	15	0.17072	1.16141	0.33351	1.7084	0.42816	2.9362	0.62349	**5.1275	0.28406	2.4310
AW×TEM	3	0.48724	2.3147	0.19147	0.98081	1.2103	1.4419	1.4128	**11.619	0.00653	0.05589
FH×TEM	5	1.6138	**10.979	2.0138	**10.316	1.4624	**10.029	0.30142	2.4788	2.1132	**18.085
EC×FS×AW	6	0.19353	1.3166	0.18753	0.96063	0.05050	0.34632	0.12984	1.0678	0.07502	0.64204
EC×FS×FH	10	0.46050	*3.1328	0.15090	0.77299	0.20719	1.4209	0.09984	0.76249	0.15345	1.3133
EC×FS×TEM	2	0.18630	1.2674	0.05356	0.27436	0.13579	0.93122	0.09400	0.77304	0.01196	0.10005
EC×AW×FH	15	0.14895	1.0133	0.13478	0.69041	0.07939	0.54444	0.12941	0.0272	0.09552	0.81748
EC×AW×TEM	3	0.10829	0.73670	0.13463	0.68965	0.25597	1.755	0.11401	0.93760	0.09622	0.82347
EC×FS×TEM	5	0.04765	0.32416	0.31374	1.60714	0.02202	0.15101	0.15503	1.2749	0.17096	1.4631
FS×AW×FH	30	0.20638	1.4040	0.13676	0.66982	0.07435	1.1957	0.16777	1.3997	0.12738	1.0901
FS×FS×TEM	10	0.56287	**3.8292	0.62061	*3.1791	0.27825	1.9082	0.21943	1.8046	0.65840	**5.6347
AW×FS×TEM	15	0.43244	2.9419	0.40612	2.0804	0.51049	**3.5008	0.30507	2.5088	0.16387	1.4019
Error	121	0.14699		0.19523		0.14582		0.12160			

*P<0.05. **P<0.01.

기공의 균일성에 대한 기호도에 유의한 차이를 나타내고 있었다.

증편 食味에 대해서는, <표 2>에 나타내는 바와 같이 발효온도를 제외한 요인들 즉 팽창제, 발효원, 가수량, 발효시간 별로 수준간에 증편의 냄새, 맛, 찰기, 스펀지감, 총평 등 검토한 모든 항목에 대해서 유의한 차이가 있었으며 발효온도는 스펀지감과 총평에만 유의한 차이를 나타내고 있었다. 이들 발효조건 각수준의 모평균값을 비교하여 보면 <그림 2>, 증편 식미에 대한 기호도가 가장 좋은 제조조건으로는 가수량 70%로 반죽을 하고, 발효원으로서 이스트 1%를 사용하며, 반죽의 팽창을 돕기 위해서 베이킹파우더 1%를 첨가하여, 30℃에서 5시간 발효시킨 후 성형하여 찌는 것이었다. 이들 발효조건 2, 3요인간의 相互作用에 의해서도 유의한 차이가 있어 발효원의 종류에 따른 팽창제 첨가여부에 의해서는 냄새 및 총평에, 가수량을 달리하였을 때는 스펀지감에, 발효시간을 달리하였을 때는 맛과 스펀지감에, 발효온도를 달리하였을 때는 맛과 찰기에 대해서 유의한 차이를 나타내고

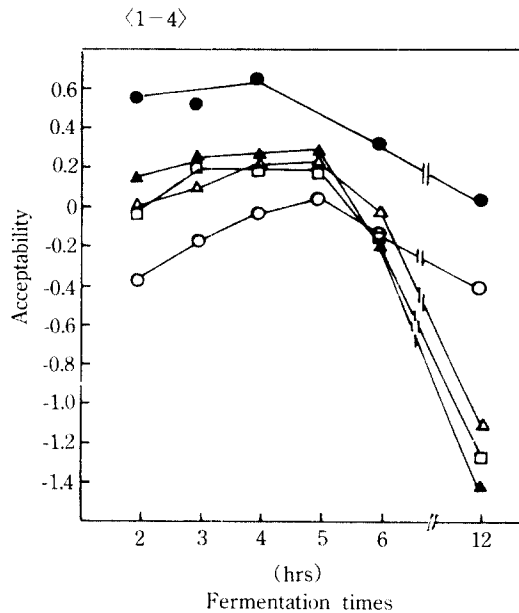
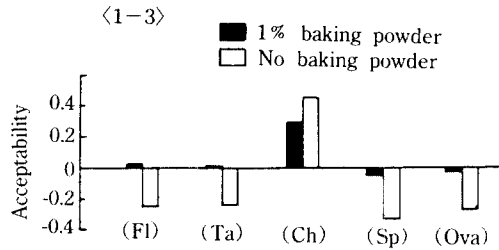
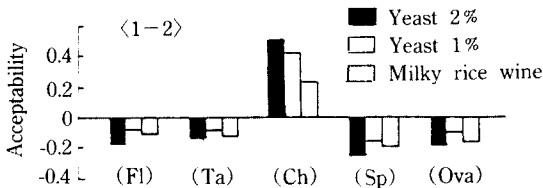
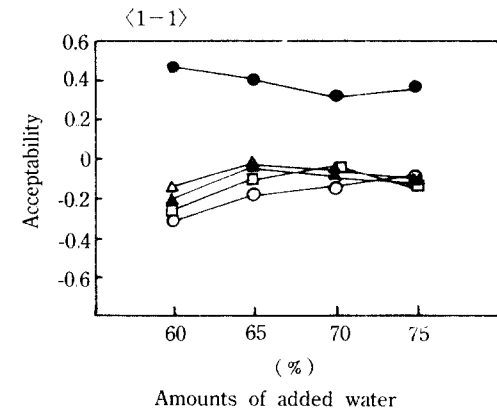


Fig 2. Changes in acceptability to flavour(FI, △-△), taste(Ta, ▲-▲), chewiness (Ch, ●-●), springiness(Sp, ○-○) and overall-acceptability(Ova, □-□) of steamed rice breads according to various conditions of fermentation factors such as added water(1), fermentation sources(2), added baking powder(3), fermentation times(4).

있었다. 그리고 발효시간에 따른 발효온도에 의해서는 냄새, 맛, 찰기 및 총평에 대해서 유의한 차이를 나타내고 있었다. 이밖에 가수량에 따른 팽창제의 첨가 여부, 발효시간, 발효온도에 의해서는 스펀지감에 대해서만 유의한 차이를 나

타내고 있었다. 또한 발효원×발효온도×발효시간 등 3요인간 相互作用에 의해서는 냄새 및 총평에, 팽창제×발효시간×발효온도 등 3요인간 相互作用에 의해서는 찰기에 각각 유의한 차이를 나타내고 있었다.

2. 증편 반죽성분의 발효에 따른 변화

쌀로 만들어진 다른 종류의 떡과는 달리 증편은 마치 찰빵과 같은 海綿狀의 조직을 가지고 있다. 이러한 海綿狀의 조직을 가지는 가공식품의 제조가 가능하기 위해서는 구성 단백질의 망상구조 형성능력 및 gas 포집능력, 구성전분의 호화특성, 구성 gum질, 구성 지방산 등의 상호작용에 의한 조화가 적절히 이루어져야 한다.¹⁾ 증편의 주재료인 쌀의 경우에는 구성성분들의 특성상 앞에 열거한 요인들을 만족시키지는 못하지만, 발효과정을 거쳐 제조된 증편은 海綿狀의 조직을 가지는 膨化 쌀가공 식품인 것이다. 즉, 발효과정 중 성분간 상호작용에 의해서 증편반죽의 망상구조 형성이 가능하게 되었다고 할 수 있겠다. 이에, 증편 반죽의 발효과정 중에 변화하는 몇몇 이화학적 특성을 검토 함으로써 발효과정 중 반죽 구성성분간의 상호작용에 의한 망상구조 형성의 가능성에 대해서 고찰하고자 한다.

2-1. 증편반죽의 경시적인 물성변화

발효가 진행됨에 따라서 반죽의 pH(5.8)는 점차 낮아져서 pH 3.9까지 저하하였고, 점성은 점차 증가하고 있었으며, 부피는 발효경과 10시간까지는 증가하지만 그 이후부터는 감소하는 경향을 나타내었다(그림 3). 증편반죽의 pH 저하는 발효에 따른 유기산 생성에 기인하는 것으로서, 이러한 pH의 변화는 증편 반죽내 여러 효소(protease류, amylase류)들의 활성에 영향을 미치는 중요한 환경요인이 되리라 짐작할 수 있겠다. 한편 발효에 따른 점성의 증가는 반죽 구성성분들의 회합에 의한 거대 분자화에 따른 변화이리라고도 예상할 수 있겠다. 증편과 유사하게 발효과정을 거치는 식품인 Idli(인도의 rice cake 일종) 및 fermented rice layer cake의 경

우에도 발효가 진행됨에 따라 반죽의 점도증가가 관찰되는데^{2,3)}, 이러한 점도증가의 요인이 Idli의 경우에는 globulin류 단백질의 특성에만 기인하는 것이 아니고 반죽속에 공존하는 arabinogalactan의 역할에 기인한다고 하였다.³⁾ 이러한 맥락에서 볼 때, 증편의 경우에도 반죽의 발효과정 중 공존하는 미생물이 생성하는 어떠한 미지의 물질을 매개로 반죽 구성성분간의 회합에 의한 물성변화가 점성증가의 형태로 나타나는 것이 아닌가라고 생각되어진다. 반죽의 점성증가와 더불어 반죽이 부풀어 오르는 부피의 증가(반죽의 팽화) 또한 발효의 진행과 더불어 두드러지게 나타나는 경시적 변화이다. 반죽의 발효과정 중 생성되는 CO₂의 팽압에 의해서 증편반죽(dough)이 팽창되는 현상이 발효경과 10시간까지는 증가하다가 그 이후부터는 약간 감소하는 경향을 나타내고 있다.

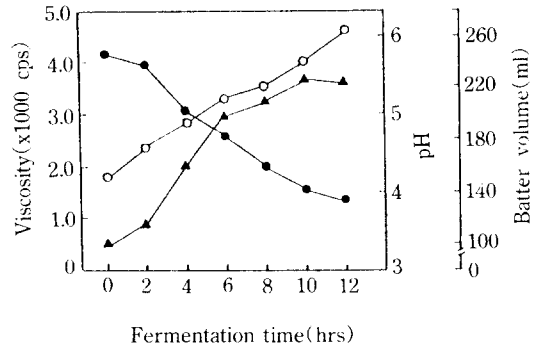


Fig 3. Changes in viscosity(○-○), pH(●-●) and batter volume(▲-▲) during fermentation.

증편반죽의 발효에 따른 이러한 경시적 물성 변화(점성 및 부피의 증가)는 주재료인 쌀단백질에서는 기대할 수 없었던 기능특성인 dough 형성능이 발효과정을 거치면서 발현되는 것이라고도 생각할 수 있다는 점에서 흥미로운 결과라 할 수 있겠다.

2-2. 발효에 따른 탄수화물 성분들의 경시적인 변화

증편반죽을 경시적으로 채취한 후 diastase추출액을 제조하여 효소활성을 검토한 결과 발효가 진행됨에 따라 diastase의 활성이 증가하고 있었으며, 10시간 경과후 효소의 활성이 가장 높았고 그 이후부터는 오히려 감소하고 있다(표 3). 발효의 진행과 더불어 경시적으로 변화하는 반죽의 pH 변화를 고려하지 않고, 일률적으로 pH 5.6의 acetate 완충액 조건에서 diastase의 활성을 측정하였으므로, 경시적으로 변화하는 반죽의 diastase활성을 정확하게 측정하였다고는 할 수 없으나 효소 활성의 변화가 관찰되었다는 점으로 미루어 보아 반죽 구성성분 중 탄수화물 분획의 변화는 기대할 수 있다 하겠다. 한편 제빵과정에서 밀 gluten과 밀전분의 역할에 대한 연구들은, 밀가루 반죽의 dough matrix형성시 gluten과 밀가루 전분이 잘 결합할 수 있도록 특유한 표면구조(즉, 제분과정중 전분입자의 손상으로 인한 손상전분입자의 비율이 다른 곡물에 비해 월등히 많다)를 제공하고 있다⁴⁾는 등 밀 단백질과 밀 전분의 상호작용에 관한 관점에서의 연구^{5,6)}가 활발히 진행되고 있으나, 증편과 같이 쌀로 제조되는 스펀지상의 질감을 가지는 식품들에 대해서는 dough matrix형성과 관련지워 쌀가루 전분과 반죽 구성성분간의 상호작용에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 이에 조리과정 중 변화하는 쌀 전분분획의 변화에 대해서 검토하였다. <표 3>에서 알 수 있듯이 증편반죽의 diastase 활성이 경시적으로 변화하고 있었다. Diastase 작용에 의해서 전분분획의 변화가 예상되므로, 증편반죽으로 부터 전분분획을 분리하여 전분-I₂복합체의 흡수스펙트럼 분석을 이용하여 발효에 따른 전분분획의 변화에 대해서 검토하고자 하였다. 증편반죽으로 부터 경시적으로 채취한 전분을 0.1N NaOH에 의해서 호화 시킨후 1% I₂-10 KI에 의한 모색반응의 500-700nm까지의 흡수스펙트럼 분석(표 4)에 의하면 발효가 진행됨에 따라 전분-I₂ 복합체의 최대 흡수 파장(λ_{max})에 아주 근소한 차이기는 하지만 변화를 보이고 있었으며, amylose의

Table 3. Changed in diastase activity on Jungpyun dough during fermentation

Fermentation time (hours)	Total activity (units)	Protein content (mg)
0	19.08	1.28
2	21.15	1.46
4	26.37	1.54
6	31.64	1.62
8	34.29	1.54
10	35.61	1.51
12	38.39	1.82

Table 4. Changes in λ_{max} of iodine absorption and blue value of starches from Jungpyun dough during fermentation

Fermentation times (hrs)	λ_{max} (nm)	Blue value at 680nm
rice	590	0.226
0	588	0.208
2	586	0.203
4	585	0.202
6	585	0.198
8	585	0.195
10	585	0.194
12	584	0.191

양을 추정하는 수단으로 이용하는 680nm에서의 靑價 또한 조금 감소하고 있었다. 전분-I₂ 복합체의 최대흡수파장은 전분을 구성하고 있는 glucose 直鎖성분과 I₂와의 복합체에 의해서 형성되는 값이므로 glucose 直鎖성분이 많거나, glucose 直鎖성분의 길이가 긴 경우에는 高波長측에 최대흡수파장이 존재하게 되는 것이다. 그리고 靑價라 함은 전분의 amylose함량을 측정하는데 일반적으로 이용되는 것으로서 전분분자가 I₂분자와 복합체를 형성하는 모색하는 성

질을 이용하는 것이므로, amlose를 구성하는 glucose chain length의 長·短에 따라 값이 달라질 수가 있기는 하지만 측정방법이 비교적 간편하기 때문에 널리 이용하는 방법이다.⁷⁾ 그러므로 <표 4>에서 보여지는 이러한 변화는, 발효가 진행되면서 diastase의 작용에 의해서 전분분자 glucose chain의 중합도가 감소하고 있음을 나타내는 결과라고 할 수 있겠다. 이에 전분분자의 $\alpha-1,6$ glycoside 결합을 isoamylase에 의해서 가수분해시킨 후, Sephadex G-75를 이용한 gel permeation chromatography를 행하여 glucose의 chain length 분포를 측정하였다. <그림 4>에서 알 수 있듯이 쌀가루 전분분획과 증편반죽 전분분획의 chain length 분포는 거의 유사하지만, 발효가

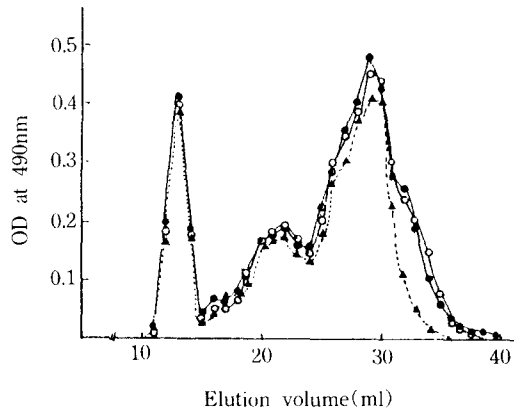


Fig 4. Elution patterns on Sephadex G-75 column of rice(●-●), 0 hr.(○-○) and 4 hr.(▲-▲) fermented jung-pyun dough starches debranched by isoamylase.

진행됨에 따라 중합도가 낮은(짧은 glucose chain)부분이 우선적으로 가수분해 되어가고 있음을 알 수 있다. 이러한 결과들로 미루어 보아 증편반죽의 발효에 따른 전분분획의 변화는 아주 조금 일어났다고 생각되어지는데, 미미하나마 관찰되어진 이러한 변화가 앞에서 언급되었던 증편반죽의 물성변화에 어떠한 영향을 미치고

있는가에 대해서 장차 보다 심도 깊은 연구 검토가 이루어져야 하리라고 생각되어진다.

2-3. 발효에 따른 단백질 성분들의 경시적 변화

경시적 증편반죽 시료로 부터 protease 추출액을 제조하여, 조효소액의 효소활성을 측정하였다. <표 5>에서 나타내는 바와 같이 발효가 진행됨에 따라 protease의 활성이 증가하고 있었으며, diastase의 경우와 같이 발효 10시간 경과되었을 때 최대의 활성을 나타내었고 그 이후부터는 감소하는 경향을 나타내고 있었다. 이에 경시적 증편 반죽 시료로 부터 단백질 분획을 분리하여, Suprose CL-12를 이용한 gel permeation chromatography를 실시하였다. <그림 5>에서 알 수 있듯이 발효의 진행과 더불어 단백질분획의 분자량 pattern상의 변화가 보이며, protease의 활성이 증가하고 있음에도 불구하고 고분자량 측의 peak도 새로 생기는 등 오히려 고분자화 경향을 보이고 있었다. 한편 이들 분획의 total sugar 함량을 측정하였더니 <그림 6>에 나타내고 있는 바와 같이 단백질 흡수과장인 280 nm에서의 흡광곡선상 고분자량측의 peak와 설탕함량의 peak가 겹치면서 나타나고 있었다. 이는 당질을 매개로하여 단백질성분들의 회합에 의한 고분자화라고도 생각되어지는 결과라고도 할 수 있겠다. 즉, 쌀단백질 만으로는 마치 밀

Table 5. Changes in protease activity on Jungpyun dough during fermentation

Fermentation time (hours)	Total activity (units)	Protein content (mg)
0	24.5	1.28
2	26.3	1.46
4	33.4	1.54
6	35.8	1.62
8	47.2	1.54
10	46.1	1.51
12	44.3	1.82

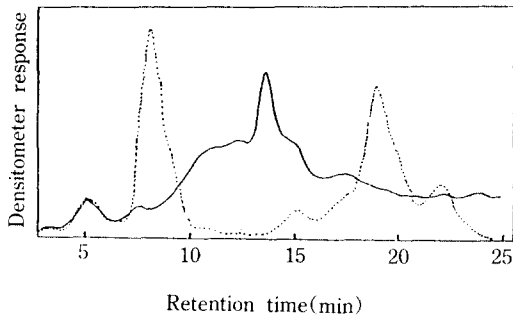


Fig 5. Gel filtration patterns of the 1% SDS extracts from Jung-pyun doughs eluted on a Suprose CL-12 column with 0.05 M phosphate buffer(pH 7.5) containing 0.15M NaCl. A ; rice flour, B ; 0 hr fermented dough, C ; 2 hr fermented dough, D ; 4 hr fermented dough, E ; 6 hr fermented dough, F ; 12 hr fermented dough.

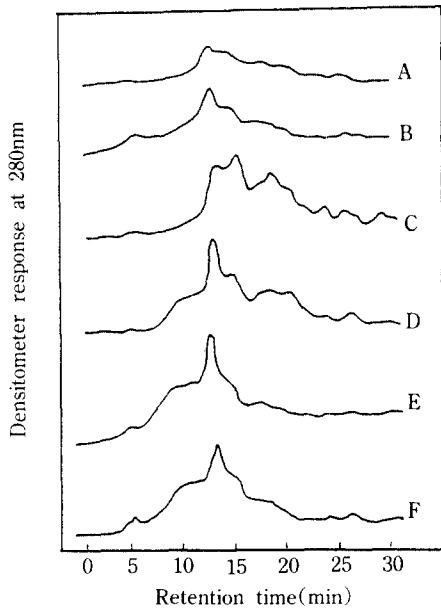


Fig 6. Gel filtration patterns of the 1% SDS extracts from 6 hr fermented Jung-pyun dough eluted on a Suprose CL-12 column with 0.05M phosphate buffer(pH 7.5) containing 0.15M NaCl. Solid lind indicates protein(280nm). Dotted lind indicates carbohydrate(680nm).

단백질(gluten)의 기능특성인 망상구조의 형성 능이 없지만, 발효에 따른 증편반죽 구성성분들의 상호작용에 의해서 망상구조의 형성이 가능하게 되었으며, 그로인해 발효에 따른 증편반죽의 물성변화(점성 및 부피의 증가)가 이루어진 것이라고 생각할 수 있겠다.

3. 쌀 품종별 증편가공적성의 검토

증편으로부터 기대되는 texture는 주로 스펀지상의 조직에 기인하는 것으로써 이는 일반적으로 떡들이 지니고 있는 쫄깃쫄깃한 것과는 다른 조직감인 것이다. 쫄깃쫄깃한 조직감이란 주로 호화된 전분 gel이 나타내는 물성이라 할 수 있으며, 대체로 amylose 함량이 낮은 japonica 품종의 쌀일수록 우리의 기호에 적합한 조직감을 부여하므로, 이들 품종의 쌀로서 떡 및 밥을 제조하고 있다. 그러나 증편이란 마치 쩐빵과 같은 스펀지상의 조직감이 요구되는 일종의 膨化 쌀가공 식품이며, 이러한 스펀지상의 조직감은 증편반죽 dough의 망상구조 형성능에 기인하는 물성이라 할 수 있겠다. 이러한 점으로 미루어 보아 취반에 부적합한 품종의 쌀이라 하더라도, 발효과정을 거치면서 바람직한 dough의 망상구조가 형성되어 우리의 기호에 적합한 조직감을 가지는 증편이 제조될 가능성이 있다 하겠다. 이에 다수확 품종으로서 <표 6>에 나타내는 바와 같이 amylose 함량 및 호화 특성에서 차이를 보이는 9품종의 쌀을 시료로 하여 증편을 제조한 후 관능검사에 의해서 쌀품종별로 제조된 증편의 食味에 대한 기호도를 측정하였으며, 저장에 따른 품종별 증편의 물성 변화를 측정 비교하였다.

Table 6. Physico-chemical characteristics of rice cultivars

Cultivars	Amylose content	Gel consistency	Gelatinization temperature
Hangangchal	glutinous	soft gel	intermediate
Chucheng	low	soft gel	intermediate
IRAT 177	low	soft gel	high
Yongju	low	soft gel	low
IR 841-76-1	medium	soft gel	low
Suwon 230	medium	hard gel	low
Pusa 33-30	high	medium gel	high
IR 44	high	hard gel	low
IR 31432-6-2-1-3	high	soft gel	low

3-1. 쌀 품종별로 제조한 증편 食味에 대한 기호도

품종별로 제조한 증편의 냄새, 맛, 스펀지감, 찰기 및 총평에 대한 관능검사의 결과를 <표 7>에 나타내었다. 제조된 증편의 냄새는 품종간에 1% 수준에서 유의차가 있었으며, Chucheng과 한강찰벼로 제조한 것의 기호도가 가장 높았고 IRAT 177>용주>IR 44>수원 230>IR 31432-6-2-1-3>Pusa 33-30>IR 841-76-1의 순이었다. IR 841-76-1은 香稻라 불리우는 품종으로서 취반시에는 아주 구수한 향기가 나는 쌀임에도 불구하고 증편으로 제조한 경우에는 냄새에 대한 기호도가 가장 낮게 나타났다. 아마도 쌀자체의 강한 향기에 가공취가 혼합되면서 off flavour가 형성되어 오히려 냄새에 대한 기호도가 감소된 것이라 생각되어진다.

증편의 맛은 주로 첨가된 설탕의 감미에 의해 영향을 받으리라 여겨지지만, 발효과정 중 생성되는 가수분해 산물에 의한 영향 또한 간과할 수 없는 요인이리라 생각되어지므로 품종간의 비교를 시도하였으나 맛에 대한 기호도는 품종간에 유의차가 없었다.

증편은 쌀로 만든 다른 종류의 떡과 달리 스펀지상의 조직감을 나타내는 특성이 있어 이에 대한 기호도를 비교한 결과 쌀 품종간에 1% 수준에서 유의차가 있었으며 amylose 함량이 가장 높은 IR 31432-6-2-1-3이 가장 좋았고 IR 841-76-1>IR 44>수원 230>IRAT 177>용주>Pusa 33-30>Chucheng>한강찰벼의 순이었다. Glutinus 품종인 한강찰벼의 경우, 발효에 따른 반죽부피의 팽창은 non-glutinus 품종 들과 유사한 정도임에도 불구하고 성형하여 찜 후에는

Table 7. Sensory evaluation of steamed rice bread

Cultivars	Flavor	Taste	Sponginess	Stickiness	Overall
Hangangchal	0.3900 ^{h11}	0.2033 ^{ns21}	-2.4800 ^d	3.0000 ^a	0.4233 ^{bc}
Chucheng	0.4000 ^a	-0.4600 ^{ns}	-0.7567 ^a	0.5900 ^{bc}	0.1333 ^{abc}
IRAT 177	0.2633 ^{ab}	0.0400 ^{ns}	0.3667 ^{ab}	0.9100 ^b	0.7000 ^b
Yongju	0.2433 ^{ab}	0.1433 ^{ns}	-0.0233 ^{bc}	-0.1533 ^{cd}	0.5667 ^{abc}
IR 841-76-1	-1.3667 ^c	-0.7100 ^{ns}	0.5767 ^a	1.0233 ^b	-0.3433 ^{bc}
Suwon 230	0.0667 ^{ab}	0 ^{ns}	0.3767 ^{ab}	-0.7100 ^{de}	0.3000 ^{ab}
Pusa 33-30	-0.0667 ^{ab}	-0.4333 ^{ns}	-0.2200 ^{bc}	-1.1567 ^{cd}	-0.6333 ^c
IR 44	0.1400 ^{ab}	-0.5767 ^{ns}	0.5100 ^a	-1.6200 ^f	-0.5433 ^c
IR 1432-6-2-1-3	-0.0367 ^{ab}	-0.2433 ^{ns}	0.7733 ^a	-1.0333 ^f	-0.4333 ^{bc}

마치 인절미와 같은 조직감으로 되어 스펀지감은 전혀 없는 상태가 된다. 이러한 현상은 제빵시 굽거나 찌지는 과정에서 gluten 망상구조 지지 단백질의 열변성 및 전분입자의 호화 gel 형성 성과 연관지워 검토되어야 할 사항이라라는 점에서 흥미있는 현상이라고 생각되어진다.

이렇듯 증편으로부터는 스펀지상의 조직감을 기대하기도 하지만 쌀로 만들어진 떡이라는 점에서 쫄깃쫄깃한 조직감(찰기) 또한 기대되기도 한다. 스펀지상의 조직감과 쫄깃한 조직감이란 서로 상반되는 조직감이기는 하지만 관능검사의 경우에는 이들의 조화로부터 느껴지는 감각 표현이 가능하리라 여겨지므로 품종간 비교를 시도하였다. 품종별 찰기에 대한 기호도 또한 1% 수준에서 유의한 차이가 있었다. 한강찰벼가 가장 높았으며, IR 841-76-1>IRAT 177>Chucheng >용주>수원 230>IR 31432-6-2-1-3>Pusa 33-30 >IR 44의 순이었다.

3-2. 품종별 증편의 물성 및 저장에 따른 변화

9품종의 쌀로 제조한 증편들의 TPA(Texture Profile Analysis) parameter에 의한 물성(hardness; 경도, cohesiveness; 응집성, adhesiveness; 부착성, gumminess; 점조성, springness; 탄력성)을 <표 8>에 나타내었으며, 이들 증편들의 저장에 따른 경시적 물성 변화를 <그림 7,8,9,10,11>에 나타내었다.

증편의 경도는 <그림 7>에 나타내는 바와 같이 쌀 품종에 따라 차이가 있었으며, 저장시간이 경과됨에 따라 경도의 증가를 보이고 있으며, 한강찰벼와 Chucheng을 제외한 대부분의 품종들은 저장 24시간까지의 경도 증가속도가 그 이후보다 두드러지게 빠름을 알 수 있다.

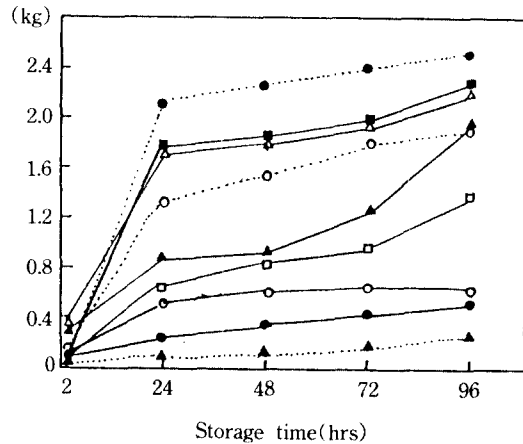


Fig 7. Changes in hardness of rice steamed bread during storage times.

(●-●); chucheng, (○-○); yongju, (▲-▲); IR 31432-6-2-1-3, (△-△); IR 44, (□-□); suwon 230, (■-■); Pusa 33-30, (○-○); IR 841-76-1, (●-●); IRAT 177, (▲-▲); hankangchalbyo

Table 8. Textual properties of steamed rice bread

Cultivars	Hardness (g)	Cohesiveness	Adhesiveness	Gumminess (g)	Springiness (cm)
Chucheng	90.2	0.568	0.00069	51.2	2.3
IRAT 177	106	0.532	0.00102	56.4	3.0
Yongju	96.2	0.605	0.00082	58.4	2.6
IR 841-76-1	127	0.524	0.00091	66.5	2.7
Suwon 230	98.5	0.539	0.00054	53.4	2.5
Pusa 33-30	325	0.458	0.00051	149	3.2
IR 44	286	0.537	0.00108	154	2.1
IR 31432-6-2-1-3	265	0.408	0.00095	108	2.8

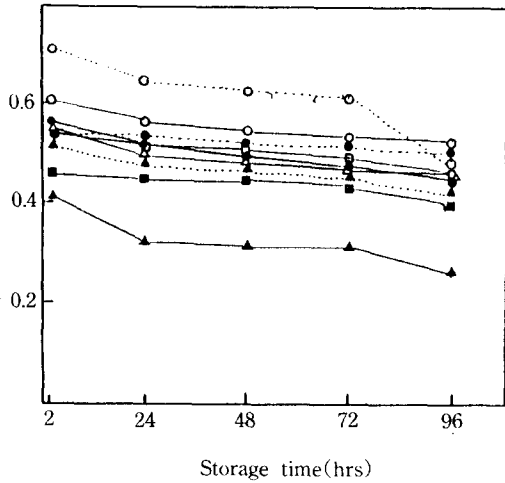


Fig 8. Changes in cohesiveness of rice steamed bread during storage times. (●-●); chucheng, (○-○); yongju, (▲-▲); IR 31432-6-2-1-3, (△-△); IR 44, (□-□); suwon 230, (■-■); Pusa 33-30, (●····●); IR 841-76-1, (▲····▲); IRAT 177, (○····○); hankangchalbyo.

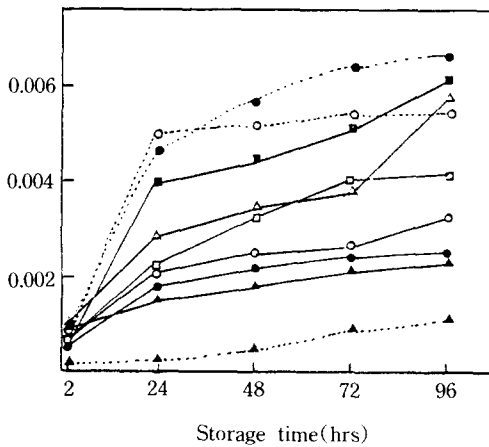


Fig 9. Changes in adhesiveness of rice steamed bread during storage times. (●-●); chucheng, (○-○); yongju, (▲-▲); IR 31432-6-2-1-3, (△-△); IR 44, (■-■); suwon 230, (□-□); Pusa 33-30, (○····○); IR 841-76-1, (●····●); IRAT 177, (▲····▲); hankangchalbyo.

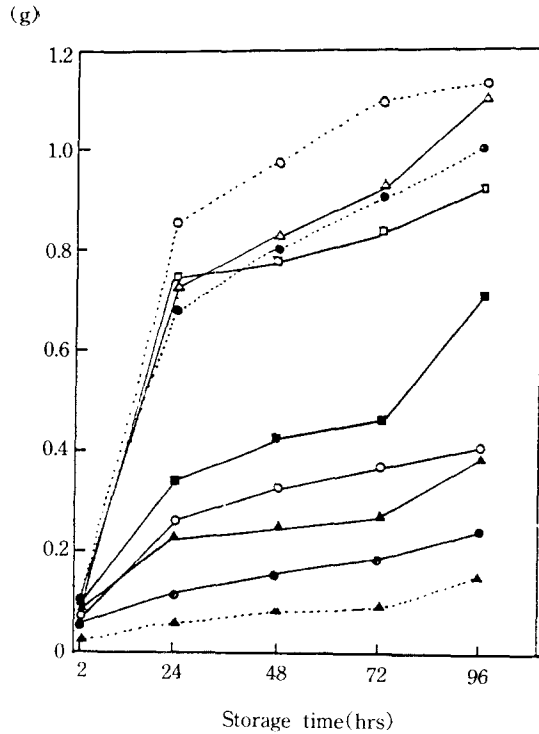


Fig 10. Changes in gumminess of rice steamed bread during storage times. (●-●); chucheng, (○-○); yongju, (▲-▲); IR 31432-6-2-1-3, (△-△); IR 44, (■-■); suwon 230, (□-□); Pusa 33-30, (●····●); IR 841-76-1, (▲····▲); IRAT 177, (○····○); hankangchalbyo.

응집성도 <그림 8>에 나타내는 바와같이 품종간 차이가 있으며, 저장시간이 경과할 수록 응집성은 감소하고 있었다. IR 31432-6-2-1-3의 응집성이 가장 낮았고, 한강찰벼가 가장 높았으며 이들 2품종은 저장에 따른 변화 폭이 대체로 큰 것을 알 수 있다.

부착성 <그림 9>과 점조성 <그림 10>도 품종간에 차이가 있으며 저장시간이 경과함에 따라 증가하고 있었으며, 특히 IRAT 177, IR 44, IR 841-76-1, Pusa 33-30의 품종들은 24시간 저장 동안 부착성 및 점조성의 두드러진 증가를 보였다.

한편 탄력성은 <그림 11>에서 알 수 있듯이 증편 제조 직후(30분)에도 쌀 품종에 따라 두

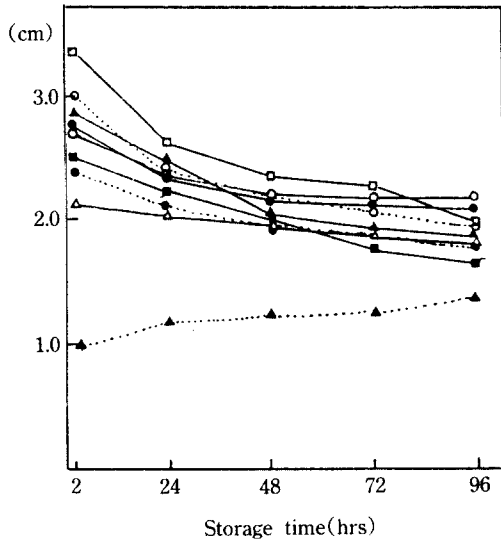


Fig 11. Changes in springiness of rice steamed bread during storage times. (●-●); chucheng, (○-○); yongju, (▲-▲); IR 31432-6-2-1-3, (△-△); IR 44, (■-■); suwon 230, (□-□); Pusa 33-30, (●-○); IR 841-76-1, (○-○); IRAT 177, (▲-▲); hakangchalbyo.

드러진 차이가 있었다. 그리고 glutinus 품종인 한강찰벼는 저장시간이 경과됨에 따라 탄력성이 증가하고 있으나, 그밖의 non glutinus 품종들은 시간이 경과됨에 따라 오히려 감소하고 있었다.

3-3. 품종별 쌀의 이화학적 특성과 증편 물성과의 상관관계

본 연구에서 검토되었던 쌀 품종별 이화학적 특성과 증편의 loaf volume 및 노화에 따른 물성 측정치들로부터 각 항목간의 상관관계를 구하여 <표 9>에 나타내었다.

쌀전분에 기인하는 특성인 품종별 amylose 함량의 차이에 의해서는 노화에 따른 증편물성의 변화 중 경도에 대하여 正의 상관관계를 보이고 있으며, 부착성과는 負의 상관관계를 나타내고 있었다. 즉 amylose 함량이 높은 품종의 쌀로 제조한 증편일수록 빨리 굳어지는 경향이 있었다. 또한 알칼리 호화도가 높은 품종의 쌀일수록 점조성 및 탄력성에 대해서 正의 상관관계를 나타내고 있었다.

쌀 품종별 단백질 함량과 품종별로 제조한 증편의 loaf volume 간에도 正의 상관관계를 나타내고 있으며, 증편의 경우 저장에 따른 물성의 변화 중 경도는 부착성과 점조성에 대해서 正의 상관관계를 나타내고 있었으며 응집성과 탄력성 간에도 높은 正의 상관관계를 나타내고 있었다.

Table 9. Correlation coefficients between textural properties of steamed rice bread and physico-chemical characteristics of rice cultivars

Characteristics	Correlation coefficients
Amylose content-Hardness	0.8701**
Amylose content-Adhesiveness	-0.8740**
Alkali digestion value-Cohesiveness	0.9834**
Alkali digestion value-Springiness	0.9577**
Protein content-Loaf volume	0.7477*
Hardness-Adhesiveness	0.7888*
Hardness-Gumminess	0.6768*
Cohesiveness-Springiness	0.9428*

** : significant at the 1% level.
* : significant at the 5% level.

참 고 문 헌

1. Bloksma, A. H.. Dough structure, dough rheology and baking quality., Cereal Food World, 35, 237, 1990.
2. Perez, C. M. and Juliano, B. O.. Varietal differences in quality characteristics of rice layer cakes and fermented cakes, Cereal Chem., 65, 40, 1980.
3. Susheelamma, N. S. and Rao, M. V. L.. Functional role of the arabinogalactan black gram (*Phaseolus mungo*) in the texture of leavened foods(steamed pudding), J. Food Sci., 44, 1309, 1979.
4. 三國二郎 監修. 澱粉科學 ハントフク. 朝倉書店, 560, 1980.
5. Derby, P. C., Miller, B. S., Miller, B. F. and Trimbo, H. B.. Visual observation of wheat-starch gelatinization in limited water systems., Cereal Chem, 52, 702, 1975.
6. Derrse, P. C., Faibion, J. M. and Hosensy, R. C.. Dynamic rheological properties of flour, gluten and gluten-starch doughs. I. Temperature-dependant changes during heating, Cereal Chem., 65, 348, 1988.
7. Banks, W., Greenwood, C. T. and Muir, D. D.. A critical comparison of the estimation of amylose content by colorimetric determination and potentiometric titration of the iodine complex, Starke, 26, 289, 1974.