

증편 제조공정 개선을 위한 스타터 선발

문혜준 · 장학길 · 목철균
경원대학교 식품생물공학과

Selection of Lactic Starter for the Improvement of Jeungpyun Manufacturing Process

Hye Joon Moon, Hak-Gil Chang and Chulkyoon Mok
Department of Food and Bioengineering, Kyungwon University

Abstract

Jeungpyun has a unique sponge-like texture and sour taste imparted by the lactic acid and alcohol that are produced by the addition of Takju(turbid rice wine) as a starter. Its consumption, however, has been decreased due to the long preparation time, the difficulties in quality control and the offensive odor derived from the Takju. The present study was carried out in order to shorten the preparation time and to improve the quality of Jeungpyun. To achieve the objectives an appropriate commercial lactic acid starter was selected and a cofermentation system with yeast was developed. A starter containing *Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris* and *Lactococcus diacetylactis* was selected based on the acid production rate and the quality of the produced sour taste. It took 3 hr for the lactic acid fermentation of rice slurry. The optimum addition levels of the lactic acid starter and yeast were 0.45% and 0.60%, respectively. The lactic acid fermented rice slurry was mixed with the rice slurry separately fermented for 2 hr by yeast, and cofermented for another 1 hr before steaming. Jeungpyun prepared by the developed method was superior in quality to that prepared by conventional method using Takju. The developed method reduced the preparation time more than 50% compared with the conventional method.

Key words : Jeungpyun, lactic acid starter, quality, process improvement

서 론

증편은 메떡, 찰떡 및 송편과 더불어 찌는 떡의 일종으로 습식제분한 쌀가루에 발효원으로 탁주를 넣어 발효시킨 다음 찌서 성형하는 우리나라 고유의 발효 떡으로서 시큼한 맛과 해면상의 조직을 갖고 있는 것이 특징이다. 특히 소화성이 좋은 발효식품이라는 점과 서양의 빵류와 같이 발효에 의해 만들어지는 단 하나의 떡류라는 점에서 서양의 빵과 가장 비슷하다고 할 수 있다.

증편에 대해 연구한 논문을 살펴보면, 김⁽¹⁾은 제분 방법을 달리한 쌀가루를 이용하여 증편을 만들었을 때 습식제분 쌀가루로 만든 제품이 건식제분 쌀가루로 만든 제품보다 팽화상태가 좋고 전반적인 품질이 양호하였는데 습식제품은 가수량이 80%인 경우, 건식제품

은 가수량이 100%인 경우 더 좋게 평가되었다. 또 김⁽²⁾은 발효시간을 달리하였을 때와 밀가루 첨가가 증편의 texture에 미치는 영향을 연구하여 2시간 발효시키고 쌀가루에 밀가루를 25% 첨가한 증편이 관능검사 결과 grain, softness, overall quality가 가장 높았고, sourness 및 chewiness가 적당하다고 보고한 바 있다.

서⁽³⁾는 증편의 품질에 영향을 미치는 제조조건을 연구한 결과 쌀가루 : 탁주(2 : 1, w/v), 설탕 : 쌀가루(1 : 5, w/w), 35°C에서 발효시켜 제조한 경우에 전분의 소화율, 호화도가 가장 높게 나타났으며, 관능검사 결과 질감(grain), 종합적 품질(overall quality)이 가장 높은 점수를 나타내었고, 신맛의 정도(sourness)와 씹힘성(chewiness)이 가장 적당하게 나타났다고 보고하였다.

최⁽⁴⁾는 전통적 증편제조의 표준화를 위한 연구에서 동동주와 콩의 적정 첨가량과 발효시간을 달리하여 최적 조건을 결정하였으며, 전⁽⁵⁾은 증편의 부재료 및 첨가제에 따른 품질 특성에 대해 연구하여 탁주 발효 증편 제조시 설탕, 식염의 첨가효과와 효모발효 증편제

Corresponding author : Chulkyoon Mok, Department of Food and Bioengineering, Kyungwon University, San 65, Bokjung-Dong, Sujung-Gu, Sungnam, Kyunggi-Do 461-701, Korea

조시 유기산, 콩가루 및 우유의 첨가로 인한 증편의 특성을 조사, 보고하였다.

박⁶⁾은 증편 제조시 표준화를 위한 기초자료를 제시하고자 반죽의 가수량 및 재료구성에 관한 최적조건과 발효과정에 따른 반죽 및 증편의 이화학적 성질 변화 등을 검토하였으며 장⁷⁾은 쌀 품종별 증편의 저장 기간에 따른 물성 및 기호성의 변화를 연구하였는데 쌀을 원료로 한 전통식품개발에서 통일계 고미를 이용하여도 양질의 증편을 제조할 수 있으며 두께 75 μm 인 PP/Nylon 적층 film을 11.5×7.5×4.5 cm 크기로 용기화하여 배합된 반죽을 발효시킨 후 용기 그대로 증자하여 밀봉하고 이를 유통시켰을 때 제조 공정의 간편화는 물론 품질 수명도 연장시킬 수 있다고 보고하였다.

증편이 독특한 향미와 texture를 갖음에도 불구하고 그 이용률이 낮은 이유는 발효시간이 8-12시간으로 너무 오래 걸리고, 발효제로 사용한 탁주의 냄새 및 신맛, 텁텁한 맛 때문에 현대인에게 쉽게 수용되지 못하는 등의 이유 때문으로 생각된다.

본 연구는 증편의 생산공정과 품질을 개선하여 현대인의 기호에 맞는 식품으로 발전시켜 우리 고유식품을 살리고 쌀의 소비도 늘리려는 노력의 일환으로 젖산균을 이용하여 젖산 발효에 의해 생성되는 젖산과 기타 발효부산물에 의하여 개선된 풍미와 texture를 가진 제품을 개발하고 발효시간을 단축함으로써 제조공정을 단순화하기 위한 목적으로 수행되었다.

재료 및 방법

쌀, 젖산균 및 부재료

쌀은 1996년 충남 당진에서 수확된 일반계 쌀을 사용하였고, 젖산균 스타터는 Christian Hansen Co. (Denmark) 및 Rhone-Poulenc Co. (France) 제품을 구입하여 사용하였다. 부재료인 설탕은 정백설탕(제일제당), 식염은 재제염(해표-유니레버, NaCl 88% 이상)을 사용하였으며 건조효모는 S.I. Lesaffre Co. (France) 제품을 사용하였다. 전통적인 방법에 의한 증편제조에 사용한 탁주는 청산탁주제조장 제품이었다.

쌀제분

쌀을 상온에서 3시간 동안 물에 침지한 후 1시간 물 빼기를 하여 표면수를 제거하고 Roll-mill을 사용하여 습식제분한 후 20 mesh 체를 통과시켜 실험에 사용하였다. 습식제분한 쌀가루의 평균 수분함량은 33.9%이었다.

젖산균 스타터 선발

Table 1. Lactic starters used for Jeungpyun processing

Starters	Lactic acid bacteria	Viable lactic acid bacteria count (CFU/g)
A	<i>Lactobacillus brevis</i>	7.5×10^{10}
B	<i>Lactobacillus plantarum</i>	7.9×10^{10}
C	<i>Streptococcus thermophilus</i>	9.0×10^{10}
D	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> <i>Streptococcus thermophilus</i>	8.3×10^{10}
E	<i>Lactobacillus helveticus</i> <i>Lactobacillus lactis</i>	7.6×10^{10}
F	<i>Lactococcus lactis</i> <i>Lactococcus cremoris</i> <i>Lactococcus diacetylactis</i>	8.5×10^{10}
G	<i>Lactobacillus sanfrancisco</i>	6.8×10^{10}
H	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	9.3×10^{10}
I	<i>Lactobacillus acidophilus</i> <i>Streptococcus thermophilus</i> <i>Lactobacillus bulgaricus</i> <i>Bifidobacterium</i>	9.7×10^{10}

증편제조를 위하여 사용한 상업용 스타터 종류 및 MRS 배지를 사용하여 평판배양법으로 계수한 젖산균 수는 Table 1과 같다. 습식제분한 쌀중량의 67.5% (v/w)에 해당하는 물에 상업용 스타터와 설탕을 각각 쌀중량의 0.3% (w/w), 20% (w/w)를 가하여 37°C의 발효조에서 30분간 수화시켰다. 이를 식염 1.0% (w/w)를 첨가한 쌀가루에 가하여 반죽한 뒤 37°C에서 발효시키면서 시간별 pH변화를 측정하여 산생성능을 조사하고 증자한 후 관능검사에 의한 종합적 기호도를 비교하여 증편제조에 적당한 젖산균 스타터를 선발하였다.

증편 제조

증편제조는 Fig. 1과 같이 각각 젖산균과 효모를 사용하여 1차 발효한 slurry를 혼합하여 2차 발효한 후 증자하여 실시하였다. 물 337.5 mL에 100 g의 설탕과 일정량의 젖산균 스타터를 가하여 37°C의 water bath에서 30분간 수화시켰다. 이를 습식제분한 쌀가루 500 g에 가하고 식염 5 g을 첨가하여 반죽한 후 37°C에서 3시간 발효시켰다. 효모도 동일한 방법으로 수화하여 쌀가루 500 g에 가하고 식염 5 g을 첨가하여 혼합한 후 37°C에서 2시간 발효시켰다. 이 후 젖산 발효시킨 slurry와 효모발효시킨 slurry를 잘 혼합하여 유산지를 깐 baking pan에 옮겨 담아 1시간 동안 2차 발효시킨 뒤에 30분간 증자하여 증편을 제조하였다.

젖산균 스타터 및 효모의 적정 첨가량 결정

선발된 젖산균을 사용하여 Fig. 1의 방법에 의하여 젖산균을 0.30-0.60%, 효모(1.2×10^6 CFU/g)를 0.30-

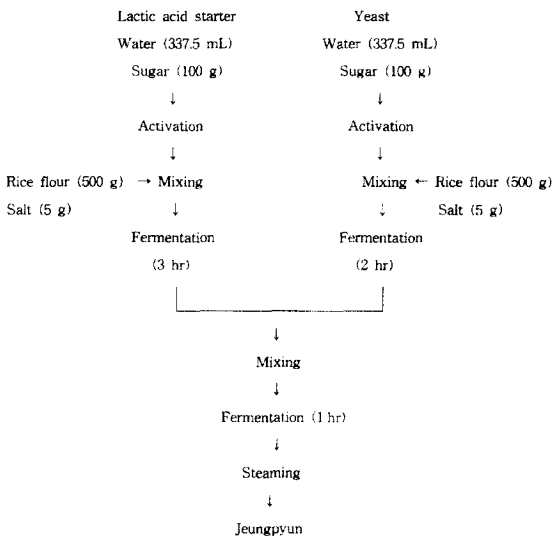


Fig. 1. Flowsheet for the preparation of Jeungpyun.

0.90% 수준으로 조절하여 중편을 제조하였고, 제조된 중편의 이화학적 특성 및 관능적 품질을 기준으로 젖산균 스타터 및 효모의 적정 첨가량을 결정하였다.

전통적인 방법에 의한 중편 제조

전통적인 방법에 의한 중편은 조 등⁽⁸⁾의 방법을 약간 변형하여 제조하였다. 즉 습식제분한 쌀가루 1000 g에 식염 10 g, 설탕 200 g을 첨가한 후 탁주(수분함량 95%, 청산탁주제조장) 250 mL와 물 435 mL를 가하여 예비혼합하였다. 예비혼합한 쌀 slurry를 균질기(Yamato LR500B, Japan)를 사용하여 500 rpm에서 3분간 혼합하고 37°C의 항온기에서 9시간 발효한 후 가볍게 교반하여 가스빠기를 하고 유산지를 깔 baking pan에 옮겨 45°C에서 30분간 2차 발효를 행한 후 30분간 증자하였다.

pH 및 적정산도

시료(발효한 slurry 또는 중편) 5.0 g을 CO₂ free water 25 mL에 분산시켜서 pH는 pH meter(Accumet 50, Fisher Scientific Co., U.S.A.)를 이용하여 측정하였으며 산도는 phenolphthalein을 지시약으로 사용하여 0.1 N NaOH로 적정하고 소비된 NaOH 양으로부터 적정산도를 산출하였다⁽⁹⁾.

비체적 측정

시료를 원통형 칼로 절단하고 그 높이를 calipers로 측정하였다. 절단된 시료의 면적에 높이를 곱하여 부피를 계산하고 이를 시료의 무게로 나누어 비체적(mL/

g)을 산출하였다.

Texture 측정

Texture analyser(TA-XT2 Stable Micro Systems, England)를 사용하여 지름 20 mm의 실린더형 plunger로 이동속도 0.5 mm/s로 시료표면에서 7.5 mm까지 진행하도록 TPA(texture profile analysis) test를 행하였다.

관능검사

중편의 관능검사는 중편의 품질차이 식별능력이 있는 검사원 12명을 선발하여 실시하였다. 시료의 제시 방법은 무작위로 추출한 시료를 흰 접시에 담아 임의 순서로 제시하였으며 9점채점법에 의하여 향미, 입안의 촉감, 전체적 기호도를 측정하였다.

내부조직관찰

중편의 절단된 단면을 UMAX color scanner(UC-630)로 주사한 후, Adobe Photoshop 3.0을 이용하여 명암의 대조를 보정하여 출력하였다.

통계 처리

SAS(Statistical Analysis System)를 사용하여 분산분석을 행한 후 유의성을 Duncan의 중범위 검정방법⁽¹⁰⁾으로 확인하였다.

결과 및 고찰

젖산균 선발 및 적정발효시간 결정

중편제조를 위한 쌀 젖산발효에 적합한 상업용 스타터를 선발하기 위하여 Table 1과 같은 수준의 젖산균수를 갖는 스타터 9종을 사용하여 젖산생성능을 pH 저하속도로 비교한 결과 Fig. 2와 같이 스타터를 첨가한 경우의 pH 저하속도가 대조구에 비하여 월등히 높았으며 스타터별로는 F의 pH 저하속도가 가장 높았으며, E, I, D, C의 pH 저하속도가 비교적 양호한 반면 H, B, G, A의 pH 저하속도는 상대적으로 낮은 경향을 보였다.

발효시간을 pH 4.20에 도달하도록 조절하여 증자한 후 관능평가에 의해 종합적 기호도를 비교한 결과 Table 2와 같이 F, E, A가 우수한 관능특성을 보였으며, B, D, C는 중간정도이었고, H, G, I의 관능특성은 열악하였다.

발효속도가 빠르고 관능적 품질이 양호한 스타터는 F였으며 따라서 중편 제조용 스타터로 F를 선발하였다. 선발된 젖산균 스타터 F를 쌀가루 중량의 0.30%

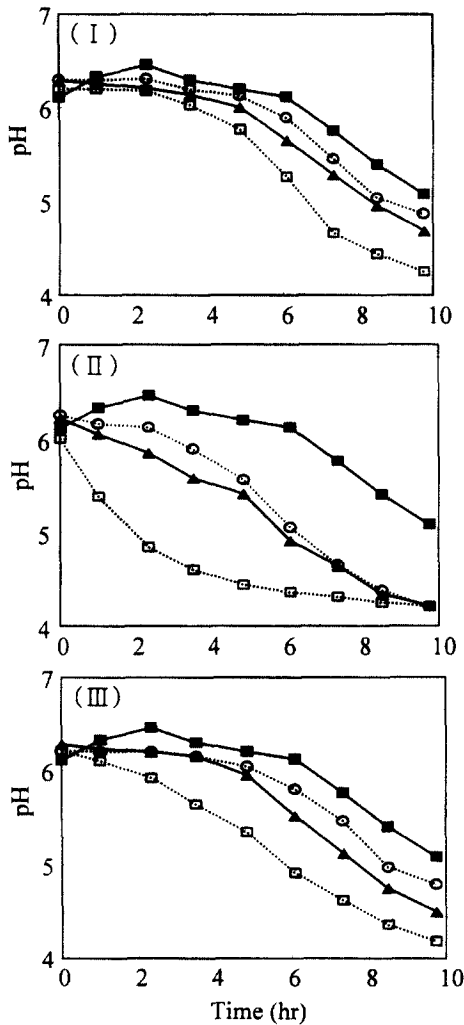


Fig. 2. Changes in pH during lactic acid fermentation in rice slurry using different lactic acid starters. (I) ■-■, Control; ○-○, A; ▲-▲, B; □-□, C (II) ■-■, Control; ○-○, D; ▲-▲, E; □-□, F (III) ■-■, Control; ○-○, G; ▲-▲, H; □-□, I.

수준으로 첨가하여 발효시 pH의 변화는 Fig. 3과 같이 초기 pH 5.02에서 발효시간 3시간까지는 급격한 pH 감소를 보였으며 발효시간 3시간 경과 후 pH는 4.36에 도달하였으며 이후 완만한 감소경향을 나타내었고 적정 산도는 pH의 감소와 동시에 증가하는 경향을 보여 적정 젖산발효시간을 3시간으로 결정하였다.

젖산균 및 효모 첨가량 결정

젖산균 스타터 F와 효모의 적정 첨가량을 결정하기 위하여 젖산균 스타터 F를 0.30-0.60% 수준으로 하

Table 2. Sensory quality of Jeungpyun fermented by different starters

Lactic acid starters	Overall eating quality ¹⁾
A	+++
B	+
C	+
D	+
E	+++
F	+++
G	--
H	-
I	--

¹⁾+++ very acceptable - slightly unacceptable
 ++ moderately acceptable -- moderately unacceptable
 + slightly acceptable --- very unacceptable.

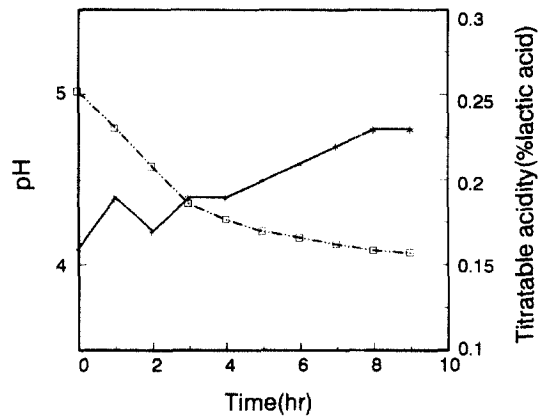


Fig. 3. Changes in pH and titratable acidity of rice slurry during lactic acid fermentation with selected starter F. □-□, pH; ×-×, Titratable acidity.

Table 3. Sensory score means¹⁾ of Jeungpyun with different lactic acid starter level

Lactic acid starter level (%)	Sensory properties		
	Flavor and Taste	Mouthfeel	Overall
0.30	4.500b	5.500ab	5.062b
0.45	6.000a	6.375a	6.500a
0.60	5.750b	5.250b	4.937b

¹⁾Judged by 9 point scoring method.
 Means with same letter are not significantly different (= 0.05).

고, 효모는 0.90% 수준으로 고정하여 증편을 제조한 결과, Table 3과 같이 향미는 젖산균 스타터 0.45%를 첨가하여 제조한 증편이 0.30%의 젖산균 스타터를 첨가하여 제조한 증편보다 유의적으로 우수한 관능적 품질을 나타내었고, 입안에서의 촉감은 젖산균 스타터 0.60%를 첨가하여 제조한 증편이 0.45%의 젖산균 스

타터를 첨가한 증편보다 유의적으로 낮은 품질을 나타내었다. 또한 종합적 기호도는 젖산균 스타터를 0.45% 첨가한 증편의 품질이 젖산균 스타터를 0.30%나 0.60%를 첨가하여 제조한 증편보다 유의적으로 우수한 관능적 품질을 나타내었다. 또한 젖산균 스타터를 0.45%로 고정하고 효모를 0.30~0.90% 수준으로 첨가하여 증편을 제조한 결과 Table 4와 같이 향미, 입안에서의 촉감, 종합적 기호도등 모든 관능적 품질이 효모를 0.60% 첨가하여 제조한 증편이 유의적으로 우수하였다. 따라서 증편제조를 위한 젖산균 스타터 F의 적정 첨가량은 습식제분한 쌀 중량의 0.45%이었으며, 효모는 0.60%가 적절하였다.

젖산균 스타터 F와 효모의 첨가량별 비체적은 Fig. 4와 같이 효모 첨가량이 증가할수록 비체적이 뚜렷이 증가하였으나 젖산균 스타터량에 따른 비체적의 변화는 뚜렷하지 않았다. 제조한 증편의 경도는 Fig. 5에 나타난 바와 같이 효모량의 증가에 따라 경도가 뚜렷이 감소하였으나 젖산균 스타터 첨가량과의 상관관계는 뚜렷하지 않았다. 효모 첨가량이 0.90%인 경우에는 과도한 CO₂ 발생에 의하여 부피팽창 및 비체적이 과

Table 4. Sensory score means¹⁾ of Jeungpyun with different yeast level

Yeast level (%)	Sensory properties		
	Flavor and Taste	Mouthfeel	Overall
0.30	4.600b	5.733ab	5.467b
0.60	6.600a	6.933a	7.333a
0.90	5.267b	4.933b	4.733b

¹⁾Judged by 9 point scoring method. Means with same letter are not significantly different ($\alpha=0.05$).

Fig. 4. Specific volume of Jeungpyun with respect to yeast and lactic acid starter addition levels.

도하게 증가하였고, 따라서 관능적 품질저하가 유발되었으며 과도한 효모량에 의하여 효모취가 발생함으로써 향미도 저하되었다(Table 4).

전통적 방법에 의한 증편과의 비교

본 연구에서 개발한 방법에 의해 증편제조시 발효 증 slurry의 pH변화는 Fig. 6에서 보는 바와 같이 젖산발효와 효모발효에 의한 pH 감소속도는 유사하였으며 3시간 젖산발효 후의 pH는 4.30을 나타내었고, 2시간 효모발효 후의 pH는 4.79였다. 젖산발효한 slurry를 효모발효한 slurry와 혼합한 후의 pH는 4.56이었으며 혼합 후 1시간 동안 2차 발효시의 pH 감소속도도 혼합 전과 유사한 경향을 보였으며 발효 후의 pH는 4.38이었다.

본 연구에서 개발한 방법으로 제조한 증편과 전통적인 방법으로 제조한 증편의 관능적 특성을 비교한

Fig. 5. Hardness of Jeungpyun with respect to yeast and lactic acid starter addition levels.

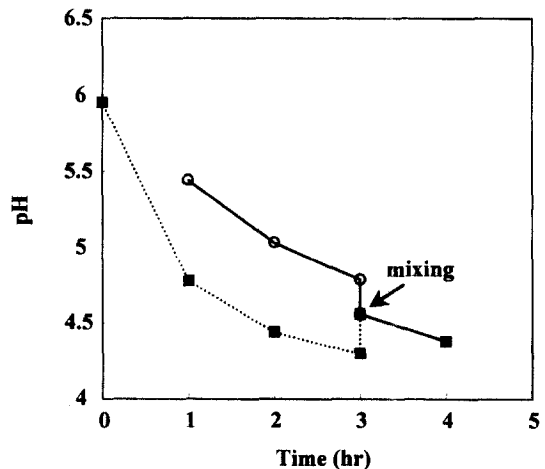


Fig. 6. Changes in pH of rice slurry during fermentation. ■ - ■ , LAB; ○ - ○ , Yeast.

Table 5. Comparison of sensory properties¹⁾ of Jeungpyun samples prepared by different methods

Method	Sensory properties		
	Flavor and Taste	Mouthfeel	Overall
Developed	6.333a	7.000a	6.500a
Conventional	5.450b	6.231a	4.950b

¹⁾Judged by 9 point scoring method.

Means with same letter are not significantly different ($\alpha = 0.05$).

Fig. 7. Internal structure of Jeungpyun prepared by different methods. (A) developed method (B) conventional method.

결과 Table 5와 같이 본 방법에 의한 증편의 향미, 입안에서의 촉감과 종합적인 기호도가 전통적으로 제조한 증편에 비하여 유의적으로 높아 본 방법에 의하여 증편의 품질을 개선할 수 있음을 확인하였다.

본 연구에서 개발된 방법과 전통적인 방법에 의한 증편의 내부조직은 Fig. 7과 같이 개발된 방법에 의한 증편(사진 A)은 전통적인 방법으로 제조한 증편(사진 B)에 비하여 내부에 잘 발달된 기포가 균일하게 형성되었다.

결론적으로 본 방법은 증편의 품질을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라 제조시간을 10시간에서 4시간 30분으로 단축할 수 있었다.

요 약

증편은 탁주를 스타터로 사용하여 젖산과 알코올발효에 의해 생성되는 해면상 구조에 의한 부드러운 조직과 신맛이 나는 특징이 있으나 제조시간이 길고 균일한 품질을 갖는 제품의 생산이 어려우며 탁주유래의 불쾌취로 인하여 소비가 감소하고 있다. 본 연구는 증편의 제조시간단축과 품질향상을 목적으로 증편 발효에 적합한 상업적 젖산균 스타터를 선발하고 이를 효모와 함께 사용하는 발효시스템을 개발하였다. 젖산균 스타터는 발효시 초기 pH 감소속도가 빠르고 상큼한 산미를 느낄 수 있는 *Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris* 및 *Lactococcus diacetylactis*로 구성된

것을 선발하였다. 발효 중 pH는 발효시간 3시간까지는 급격한 감소를 보이다 이후 완만한 감소를 보여 3시간을 적정 발효시간으로 결정하였다. 젖산균과 효모의 적정 첨가량은 상쾌한 산미와 적당한 비체적을 보인 젖산균 0.45%, 효모 0.60%로 결정하였다. 3시간동안 젖산 발효한 slurry를 2시간동안 효모발효한 slurry와 혼합하여 1시간 동안 2차 발효하는 발효시스템을 이용하여 증편 제조 공정을 완성하였으며 본 방법에 의해 제조된 증편은 전통적인 방법에 의해 제조된 증편에 비해 품질이 우수하였으며 제조시간을 50% 이상 단축할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 1996년도 산·학·연 공동기술개발 지역 컨소시엄 연구개발사업 결과의 일부로서 중소기업청과 경기도의 지원에 감사드립니다.

문 헌

1. Kim, Y.I. Physicochemical properties of rice flour by different milling methods and the quality characteristics of Jeungpyun. Ph. D. thesis, Chungang Univ., Seoul, Korea (1994)
2. Kim, Y.H. Effect of formulation and fermentation on characteristics of Jeungpyun. M.S. thesis, Hanyang Univ., Seoul, Korea (1983)
3. Seo, E.J. Effect of processing conditions on quality of Jeungpyun. M.S. thesis, Pusan National University of Fisheries, Pusan, Korea (1990)
4. Choi, S.E. A studies on standardization for the preparation of traditional Jeung-pyun. M.S. thesis, Ewha Women's Univ., Seoul, Korea (1993)
5. Chun, H.K. Various fermenting aids on the quality of "Jeung-pyun". Ph. D. thesis, Sookmyung Women's Univ., Seoul, Korea (1992)
6. Park, Y.S. In physicochemical properties of Jeungpyun during fermentation. Ph. D. thesis, Hyosung Women's Univ., Taegu, Korea (1989)
7. Jang, K.S. Development of traditional rice food. Food Sci. and Ind. 24(4): 52-53 (1991)
8. Cho, Y.H., Woo, K.J. and Hong, S.Y. The studies of Jeung-pyun preparation (In standardization of preparation) (in Korean). Korean J. Soc. Food Sci. 10(4): 322-328 (1994)
9. Lilia S. Collado and Mok, C. Comparative study of high amylose and low amylose rice for the preparation of Puto, a filipino fermented rice cake. Foods and Biotech. 1(2): 129-132 (1992)
10. SAS Institute, Inc. SAS User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA (1985)

(1999년 3월 20일 접수)