

밀의 배합비율과 수분첨가율에 따른 벼누룩 품질특성

김민성¹ · 전진아² · 정석태² · 최지호² · 최한석² · 여수환^{2*}

¹양주시농업기술센터 농업진흥과, ²국립농업과학원 발효이용과

Characteristics of *Byeo-Nuruk* according to the Mixing Ratio of Wheat and the Addition Rate of Moisture

Min-Seong Kim¹, Jin-A Jeon², Seok-Tae Jeong², Ji-Ho Choi², Han-Seok Choi² and Soo-Hwan Yeo^{2*}

¹Agricultural Development Division, Yangju-city Agricultural Technology Center, Yangju 482-841, Korea

²Fermentation & Food Processing Division, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-853, Korea

Abstract

For set up the processing method of *Byeo-Nuruk*, we investigated the quality characteristics of *Byeo-Nuruk* according to the mixture ratio of rice and wheat, as well as the addition rate of moisture. After 12 hours of incubation, the temperature of *Nuruk* increased dramatically and reached a maximum temperature at 36 hours. After 36 hours, the temperature decreased gradually and was maintained at about 31~38°C. The ranges of pH and titratable acidity of *Byeo-Nuruk* were 4.85 to 7.42 and 1.0 to 2.3, respectively. A higher content of wheat ratio in *Byeo-Nuruk*, was associated with higher enzyme activities of α -amylase, glucoamylase, and acidic-protease. Further, at a 70% wheat ratio, a 25% addition rate of moisture showed the highest enzyme activity. In the mixture ratio between rice and wheat, the 50:50 and 30:70 treatments contained the highest levels of microorganisms.

Key words : Rice, wheat, *Nuruk*, enzyme activity, microorganism.

서 론

누룩은 막걸리나 약주 양조에 있어서 전분의 당화와 알코올 발효를 유도하는 발효제로서 사용되고 있다. 누룩은 주로 밀을 원료로 만들어지며, 지역에 따라 수수, 보리, 밀가루 등을 원료로 빻어지기도 한다(Yu *et al* 1996). 누룩은 곡류를 분쇄하여 호화시키지 않고 생전분을 그대로 사용하여 일정한 형태로 성형한 후 자연발효시킴으로써 다양한 종류의 곰팡이가 서식하여 각종 고분자 물질을 분해할 수 있는 다양한 효소를 함유하고 있으며, 술 발효에 이용되는 효모나 젖산균 등 다양한 미생물들도 함께 함유하고 있는 살아있는 발효제라고 할 수 있다(Baek *et al* 2010, Park *et al* 2007). 누룩은 전국 어디서나 만들 수 있는데, 누룩 제조에 사용한 원료나 생산지역, 생산자에 따라 누룩의 효소활성, 미생물의 종류, 유기산 생산력 및 알코올 발효력이 다르다(Bae *et al* 2007). 따라서 누룩을 사용한 발효식품은 색상, 향기성분, 맛 등이 다양한 특성의 품질이 만들어지게 된다(Lee *et al* 2011, Park & Lee 2002).

누룩에는 원료사용방법과 제조방법에 따라 재래누룩과 개량누룩으로 분류할 수 있는데, 재래누룩은 누룩 중에 생육하

는 여러 균주의 조성에 의해 배양되므로 전통주의 풍미가 다양한 장점이 있으나, 불필요한 미생물 증식에 의하여 효소력 및 효모수가 낮아져 제품의 균일성을 유지하는데 어려움이 있다. 현재 시중에서 유통되고 있는 개량누룩(한국효소, 화성)은 사용원료를 살균하여 특정 미생물을 집중하여 배양함으로써 품질이 균일하므로 술덧의 안전한 발효와 잡균오염 방지에 효과적이며 품질이 균일한 술이 제조되는 장점이 있다고 알려져 있다(Yu *et al* 1996, Park & Lee 2002).

현재까지 누룩미생물에 관한 연구는 전국 각지의 시판누룩으로부터 유용효모의 선발(Yu *et al* 2005, Kim *et al* 2006, Kim & Koh 2004), 한국전통누룩에서 분리된 유용곰팡이의 특성 연구(Kim *et al* 1997), 전통 누룩에서 분리된 *Saccharomyces cerevisiae* HA3을 이용한 하향주의 제조 및 특성 연구(Jung *et al* 2006) 등 유용미생물 분리 연구가 주로 이루어져 왔다. 누룩 제조방법에 대한 연구로서는 전통미생물로 제조한 개량누룩의 특성(So MH 1999), 안동소주용 누룩 제조를 위한 누룩 두께와 누룩 배양시 최적조건(Park & Lee 2002) 등 누룩 제조방법에 관한 연구는 있으나, 재래누룩에 대한 다양한 제조방법에 대한 연구는 미미한 편이다.

벼누룩은 경기도 양주시 남면 맹골마을에서 전해져 내려오는 누룩으로, 도정하지 않은 벼를 분쇄하여 물을 뿌리고 성

* Corresponding author : Soo-Hwan Yeo, Tel : +82-31-299-0580, Fax: +82-31-299-0554, E-mail : yeobio@korea.kr

형하여 배양시킨 누룩이다. 현재 벼누룩은 기술전수자에 의해 소규모로 제조되고 있으며, 벼누룩을 활용한 술의 상품화를 위해서는 기본적으로 벼누룩 제조방법에 대한 과학적이고 체계적인 연구가 선행되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 벼누룩 제조시 원료 배합비율(벼와 밀)과 수분첨가율에 따른 품질특성을 규명하여 품질이 우수한 벼누룩을 안정적으로 생산할 수 있는 실용적인 데이터를 확보하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 사용원료 및 벼누룩 제조

본 연구에 사용된 벼는 시판 중인 2010년산 대안벼(양주 남면 매편)를 사용하였고, 밀은 2010년 국내산 통밀(전북 익산시 오산면)을 사용하였다. 벼누룩 제조는 양주시 남면 매편(맷골마을)에서 내려오는 백씨가문의 벼누룩 제조방법인, 주재료로 벼만을 사용하는 방법을 기본으로 벼와 밀의 배합비율을 달리하여 제조하였다. 벼누룩 제조는 도정하지 않은 벼와 통밀을 2~3 mm 간극의 분쇄기로 2번 분쇄하여 사용하였다.

벼와 밀을 무게비로 100:0, 70:30, 50:50, 30:70, 0:100로 배합한 후 총량 무게에 대하여 수분을 20% 뿌려 잘 섞은 다음 플라스틱 필름으로 덮고 1시간 방치하여 수분이 골고루 스며들게 하였다. 누룩을 성형하기 전 배합 원료무게에 대하여 수분을 더 추가하여 총 수분첨가율이 25%, 30%, 35%, 40%, 45%가 되게 한 후 원반형 누룩틀에 성형하였다(직경 12~13 cm, 두께 2.4~2.6 cm, 무게 320~350 g). 벼누룩 제조시 벼만을 사용했을 때, 수분첨가율 25%와 30%는 결합력이 약하여 누룩이 성형되지 않았다. 따라서 벼 단독사용의 경우 수분첨가율을 35%, 40%, 45%로 높여 시험을 처리하였다. 누룩 배양온도는 30℃로 21일간 배양 후 3일간 그늘에서 말린 다음 냉장 보관하면서 실험에 사용하였다(Fig. 1).

2. 벼누룩 품온변화 측정

발효 초기에 누룩의 외기 온도는 30℃로 동일하였으며, 온

Table 1. Mixing ratio of rice and wheat, and adding rate of moisture for making *Byeo-Nuruk*

Samples	Mixing ratio of material (%)		Adding rate of moisture (%)
	Rice	Wheat	
A			35
B	100	0	40
C			45
D			25
E	70	30	30
F			35
G			25
H	50	50	30
I			35
J			25
K	30	70	30
L			35
M			25
N	0	100	30
O			35

도계는 SDT8A(SUMMIT, Korea)를 이용하여 누룩 표면에서 2~3 cm 깊이의 품온을 12시간 간격으로 측정하였다.

3. 일반분석 및 효소활성 분석용 시료조제

벼누룩을 막자사발에 분쇄한 후 샘플링하였고, 주류분석규정(The national tax service technical research institute 2009)에 따라, 벼누룩 20 g에 물 100 mL를 가하고 실온에서 3시간 침출하여 그 여액을 품질분석에 사용하였다. 누룩의 효소 역가는 국제청소정분석법주해(Brewing society of Japan 1993)에 의해 벼누룩 10 g에 염화나트륨 완충용액(염화나트륨 5 g을 증류수에 녹인 후 (pH 5.0) 0.2 M 초산완충액 50 mL를 가하

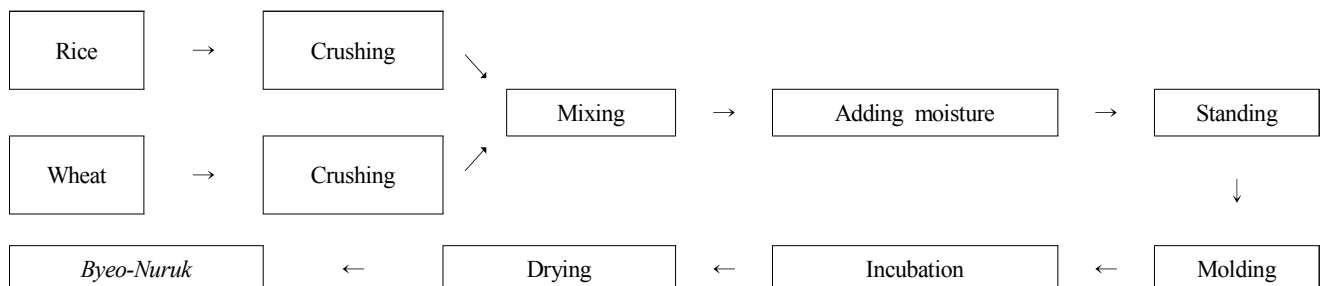


Fig. 1. Process for making *Byeo-Nuruk*.

고 물로 1 L로 만든다) 50 mL를 가하고 저온(5°C 이하)에서 하룻밤 또는 실온 (15~20°C)에서 3시간 침출한 후 여과하여 효소실험에 사용하였다.

4. 일반분석

1) 가용성고형분(°Brix) 및 pH 측정

가용성고형분은 Hand refractometer(PR101, ATAGO[®], Japan)을 이용하여 가용성고형분(°Brix)로 나타내었으며, pH는 pH meter(Metrohm 691, Metrohm, Herisau, Switzerland)로 실온에서 측정하였다.

2) 적정산도 및 아미노산도 측정

적정산도는 시료 10 mL를 취하여 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.2로 중화 적정하여 그 적정 mL 수로 나타내었다. 아미노산도는 시료 10 mL에 페놀프탈레인지시약 2~3방울을 가하고 0.1 N NaOH 용액으로 담홍색이 될 때까지 적정하여 중화한 후 여기에 중성포르말린용액 5 mL를 가하여 유리된 산을 0.1 N NaOH 용액으로 담홍색이 될 때 까지 적정하여 그 정정 mL수를 아미노산도로 표시하였다.

5. 효소활성 분석

1) α -Amylase 활성

전분 용액 2 mL를 시험관에 취해, 40°C에서 5분간 예열한다. 효소액 0.1 mL를 가해서 반응을 개시한다. 반응액 중에서 0.1 mL씩 피펫으로 0.5분 혹은 1분 간격으로 미리 요오드 용액 10 mL를 넣어둔 시험관에 넣어 배합한다. 생성된 색을 25°C에서 유지하면서 10 mm cell을 이용하여 670 nm 투과율 T%를 측정하였으며, α -amylase 활성은 40°C에서 30분간 분해하는 1% 가용성 전분량(mL)을 1 unit로 표시하였다(Brewing society of Japan 1993).

α -amylase 활성(units/g) =

$$\{(12.75 \times (T30 \text{ min} - T0 \text{ min})/30 \text{ min}) \times 100/10\}$$

T30min : 효소반응을 30분간 시킨 후의 투과도

T0min : 효소반응을 시키기 전의 투과도

2) Glucoamylase 활성

전분용액 1 mL에 0.2 M 초산완충액 0.2 mL를 가해서 40°C에서 5분간 예열한다. 여기에 효소액 0.1 mL를 가해서 40°C에서 20분간 반응시킨 다음 1 N NaOH 용액 0.1 mL를 첨가하여 반응을 정지시킨다. 이후 30분간 방치하고 1 N 염산용액 0.1 mL를 가해 중화한 다음 용액 속의 포도당을 환원당 분석

법을 이용하여 측정한다. Glucoamylase 활성은 가용성 전분으로부터 40°C에서 60분간 1 mg의 포도당을 생성하는 것을 1 unit로 표시하였다(Brewing society of Japan 1993).

Glucoamylase 활성(unit/g) =

$$\text{생성포도당(mg)} \times \text{반응시간(hr)} \times 1/0.1(\text{효소량}) \times 100/10(\text{추출률})$$

3) Acidic-protease 활성

카제인 용액 1.5 mL에 pH 3.0 맥바인 완충액 1.0 mL를 가해서 40°C에서 예열하여 둔다. 여기에 효소액 0.5 mL를 가해서 40°C에서 60분간 반응시킨 후 0.4M TCA(Trischloroacetic acid) 용액 3 mL를 가해서 반응을 정지시키고 침전을 제거한다. 반응액 1 mL에 0.4M Na₂CO₃ 5 mL와 페놀시약 1 mL를 가해서 40°C에서 30분간 발색시킨 후 660 nm에서 흡광도를 측정한다.

Acidic-protease 활성은 40°C에서 60분간 1 ug의 티로신 상당량의 정색을 나타내는 것을 1 unit로 표시하였다(Brewing society of Japan 1993).

Acidic-protease 활성 (unit/g) = $y(\text{효소액-대조구}) \times 6/1(\text{반응액량}) \times 1/0.5(\text{효소액량}) \times 100/10(\text{추출률})$

6. 미생물 수 측정

벼누룩의 세균수, 곰팡이수 및 효모수는 Fig. 4에 나타내었다. 분쇄한 누룩 1 g을 생리식염수로 현탁, 희석한 후 세균수는 plate count agar(Difco, Detroit, USA)에 접종하여 35±1°C에서 24~48시간 배양한 후 생성된 집락수를 계산하고 그 평균 집락수를 희석배수에 곱하여 세균수를 산출하였으며(Jung *et al* 2010), 곰팡이와 효모수는 potato dextrose agar(Difco, Detroit, USA)에 평판계수법(Atlas *et al* 1995)으로 28°C에서 3일간 정지배양하면서 나타난 곰팡이와 효모 colony를 계수하여 나타내었다.

7. 통계처리

SPSS program(version 17.0)을 이용하여 실험구당 평균과 표준편차를 구하였으며, 실험구간의 통계적 유의성은 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test로 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 벼누룩 배양시 품온 변화

원료 배합비율 및 수분첨가율에 따른 벼누룩의 품온 변화는 Fig. 2와 같다. 전반적으로 2~3일간 온도가 상승하다가 그 뒤에서 품온이 낮아지는 경향이였다. 벼와 밀의 배합비율에 따라 온도변화에 차이가 있었는데, 밀의 배합비율이 많아

질수록 높은 온도의 품온이 지속적으로 유지되었다(Fig. 2. d, e). 수분함량에 있어서는 수분 첨가량이 많을수록 누룩의 품온이 높은 경향이였다. 배양시간별 누룩의 품온 특성에서, 발효 초기에 누룩의 외기 온도는 30℃로 동일하였으며, 배양 12시간이 경과하자 벼누룩의 품온이 급격하게 상승되었다. 이는 누룩 미생물들이 영양분 섭취와 호흡을 통해 성장하면서 다량의 대사 에너지를 생성하여 품온이 상승한 것으로 사료된다(Min *et al* 2008). 누룩 A(벼 100%)는 36시간이 지난 후 현저히 품온이 떨어져 미생물의 활동이 둔화되었다는 것을 알 수 있는데, 이러한 현상은 배양 후 낮은 효소활성이나 미생물 수의 결과와도 일치한다(Fig. 2 (a), Fig. 3, Fig. 4).

밀의 배합비율이 높을수록 36시간에서 60시간 동안 품온이 높게 유지된다는 것을 알 수 있으며, 수분함량이 많을수록 배양기간 동안 온도가 높게 나타나는 현상을 보였다. 밀의 배합비율이 50%, 70%, 100%인 경우, 수분첨가율 35%에서 비교적 품온이 높게 유지되어 누룩미생물 활동이 왕성한 것으로 볼 수 있었으나, 효소활성에 있어서는 수분첨가율 35%보다는 25% 처리구에서 높은 활성을 나타내었다(Fig. 2 (c), (d), (e), Fig. 3). 배양된 벼누룩의 미생물 수 데이터와 비교해 볼 때, 수분첨가율 35%에서 효모나 곰팡이의 생육보다는 세균의 생육이 촉진되는 것으로 보여진다(Fig. 3).

누룩제조시 수분첨가율에 있어서, 벼 100% 사용 누룩에서

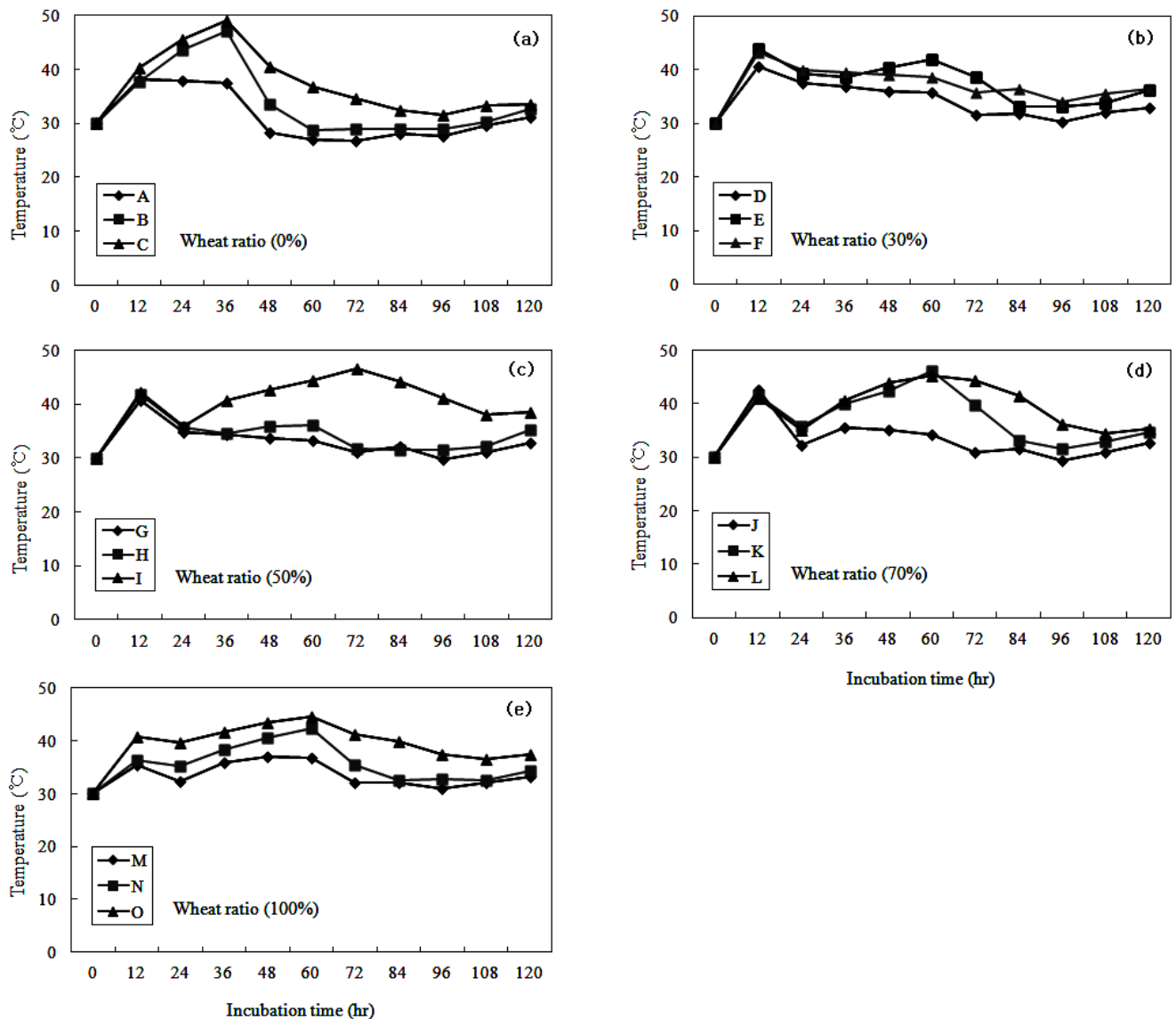


Fig. 2. Changes in temperature during *Byeo-Nuruk* incubation time depending on the mixing ratio of wheat and adding rate of moisture.

Alphabet A to O reveals adding rate of moisture and reference in Table 1.

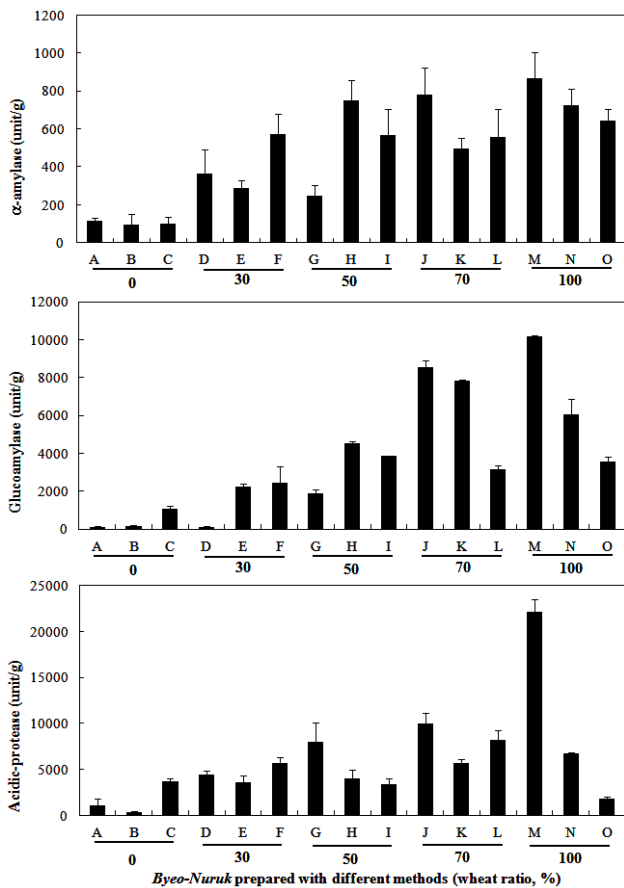


Fig. 3. Enzyme activities of Byeo-Nuruk depending on the mixing ratio of wheat and adding rate of moisture. Alphabet A to O reveals adding rate of moisture and reference in Table 1.

수분첨가율이 30% 이하에서는 누룩성형이 되지 않았으며, 수분첨가율이 40% 이상에서는 배양중 누룩속에서 이상발효 현상이 관찰되었다. 또한 밀 100% 사용 누룩에서 수분첨가율 30% 이상 처리에서 이상발효현상이 관찰되어 벼 100% 사용시에는 수분첨가율 35% 정도가, 밀 100% 사용시에는 수분첨가율을 25%로 조절하는 것이 적당하다고 판단된다.

2. 벼누룩의 이화학적 품질 특성

1) pH 및 적정산도 특성

벼누룩 제조시 벼와 밀의 배합비율 및 첨가하는 수분비율에 따른 벼누룩의 품질특성은 Table 2와 같다. 벼누룩의 pH는 4.85에서 7.42까지 넓은 범위를 보였는데, 이러한 결과는 원료배합비율 및 수분첨가율에 따라 품질이 크게 다르다는 것은 나타내는 것이다. 배양이 완료된 누룩에 있어서 pH의 차이는 배양과정 중에 관여하는 다양한 미생물에 의해 달라지므로 본 연구에서 품질간의 pH 차이가 크다는 것은 그만

큼 원료 배합비율이나 첨가하는 수분량에 따라 미생물 분포가 다르고 품질에도 크게 영향을 미칠 수 있다는 것을 짐작할 수 있다(Kong *et al* 2011).

원료 배합비율 및 수분첨가율에 따른 벼누룩의 적정산도 특성은 Table 2와 같다. 전체적으로 적정산도는 1.0~2.3 정도였으며, 벼와 밀의 배합비율 30:70인 누룩 J, K, L에서 비교적 적정산도와 효소활성이 동시에 높은 특징을 보였다. 또한 원료 배합비율이 동일할 때 수분첨가율이 많을수록 대체적으로 적정산도가 낮아졌으며, 효소활성도 동시에 낮아지는 특징을 보여 적정산도와 효소활성 간에 관련이 높은 것으로 추측할 수 있다. 효소활성이 강하다는 것은 그만큼 누룩 미생물의 생육이 높다는 것을 말하며, 따라서 이들 미생물의 생육에 의해 다양한 유기산이 생성되는 것으로 보여진다(Yu *et al* 1996).

벼누룩의 적정산도와 pH 특성을 비교해 볼 때, 적정산도 값은 처리 간에 차이가 큰 것에 비하여 pH는 대체로 큰 변화 없이 비슷한 값을 보여주고 있다. 이러한 결과는 누룩배양시 각종 미생물에 의해 유기산이 생성되거나 단백질이 아미노산으로 분해됨으로써 배양된 누룩 속에는 다양한 유기물질이 축적되어 완충능이 높아졌기 때문인 것으로 사료된다(Kim *et al* 1997).

2) 가용성고형분 특성

가용성고형분 함량은 벼에 대한 밀의 배합비율이 높아질수록 그리고 수분첨가량이 많을수록 높아지는 특성을 보였다. 누룩에서 가용성고형분은 배양 중 누룩곰팡이가 분비한 각종 효소에 의해 생성된 당류나 아미노산이 많을 경우 가용성고형분 함량이 높아지는 것으로 생각된다. Lee *et al*(2009)의 보고에 의하면, 누룩 생산과정 중 발효에 관여하는 미생물, 특히 곰팡이에 의해 생성되는 전분 분해효소의 활성이 증가되어 누룩의 전분이 당으로 활발히 전환됨으로써 가용성고형분 함량이 높아지는 것으로 설명하고 있다. 본 시험에서 효소활성 정도와 가용성고형분 함량을 비교해 볼 때, 효소활성이 높다고 반드시 가용성고형분 함량이 높아지는 것은 아니었다. 즉, 누룩에 있어서 가용성고형분 함량이 반드시 효소활성에만 영향을 받는 것은 아니며, 다른 요인에 의해서도 크게 영향을 받는 것으로 추측할 수 있다. 전반적으로 밀의 배합비율과 수분첨가율이 높아질수록 가용성고형분 함량도 높아지는 경향이였다.

3) 아미노산도 특성

배양 누룩의 아미노산도 특성은 Table 2와 같다. 밀의 배합비율이 높아질수록 아미노산도 값은 증가하였으며, 수분첨가비율에 있어서는 수분첨가 비율이 높을수록 아미노산도가 높아지는 경향이였다. 아미노산도는 단백질 분해에 의해

Table 2. Properties of *Byeo-Nuruk* depending on the mixing ratio of wheat and adding rate of moisture

Samples	Wheat ratio (%)	pH	Soluble solid (°Brix)	Acidity	Amino acidity
A	0	4.85±0.19 ^{a1)}	1.30±0.17 ^a	1.99±0.27 ^{cddefgh}	0.98±0.11 ^a
B		5.18±0.38 ^{ab}	1.37±0.12 ^{ab}	2.20±0.26 ^{figh}	1.47±0.06 ^{ab}
C		5.67±0.31 ^{cd}	1.43±0.15 ^{ab}	1.89±0.13 ^{cddefg}	1.60±0.10 ^{bc}
D	30	5.53±0.01 ^{bc}	1.40±0.10 ^{ab}	1.87±0.23 ^{cddef}	1.33±0.21 ^{ab}
E		6.04±0.31 ^{de}	1.43±0.06 ^{ab}	1.63±0.14 ^{bcd}	1.70±0.17 ^{bcd}
F		6.12±0.10 ^e	1.67±0.06 ^{bc}	1.72±0.10 ^{bcdde}	2.34±0.20 ^e
G	50	5.50±0.17 ^{bc}	1.83±0.25 ^c	2.30±0.39 ^{gh}	1.67±0.35 ^{bcd}
H		6.36±0.26 ^{efg}	1.80±0.17 ^c	1.56±0.06 ^{bc}	2.17±0.15 ^{de}
I		6.66±0.30 ^{fg}	1.97±0.06 ^{cd}	1.69±0.02 ^{bcdde}	3.17±0.38 ^f
J	70	5.63±0.42 ^{cd}	2.33±0.31 ^e	2.58±0.35 ^h	2.60±0.50 ^e
K		5.99±0.06 ^{de}	1.83±0.23 ^c	2.0±0.38 ^{defg}	2.13±0.25 ^{cde}
L		6.27±0.23 ^{ef}	2.20±0.10 ^{de}	2.08±0.19 ^{efg}	3.30±0.26 ^f
M	100	6.77±0.06 ^g	2.70±0.10 ^f	1.68±0.21 ^{bcdde}	4.27±0.29 ^g
N		7.42±0.23 ^h	2.47±0.29 ^{ef}	1.02±0.18 ^a	3.83±0.40 ^g
O		7.25±0.18 ^h	3.17±0.06 ^g	1.32±0.07 ^{ab}	5.40±0.52 ^h

¹⁾ Means with same superscript letters within a column are not significantly different at $p < 0.05$ level as determined by Duncan's multiple range test.

Alphabet A to O reveals adding rate of moisture and reference in Table 1.

생성된 아미노산의 많고 적음으로 나타내는 척도로서 아미노산도가 높다는 것은 그만큼 아미노산이 많이 함유되어 있다는 점을 감안할 때, 아미노산도는 누룩에 함유되어 있는 단백질분해효소(acidic-protease)의 활성에 크게 영향을 받을 것으로 예측된다. 전반적으로 밀의 배합비율이 높아짐에 따라 아미노산도와 단백질분해효소(acid-protease)의 활성이 다소 증가하는 특징을 보였다. 하지만, 동일한 원료배합비율에서는 수분첨가량이 많아짐으로써 아미노산도는 증가하였으나, 단백질분해효소의 활성은 오히려 떨어지는 경향을 보였다. So *et al* (1999) 등의 보고에서 acid-protease 활성도가 높아질수록 누룩의 아미노산의 함량이 높았던 것과는 다소 차이가 있는 결과를 보여주고 있다. 이러한 결과로 미루어볼 때, 누룩의 아미노산도는 누룩 자체의 단백질분해효소 활성에 크게 영향을 받지만, 누룩제조시 사용한 원료의 protein 함량에도 영향을 받는 것으로 생각된다.

3. 벼누룩의 효소활성 특성

벼누룩 제조시 벼와 밀의 배합비율 및 첨가하는 수분 비율에 따른 벼누룩의 효소활성 특성은 Fig. 3과 같다. 밀의 배합비율이 높아질수록 전반적으로 α -amylase, glucoamylase, acidic-protease 활성이 높아지는 경향이었다. 벼 100% (누룩

A, B, C)로 제조된 누룩의 α -amylase 활성은 90.8~110.7 unit/g으로 낮았으며, 밀 100% (누룩 M, N, O)로 제조한 것은 643.3~865.8 unit/g으로 높은 활성을 나타내었다. 누룩의 α -amylase 활성의 평균값은 475.7 unit/g이었는데, 이는 Kim & Park(1996)의 연구에서 분리 균의 단일배양에 따른 액화력 및 당화력에서 액화력은 100~735 units/g 효소활성 보고와 유사한 결과를 보였다.

단백질 분해 효소인 acidic-protease 활성도 전반적으로 α -amylase 및 glucoamylase와 유사한 경향이었으나, 밀의 배합비율과 수분첨가율에 따라서 다소 차이는 있었다. 벼와 밀의 배합비율이 50:50일 때, α -amylase 및 glucoamylase 활성은 수분첨가율 35% 처리구에서 높은 효소활성을 보인 반면, acidic-protease에서는 25% 처리구에서 높은 활성을 보였다. 이러한 데이터를 바탕으로 누룩배양시 수분함량을 조절함으로써 서로 다른 효소활성을 가진 누룩을 제조할 수 있으며, 더 나아가 약주나 막걸리의 품질을 조절할 수 있다.

첨가하는 수분비율에 따라서는 밀의 배합비율이 낮은 경우와 높은 경우에 서로 다른 경향을 나타내었는데, 밀의 배합비율이 낮은 경우에는 첨가하는 수분비율이 다소 높은 35% 처리에서 α -amylase와 glucoamylase 활성도 다소 높아지는 경향이었던, 밀의 배합비율이 70% 이상으로 비교적 높은 처리

구에서는 수분 첨가비율이 25% 정도로 낮은 처리구에서 효소활성이 높은 경향을 나타내었다(Fig. 3). 이러한 결과는 밀의 배합비율이 낮은 처리구, 즉 벼의 배합비율이 높은 처리구에서는 배양시 수분이 비교적 많이 필요하며, 밀의 배합비율이 높은 처리구에서는 배양시 수분첨가율이 너무 높지 않은 것이 누룩미생물 생육에 적합한 것으로 생각된다.

4. 벼누룩의 미생물 분포 특성

벼누룩의 곰팡이수, 효모수 및 세균수를 조사한 결과는 Fig. 4와 같다. 벼의 배합비율이 높은 100:0%와 70:30% 처리구에서는 수분함량이 높아질수록 미생물 균수가 많아지는 반면, 밀의 배합비율이 높은 30:70%와 0:100% 처리구에서는 수분첨가율에 큰 영향을 받지 않는 경향이였다. 이러한 결과로 미루어볼 때, 벼의 배합비율이 많을 경우, 수분이 충분히 유지되어야 누룩 관련 미생물이 잘 배양될 수 있다는 것을 나타내는 것이며, 밀의 배합비율이 높을 경우에는 비교적 수분 함량에 영향을 적게 받는 것으로 생각할 수 있다.

누룩에서 세균수는 수분과 밀의 함량 그리고, 배양조건에 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있으며(Kim JY 2011), 본 시험에서 누룩 G(벼 50%, 수분 25% 첨가)가 세균수, 효모수, 곰팡이수가 다른 누룩에 비해 가장 높은 값을 나타내었다. 벼와 밀의 배합비율이 50:50%와 30:70% 처리구에서 세균수, 곰팡이수 및 효모수가 가장 많은 특징을 보여, 벼를 100% 사용하는 것보다는 밀과 배합하여 누룩을 만드는 것이 누룩균의 생장이 촉진되는 것으로 나타났다. 일반적으로 누룩은 전분질 원료를 분해하는 효소뿐만 아니라 술발효를 위한 알코올 발효 효모도 다량 함유되어 있다(Kim et al 2006, Kim & Koh

2004). 본 연구에서 효모수가 가장 많은 것은 벼 50%에 수분 25%를 첨가한 누룩 G로 5.0×10^8 CFU/g이고, 가장 낮은 것은 벼 100%에 수분 40% 첨가한 누룩 B로 2.1×10^6 CFU/g로 나타났다. 즉, 벼 단독 사용보다는 밀과 혼합하여 만든 누룩이 술발효에 유리하다는 것을 의미한다. 효모수의 평균값으로 6.2×10^8 CFU/g이었는데, 이는 So MH(1999)의 연구 결과에서 *Rizopus japonicus* T2, *Aspegillus oryzae* L2로 제조한 개량 누룩에서 나타난 7.6×10^6 CFU/g과 약간의 차이가 있었는데, 이는 사용한 원료나 배양조건에 따른 차이라고 보여진다.

본 연구에서 벼누룩의 원료 배합비율과 수분첨가율에 따라 누룩의 이화학적 품질 특성과 미생물 분포 그리고 효소활성에 큰 차이가 있는 것으로 나타났으며, 이러한 누룩의 품질특성이 술의 알코올류나 에스테르 같은 향기성분이나 유기산이나 아미노산 같은 맛 성분 등에 큰 영향을 미칠 것으로 예상된다.

요약 및 결론

벼누룩 제조방법 확립을 위하여, 벼와 밀의 배합비율과 수분첨가율을 달리하여 제조한 벼누룩의 품질 특성을 조사하였다. 누룩배양 초기 2~3일간 온도가 상승하다가 그 뒤에서 품온이 낮아지는 경향이였다. 벼와 밀의 배합비율에 따라 온도 변화에 차이가 있었는데, 밀의 배합비율이 많아질수록 높은 온도의 품온이 지속적으로 유지되었다. 벼누룩의 pH와 적정 산도는 처리조건에 따라 각각 4.85~7.42, 1.0~2.3 정도 범위를 보여, 원료의 배합비율과 수분첨가율이 누룩 품질특성에 큰 영향을 미치는 것으로 볼 수 있다. 가용성고형분 함량은 벼에 대한 밀의 배합비율이 높아질수록, 그리고 수분첨가량이 많을수록 높아지는 특성을 보였으며, 누룩에 있어서 가용성고형분 함량이 반드시 효소 활성에만 영향을 받는 것은 아니며, 다른 요인에 의해서도 크게 영향을 받는 것으로 나타났다.

밀의 배합비율이 높아질수록 아미노산도 값은 증가하였으며, 수분첨가 비율이 높을수록 아미노산도가 높아지는 경향이였다. 누룩의 아미노산도는 누룩 자체의 단백질분해효소 활성에 크게 영향을 받지만, 누룩제조시 사용한 원료의 protein 함량에도 영향을 받는 것으로 생각된다.

벼와 밀의 배합비율이 50:50일 때, α -amylase 및 glucoamylase 활성은 수분첨가율 35% 처리구에서 높은 효소활성을 보인 반면, acidic-protease에서는 수분첨가율 25% 처리구에서 높은 활성을 보였다. 이러한 데이터를 바탕으로 누룩 배양시 수분함량을 조절함으로써 서로 다른 효소활성을 가진 누룩을 제조할 수 있으며, 더 나아가 약주나 막걸리의 품질을 조절할 수 있다. 벼와 밀의 배합비율이 50:50%와 30:70% 처리구에서 세균수, 곰팡이수 및 효모수가 가장 많은 특징을 보였다. 따라서 벼를 100% 사용하는 것보다는 밀을 50~70%를 배합하고

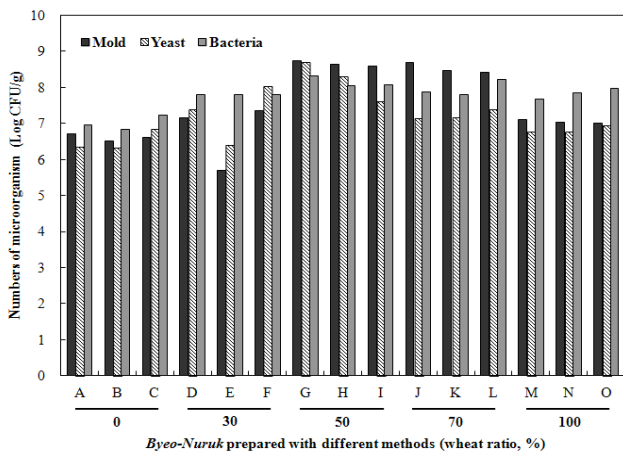


Fig. 4. Approximate numbers of microorganisms depending on the mixing ratio of wheat and adding rate of moisture. Alphabet A to O reveals adding rate of moisture and reference in Table 1.

수분첨가율은 25~30%로 하는 것이 적당하다고 생각된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ007396) 및 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제번호: PJ 907166)의 지원에 의해 이루어진 것이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

문헌

- Atlas RM, Park LC, Brown AE (1995) Laboratory manual of experimental microbiology. Mosby-Year book, Missouri. pp 119-127.
- Bae KH, Ryu HY, Kwun IS, Kwon CS, Sohn HY (2007) Optimization of thickness and maturation period of *Andong-Soju Nuruk* for fermentation of *Andong-Soju*. *Kor J Microbiol biotechnol* 35: 231-237.
- Baek SY, Yun HJ, Choi HS, Hong SB, Koo BS, Yeo SH (2010) Screening and characteristics of useful fungi for brewing from commercial *Nuruk* in *Chungcheong*. *Kor J Microbiol Biotechnol* 38: 373-378.
- Brewing Society of Japan. (1993) Analysis of alcoholic beverages. Japan, pp 211-228.
- Jung HK, Park CD, Park HH, Lee GD, Lee IS, Hong JH (2006) Manufacturing and characteristics of Korean traditional liquor, *Hahyangju* prepared by *Saccharomyces cerevisiae* HA3 isolated from traditional *Nuruk*. *Korean J Food Sci Technol* 38: 659-667.
- Jung WY, Eom JH, Kim BJ, Ju IS, Kim CS, Kim MR, Byun JA, Park Yg, Son SH, Lee EM, Jung RS, Na MA, Yuk DY, Gang JY, Heo OS, Yoon MH (2010) Monitoring bacillus cereus and aerobic bacteria in raw infant formula and microbial quality control during manufacturing. *Korean J Food Sci Technol* 42: 494-501.
- Kim HR, Baek SH, Seo MJ, Ahn BH (2006) Feasibility of cheongju brewing with wild type yeast strains from *Nuruk*. *Kor J Microbiol Biotechnol* 34: 244-249.
- Kim HS, Hyun JS, Jim J, Ha HP, Yu TS (1997) Characteristics of useful fungi isolated from traditional korean *Nuruk*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 767-774.
- Kim IH, Park WS (1996) Comparison of fermentation characteristics of Korean traditional alcoholic beverage with different input step and treatment of rice and *Nuruk* Korean-style bran *koji*. *Korean J Dietary Culture* 11: 339-348.
- Kim JY (2011) The effect of addition levels of sweet persimmon powder on the physicochemical characteristics of Gochujang during fermentation. *MS Thesis Chonnam National University, Gwangju*. p 64.
- Kim JY, Koh JS (2004) Screening of brewing yeasts and saccharifying molds for foxtail millet-wine making. *J Kor Soc Appl Biol Chem* 47: 78-84.
- Kong MH, Jeong ST, Yeo SH, Ghoi JH, Chi HS, Han GJ, Jang MS, Chung IM (2011) Determination of ginseng *Yakju* quality using different percentages and application dates of ginseng. *J East Asian Soc Dietary Life* 21: 207-214.
- Lee HY, Lee JH, Ko YJ, Park MH, Lee J, Ryu CH (2009) Changes in allergenicity and quality *Nuruk* during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 76-82.
- Lee SW, Kwon JH, Yoon SR, Woo SM, Yeo SH, Jeong YJ (2011) Quality characteristics of brown rice vinegar prepared using various amounts of *Nuruk* (an amylolytic enzyme preparation) and employing different fermentation conditions. *Korea J Food Preserv* 18: 26-324.
- Min KC, Jeon JI, Park SK, Jo NC, Jung SH (2008) Food microbiology. Kwangmoonkag. Seoul, Korea. pp 135.
- Park CD, Jung HK, Park HH, Hong JH (2007) Identification and fermentation characteristics of lactic acid bacteria isolated from *Hahyangju Nuruk*. *Korean J Food Preserv* 14: 188-193.
- Park CS, Lee TS (2002) Quality characteristics of *Takju* prepared by wheat flour *Nuruks*. *Korean J Food Sci Technol* 34: 296-302.
- So MH (1999) Characteristics of a modified *Nuruk* made by inoculation of traditional *Nuruk* microorganisms. *Korean J Food Nutr* 12: 219-225.
- So MH, Lee YS, noh WS (1999) Changes in microorganisms and main components during *Takju* brewing by a modified *Nuruk*. *Korean J Food & Nutr* 12: 226-232.
- The National Tax Service Technical Research Institute (2009) Regulation for analysis of alcoholic beverages. Korea, pp 17-42.
- Yu CH, Hong SY, Koh JS (2005) Zymological properties of foxtail millet wine making by isolated strains from *Nuruk*. *J Kor Soc Appl Biol Chem* 45: 138-144.
- Yu TS, Kim HS, Hong J, Ha HP, Kim TY, Yoon IH (1996) Bibliographical study on microorganisms of *Nuruk*. *J Korean Soc Food Nutr* 25: 170-179.