

증편반죽의 발효시간에 따른 이화학적 특성 변화

강명수[†] · 강미영*

경북실업전문대학 호텔조리과

*경북대학교 가정교육과

Changes in Physicochemical Properties of Jeungpyon(Fermented and Steamed Rice Cake) Batter during Fermentation Time

Myeong-Su Kang[†] and Mi-Young Kang*

Dept. of Hotel Cuisine, Kyongbuk Junior College, Kyungsan 712-250, Korea

*Dept. of Home Economics, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea

Abstract

To elucidate the mechanism of spongy-like texture formation, changes in physicochemical properties during Jeungpyon(fermented and steamed rice cake) batter fermentation were examined. As fermentation proceeded pH of batter decreased ; in contrast, the viscosity and volume were increased gradually until fermentation time of 10 hours and slightly decreased thereafter. Diastase activity was also increased during fermentation. After the α -D-(1 \rightarrow 6) linkages of amylopectin in starch molecules were hydrolysed by isoamylase, the gel permeation chromatography on Sephadex G-75 revealed that the distribution patterns of glucose chain length of rice starch were similar to that of starch from Jeungpyon batter, and especially the short glucose chain of rice starch was preferentially hydrolysed by diastase. Moreover, through the column chromatography on Suprose CL-12 using SDS-soluble protein extracts from Jeungpyon batter, the new peak of high molecular proteins was detected, even though the protease activity was increased. This result suggest that the condensation with protein components catalyzed by the gums produced by microorganisms present in Jeungpyon batter may contribute significantly to the dough-like properties of Jeungpyon batter.

Key words: Jeungpyon(fermented and steamed rice cake) batter, pH, diastase and protease activity

서론

이병류에 속하는 증편(1)은 쌀가루에 탁주를 첨가하여 일정시간 발효시킨 후 찌서 만든 해면상의 조직을 가지는 떡으로서 그로 인한 특유의 식감 때문에 높은 기호도가 예상되는 우리나라 전통 쌀가공식품이다. 이러한 증편 특유의 조직감은 발효과정 중에 일어나는 반죽 구성성분들의 상호작용 및 발생하는 CO₂의 팽압에 의한 반죽의 팽창, 그리고 성형 후 가열과정을 통한 이들 성분들의 가열변성에 따른 망상조직의 형성에 기인한다고 할 수 있겠다.

빵과 같은 해면상의 조직을 가지는 곡류의 팽화가 공식품 제조가 가능하기 위해서는 구성 단백질의 gluten 망상구조 형성능 및 gas 포집 능력, 구성전분의 호화특성, 구성 gum질, 구성 지방산 등의 상호작용에 의한 조화가 적절히 이루어져야 한다(2). 그러나 증편의 주재료인 쌀의 경우에는 구성성분들의 특성상 앞에 열거한 요인들을 만족시키지는 못하지만, 반죽의 발효과정을 거쳐 제조된 증편은 마치 전빵과 같이 해면상의 조직을 가지는 팽화쌀가공 식품인 것이다. 즉, 발효과정중 성분간 상호작용에 의해서 증편반죽의 망상구조형성이 가능하게 된 결과라 할 수 있겠다.

[†]To whom all correspondence should be addressed

발효에 따른 증편의 이화학적 성질에 관한 연구로는, 증편반죽의 환원당, 유리아미노산 함량의 변화 및 반죽시료 전분입자의 X선회절도 비교에 의한 결정화도의 변화 등(3)에 관해서만 이루어졌을 뿐 증편 특유의 조직감 형성이라는 관점에서의 연구는 거의 없는 실정이다. 이에 증편반죽의 발효과정 중 일어나는 구성성분의 이화학적 특성의 변화를 검토함으로써 증편반죽 구성성분간 상호작용에 의한 망상구조형성의 mechanism에 대해서 고찰하고자, 경시적 발효에 따른 증편반죽의 pH, viscosity, volume의 변화 등 물리적 변화와 아울러 diastase, protease와 같은 가수분해효소의 활성도 변화를 측정하였으며, 아울러 반죽구성 전분분획의 glucose chain length 변화 및 1% SDS에 의해서 용출되는 단백질 분획의 변화에 대해서 검토하였다.

재료 및 방법

실험재료

증편반죽의 제조에 사용된 쌀은 93년도산 일반미로서 시판품을 구입하여 사용하였으며, 탁주는 대구막걸리의 쌀막걸리(알콜 농도 5.8%)를 실험당일 구입하여 사용하였다. 시약 중에 isoamylase, bovine serum albumin(BSA), sodium dodecyl sulfate(SDS)는 Sigma사로 부터 구입하였고, Sephadex G-75 및 Suprose CL-12는 Pharmacia사로 부터 구입 사용하였으며, 이밖에 본 실험에 사용한 기타 시약은 특급 또는 일급품을 사용하였다.

증편반죽 시료의 조제

재료의 전처리

쌀은 수세하여 하룻밤 동안 수침시킨 후 체에 받쳐 1시간 방치하여 물빼기를 한 다음 제분기(대원 food mixer, DWM-510)로 분쇄하고, 20mesh의 체로 쳐서 쌀가루 시료로 하였다. 제분된 쌀가루의 수분은 원료 쌀 수분의 1.4배를 기준으로 하여 이에 미달될 경우에는 반죽시 별도로 물을 첨가하여 보정하였다.

경시적 반죽시료의 제조

쌀가루 : 막걸리 : 설탕 : 소금 : 물(100 : 18 : 10 : 1 : 30)의 중량비(3)로 배합하여, 파리가 일도록 약 20분간 잘 저은 다음, 30°C에서 발효시키면서 경시적으로 시료를 채취하여 -40°C로 동결건조시킨 후 건조시료로써 각 실험에 사용하였다.

반죽의 pH, 점도 및 팽화도 측정

증편반죽의 발효에 따른 경시적 pH 변화는 pH meter (Orion pH electrode model No. 81-63)로, 점도의 변화는 Brookfield 점도계(RVT-100)로 각각 측정하였으며, 반죽의 팽화도는 경시적으로 증가하는 부피증가율로 계산하였다.

Diastase 활성도 변화

Diastase 효소액의 제조

증편반죽의 동결건조 시료를 6배량의 20mM 초산완충액(pH 5.6)에 현탁하여 4°C를 유지하면서 1시간 교반한 후, 3000×g에서 20분간 원심분리하여 상정액을 모은다. 여기에 ammonium sulfate를 첨가하여 75% 포화용액으로 만든 후, 4°C에서 30분간 교반한다. 8000×g에서 20분간 원심분리하여 얻어진 침전물에 0.1N sodium acetate buffer(pH 5.6)를 첨가하여 잘 용해시킨 후, 같은 완충액으로 투석한 것을 diastase 조효소액으로 하였다.

Diastase 활성도 측정

호화 전분용액(4mg/ml, corn starch)에 diastase 조효소액을 첨가하여 37°C에서 20분간 반응시킨 후, 효소의 작용에 의해 유리된 환원당을 정량하였다. 효소의 활성도는 37°C에서 1분 동안에 1μmol의 glucose를 가수분해시키는 효소의 양을 1unit로 하였다. 첨가하는 조효소액의 단백질 함량은 BSA를 표준단백용액으로 하여 Lowry법(4)에 의해 측정하였으며, 환원당 정량은 Somogy-Nelson법(5)에 의해서 측정하였다.

Protease활성도의 변화

Protease 효소액의 제조

동결건조 시료를 6배량의 20mM 인산완충액(pH 7.0)에 현탁시켜 1시간 동안 교반한 후 3000×g에서 20분간 원심분리하여 상정액을 모은다. 여기에 ammonium sulfate를 첨가하여 65% 포화용액으로 한 후, 4°C에서 30분간 교반한다. 10000×g에서 10분간 원심분리하여 얻어진 침전물에 0.1N sodium phosphate buffer (pH 7.0)를 첨가하여 잘 용해시킨 후 같은 완충액으로 투석한 것을 protease 조효소액으로 하였다.

Protease 활성도 측정

단백질용액(1% hammasten casein)에 효소액을 첨가하여 40°C에서 20분간 반응시킨다. 5% TCA용액으로 반응을 정지시키고 30분간 방치 후 여과지(What-

man No.40)를 통과시킨 여액을 280nm에서 흡광도를 측정하였다. 효소의 활성도는 280nm에서 반죽 1g당 1분간에 흡광도를 0.001 만큼 증가시킬 수 있는 효소의 양을 1unit라 하였다.

전분 분획의 경시적 변화

경시적 증편반죽의 동결건조 시료를 3배량의 물에 충분히 적신 후 알칼리 처리(1% NaOH)를 반복함으로써 조단백질을 제거하였고, 에탄올 및 에테르처리에 의해서 지질성분을 제거하였다. 실온에서 자연건조시킨 후, 200mesh의 체를 통과시켜 전분시료로 하였다.

전분-I₂ 정색(棕色)반응은 전분시료를 1N NaOH에 의해서 알칼리 호화시킨 후 1% I₂-10% KI용액과 전분 호화용액과의 정색반응액을 1cm의 cell에 넣어서 BECKMAN DU-65 자동분광도계를 이용하여 500~700nm까지의 흡광도를 기록하여 최대 흡수파장의 흡광도 및 청가(靑價)(전분 1mg당 680nm에서의 흡광도)를 산출하였다(6). 또한 전분분자의 glucose chain length 분포는 전분시료를 1N NaOH용액으로 알칼리 호화시킨 후, isoamylase(25unit/전분 10mg)를 첨가하여 40°C에서 24시간 작용시켜 α-1,6 glycoside결합을 가수분해시킨다. 이 조건은 옥수수전분의 경우 거의 100% debranching 되는 조건이다(7). Debranching 처리한 전분용액을 Sephadex G-75에 의한 gel filtration를 실시하였다. 유출용액은 0.2% NaCl-0.05N NaOH를 사용하였으며, fraction collector를 이용하여 1tube (1ml)당 5min의 속도로 실시하였다. 각 fraction을 1N HCl로 중화한 후, 총 당 함량을 Phenol-H₂SO₄법(5)으로 측정하여 chromatogram을 그렸다.

단백질 분획의 경시적 변화

Danno와 Hoseny(8)이 밀가루 반죽으로부터 gluten 분획을 용출시키는데 사용하였던 방법과 동일한 조건으로 증편반죽 시료로부터 경시적으로 단백질분획을 얻었다. 동결건조 시료에 20배량(w/v)의 1% SDS(pH 7.0)용액을 첨가하여 실온에서 1시간 교반한 다음 10,000 × g에서 20분간 원심분리하여 얻어진 상정액으로부터 trichloroacetic acid용액(최종 농도 ; 12.5%)의 침전분획을 얻어 감압 건조시켰다. 감압건조 시료를 50mM NaH₂PO₄-0.1M NaCl(pH 7.5)완충용액에 용해시킨 후, Suprose CL-12 column을 이용하여 FPLC(Fast Protein Liquid Chromatography)를 실시함으로써 단백질분획의 발효에 따른 변화를 검토하였다. Chromatography의 조건은 flow rate ; 0.5ml/min, chart speed ; 0.5cm/min

이다.

결과 및 고찰

증편반죽의 경시적 물성변화

발효가 진행됨에 따라서 반죽의 pH(5.8)는 점차 낮아져서 pH 3.9 까지 저하하였고, 점성은 점차 증가하고 있었으며, 부피는 발효 경과 10시간까지는 증가하지만 그 이후로는 감소하는 경향을 나타내었다(Fig. 1). 증편반죽의 pH 저하는 발효에 따른 유기산 생성에 기인하는 것으로서 이러한 pH의 변화는 증편 반죽내 여러효소(protease류, amylase류)들의 활성에 영향을 미치는 중요한 환경요인이 되리라 짐작할 수 있겠다.

발효에 따른 점성의 증가는 반죽구성성분들의 회합에 의한 고분자화에 따른 변화로 예상할 수 있겠다. 증편과 유사하게 발효과정을 거치는 식품인 Idli(인도의 rice cake의 일종) 및 fermented rice layer cake의 경우에도 발효가 진행됨에 따라 반죽의 점도증가가 관찰되는데(9,10), 이러한 점도증가의 요인이 Idli의 경우에는 globulin류 단백질의 특성에만 기인하는 것이 아니고 반죽속에 공존하는 arabinogalactan의 역할에 기인한다고 하였다(11). 이러한 결과로 미루어 볼 때, 증편의 경우에도 반죽의 발효과정 중 공존하는 미생물이 생성하는 어떠한 미지의 물질을 매개로 반죽구성성분간의 회합에 의한 물성변화가 점성증가의 형태로 나타나는 것이 아닌가라고 생각되어진다. 반죽의 점성 증가와 더불어 반죽이 부풀어 오르는 부피의 증가(반죽의 팽화) 또한 발효의 진행과 더불어 두드러지게 나타나는 경시적 변화이다. 반죽의 발효과정 중 생성되는 CO₂의 팽압에 의해서 증편반죽(batter)이 팽창되는 현

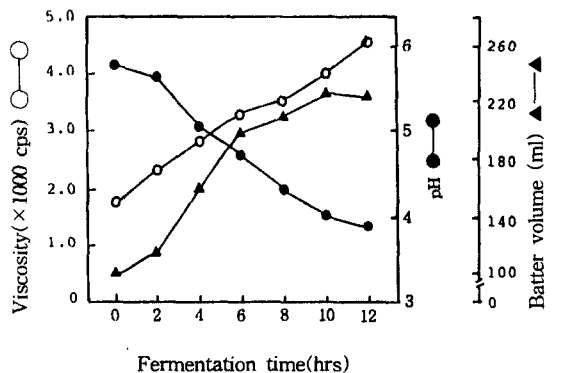


Fig. 1. Changes in viscosity (O--O), pH (●--●) and volume (▲--▲) of Jeungpyon batter during fermentation.

상이 발효결과 10시간까지는 증가하다가, 그 이후부터는 약간 감소하는 경향을 보이고 있다. 증편반죽의 발효에 따른 이러한 경시적 물성변화(점성 및 부피의 증가)는 주재료인 쌀 단백질에서는 기대할 수 없었던 기능특성인 dough 형성능이 발효과정을 거치면서 발현되는 것이라고 생각할 수 있어서 흥미로운 결과라 할 수 있겠다.

증편 반죽성분들의 발효에 따른 경시적 변화

증편반죽의 diastase 및 protease의 활성을 측정된 결과 발효가 진행됨에 따라 이들 효소의 활성은 발효 10시간까지 증가하다가 그 이후로는 감소하는 경향을 나타내었다(Table 1). 이는 발효의 진행과 더불어 변화하는 반죽의 pH 변화는 고려하지 않고, diastase는 pH 5.6의 초산완충액으로 그리고 protease는 pH 7.0의 인산완충액으로 활성을 측정하였으므로, 경시적으로 변화하는 반죽의 효소활성을 정확하게 측정하였다고 할 수 없을지 모르나 효소활성의 변화가 관찰되었다는 점으로 미루어 보아 반죽구성성분 중 탄수화물과 단백질 분획의 변화는 기대할 수 있겠다.

한편 제빵과정에 있어서 밀 gluten과 밀전분의 역할에 관한 연구에 의하면(12-14), 밀 전분의 경우에는 밀

가루 반죽의 dough matrix 형성시 gluten과 잘 결합할 수 있도록 특유한 표면구조(제분과정 중 전분입자의 손상으로 인한 손상 전분입자의 비율이 다른 곡물에 비해서 월등히 높다)를 제공하고 있다고 한다. 이렇게 밀단백질과 밀전분의 상호작용에 관한 관점에서의 연구는 활발히 진행되고 있으나 증편과 같이 쌀로 제조되는 스펀지상의 질감을 가지는 식품들에 대해서는 dough matrix 형성과 관련지워 쌀가루 전분과 반죽 구성성분간의 상호작용에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

증편반죽으로부터 경시적으로 채취한 전분분획을 0.1N NaOH로 소화시킨 후 1% I₂-10% KI에 의한 정색 반응을 500~700nm 파장에서 흡수스펙트럼을 분석한 결과(Table 2), 발효가 진행됨에 따라 전분-I₂복합체의 최대 흡수파장(λ_{max})은 약간 감소하는 경향을 나타내었으며, amylose의 양을 추정하는 수단으로 이용하는 680nm에서의 청가 또한 감소하였다. 전분-I₂ 복합체의 최대흡수파장은 전분을 구성하고 있는 glucose직쇄성분과 I₂와의 복합체에 의해서 형성되는 값이므로 glucose 직쇄성분이 많거나, 길이가 긴 경우에는 고파장 측에 최대 흡수파장이 존재하게 되는 것이다. 그리고 청가는 amylose 함량을 측정하는데 일반적으로 이

Table 1. Changes in diastase and protease activity of Jeungpyon batter during fermentation

Fermentation time(hrs)	Protein (mg/g batter)	Diastase		Protease	
		Total activity (unit/g batter)	Specific activity (unit/mg protein)	Total activity (unit/g batter)	Specific activity (unit/mg protein)
0	1.28	19.1	14.9	24.5	19.1
2	1.46	21.2	14.5	26.3	18.0
4	1.54	26.4	17.1	33.4	21.7
6	1.62	31.6	19.5	35.8	22.1
8	1.54	34.3	22.3	47.2	30.7
10	1.51	35.6	23.6	46.1	30.5
12	1.82	38.4	21.1	44.3	24.3

Protein content and diastase and protease activities of raw rice powder were 0.35, 2.43, 4.94, respectively

Table 2. Changes in blue value and λ_{max} of iodine complex from Jeungpyon batter during fermentation

Fermentation time(hours)	Blue value(680nm)	λ_{max} (nm)	Absorbance
0	0.208 ± 0.001 ^a	596 ± 0.71 ^a	0.262 ± 0.003 ^a
2	0.203 ± 0.002 ^b	588 ± 1.24 ^b	0.260 ± 0.002 ^b
4	0.202 ± 0.009 ^b	585 ± 1.66 ^{bc}	0.260 ± 0.013 ^b
6	0.198 ± 0.007 ^c	580 ± 2.83 ^c	0.258 ± 0.007 ^{bc}
8	0.195 ± 0.007 ^{cd}	579 ± 1.41 ^c	0.244 ± 0.009 ^d
10	0.189 ± 0.007 ^d	575 ± 0.71 ^d	0.241 ± 0.008 ^e
12	0.184 ± 0.003 ^e	574 ± 1.01 ^d	0.240 ± 0.001 ^e

Blue value, λ_{max} and absorbance of raw rice powder were 0.226 ± 0.007, 591 ± 2.07 and 0.271 ± 0.002, respectively
Each value is the mean ± SD of three replicate analyses

Values within a column with different superscripts are significantly different at p < 0.05 by Duncan's multiple test

용되는 것으로서 전분분자가 I₂와의 복합체를 형성하여 정색하는 성질을 이용하는 것이므로 amylose를 구성하는 glucose chain length의 장, 단에 따라 값이 달라질 수가 있기는 하지만 측정방법이 비교적 간편하기 때문에 널리 이용하는 방법이다(15). 그러므로 Table 2에서 보여지는 이러한 변화는, 발효가 진행되면서 diastase의 작용에 의하여 전분분자의 glucose chain의 중합도가 감소하고 있음을 나타내는 결과라 할 수 있겠다. 이에 전분분자의 α-1,6 glucoside 결합을 isoamylase에 의하여 가수분해시킨 후, Sephadex G-75를 이용한 column chromatography를 행하여 glucose chain length 분포를 측정하였다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 쌀가루 전분분획과 증편반죽 전분분획의 chain length 분포는 거의 유사하지만 발효가 진행됨에 따라 중합도가 낮은(짧은 glucose chain) 부분이 우선적으로 가수분해되고 있음을 알 수 있다. 이러한 결과들로 미루어 보아, 발효에 따른 증편반죽 전분분획의 변화로는 amylose의 함량은 약간 감소하고 있었고, diastase의 작용에 의해서 쌀 전분입자의 가장 바깥부분 glucose chain부터 순차적으로 가수분해되었으리라 생각할 수 있겠다. 앞으로 쌀 전분분획의 이러한 변화가 증편반죽의 물성에 어떠한 영향을 미치고 있는가에 대해서 보다 깊은 연구가 이루어져야 하리라고 생각되어진다.

한편 경시적으로 증편반죽으로부터 1% SDS에 의해서 용출시킨 단백질 분획의 Suprose CL-12 column chromatography 한 결과에 의하면, 발효의 진행과 더불어 protease의 활성이 증가하고 있음(Table 1)에도

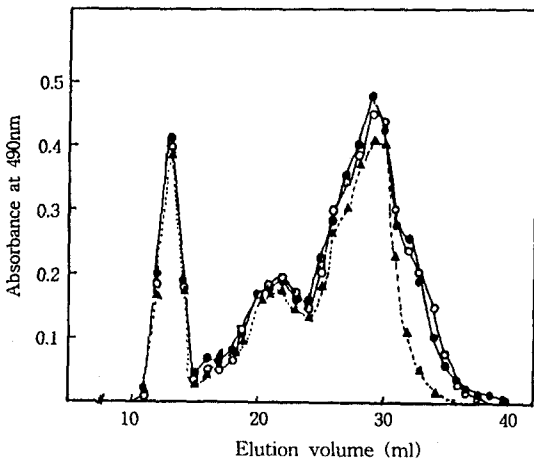


Fig. 2. Elution profile of rice and Jeungpyon batter starches on a Sephadex G-75 chromatography. Rice starch : (●--●), Jeungpyon batter starch fermented for 0hr : (○--○), Jeungpyon batter starch fermented for 8hr : (▲--▲).

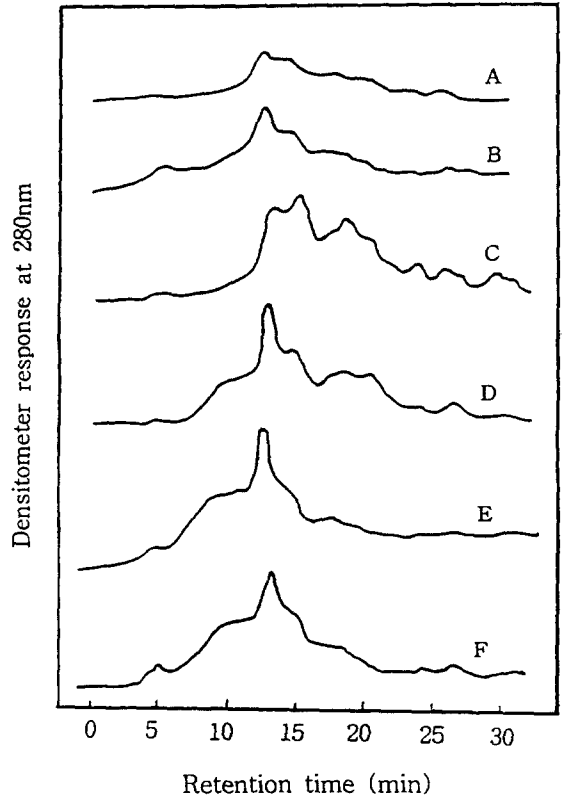


Fig. 3. Elution profiles of 1% SDS-soluble protein extracts from Jeungpyon batter on a Suprose CL-12 column chromatography. A : rice powder, B : 0hr, C : 2hr, D : 4hr, E : 6hr, F : 12hr fermented Jeungpyon batter.

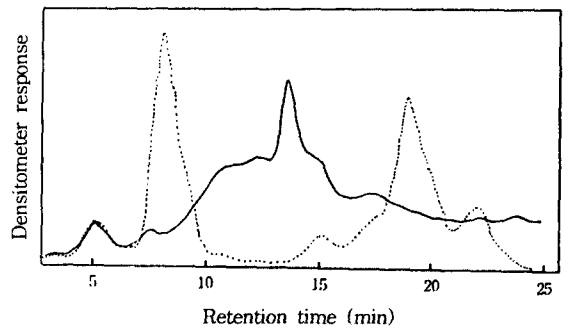


Fig. 4. Elution profiles of 1% SDS-soluble protein extract and total sugar content of Jeungpyon batter fermented for 6hr on a Suprose CL-12 column chromatography. Solid line indicates protein(280nm) Dotted line indicates carbohydrate(680nm).

불구하고 고분자량측의 단백질 peak가 새로이 형성되고 있음을(Fig. 3) 알 수 있었으며, 특히 새롭게 형성되

는 단백질 분획과 총 당 함량 측정곡선의 peak부분이 서로 비슷한 부분에 위치하는 chromatogram을 얻었다(Fig. 4). 이는 증편반죽의 당성분을 매개로 한 단백질 성분들의 회합에 의한 고분자화라고 생각할 수 있는 결과라 하겠다. 즉, 증편반죽의 발효가 진행됨에 따라 반죽속에 공존하던 미생물들이 생산해 내는 어떤 당질(gum질 이어도 무방)에 의해서 쌀단백질들의 회합이 가능하게 되었으며, 그 결과 마치 밀의 gluten이 나타내는 기능특성(망상구조 형성능)과 유사한 물성을 나타내었고, 실제로 제조된 증편 조직감은 마치 전빵과 같은 해면상의 조직을 가지게 되는 것이리라 생각되어진다.

요 약

증편반죽의 발효에 따른 해면상의 조직(망상구조) 형성능의 mechanism을 조사하기 위하여 반죽의 구성 성분의 경시적 물성 및 효소(diastase 및 protease) 활성의 변화, 구성 전분 분획의 glucose chain length 변화 및 1% SDS에 의해서 용출되는 단백질 분획의 변화에 대해서 검토하였다. 발효가 진행됨에 따라 증편반죽의 pH는 감소한 반면 점성 및 부피는 발효경과 10시간까지는 증가하다가 그 이후로는 약간 감소하는 경향을 보였다. 발효의 진행과 더불어 diastase의 활성은 증가하였으며, 쌀전분 분획 중 amylose의 함량은 약간 감소하였다. 그리고 전분분자의 α -1,6-glucoside 결합을 isoamylase(debranching enzyme)로 가수분해시킨 후 Sephadex G-75를 이용한 chromatogram 분석에 의하면 쌀가루 전분 분획과 증편반죽 전분 분획의 glucose chain length 분포는 거의 유사하지만 발효가 진행됨에 따라 중합도가 낮은 부분이 우선적으로 diastase의 작용을 받은 것이라고 생각되어진다. 한편, 발효가 진행됨에 따라 protease의 활성은 증가하고 있었음에도 불구하고 증편반죽의 당에 의한 단백질 분획의 고분자화가 Suprose CL-12 column chromatogram 상에서 관찰되었는데, 이것은 아마도 발효과정 중 증편반죽에 공존하는 미생물들의 발효산물인 당질(gum질)을 매개로 한 단백질 분자의 회합에 의한 결과라고 생각되어진다. 따라서 이러한 결과를 미루어 볼 때 증편반죽의 망상구조 형성능은 발효과정 중 일어나는 당과 단

백질간의 상호작용에 의한 결과라 생각되어진다.

문 헌

1. 이철호, 맹영선 : 한국 떡에 관한 문헌적 고찰. 한국식문화학회지, 2, 117(1987)
2. Bloksma, A. H. : Dough structure dough rheology and baking quality. *Cereal Foods World*, 35, 237(1990)
3. 박영선 : 발효에 따른 증편의 이화학적 성질변화. 효성여자대학교 대학원 박사학위논문(1989)
4. Lowry, D. H. and Rose brough, N. J. : Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193, 265(1951)
5. 福井作藏 : 還元糖定量法. 東京大學出版會(1969)
6. Ikawa, Y., Kang, M. Y., Sugimoto, Y. and Fuwa, H. : Some properties of starches of job's tears. *J. Jpn. Soc. Starch*, 36, 189(1984)
7. Ikawa, Y., Glover, D. V., Sugimoto, Y. and Fuwa, H. : Some structural characteristics of starches of maize having a specific genetic background. *Stärke*, 33, 9(1981)
8. Danno, G. and Hoseny, R. C. : Changes in flour proteins during dough mixing. *Cereal Chem.*, 59, 249(1982)
9. Mukherjee, S. K., Albery, M. N., Pederson, C. S., VanVeen, A. G. and Steinkraus, K. H. : Role of *Leuconostoc mesenteroides* in leavening the batter of Idli, a fermented food of India. *Applied Microbiology*, 13, 227(1965)
10. Steinkraus, K. H., VanVeen, A. G. and Thiebeau, D. B. : Studies on Idli-an Indian fermented black gram-rice food. *Food Technology*, 21, 110(1967)
11. 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)
12. 二國二郎 : 制パンにおける澱粉の役割, 澱粉科學ハンドブック. 朝倉書店, p.559(1980)
13. Derrse, P. C., Faibion, J. M. and Hoseny, R. C. : Dynamic rheological properties of flour, gluten and gluten-starch doughs. I. Temperature-dependant changes during heating. *Cereal Chem.*, 65, 348(1988)
14. 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)
15. Bank, 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. *Stärke*, 26, 289(1974)

(1996년 1월 23일 접수)