

Quality Characteristic of the Korean Wheat *meju* according to Milling Degree of Wheat and Fermenting Strains

Gyeong-Ran Lee¹, Yu-Jin Ko¹, Eun-Jung Kim¹, Hui-Gyeong Seol¹, Eun-Ja Kim¹, Il-Hun Kim¹, Ki-Hwan Shim¹, Young-Gi Kim² and Chung-Ho Ryu^{1*}

¹Division of Applied Life Science (BK21 program), Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

²Hapchueon-Gun Agricultural Development & Technology Center, Hapchueon 678-806, Korea

밀의 도정 및 발효 균주에 따른 우리밀 메주의 품질특성

이경란¹ · 고유진¹ · 김은정¹ · 설희경¹ · 김은자¹ · 김일훈¹ · 심기환¹ · 김영기² · 류충호^{1*}

¹경상대학교 응용생명과학부(BK 21 프로그램) · 농업생명과학연구원

²경상남도 합천농업기술센터

Abstract

In this research, the soaking and steaming conditions of Korean wheat *meju* according to the degree of milling were investigated, and the quality characteristic was analyzed, for the manufacture of the standardized Korean wheat *meju*. As a result of the changes in weight, volume, moisture content, and moisture absorption amount, which indicate the physical properties of Korean wheat *meju* using 20% polished wheat, 50% polished wheat, whole wheat, and whole wheat flour, most of the wheat materials reached the equilibrium state after 4 hours of soaking. Also, the appropriate steaming time to complete the cooking of the wheat materials was found to be 10 min at 100°C, except for whole wheat. The 20 and 50% polished wheat materials were selected for Korean wheat *meju* based on the soaking and steaming results. The selected wheat materials were fermented using *Aspergillus oryzae* and *Bacillus subtilis* M1, respectively, and the quality properties and enzyme activities showed that *A. oryzae* would be effective for the manufacture of Korean wheat *meju*. Also, the 50% polished wheat showed higher total sugar content, reducing sugar content, and α -amylase activity than the 20% polished wheat. Therefore, it is supposed that the fermentation of 50% polished wheat by *A. oryzae* would be appropriate for manufacturing superior Korean wheat *meju*.

Key words : Korean wheat *meju*, Milling degree, Fermenting strains

서 론

밀은 다른 곡류와 마찬가지로 주성분이 탄수화물로서 에너지원으로 매우 중요하며 쌀이나 옥수수에 비하여 단백질 및 기타 영양소 함량이 비교적 높은 편이고 필수아미노산 함량도 다른 곡류와 비교할만한 수준이다(1). 국내산 밀에 대한 수요가 늘어나면서 국내산 밀 생산이 급격하게 증가되었다. 2000년에 919 ha이던 재배면적은 2009년 5,067 ha로 5.5배 증가하였으며(2), 이러한 국내산 밀의 재배 면적

확대와 소득 증대 및 국제 경쟁력을 키우기 위해서는 유전적 품질특성과 품종에 맞는 가공적성을 규명하여 그에 맞는 고부가가치의 상품 개발이 절실히 요구된다(3).

국내산 밀은 가공적성이 높고 고유의 향과 맛이 있으며 이용가치가 높은 성분이 함유되어 있으나, 가공기술의 축척이 뒷받침되지 않아 국내산 밀 특유의 품질 특성이 입증되어 있지 않기 때문에 가공식품 및 용도개발에 있어서 범위가 매우 제한적이다. 따라서 최근 국내산 밀의 재배와 소비 증가에 따른 밀가루의 품질 및 영양의 영향에 관계한 여러 인자들이 함께 고려되어야 할 것으로 생각된다(4).

한편, 한국의 메주는 원래 콩을 주원료로 하여 제조하여 왔으나 근래에 와서 콩에 밀, 보리, 옥수수 글루텐 등을

*Corresponding author. E-mail : ryu@gnu.ac.kr
Phone : 82-55-772-1905, Fax : 82-55-772-1909

혼합하여 제조하고자 하는 시도가 이루어지고 있다(5). 맥류의 메주에 관한 연구로는 보리등겨로 제조한 메주(이하 보리 메주)에 관한 연구로 경상북도 5개소에서 판매하고 있는 시판 보리 메주와 메주에 제조에 사용되는 보리등겨의 향기성분에 관하여 보고한바 있으며(6), 또한 Chung 등(7)의 보리메주 제조법과 성분에 관하여 조사한 바가 있으나 발효기간에 따른 품질특성에 관한 연구는 거의 전무한 실정이다. 개량 메주의 제조에는 증숙탈지대두 및 볶음할쇄소 맥에 종균인 *Aspersillus oryzae* 또는 *Aspersillus soj*를 사용하는 것이 일반적이며, 경우에 따라서는 *Bacillus spp.*을 이용하기도 한다(8). 따라서 개량메주에 관한 연구도 *Aspersillus spp.*이나 *Bacillus spp.*을 이용한 발효공정에서의 생화학적 변화와 이들 균을 이용한 제품의 품질평가 등에 집중되어 오고 있다(9-14).

최근 소규모 장류 제조업계에서는 기존의 개량식 메주 제조 시 많은 투자비용이 요구되는 제국 시설을 증설하지 않고도 생산량을 늘리는 방안을 찾고 있으며, 또 소규모 창업 혹은 일인 창업을 희망하는 귀농인들은 고가의 제국시설을 갖추지 않고 장류를 생산하는 방안을 찾고 있다. 일부 장류 업체에서는 수입산 메주를 구입하여 장류제품을 생산하고 있으며, 국내산 밀을 이용한 밀 메주 혹은 고급 장류제품의 생산을 시도하고 있다.

현재까지 수입산 개량식 메주를 대체하기 위해 우리밀을 원료로 2가지 종균을 접종하여 메주의 품질특성과 밀 메주를 이용한 산업화 연구는 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 국내에서 생산된 밀을 원료로 우리밀 메주의 제조에 필요한 도정도, 수침, 증숙, *Aspergillus oryzae*와 *Bacillus subtilis* M1 발효에 의한 고품질의 밀 메주의 제조방법을 확립하고 품질특성을 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료

경상남도 합천군 합천농업기술센터에서 제공받은 2011년산 국내산 통밀과 가공된 2분도, 5분도, 통밀가루를 실험에 사용하였다.

사용균주

장류용 황국균(*Aspergillus oryzae*)은 증무발효에서 판매 중인 것을 구입하여 사용하였으며 고초균(*Bacillus subtilis* M1)은 경상대학교 생물공학연구소에서 분리된 장류발효용 우수균주를 사용하였다.

도정도에 따른 밀의 수침조건 설정

수침조건은 밀을 흐르는 물로 세척하고 시간을 달리하여 각각 1~6시간 동안 수침시킨 뒤 1시간 동안 물빼기를 한

후 시간에 따른 무게, 부피, 수분 함량, 수분 흡수량의 변화를 측정하였다. 무게는 밀이 수침 전과 수침 후의 무게변화를 나타내었고, 부피는 메스실린더를 사용하여 수침 전과 수침 후의 부피 변화를 측정하였다. 수분 함량은 수분측정기(FD-600, kett)를 사용하여 측정하였고, 수분 흡수량은 밀 100 g을 물 450 mL에 수침 시키고, 수침 완료 후 회수하여 물이 줄어든 양을 측정하였다.

도정도에 따른 밀의 증숙조건 설정

수침조작이 완료된 밀을 1시간 동안 물빼기 한 후, 100 g씩 트레이에 넣고 autoclave 100°C에서 1, 3, 5, 10, 20분간 증숙하여, 밀을 절단하고 중심부의 상태를 관찰하여 백색이 완전히 사라지고 투명하게 호화되는 시점을 최적 증숙시간으로 결정하였다.

발효 균주에 따른 밀 메주 제조

식감, 소화율, 발효율이 높은 것으로 알려진 2분도 밀과 5분도 밀을 원료로 이상의 최적 수침 및 증숙하여 발효하였다. *A. oryzae*는 밀 무게 대비 0.1% 포자+1% 증량제(α -starch)를 접종한 후 28~30°C, *B. subtilis* M1은 105 CFU/g로 접종한 뒤 37°C에서 12, 18, 24시간 동안 발효시켰다. 발효된 밀 메주는 65°C로 열풍건조 한 뒤 실온에 보관하면서 시료로 사용하였다.

아미노태 질소 측정

시료 5 g에 증류수 95 mL를 가하여 100 mL로 정용한 후 밀 메주를 으갠 뒤 160 rpm으로 1시간 동안 추출한 후 여과(Whatman No.2)하였다. 이 중 여액 50 mL를 취하여 0.1N NaOH으로 pH 8.4까지 중화 하였다. 중성포르말린 20 mL를 가하여 0.1N NaOH으로 pH 8.4가 될 때 까지 적정한다. 적정의 종점을 결정하기 위하여 pH meter(Orion 420A, USA)를 이용하였다.

총당 측정

총당 측정은 Phenol H₂SO₄ 방법(15)에 따라 시료 5 g에 증류수 95 mL를 가하여 100 mL로 정용한 후 밀 메주를 으갠 뒤 160 rpm으로 1시간 동안 추출한 후 여과(Whatman No.2)하였다. 여액 2 mL에 5% phenol 1 mL와 H₂SO₄ 5 mL를 가한 뒤 상온에서 30분간 반응 후 460 nm에서 흡광도를 측정하였고, 표준물질로는 glucose(Merck, Germany)를 사용하였다.

환원당 측정

밀 메주의 환원당 측정은 3,5-dinitrosalicylic acid (DNS) 법(16)을 이용하였다. 시료 5 g에 증류수 95 mL를 가하여 100 mL로 정용한 후 밀 메주를 으갠 뒤 160 rpm으로 1시간 동안 추출한 후 여과(Whatman No.2)하였다. 여액 1 mL에

0.75% DNS 용액 1 mL을 첨가하고 100°C에서 5 분간 반응시키고 다음 증류수 8 mL을 가하여 540 nm에서 흡광도를 측정하였다.

α -Amylase 활성 측정

α -Amylase 활성 측정은 Bernfeld의 방법(17)로 측정하였다. 시료 5 g에 증류수 95 mL를 가하여 100 mL로 정용한 후 밀 메주를 으갠 뒤 160 rpm으로 1시간 동안 추출한 후 여과(Whatman No.2)시킨 여액 0.5 mL, 1% NaCl 1 mL, 0.2 M acetate buffer 2 mL과 5% soluble starch 5 mL을 첨가한 후 65°C에서 30분간 반응시켰다. 반응액 1 mL을 취하여 DNS 3 mL을 넣고 100°C에서 5분간 반응시켜 550 nm에서 흡광도를 측정하였다. 효소 활성 단위는 1분간 maltose 1 μ mol을 생성하는 효소량을 1 unit로 하였다.

$$\text{효소 역가 (U/g)} = \frac{\mu\text{mole maltose produced}}{\text{min}} \div 0.5$$

(효소액 1 mL에 대해)

결과 및 고찰

수침시간에 따른 물리적 특성의 변화

도정상태를 달리한 원료밀의 수침시간에 따른 물리적 특성의 변화를 살펴본 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 원료밀의 무게, 부피의 변화를 살펴본 결과, 증가율은 0~1시간에서 가장 높게 나타났으며, 3시간 이후부터는 증가율이 낮은 것으로 미루어 평형에 도달한 것으로 추측된다. 또한 5분도 밀의 무게 증가율이 가장 높았다. 이는 대두 수침시 초기 2시간 동안에 무게와 부피가 급속하게 증가한다는(18-20) 보고와 유사하였으며 조직의 구성성분이 밀은 전분, 콩은 단백질과 지방함량이 높은 차이가 흡수속도에 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각된다. 도정도가 높을수록 등겨층의 함유량이 적고 상대적으로 전분 함유량이 많아지므로 도정도가 가장 높은 5분도 밀의 무게 변화가 가장 큰 것으로 사료된다.

원료밀의 수분 함량, 수분 흡수량 변화를 살펴본 결과 2분도 밀과 5분도 밀이 통밀보다 유의하게 큰 것으로 나타났다. 수분 함량 변화 증가율은 0~1시간에서, 수분 흡수량은 0~3시간 사이에 가장 크게 나타났으며 3~4시간 이후부터는 모두 유사한 증가율을 보였다. 본 실험에 사용된 원료 밀에서 도정도에 따른 파괴제거 정도 즉, 밀기울 제거 비율이 높을수록 수분 흡수량이 높아짐을 확인하였다. 또한, 밀의 수분 흡수량은 도정도가 높을수록 상대적인 전분 함량도 높아지므로 5분도 밀의 수분 흡수량이 큰 것으로 사료된다. 또한 수분 함량은 3시간 이후부터는 5분도 밀과 통밀에서 수침시간에 따라 수분함량이 크게 변화하지 않은 반면, 2분도 밀에서는 수침시간에 따라 수분 함량이 계속 증가하

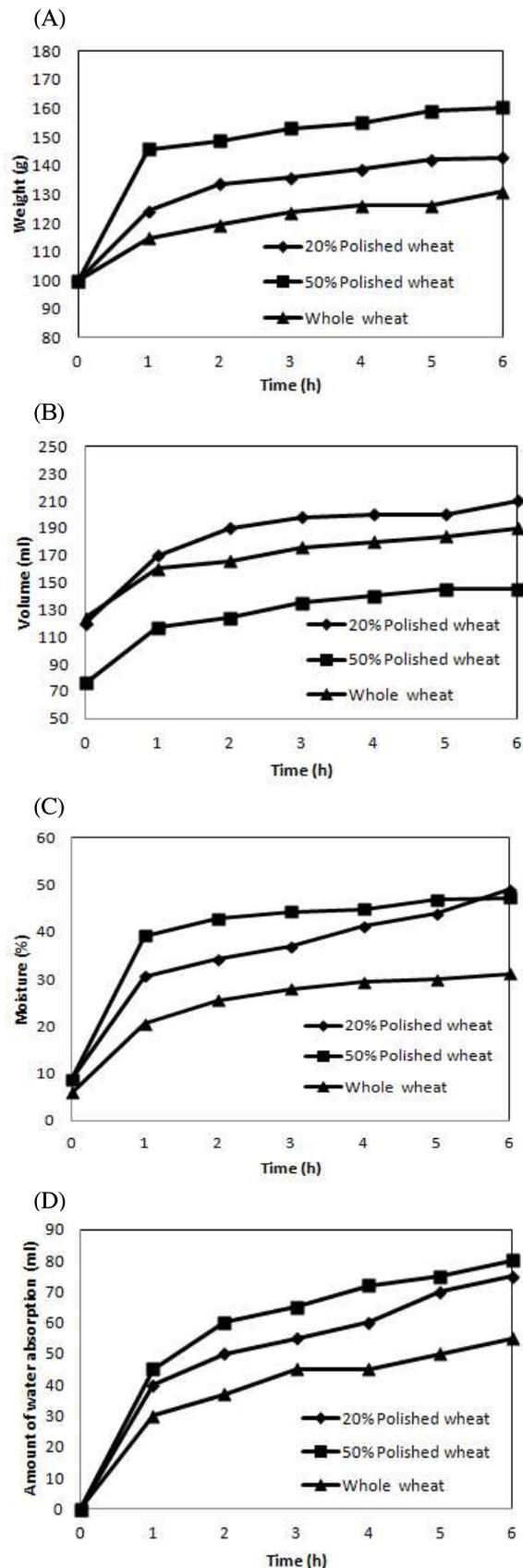


Fig. 1. Effect of soaking time on weight (A), volume (B), moisture (C) and water absorption (D) of wheat according to milling degree.

였다. 이러한 결과들을 통해, 5분도 밀과 통밀은 4시간 이후에 수분 함량이 평형에 도달하였으나, 2분도 밀은 수분함량이 4시간 이후에도 약간 증가하는 경향을 보여 수분흡수가 서서히 일어난다고 사료된다. 하지만 Park 등(21)은 수분흡수량이 일정한 수준에 이르렀을때 더 이상 증가하지 않고 수분흡수평형에 도달하는 시간은 찹쌀과 현미, 보리의 경우 온도에 상관없이 1시간 이내였다고 보고된바 있으며, 이는 원료품종, 수확년도, 가공 및 저장조건, 온도, 습도 등의 실험조건에 영향을 받을 것으로 사료된다. 따라서 본 실험에서는 원료밀을 4시간 동안 수침시키는 것이 시간적, 효율적 측면에서 가장 적합한 것으로 나타났다.

원료밀 종류에 따른 증숙 시간의 설정

원료밀의 종류에 따른 증숙조건을 설정하기 위하여, 증숙시간에 따른 증숙 정도를 살펴본 결과를 Table 1에 나타

Table 1. Steaming time of wheat to cook completely at 100°C

Time (min)	20% Polished wheat	50% Polished wheat	Whole wheat	Whole wheat flour
1	—	—	—	—
3	—	complete	—	—
5	complete	complete	—	—
10	complete	complete	—	complete
20	complete	complete	complete	complete

내었다. 각 시료 100 g을 4시간 동안 수침하여 시간을 달리 하여 증숙시 5분도 밀이 100°C에서 3분으로 가장 빨랐고 2분도 밀은 5분, 통밀가루는 10분, 통밀은 20분이 소요되었다. 따라서 동일한 무게일 때 도정도가 높을수록 등겨 함유량이 적고 상대적으로 전분 함량이 많아 수분흡수 및 열전달이 용이해지므로 도정도가 가장 높은 5분도 밀이 가장 단시간에 증숙된 것으로 사료된다. 원료밀의 증숙시간에 따른 형태 변화를 살펴본 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 4시간 수침시킨 4종의 밀시료를 증숙한 후 절단하여 증심부를 관찰한 결과, 2분도 밀과 5분도 밀은 5분 증숙시 충분히 호화됨을 확인하였고, 통밀의 경우는 20분의 증숙시간이 요구되었다. 이는 도정이나 탈지로 인한 낱알표면의 틈 형성과 변형이 전분의 호화에 중요한 변화를 일으키는 전분입자의 수분 이용성을 증가시키기 때문이라 사료된다.

발효시간에 따른 밀 메주의 아미노태 질소 함량 변화

2분도, 5분도 밀을 이용하여 *A. oryzae*와 *B. subtilis* M1를 종균으로 접종하여 밀 메주의 발효시간에 따른 아미노태 질소 함량의 변화를 측정된 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 아미노태 질소는 발효식품속의 원료 단백질이 아미노산으로 분해된 정도를 판단하는 측도이고 된장 제조 및 숙성 과정 중 단백질이 효소작용(protease)으로 가수 분해되어 맛을 내는 아미노산이 생성된다고 알려져 있다(22). 먼저 2분도 밀의 발효전 아미노태 질소 함량은 25.23 mg%였으나 *A. oryzae*의 증식에 의해 발효가 진행됨에 따라 서서히 증가

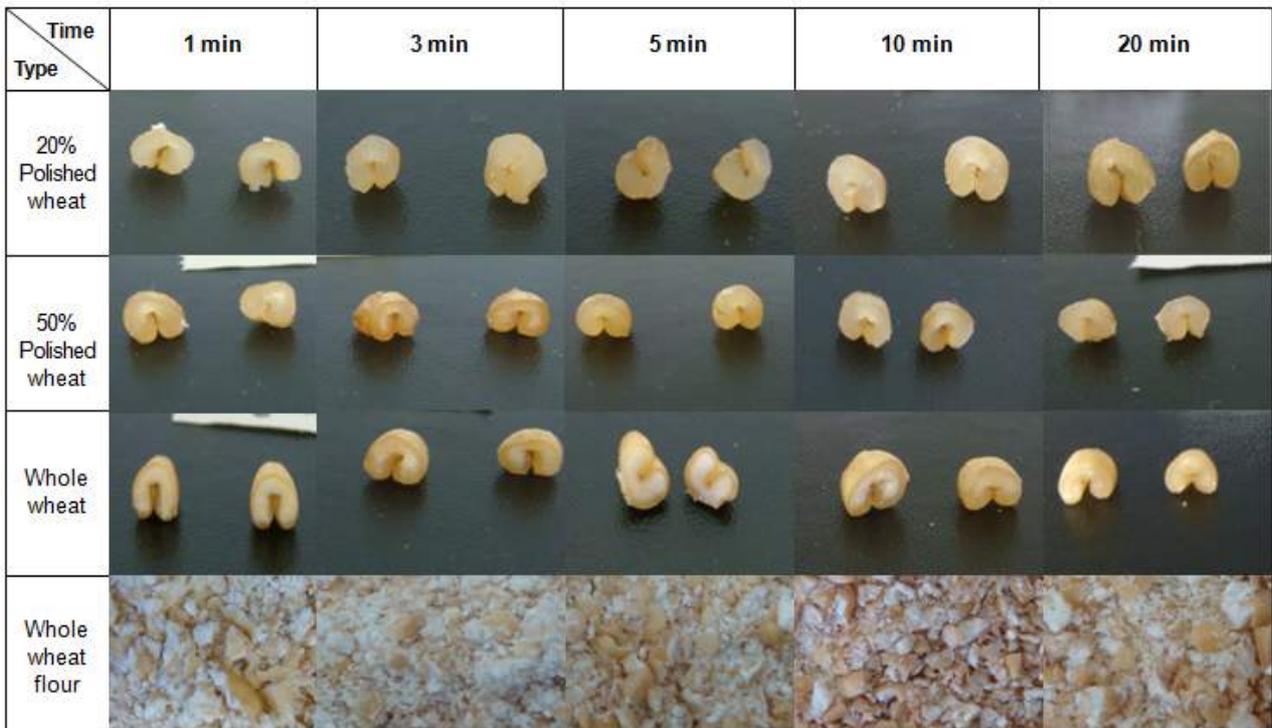


Fig. 2. Change of wheat shape according to steaming time at 100°C.

하기 시작하여 발효 24시간째에 347.44 mg%에 도달하였다. *B. subtilis* M1 발효한 구의 경우 아미노태 질소 함량의 변화는 *A. oryzae* 발효구에 비해 완만하게 나타났으며, 발효 12시간 이후 증가하기 시작하여 발효 24시간에는 207.34 mg%로 나타났다.

5분도 밀의 초기 아미노태 질소 함량은 34.53 mg%였으나 *A. oryzae*의 증식에 따른 발효가 진행됨에 따라 지속적으로 증가하여 발효 24시간째에 315.84 mg%에 도달하였다. *B. subtilis* M1로 발효한 경우 아미노태 질소 함량의 변화는 *A. oryzae* 발효구에 비해 완만하게 나타났으며 발효 18시간째에 증가하기 시작하여 발효 24시간에는 112.18 mg%로 나타났다. 이는 2분도, 5분도 밀에서 발효 미생물이 증식하며 분비하는 단백질 분해효소의 활성이 발효 18시간 이후 급격히 증가하여 밀의 단백질이 아미노태 질소로 변환되기 때문으로 사료되며, *B. subtilis* M1보다 *A. oryzae*를 접종한 밀 메주가 아미노태 질소 함량이 약 1.5배 정도 높은 것으로 미루어 밀 단백질의 분해가 더욱 효율적임을 알 수 있었다. 또한 *B. subtilis* M1는 *A. oryzae*와 비교했을 때 유도기가

길어 단백질의 분해속도가 늦은 경향을 보였다. 일반적으로 아미노태 질소의 함량이 높은 장류가 고급제품으로 평가(22) 되므로 *A. oryzae*로 이용하여 밀 메주를 제조하는 것이 효율적이라고 사료된다. *A. oryzae*로 발효한 경우 2분도 밀과 5분도 밀의 아미노태 질소 함량은 큰 차이가 없었지만 2분도 밀의 값이 약간 높게 나타나, 이는 밀겨층 속의 미지성분이 증식을 촉진하기 때문으로 사료된다.

발효시간에 따른 밀 메주의 총당 함량

2분도, 5분도 밀을 이용하여 *A. oryzae*와 *B. subtilis* M1를 105 CFU/g으로 접종한 다음 밀 메주의 발효중 경시적 총당 함량의 변화를 측정된 결과를 Fig. 4에 나타내었다. 먼저 2분도의 초기 총당 함량은 50.12 mg/mL이었으나 발효가 진행됨에 따라 총당 함량이 서서히 증가하기 시작하여 *A. oryzae*로 발효한 경우 발효 24시간째에 255.25 mg/mL로 나타났다. 반면 *B. subtilis* M1으로 발효한 경우 발효 초기 총당 변화정도가 *A. oryzae* 발효구에 비해 완만하게 나타났으나 발효 18시간 이후 급격히 증가하여 발효 24시간째에

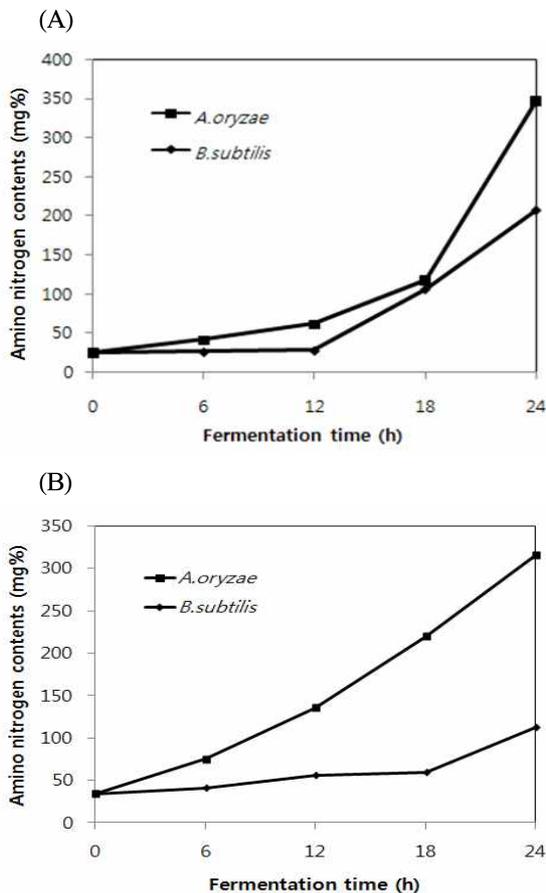


Fig. 3. Changes of amino nitrogen contents(mg%) in 20% polished wheat (A) and 50% polished wheat (B) during fermentation for 24 h.

The square bar means fermentation by *A. oryzae* and the circle bar means fermentation by *B. subtilis* M1.

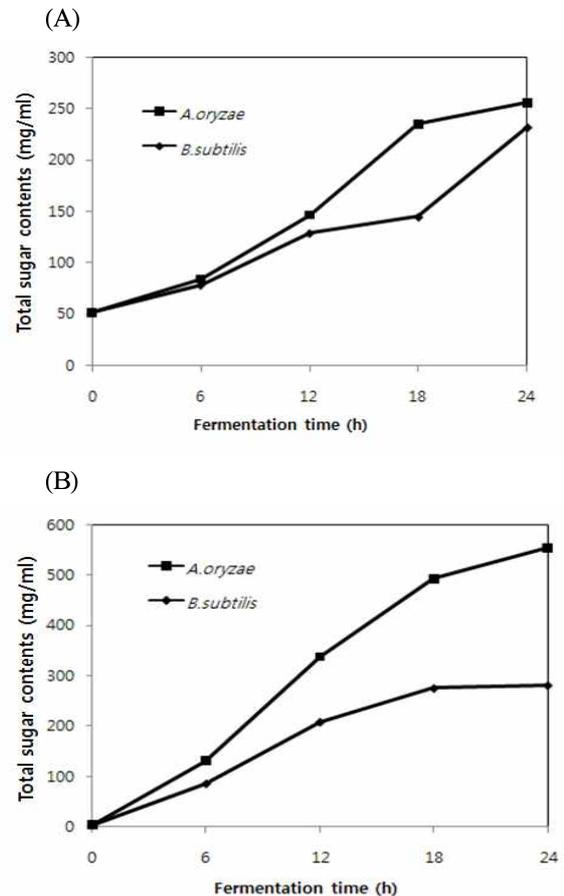


Fig. 4. Changes of total sugar contents(mg/mL) in 20% polished wheat (A) and 50% polished wheat (B) during fermentation for 24 h.

The square bar means fermentation by *A. oryzae* and the circle bar means fermentation by *B. subtilis* M1.

는 231.32 mg/mL로 나타났다. 총당 함량의 차이는 미생물 증식에 따른 근제 변화에 의한 것이라 사료되며, *B. subtilis* M1은 *A. oryzae*에 비해 초기 생육은 다소 지연되었으나 발효 18시간 이후 잘 증식하여 효율적인 발효가 이루어졌다고 사료된다.

5분도의 초기 총당 함량은 3.36 mg/mL이었으나 발효가 진행됨에 따라 총당 함량이 서서히 증가하기 시작하여 발효 24시간째에 *A. oryzae*로 발효한 경우 553.82 mg/mL로 나타났다. *B. subtilis* M1으로 발효한 경우의 총당 변화는 *A. oryzae* 발효구에 비해 완만하게 증가하였고 발효 18시간 이후에는 거의 변화가 없었고 발효 24시간째의 총당함량은 280.628 mg/mL이었다. 2분도와 5분도 밀의 개량 메주를 비교한 결과, *A. oryzae*를 이용한 밀 메주의 경우,겨층에 존재하는 섬유질과 같은 미생물이 이용하기 어려운 난분해성 영양분이 많이 함유되어 있는 2분도 밀보다 5분도 밀의 최종 총당 함량이 2배 이상 높았다.

발효시간에 따른 밀 메주의 환원당 함량

2분도, 5분도 밀을 이용하여 *A. oryzae*와 *B. subtilis* M1를 접종한 다음 밀 메주의 발효시간에 따른 환원당 함량의 변화를 측정된 결과를 Fig. 5에 나타내었다. 2분도의 초기 환원당 함량은 11.23 mg/mL이었으나 발효가 진행됨에 따라 환원당 함량이 서서히 증가하기 시작하여 *A. oryzae*로 발효한 경우 발효 24시간째에 237.12 mg/mL에 도달하였다. *B. subtilis* M1으로 발효한 경우 발효 초기 환원당 변화정도가 *A. oryzae* 발효구보다 완만하였으나 발효 12시간째부터 서서히 증가하기 시작하여 발효 24시간째에는 98.41 mg/mL로 나타났다. 따라서 *B. subtilis* M1에 비해 *A. oryzae*를 접종하여 발효시킬 경우 전분질의 당으로 전환이 효율적으로 일어나 밀 메주의 발효가 이루어질 것이라 사료된다.

5분도의 초기 환원당 함량은 5.39 mg/mL이었으나 발효가 진행됨에 따라 환원당 함량이 서서히 증가하기 시작하여 *A. oryzae*로 발효한 경우 발효 24시간째 383.61 mg/mL에 도달하였다. *B. subtilis* M1으로 발효한 경우 발효 초기 환원당 변화정도가 *A. oryzae* 발효구에 비해 완만하게 나타났으며, 발효 18시간 이후부터는 큰 변화를 나타내지 않고 발효 24시간째에 183.57mg/mL에 도달하였다. 따라서 2분도 밀 발효의 경우와 마찬가지로 *B. subtilis* M1에 비해 *A. oryzae*를 이용하여 접종한 경우, 전분질을 이용한 당의 전환이 효율적으로 이루어진 밀 메주의 발효가 이루어질 것이라 사료된다. 또한 2분도 밀에 비해 밀겨층의 난분해성 물질이 많이 제거된 5분도 밀을 이용한 밀 메주 발효의 경우, 더욱 효율적으로 환원당 함량이 증가하였으며 *A. oryzae*로 발효한 경우는 1.5배, *B. subtilis* M1의 경우는 2배가량 높게 나타났다. 환원당은 일반적으로 발효 초기에 전분 분해 효소의 작용으로 증가되다가 숙성과정에서 미생물의 영양원, 유기산 발효의 기질로 이용되므로 수치가 감소하게 된다(23)고

보고된 바 있으며 본 연구에 나타난 밀 메주 발효 중의 환원당 함량을 설명할 수 있다.

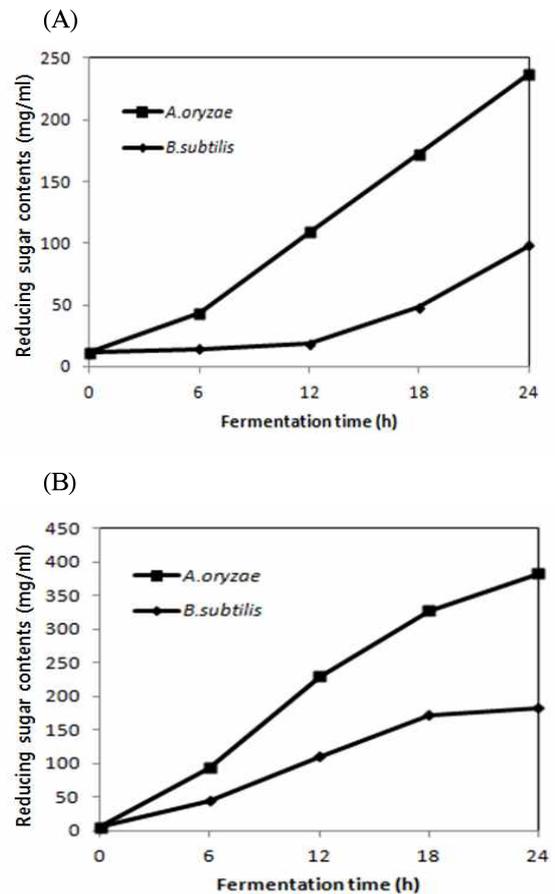


Fig. 5. Changes of reducing sugar contents(mg/mL) in 20% polished wheat (A) and 50% polished wheat (B) during fermentation for 24 h.

The square bar means fermentation by *A. oryzae* and the circle bar means fermentation by *B. subtilis* M1.

발효시간에 따른 밀 메주의 α -Amylase 함량

2분도, 5분도 밀을 이용하여 *A. oryzae*와 *B. subtilis* M1를 105 CFU/g으로 접종한 다음 밀 메주의 발효시간에 따른 α -amylase 역가의 변화를 측정된 결과를 Fig. 6에 나타내었다. 2분도의 초기 α -amylase 역가는 18.23 U/g이었으나 발효가 진행됨에 따라 역가가 서서히 증가하기 시작하여 *A. oryzae*로 발효한 경우 발효 24시간째에 368.08 U/g에 도달하였다. *B. subtilis* M1으로 발효한 경우 α -amylase 역가의 변화는 *A. oryzae* 발효구에 비해 완만하게 나타났으며 발효 24시간이 경과하여도 큰 변화를 나타내지 않아 55.76 U/g으로 나타났다.

5분도의 초기 α -amylase 역가는 48.94 U/g이었으나 발효가 진행됨에 따라 α -amylase 역가가 서서히 증가하기 시작하여 *A. oryzae*로 발효한 경우 발효 24시간째에 586.59 U/g에 도달하였다. *B. subtilis* M1로 발효한 경우 α -amylase 역가

의 변화는 *A. oryzae* 발효구에 비해 완만하게 나타났으며 발효 24시간이 경과하여도 큰 변화를 나타내지 않아 94.63 U/g으로 나타났다. 2분도, 5분도 밀에서 특히 *A. oryzae*를 이용하여 접종한 경우, Yoo 등(24)이 보고한 메주의 평균 α -amylase의 역가가 168.5 unit 였다는 연구의 결과보다 높은 것으로 나타났다. 또한 *B. subtilis* M1에 비해 *A. oryzae*를 이용하여 접종한 경우 전분 분해 효소인 α -amylase의 생산이 6배 정도 높게 나타나 전분질을 이용한 당의 전환이 효율적으로 이루어져 밀 메주의 발효가 효율적으로 이루어진 것으로 사료된다. 5분도 밀을 이용한 밀 메주 발효의 경우 더욱 효율적으로 α -amylase 역가가 증가하였으며, *A. oryzae*로 발효한 경우는 1.5배, *B. subtilis* M1의 경우는 1.7배가량 높게 나타났다. Yoo 등(24)은 순창 지역의 재래식 된장메주의 α -amylase 역가가 15~37 U/g이었고, 전통 고추장용 메주는 α -amylase 활성이 480.3 U/g이었다고 보고한 바 있다. 본 실험에 사용된 균주에 따른 메주의 α -amylase 역가 중 5분도 밀 메주가 고추장용 메주와 유사한 수치를 나타내었으며, 이는 5분도 밀에 전분질이 많이 함유되어있기 때문이라 사료된다.

요 약

본 연구는 표준화된 밀 메주를 제조하기 위해 원료밀의 도정에 따른 수침 및 증숙조건과 품질특성을 조사하였다. 수침시간에 따른 2분도 밀, 5분도 밀, 통밀, 밀가루의 물리적 특성변화를 조사하기 위해 무게, 부피, 수분 함량, 수분 흡수량을 살펴 본 결과, 대부분의 밀에서 수침 4시간 이후에는 평형상태에 도달하였다. 원료밀 종류에 따른 증숙시간을 조사한 결과, 통밀을 제외한 밀원료의 증숙시간은 100°C에서 10분이 적합하였다. 최적 수침 및 증숙조건으로, 가공한 2분도 밀과 5분도 밀을 각각 *A. oryzae*와 *B. subtilis* M1으로 발효하여 우리밀 메주를 제조한 후 일반 성분 및 효소역가를 비교한 결과, 황국균을 사용한 경우 발효 효율이 더 우수하게 나타났다. 또한 2분도 밀보다 5분도 밀에서 총당, 환원당 및 α -amylase 역가가 높게 나타나, 우수한 밀 메주의 제조를 위해 5분도 밀을 *A. oryzae*로 발효하는 것이 효율적이라 사료된다.

감사의 글

본 연구는 합천농업기술센터 및 농촌진흥청 지원 연구과제 (협약번호 : PJ007896) 연구비 지원과 BK21 program 지원으로 수행되었기에 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Park KS, Ryoo HJ, Lee SH, Kim JS, Noh WS (2001) Optimization of milling and puffing conditions of the varieties of wheats. Korean J Soc Food Sci Nutr, 14, 423-429
2. Kim JK, Kim CJ (1997) Composition of amino acids, sugars and minerals of domestic wheat varieties. Korean J Soc Food Sci Nutr, 26, 229-235
3. Han JH, Jeong HK (2010) Factors expanding consumption of domestic wheat processed products. Korean J Agr Man policy, 37, 573-589
4. Ryu IS, Oh NW (1980) Bread baking characteristics of Korea wheat varieties seen from their amino acid composition. Korean J Food Sci Technol, 12, 205-208
5. Lee JM, Kim YS, Hong YM, Yu JH (1972) Studies on the substitution of raw material for soy sauce. Korean J Food Sci Technol, 4, 182-186
6. Choi UK, Kim YJ, Ji WD, Son DH, Choi DH, Jeong MS, Chung YG (1999) The flavor components of traditional *sigumgand meju*. Korean J Food Sci Technol,

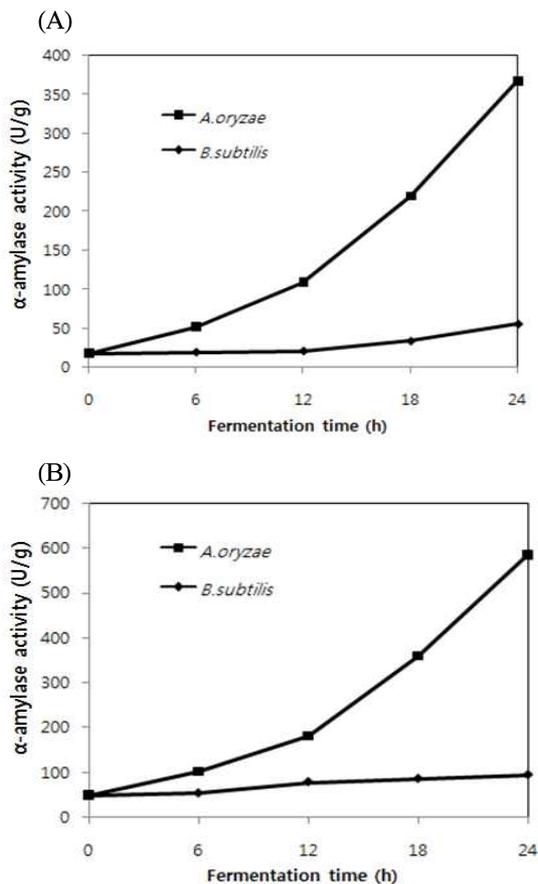


Fig. 6. Changes of α -amylase activity(U/g) in 20% polished wheat (A) and 50% polished wheat (B) during fermentation for 24 h.

The square bar means fermentation by *A. oryzae* and the circle bar means fermentation by *B. subtilis* M1.

- 31, 887-893
7. Chung YG, Son DH, Ji WD, Choi UK, Kim YJ (1999) Characteristics of commercial *sigumjang meju*. Korean J Food Sci Technol, 31, 231-237
 8. Kim HJ (2003) Studies on the manufacturing and characterization of soy sauce with whole grain soybean *Meju*. Ph. D. thesis, Changwon National University, Korea
 9. Lee CJ, Koh HS (1976) Standardization of Korean soy sauce Part I. studies on the changes of components in the process of the conventional soy sauce preparation. Korean J Food Sci Technol, 8, 247-252
 10. Kim SS (1978) Effect of *meju* shapes and strains on the quality of soy sauce. Korean J Food Sci Technol, 10, 63-72
 11. Kang HJ, Park ES, Yoon S (1984) Interaction of phytic acid with minerals during *meju* preparation. Korean J Food Sci Technol, 16, 403-407
 12. Park CK, Nam JH, Song HI, Park HY (1989) Studies on the shelf-life of the grain shape improved *meju*. Korean J Food Sci Technol, 21, 876-883
 13. Suh JS, Lee SG, Ryu MK (1982) Effect of Bacillus strains on the chungkook-jangprocessing. Korean J Food Sci Technol, 14, 309-314
 14. Ju HK, Ro SK, Im MH (1982) studies on the fermentation of soy sauce by bacteria. Korean J Food Sci Technol, 4, 276-284
 15. AOAC (1990) Official method analysis 15th, Association of official analytic chemists, Washington D. C
 16. Miller GL (1959) Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Anal. chem. 31, 426
 17. Bernfeld P (1955) Enzymes of carbohydrate metabolism, amylase alpha and beta. In S. P. Colowish & N. O. Kaplan (Eds). Method in Enzymology, New York, Academic Press, 1, 146-158
 18. Lee YH, Jung HO, Rhee CO (1987) Solids loss with water uptake during soaking of soybeans. Korean J Food Sci Technol, 19, 492
 19. Kim JG, Kim WJ, Kim SK (1989) Changes in volume of soybeans during hydration. Korean J Food Sci Technol, 21, 289-293
 20. Im MH, Choi JD, Chung HC, Choi C, Choi KS (1998) Optimum soaking condition of raw soybean for *meju* preparation. Korean J Soc Food Sci Nutr, 27, 664-667
 21. Park JD, Jeon HM, Kum JS, Lee HY (2006) Soaking and drying characteristics of grains and legumes. Korean J Food Preserv, 13, 344-350
 22. Rho JD, Choi SY, Lee SJ (2008) Quality characteristics of soybean pastes (*doenjang*) prepared using different types of microorganisms and mixing ratios. Korean J Food Cookery Sci, 24, 243-250
 23. Yoo SK, Kang SM, Noh YS (2000) Quality properties on soy bean pastes made with microorganisms isolated from traditional soy bean pastes. Korean J Food Sci Technol, 32, 1266-1270
 24. Yoo JY, Kim HG (1998) Changes in microflora and enzyme activities of traditional *meju* during fermentation at Sunchang area. Korean J Soc Food Sci Nutr, 27, 448-454