

유산균 종류와 찹쌀가루의 호화온도 및 발효시간에 따른 약초부각 발효품의 품질특성 변화

고영란^{1,2} · 손미예¹ · 김윤근³ · 정경숙⁴ · 왕수빈^{1,2} · 박석규^{1,2*}

¹한국전통발효식품연구소, ²순천대학교 식품영양학과
³산청군 한방약초사업단, ⁴반디영농조합

Changes in Quality Properties of Fermented Waxy Rice Paste of *Yakchobugak* as Affected by Lactic Acid Bacteria and Waxy Rice Powder

Young-Ran Ko^{1,2}, Mi-Yae Shon², Yun-Geun Kim³, Kyung-Sook Chung⁴,
Su-Bin Wang^{1,2}, and Seok-Kyu Park^{1,2*}

¹Korea Fermented Food Research Institute, Gyeongnam 660-984, Korea

²Dept. of Food and Nutrition, Suncheon National University, Jeonnam 540-741, Korea

³Medicinal Herb Promotion and Specialization Team, Sancheong County, Gyeongnam 666-805, Korea

⁴Bandui Agricultural Union Corporation, Gyeongnam 666-912, Korea

Abstract

This study was undertaken to investigate the quality properties of *yakchobugak* as affected by lactic acid bacteria and waxy rice paste for improving palatability of *yakchobugak* of *Agastache rugosa*. Total sugar contents of lactic acid bacteria-fermenting waxy rice paste gelatinized at 90°C were higher than that of 70°C. Reducing sugar contents were 2~5 times higher in 70°C waxy rice paste than in 90°C waxy rice paste and increased as the fermentation progressed. Total acidity of waxy rice pastes gelatinized at 70°C and fermented for 15 hours were 2.7~1.3 times higher than at 90°C, and then *Lactococcus lactis* had the lowest total acidity during fermentation. Viscosity of fermented paste (VFP) were lower than those of raw paste. VFPs gelatinized at 90°C were markedly higher than those at 70°C over 28% concentration. In *L. lactis* and *Lactobacillus plantarum*, VFPs fermented for 15 hours were over 2~3 times lower than those fermented for 40 hours. Hunter's color lightness (L) and yellowness (b) were decreased according to the elevation of gelatinization temperature and fermentation time. *L. lactis* and *L. plantarum*-producing waxy rice pastes were the uniform micell type with a large air-pore size and amorphous micell type with a small air-pore size, respectively. Based on these results, *L. lactis* was a lower lactic acid-producing bacteria as well as uniform air-pore distribution on waxy rice paste. It was found to be a good sourpaste-fermenting strain for enhancement of quality properties of *yakchobugak*, as revealed through viscosity, total acidity, Hunter's color b value and scanning electron micrographs.

Key words: *Agastache rugosa*, fermented *yakchobugak*, waxy rice paste, lactic acid bacteria, quality properties

서 론

최근 건강지향적 식품 소비형태가 확대됨에 따라서 우리 농산물과 전통식품에 대한 관심이 크게 높아지고 있으며, 특히 서구화 식생활에 비하여 우수한 우리 전통 식문화의 발굴과 전승 차원에서 전통식품에 대한 지속적인 관심과 지원정책이 더욱 필요하다(1). 그 가운데 우리나라 저장용 발효·숙성식품의 밑반찬류로는 다양한 침채류와 콩을 이용한 절임 혹은 그 전통발효식품 등이 있고, 식물체 잎이나 줄기, 뿌리로 만드는 장아찌류와 부각류 등이 있다(2-5).

전통 부각은 김, 미역, 다시마와 같은 해조류나 갯잎, 콩잎,

뽕잎, 가죽잎 등의 식용식물 산채류로 크게 나눌 수 있다. 대부분의 전통 부각은 주로 신선한 어린 잎 산채류나 해조류를 주원료로 하면서 전분질 찹쌀풀을 이용하므로 설탕 등의 감미성 당질을 줄일 수 있고, 식이섬유질 섭취를 쉽게 섭취할 수 있는 장점이 있어서 중장년층이나 노인들에게 관심이 매우 높다(3). 그 제조공정과 저장성을 개선시키면서 청소년들의 기호에 적합한 이색부각을 개발한다면, 스낵류와 같이 휴대용 간편식품으로 호응도가 증가될 것으로 생각된다.

현재까지 일반 전통 부각에 대한 연구로는 뽕잎 부각의 관능적 및 이화학 특성(6)과 전통 부각의 제조공정과 저장성 향상(7) 및 녹차추출물의 김부각의 산화안정성 및 품질특성

*Corresponding author. E-mail: bestmeju@sunchon.ac.kr
Phone: 82-61-750-3652, Fax: 82-61-752-3657

(8)에 관한 극히 일부만 보고되어 있다. 특히 임상요법으로 오랫동안 식용하여 온 지리산자락 약용식물의 어린잎을 이용한 발효 약초부각에 대한 연구는 전무한 실정이다.

한편 약초부각의 제조과정상에서 찹쌀풀 농도를 상승시켜 그 점도를 증가시키면, 튀김공정에서 주재료와 찹쌀풀이 떨어지거나 약초부각의 찹쌀풀 부분의 조직감이 딱딱해지는 문제점이 있다. 특히 두충잎, 오가피잎, 꾸지뽕잎 등과 같은 왁스 층이 두꺼운 약용식물들이 주재료인 경우에는 찹쌀풀이 떨어지는 현상이 더욱 많이 발생한다. 그리고 찹쌀풀 함량이 낮으면 약초부각의 식감이 감소하거나 외형적으로 약초부각의 상품성이 떨어지는 수가 있다. 이런 점들을 고려함과 동시에 일반적으로 유당처리를 하는 전통 부각을 포함한 한과류의 맛을 결정하는 주요 요인 가운데 부각의 부드러움, 바삭바삭함, 기름 냄새나 탈유정도 및 개당 크기 등과 같은 품질지표의 항목도 충분히 고려할 필요가 있다(1).

또한 전통 부각용으로 많이 사용하는 부재료인 찹쌀은 80~90%가 전분질이고 전분의 98% 정도가 아밀로펙틴으로 되어 있고(9), 물 결합능력과 점성 등과 같은 이화학적 성질 등은 찹쌀의 종류나 호화온도, 수분함량과 산 처리 등에 따라서 변화한다고 알려져 있다(9-12). 특히 호화온도 이하에서 산 처리(lintnerization)를 하면 찹쌀전분의 비결정부분과 결정부분의 두 단계 분해를 통하여 변성 전분화가 일어난다고 알려져 있다(10).

본 연구에서는 이와 같은 점을 고려하여 고품질 약초부각을 개발하기 위한 방안으로 전통 찹쌀풀의 품질개선을 위하여 찹쌀풀을 유산균으로 발효시켜 약초부각의 제조과정 단축과 조직감을 부드럽게 하고 주재료와 접착성이 우수한 발효찹쌀풀을 개발하고자, 찹쌀풀의 호화온도와 농도 및 식용 가능한 유산균 종류를 달리하면서, 발효시간에 따른 찹쌀풀의 총당, 환원당, 총산도, 색차계 색도와 점도 및 그 표면조직 형태를 조사한 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용한 전통 약초부각용의 주재료인 곱향잎(箍香, 排草香, *Agastache rugosa*)은 경남 산청군 대규모 약초재배단지(정광들)에서 직접 채취하여 세척·정선한 후에 사용하였으며, 찹쌀가루는 100 mesh 정도로서 탄수화물 26%, 당류 0%, 단백질 13%, 지방 2%, 나트륨 1%를 포함하고 있는 날찹쌀가루를 사용하였다. 전통 약초부각용의 유산균 발효 찹쌀풀을 제조를 위하여 한국중균협회 부설 한국미생물보존센터로부터 *Lactobacillus plantarum* KCCM 12116, *Lactococcus lactis* KCCM 40104, *Lactobacillus fermentum* KCCM 40400, *Leuconostoc mesenteroides* KCCM 35471 균주를 분양받아서 사용하였다.

유산균주 배양

약초부각 발효용 각각 유산균을 121°C, 15분간 멸균시킨 MRS broth(Difco, Detroit, Michigan, USA)배지에 일정량을 접종하여 *L. mesenteroides*는 26°C, 그 외의 유산균은 37°C에서 각각 36시간 배양하였다. 그리고 배양액을 무균적으로 원심분리(3,000 rpm, 30분)하여 균체를 회수하고, 멸균수로 1.5~2.0×10⁷ cell/mL 농도로 적절하게 희석하여 약초부각용 발효 스타트로 사용하였다.

발효찹쌀풀 제조

발효찹쌀풀은 증류수 78, 72, 66 mL를 250 mL 비이커에 넣고 히터에서 물 온도가 각각 70°C, 90°C가 될 때까지 가열하고, 찹쌀가루 농도별 22, 28, 34 g을 첨가하여, 120 rpm에서 4~5분간 고루 분산되게 호화시킨다. 다시 37°C로 냉각시켜 유산균 발효 스타트액을 0.7 mL(1.5~2.0×10⁷ cell/mL)를 접종하여 각 유산균주의 발효 온도별로 15~40시간 배양시켜 제조한다.

발효 약초부각 제조

찹쌀가루를 28% 농도로 호화시키고 냉각시킨 다음, 유산균 발효액을 15시간 배양하여 발효찹쌀풀을 만든다. 주재료인 일정 크기의 약용식물 곱향 잎을 편평하게 롤링한 다음, 발효찹쌀풀을 약 5 g 범위로 고르게 코팅하고, 바로 60°C에서 1시간 건조기에서 1차 건조(1겹1층)를 시킨다. 다시 동일한 방식으로 2차 코팅과 2시간 건조(1겹2층)시키거나 혹은 3차 코팅과 건조(1겹3층)를 반복하여 자연건조 15시간 후 최종 발효풀이 코팅된 1겹-‘약초부각’ 풀발림 재료를 만들었다. 또한 부드럽고 크기가 작은 어린잎의 경우에는 전통 부각의 식감을 풍부하게 하기 위하여 1겹1층을 제조한 후에 롤링한 식물체 잎을 다시 부착하고 재건조하는 과정을 반복함으로써 2겹 외층에 발효풀 코팅회수(2겹1층, 2겹2층, 2겹3층)에 따라 부피를 증가시킨 2겹-‘약초부각’ 풀발림 재료를 만들었다. 최종적으로 완전 건조 후에 튀김용 유당기(DP-15SDF, Yangil Co., Ltd., Seoul, Korea)에서 대두유로 160°C에서 3~4초 튀김을 하고 바로 자연탈유 시킨다.

찹쌀풀 가용성분의 총당 측정

총당은 발효찹쌀풀 5 g을 증류수로 현탁시켜 증류수 100 mL로 정용한 다음, 여과지 No. 2(Advantec, Toyo Roshi Kaisha Ltd., Tokyo, Japan)로 여과한 액을 phenol-sulfuric acid법으로 정량하였다(13). 즉 여과액 2 mL을 취하여 5% phenol 1 mL을 첨가하고, 95% H₂SO₄ 5 mL을 가하여 강하게 혼합시킨 후 30분 동안 상온발색 하여 470 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 25~100 µg/mL 농도의 glucose standard curve로부터 총당을 환산하여 glucose 농도로 표시하였다.

찹쌀풀 가용성분의 환원당 측정

환원당은 발효찹쌀풀 5 g을 증류수로 현탁시켜 100 mL로 정용한 다음, 여과지 No. 2(Advantec, Toyo Roshi Kaisha

Ltd.)로 여과한 액을 DNS(2,4-dinitrosalysilic acid)법으로 정량하였다(14). 즉 여과액 1 mL을 취하여 DNS시약 3 mL을 첨가해 5분 동안 끓여 냉각 후 25 mL로 정용하여 혼합한 후 흡광도 540 nm에 측정하였으며, 0.2~2.0 mg/mL 농도의 glucose standard curve로부터 환원당을 환산하여 glucose 농도로 표시하였다.

찹쌀풀 가용성분의 총산도 측정

총산도는 발효찹쌀풀 5 g을 증류수로 현탁시켜 100 mL로 정용한 다음, 여과지 No. 2(Advantec, Toyo Roshi Kaisha Ltd.)로 여과한 액을 20 mL을 취하였다. 다시 0.1 N NaOH로 pH 8.3을 종말점으로 하여 그 소비량(mL)을 측정하여 다음, lactic acid 함량으로 환산하여 백분율로 표시하였다.

점도 측정

점도의 측정은 회전 점도계(Brookfield Synchro-Lectric Viscometer, model LVT, Middleboro, Massachusetts, USA)를 사용하였다. 시료의 온도를 30°C로 조절하고, 55 g의 시료를 UL adapter(직경 27 mm)에 취하고, 원통형 LV spindle No. 2(반경 0.159 cm, 길이 3.175 cm)을 점도계에 부착한 뒤 시료표면과 spindle 표면을 일치시켰다. 5분간 방치한 후 0.3 rpm(factor=1,000)에서 2분간 회전시키면서 torque값이 평형에 도달할 때까지 측정하였다. 점도의 계산은 dial reading × factor(centipoise)로 하였으며, 측정수치의 평균을 구하여 mPa·s로 표시하였다(15).

색차계 색도 측정

유산균 발효에 따른 찹쌀풀의 명도와 황색도를 측정하기 위하여 시료 3.5 mL을 색채색차계(Chroma Meter CR-300, MINOLTA, Tokyo, Japan)의 측정대에 고르게 담은 후, L(lightness)과 b(yellowness) 값을 각각 3회 반복 측정하였으며, 이때 사용한 표준 백색판의 L값은 97.10과 b값은 1.88이었다.

찹쌀풀과 발효부각의 표면형태 측정

발효찹쌀풀의 표면조직을 관찰하기 위하여 시료를 동결 건조한 후, 일정한 크기를 150Å 두께로 백금 증착시킨 다음, 주사전자현미경(SEM, scanning electron microscope, JSM-5400, JEOL, Tokyo, Japan)을 사용하여 가속전압 15 kV, phototimes 80초의 조건에서 400~1,000배의 배율로 관찰하였다. 발효찹쌀 약초부각의 외관은 디지털카메라(Canon PC1210, PowerShot-G7, Tokyo, Japan)로 외관의 특성을 관찰하였다.

관능검사 및 통계처리

발효 약초부각의 관능평가는 잘 훈련된 5인의 panel을 구성하여 실시하였는데, 사전에 예비훈련을 통하여 결정한 8가지 관능적 특성인 조직감(texture), 이취(off odor), 달콤한 향(sweety aroma), 텁텁한 맛(astringency taste), 단맛(sweety taste), 쓴맛(bitter taste), 색도(color), 전체적인 기

호도(overall acceptability)에 대하여 5점 기호도 평점법을 이용하였다. 각 시료간의 유의성 검정은 SPSS(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package를 사용하여 ANOVA 분산분석과 Duncan multiple range test를 이용하여 p<0.05 수준의 유의성 검정을 실시하였다(16).

결과 및 고찰

유산균 발효찹쌀풀 가용성분의 총당 변화

찹쌀풀은 전통 부각제조 특징을 결정하는 중요한 식품 소재로서 그 물성적인 특성에 따라서 유당처리 되는 전통 부각의 품질특성에 영향을 끼치게 된다(17). 그러나 일반인들이 많이 사용하는 생찹쌀풀은 부각 원재료와 부착성이 떨어지고, 최종 부각의 단단한 조직감 및 낮은 기호성으로 이를 효과적으로 개선시키기 위하여 발효찹쌀풀을 개발할 필요가 있다. 이런 점을 고려하여 찹쌀풀의 발효도 평가를 위하여 김치유산균을 포함한 4종의 유산균주로 제조한 발효찹쌀풀에 포함된 저분자 수용성 전분이나 그 유산균의 효소적 분해 당질을 측정하기 위하여 각 유산균 균주별 발효찹쌀풀을 증류수로 희석하고 여과시킨 여과액 가용성분의 총당 함량을 측정하여 Fig. 1과 같다. 발효찹쌀풀 여과액 중의 총당은 환원당과 마찬가지로 약초부각의 색깔과 맛에 영향을 미칠 수 있는 성분으로서 비발효 대조구의 총당은 호화온도 70°C에서 처리한 생찹쌀풀이 90°C에서 제조한 것보다 높은 함량을 나타내었다. 그러나 유산균 발효찹쌀풀에서는 대조구와는 달리 각 농도별로 모두 호화온도 90°C에서 처리한 발효풀이 70°C 처리한 것보다 높은 함량을 나타내었으며, 특히 저농도 22%의 찹쌀풀에서보다는 고농도 38%에서 큰 차이를 나타내었지만, 4종의 유산균 종류와 발효 15시간과 40시간에 따른 변화는 일정하게 나타나지를 않았다. 이와 같이 생찹쌀풀과 발효찹쌀풀의 가용성 물질중 총당 함량의 차이는 처리온도(18,19)와 유산균 종류에 따른 호화특성 및 각 균주 간 발효도의 차이에 따라 젖산과 가수분해효소 생성이 달라져서 발효찹쌀풀에 포함된 수용성 저분자 화합물의 함량과 조성이 달라지기 때문인 것으로 판단된다(20,21).

유산균 발효찹쌀풀 가용성분의 환원당 변화

전통 약초부각의 맛과 조직감 등 기호성을 증진시키기 위하여 생찹쌀가루를 호화시켜 유산균으로 발효시킨 찹쌀풀의 환원당 함량을 측정하여 Fig. 2와 같다. 환원당 함량은 Fig. 1의 총당 변화와는 상이한 결과를 나타내었는데, 생찹쌀풀인 대조구의 경우는 호화온도 70°C가 90°C에 비하여 약 10배 정도 높은 함량 차이를 나타내었다. 유산균 발효찹쌀풀의 환원당은 70°C와 90°C에서 대조구 1.03~1.34%와 0.11~0.23%에 비하여 각각 4.67~7.41%, 0.15~3.02%로 매우 높은 함량을 나타내었다. 유산균주에 따라서 각 농도별로 호화온도 70°C가 90°C보다 평균적으로 2~5배 이상의 높은

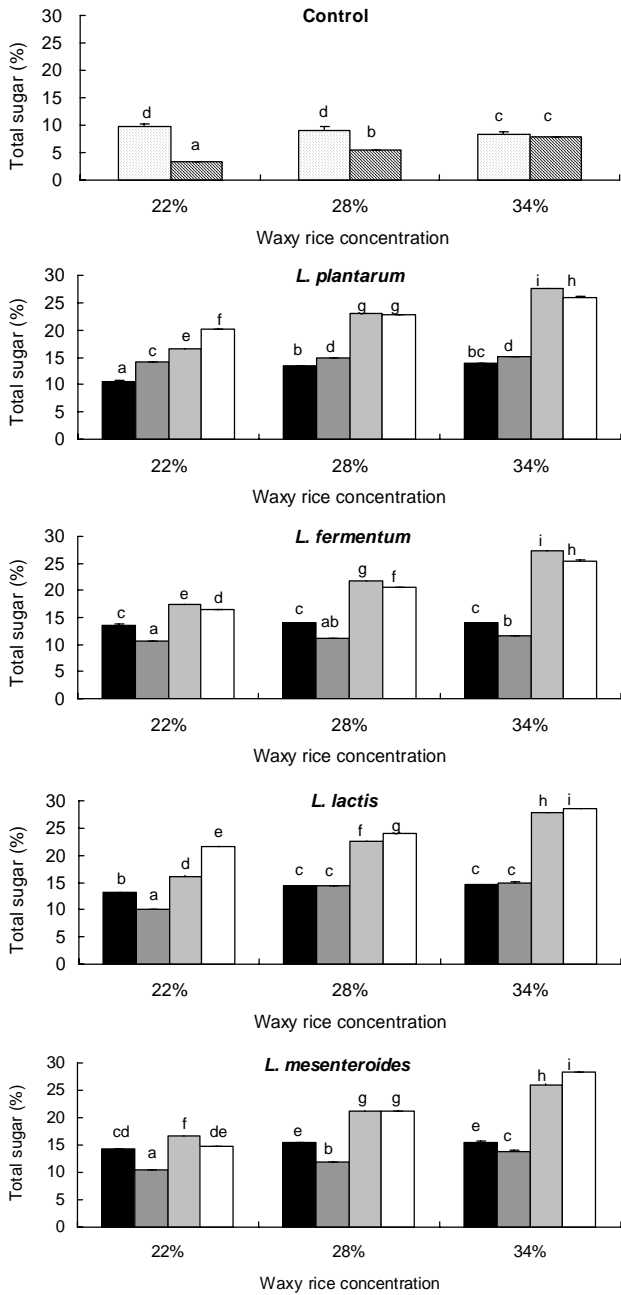


Fig. 1. Changes in total sugar of filtrate from waxy rice paste gelatinized at 70 or 90°C and fermented for 15 or 40 hr. Control: 70°C, 90°C. Lactic bacteria: 70°C 15 hr, 70°C 40 hr, 90°C 15 hr, 90°C 40 hr. Mean ± SD (n=3). Mean with different superscripts are significantly different at p<0.05.

함량 차이를 나타내었고, 발효시간이 길수록 높은 경향을 나타내었다. 이상의 결과에서 발효약초부각용 찹쌀풀을 70°C에서 호화시키는 경우가 유산균 증식에 따른 산 생성 (Fig. 3) 및 균체의 분비 amylase 작용에 따라 환원당 생성량이 발효시간의 증가에 따라 점진적으로 상승하였다(21,22).

유산균 발효찹쌀풀 가용성분의 총산도 변화
전통 부각은 가정이나 일부 사찰 등에서 생찹쌀을 오랫동안

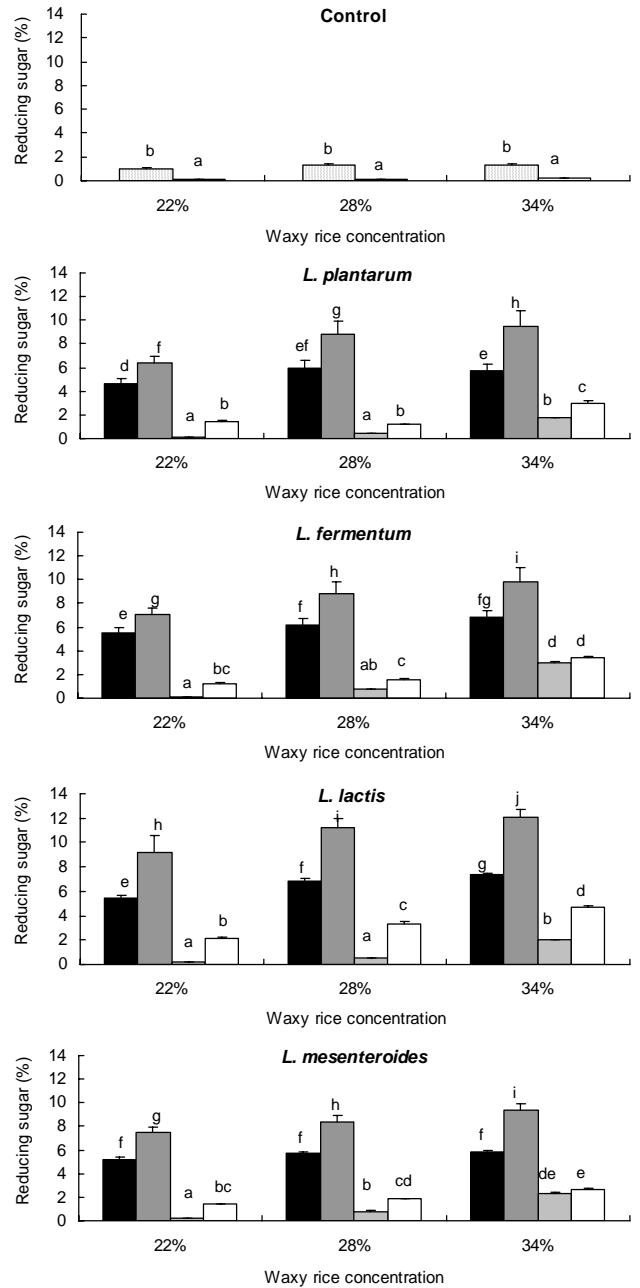


Fig. 2. Changes in reducing sugar of filtrate from waxy rice paste gelatinized at 70 or 90°C and fermented for 15 or 40 hr. Control: 70°C, 90°C. Lactic bacteria: 70°C 15 hr, 70°C 40 hr, 90°C 15 hr, 90°C 40 hr. Mean ± SD (n=3). Mean with different superscripts are significantly different at p<0.05.

안 청정수에 담가 불리면서, 수침용 물을 주기적으로 갈아주면서, 일정기간 부분적인 자연발효를 통하여 전통 부각의 조직감과 독특한 맛을 증진시키는 방식으로 활용되어왔다. 이런 점을 근거로 하여 본 연구자들은 김치유산균을 포함한 4종의 유산균으로 발효시킨 찹쌀풀의 총산도를 측정 한 결과는 Fig. 3과 같다. 유산균 발효 15시간의 찹쌀풀의 총산도는 호화온도 70°C와 90°C에서 각각 0.38~0.94%, 0.14~0.75%로서 70°C가 90°C에 비하여 2.7~1.3배 높은 경향을 나타내

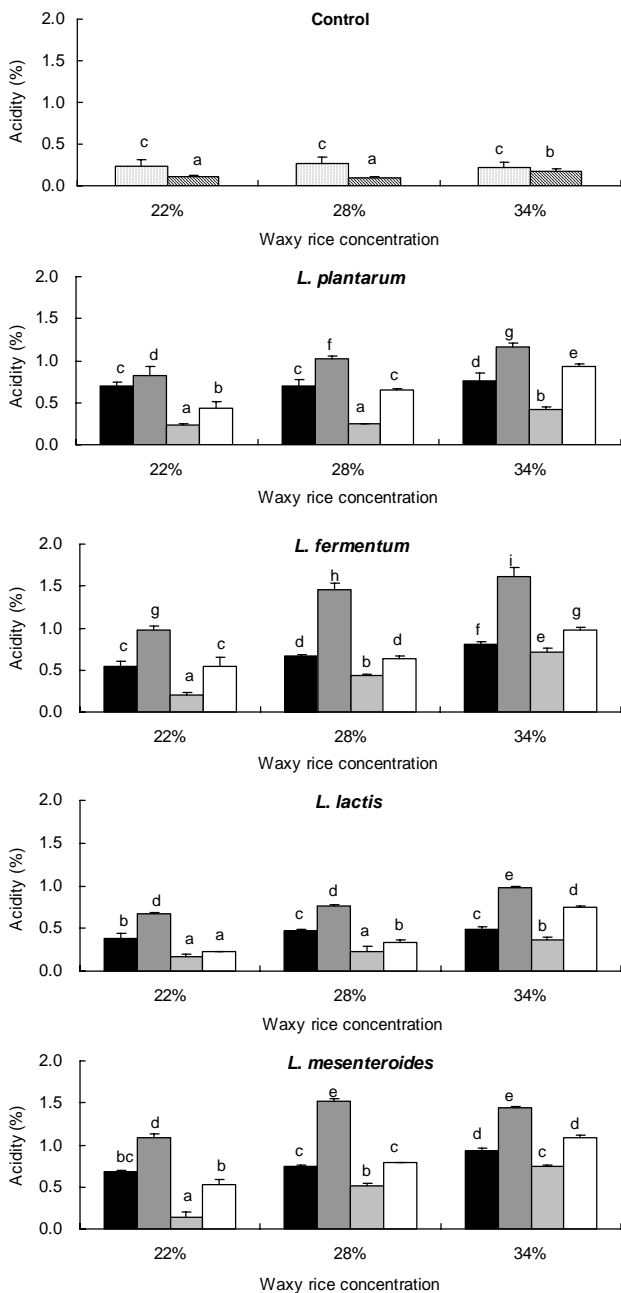


Fig. 3. Changes in total acidity of filtrate from waxy rice paste gelatinized at 70 or 90°C and fermented for 15 or 40 hr. Control: 70°C, 90°C. Lactic bacteria: 70°C 15 hr, 70°C 40 hr, 90°C 15 hr, 90°C 40 hr. Mean ± SD (n=3). Mean with different superscripts are significantly different at p<0.05.

었는데, 이는 발효 약초부각용 찰쌀풀을 70°C에서 호화 처리할 경우가 각 유산균의 증식이 촉진되어 생균수와 총산도가 비례적으로 높아지는 경향을 나타내었다(19,22). 유산균 중에는 *L. lactis*가 가장 낮은 총산도를 나타내었으며, 호화온도 70°C의 찰쌀풀을 15시간 발효시키면 0.16~0.36%를 나타내었다. 다음으로는 김치발효의 후기에 나타나는 유산균인 *L. plantarum*이 28% 이상의 고농도 찰쌀풀에서는 산생성이 약간 낮았지만, 대체로 다른 유산균들과는 비슷한 경향을

나타내었다. 이상에서 발효찰쌀풀의 총산도 결과는 지금까지 알려진 전통 부각 혹은 유과 생찰쌀풀의 자연발효 침지과정에서 나타나는 최종 산도인 1.13%와 비교하면 상당히 낮은 값으로 생각되었다(23).

유산균 발효찰쌀풀의 점도 변화

전통 약초부각 제조용의 찰쌀풀은 주재료에 풀 코팅이 잘되어서 유탕처리를 한 후에도 주재료의 내피에 잘 부착되어 있어야 하고 그 조직감도 부드러워야 한다. 이런 점을 고려하여 일반가정에서 생찰쌀을 단순히 호화시켜서 사용하는 전통 부각 제조법보다는 유산균 발효를 이용하여 적절한 점도가 유지되는 발효찰쌀풀의 제조가 필요하다. 즉 찰쌀가루 농도가 너무 높아 점도가 강하면, 튀김공정이나 유통과정에서 약초부각 주재료와 찰쌀풀 사이의 부착력이 감소됨과 동시에 전통 부각의 조직감도 떨어진다. 또한 점도가 오히려 너무 낮은 경우는 적절한 농도의 식감을 느끼게 할 수 있는 찰쌀풀을 유지하려면 그 풀 코팅 횟수를 증가시켜야 하고, 최종 약초부각의 기공형성에서 문제가 발생된다. 따라서 전통발효식품에서 많이 이용되고 있는 유산균을 이용한 발효찰쌀풀의 점도를 측정된 결과는 Fig. 4와 같다. 발효찰쌀풀은 대조군인 생찰쌀풀에 비하여 유산균 성장에 의한 젖산이나 가수분해효소 등의 생성에 의하여 상당히 낮은 점도를 나타내었으며, 발효찰쌀풀의 총산도와 동일한 농도로 단순히 젖산만으로 처리시킨 찰쌀풀은 높은 점도 형성과 낮은 환원당 함량을 나타냈다(22). 그리고 호화온도별 찰쌀풀의 점도는 70°C에서는 비교적 낮았지만, 90°C에서 찰쌀가루 28%인 경우는 현저하게 높았으며, *L. lactis*와 *L. plantarum*의 경우 발효 15시간에 비하여 40시간 경과 후에는 2~3배 이상 낮아지는 경향이였다. 결론적으로 *L. lactis*와 *L. plantarum*을 이용한 찰쌀풀의 점도는 전통 약초부각용으로 적절하였으나, *L. mesenteroides*와 *L. fermentum*에 의한 점도는 찰쌀풀 농도와 발효시간에 따른 점도 변화는 크게 나타나지는 않았다.

이상의 결과에서 찰쌀풀 점도는 가열에 따른 호화에 의한 점도 증가와 유동성이 증가하여 점도가 감소하는 두 가지의 효과 차이에 따라서 결정될 것으로 판단되며(11), 발효찰쌀풀의 점도 감소는 유산균 증식에 따른 생성된 젖산에 의하거나 균체 외로 분비된 전분 가수분해효소 작용으로 환원당 생성과 전분의 저분자화가 그 원인으로 판단된다(20,21,24). 한편 발효약초부각의 찰쌀풀의 점도는 호화온도 70°C보다는 생찰쌀 호화전분의 약 10배 이하로 낮은 100,000~120,000 mPa·s 범위의 적절한 점도를 유지하는 90°C가 효과적인 것으로 판단되었다.

유산균 발효찰쌀풀의 색차계 색도 변화

전통 약초부각은 독특한 맛과 바삭한 조직감 등이 중요하지만, 색상도 전통식품의 평가에서 중요한 지표로서 작용하므로 찰쌀가루를 유산균으로 발효시킨 찰쌀풀의 색차계 색

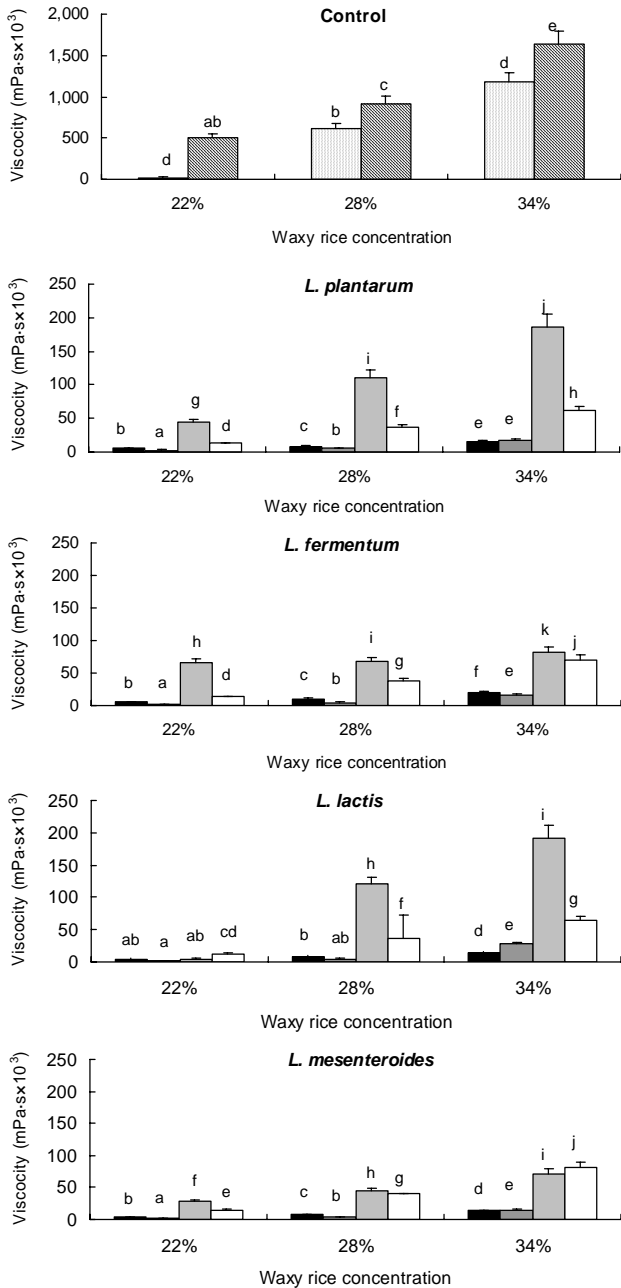


Fig. 4. Changes in viscosity of waxy rice paste gelatinized at 70 or 90°C and fermented for 15 or 40 hr. Control: 70°C, 90°C. Lactic bacteria: 70°C 15 hr, 70°C 40 hr, 90°C 15 hr, 90°C 40 hr. Mean ± SD (n=3). Mean with different superscripts are significantly different at p<0.05.

도중 명도(L, lightness)와 황색도(b, yellowness)를 측정 한 결과는 Fig. 5, 6과 같다. L값은 대조구의 찹쌀풀 농도가 많아 지므로 약간씩 증가하였으며, 70°C는 55.78~59.79로 90°C의 51.60~54.27에 비하여 다소 밝은 색상을 나타내었다. 발효 15시간의 호화온도 70°C 찹쌀풀의 경우, 찹쌀가루 농도의 증가에 따른 유산균 종류별로는 비슷한 53.18~59.77 범위를 나타내었으며, 호화온도가 높거나 발효시간이 길어짐에 따라 감소하는 경향이였다. b값은 대조구와 발효풀 *L. fermentum*과 *L. mesenteroides*는 찹쌀가루 농도 증가에 따라 각각 2.36~4.25, 2.13~4.81 범위로 증가되었고, 발효 40시간에서는 균주별 각 농도에서 약간 감소하는 경향이였다. 이는 총산도 증가에 의한 aminocarbonyl browning reaction이 지연되어 황색도 값이 낮은 것으로 판단된다(25,26). 호화온도 90°C로 제조한 찹쌀풀의 황색도는 70°C 찹쌀풀에 비하여 전체적으로 약간씩 낮은 값을 나타내었고, *L. plantarum*과 *L. lactis* 균주는 나머지 유산균들에 비하여 비교적 높은 값을

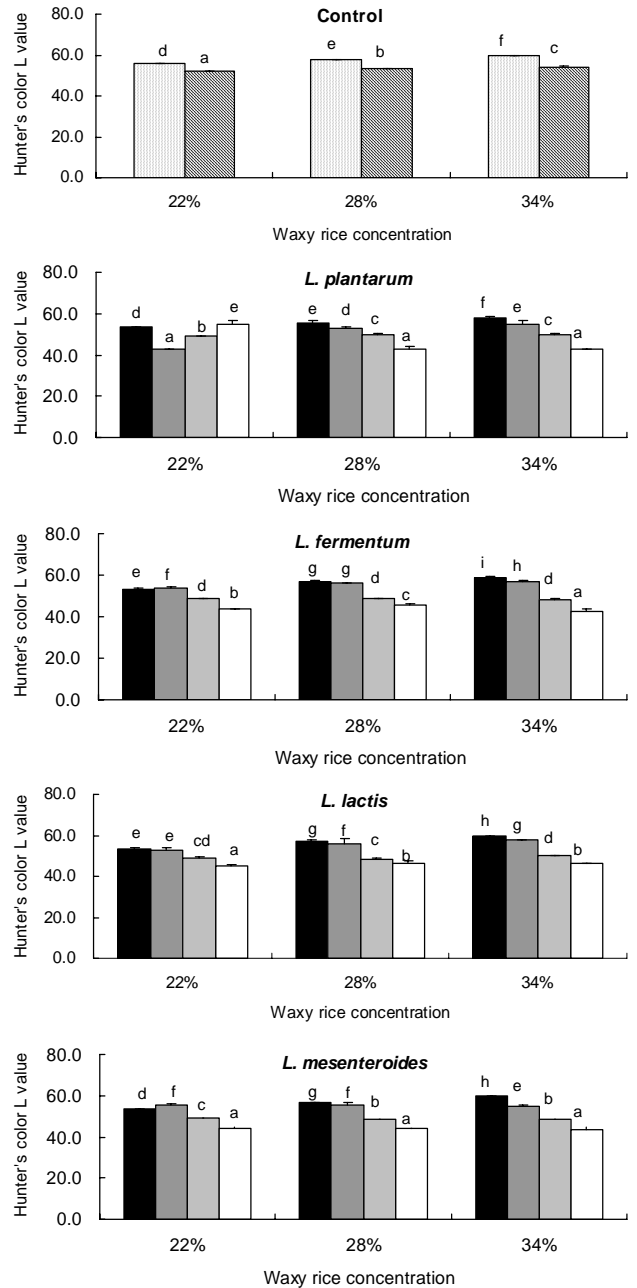


Fig. 5. Changes in Hunter's color L value of waxy rice paste gelatinized at 70 or 90°C and fermented for 15 or 40 hr. Control: 70°C, 90°C. Lactic bacteria: 70°C 15 hr, 70°C 40 hr, 90°C 15 hr, 90°C 40 hr. Mean ± SD (n=3). Mean with different superscripts are significantly different at p<0.05.

다. L값은 대조구의 찹쌀풀 농도가 많아 지므로 약간씩 증가하였으며, 70°C는 55.78~59.79로 90°C의 51.60~54.27에 비하여 다소 밝은 색상을 나타내었다. 발효 15시간의 호화온도 70°C 찹쌀풀의 경우, 찹쌀가루 농도의 증가에 따른 유산균 종류별로는 비슷한 53.18~59.77 범위를 나타내었으며, 호화온도가 높거나 발효시간이 길어짐에 따라 감소하는 경향이였다. b값은 대조구와 발효풀 *L. fermentum*과 *L. mesenteroides*는 찹쌀가루 농도 증가에 따라 각각 2.36~4.25, 2.13~4.81 범위로 증가되었고, 발효 40시간에서는 균주별 각 농도에서 약간 감소하는 경향이였다. 이는 총산도 증가에 의한 aminocarbonyl browning reaction이 지연되어 황색도 값이 낮은 것으로 판단된다(25,26). 호화온도 90°C로 제조한 찹쌀풀의 황색도는 70°C 찹쌀풀에 비하여 전체적으로 약간씩 낮은 값을 나타내었고, *L. plantarum*과 *L. lactis* 균주는 나머지 유산균들에 비하여 비교적 높은 값을

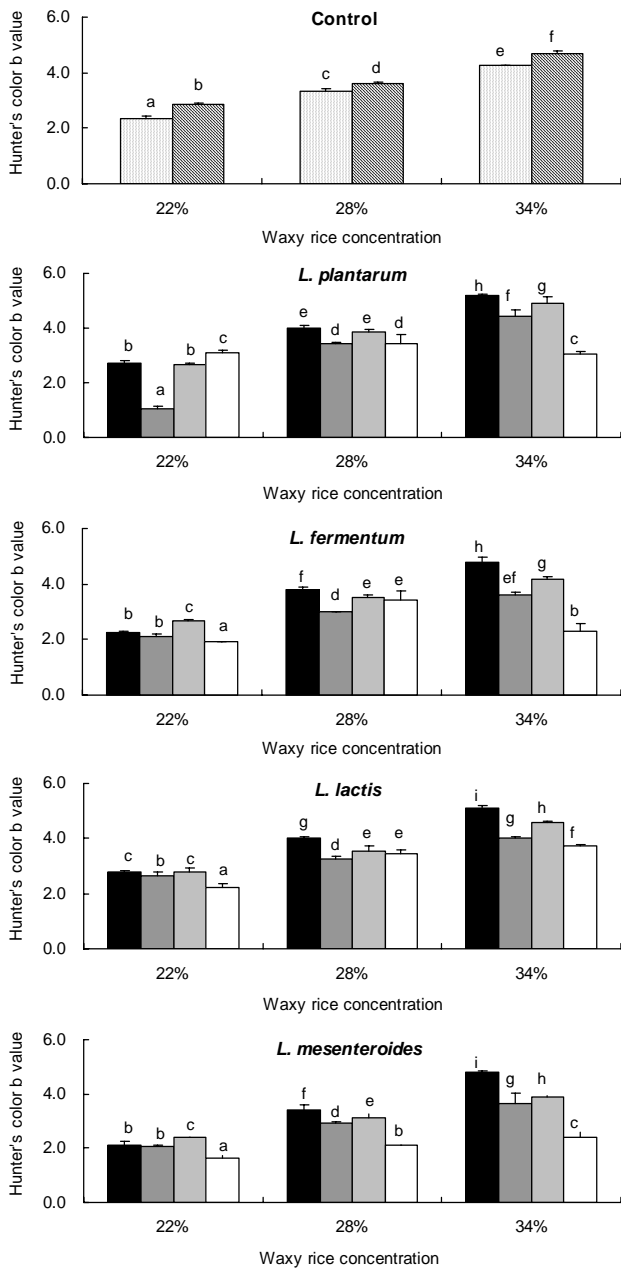


Fig. 6. Changes in Hunter's color b value of waxy rice paste gelatinized at 70 or 90°C and fermented for 15 or 40 hr. Control: ▨ 70°C, ▩ 90°C. Lactic bacteria: ■ 70°C 15 hr, ▣ 70°C 40 hr, ▤ 90°C 15 hr, □ 90°C 40 hr. Mean ± SD (n=3). Mean with different superscripts are significantly different at p<0.05.

나타내었다.

유산균 발효찹쌀풀의 주사전자현미경 관찰

찹쌀가루를 유산균으로 발효시킨 발효찹쌀풀을 동결건조시킨 후, 그 표면조직을 주사전자현미경으로 조사한 결과는 Fig. 7과 같다. 발효찹쌀풀의 표면형태는 대조구와 달리 찹쌀풀 수용성 물질의 용출에 의하여 발생하는 기공 크기와 개수의 차이가 많이 나타났으며, 특히 *L. lactis*로 발효시킨 찹쌀풀은 미셀구조가 일정한 형태로 유지되면서 일정한 크

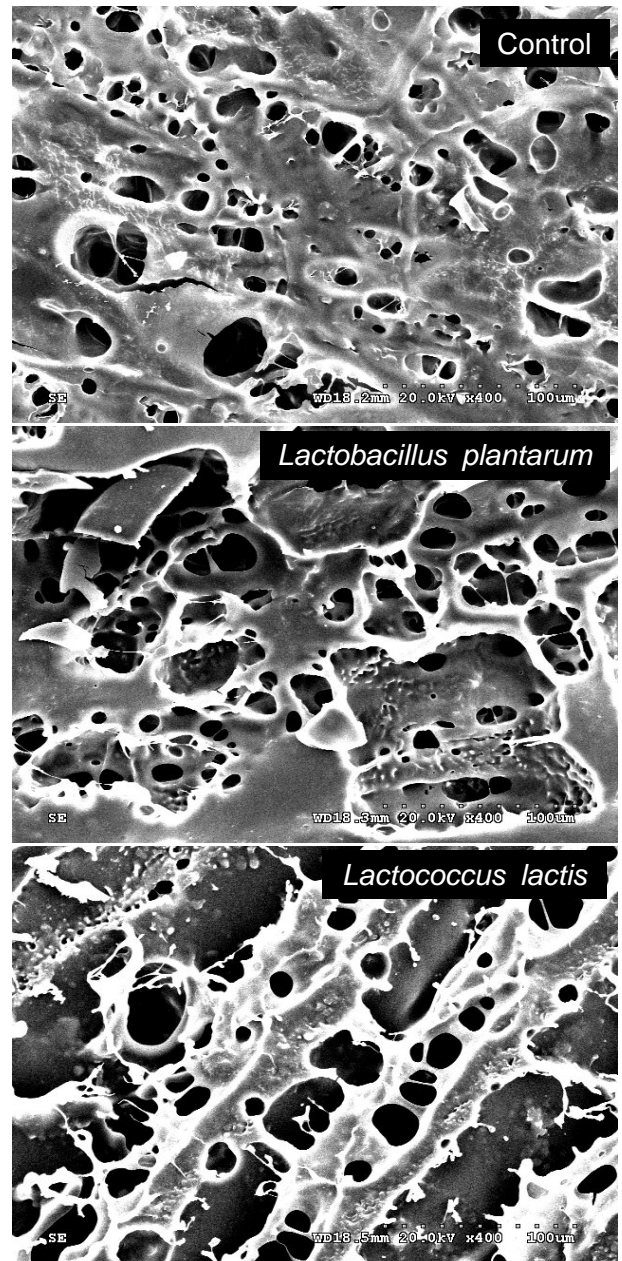


Fig. 7. Scanning electron micrographs of waxy rice paste fermented with *L. plantarum* and *L. lactis* for 15 hrs. Waxy rice powder was concentration of 28% (w/w) and gelatinized at 90°C for 5 minutes.

기의 기공이 많았으나, *L. plantarum*의 발효찹쌀풀은 둥근 무정형 형태로 미셀이 변화되면서 기공이 작은 크기로 많이 나타나는 특징을 나타내었다. 이와 같은 기공은 미셀구조가 대조구의 찹쌀가루 전분이 열수에 의하여 팽윤되고, 전분구성 물질 중에 가용성 아밀로펙틴이 혼입되어 용출되는 것으로 알려져 있다(27). 그리고 호화온도와 유산균 발효에 의한 효소적 가수분해와 산 처리를 받은 발효찹쌀풀의 표면 기공성은 이들 열수 가용성 전분이 용출되는 형태와 함량에 따라서 다르고, 호화 찹쌀입자에 대한 효소활성과 작용시간에

따라서 기공의 크기와 개수 차이가 나타나는 것으로 판단된다(20,28).

유산균 발효약초부각의 형태 변화

전통 부각은 김이나 다시마 등의 해조류나 이른 봄에 수확할 수 있는 부드럽고, 폭이 비교적 넓은 식용식물체로서 깻잎, 가죽, 뽕잎 등을 이용하여 만들 수가 있다. 유산균 종류와 발효시간을 달리하여 제조된 발효찹쌀풀의 전통 부각 형태를 관찰한 결과는 Fig. 8, 9와 같다. 찹쌀가루 28% 농도를 90°C에서 5분간 호화시킨 다음에 시험균주로 사용한 유산균 중에는 *L. lactis*나 *L. plantarum*으로 발효시킨 찹쌀풀의 조직감이 가장 우수한 전통 부각을 제조할 수가 있었다. 특히 *L. lactis*로 발효시킨 찹쌀풀의 부각은 발효 15시간에서도 바삭한 조직감을 나타내었고, 또한 *L. plantarum*에 비하여 신맛이 덜하여 종합적인 맛이 양호하였으며(22), 그리고 주재료에 대한 발효찹쌀풀의 부착성도 우수하였다(Fig. 8).

통 부각의 식감이나 부착성 등의 품질특성을 증진하고자, 부각의 주재료와 풀 코팅의 반복회수를 기준으로 1겹2층, 1겹3층, 2겹2층 및 2겹3층으로 구분하여 제조한 발효찹쌀부각의 경우는 2겹2층이 가장 양호한 조건으로 평가되었다(Fig. 9, A~D). 그리고 주사전자현미경으로 보아 발효부각의 조직 내부에서 기공형성이 잘 되어 있으므로(E, F), 조직감이 우수하고 주재료와 부착성도 양호하였다. 이와 같은 발효찹쌀부각의 기공성과 조직감이 우수한 것으로는 유산균이 생성한 젖산을 포함한 각종 유기산들이 아밀로펙틴 사슬 내에 형성된 교차결합의 다가 금속 이온인 Ca^{++} , Mg^{++} 등을 유리시킴으로써 팽화력을 촉진하는 것으로 판단된다(22,29).

유산균 발효약초부각의 관능검사

생찹쌀풀과 4종의 유산균을 이용한 발효찹쌀풀의 약초부각에 대한 관능검사를 실시한 결과는 Table 1과 같다. 약초

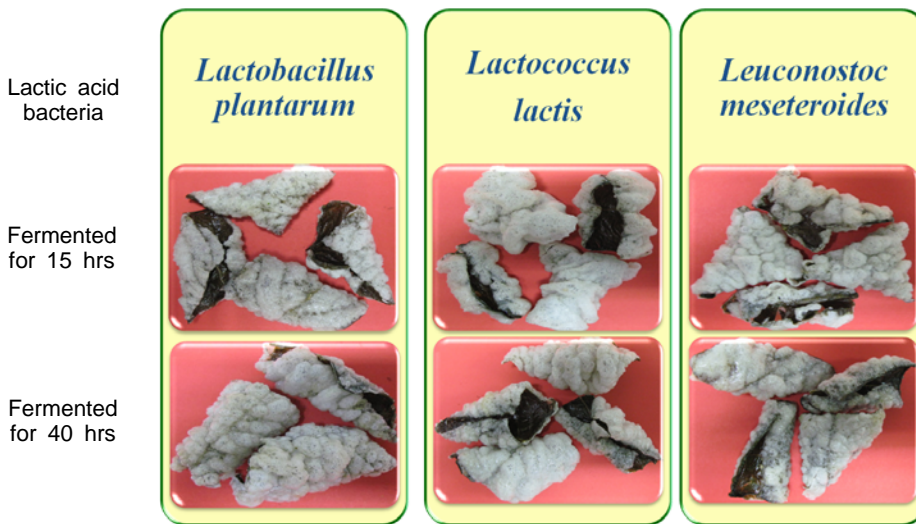


Fig. 8. Photos of yakchobugak of waxy rice paste fermented with different lactic acid bacteria. Waxy rice powder was concentration of 28% (w/w) and gelatinized at 90°C for 5 minutes.

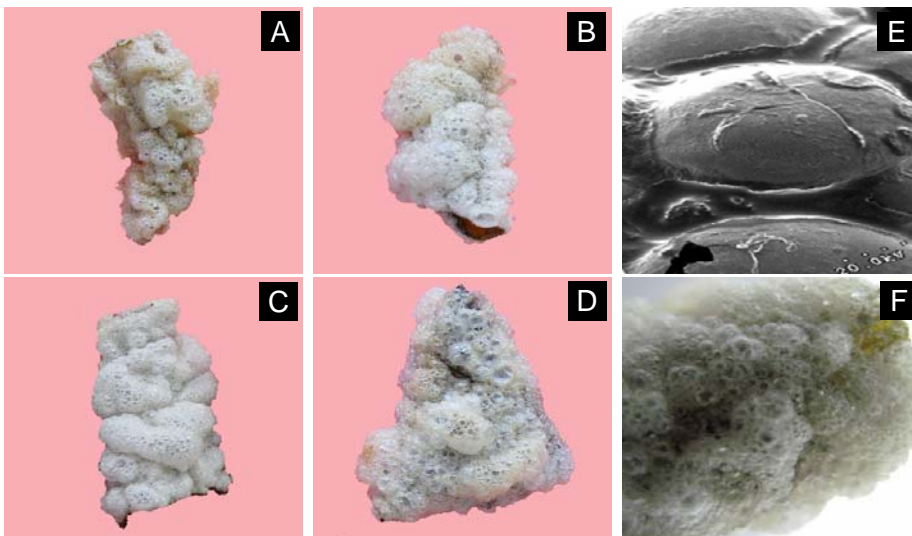


Fig. 9. Photos of yakchobugak surface of waxy rice paste fermented with *L. lactis*. A (1 leaf + 1 layer), B (1 leaf + 2 layers), C (2 leaves + 2 layers), D (2 leaves + 3 layers paste), E (scanning electronic microscope, 1,000×), and F (digital camera, 6×).

Table 1. Changes in sensory evaluation of *yakchobugak* prepared with different lactic acid bacteria

Items ¹⁾	Control	<i>L. mesenteroides</i>	<i>L. plantarum</i>	<i>L. lactis</i>	<i>L. fermentum</i>
Texture	3.20±0.84 ^{a2)}	2.60±0.89 ^a	3.20±0.45 ^a	4.40±0.55 ^b	2.60±0.89 ^a
Off odor	2.80±0.45 ^a	3.20±0.45 ^a	3.00±0.71 ^a	3.00±0.71 ^a	3.20±0.84 ^a
Sweety aroma	2.40±0.89 ^a	2.40±1.14 ^a	2.40±0.89 ^a	3.20±1.30 ^a	2.60±1.14 ^a
Astringency taste	2.80±0.84 ^a	3.20±1.30 ^a	3.00±0.71 ^a	3.80±0.84 ^a	3.20±0.84 ^a
Sweety taste	2.80±1.30 ^a	2.20±1.10 ^a	2.80±1.10 ^a	3.60±1.52 ^a	3.20±1.48 ^a
Bitter taste	2.60±1.52 ^a	2.00±0.00 ^a	3.40±1.14 ^a	3.40±0.89 ^a	3.40±1.14 ^a
Color	2.80±1.10 ^a	3.20±0.45 ^{ab}	3.20±0.45 ^{ab}	4.00±0.71 ^b	2.60±0.55 ^a
Overall acceptability	2.40±0.55 ^b	1.60±0.55 ^a	3.00±0.71 ^b	4.00±0.71 ^c	3.20±0.45 ^b

¹⁾Five-point hedonic scale rating (5, like extremely; 4, like moderately; 3, neither like nor dislike; 2, dislike moderately; 1, dislike extremely).

²⁾Mean±standard deviation (n=5). Mean scores with different superscripts (a-c) within same row are significantly different at p<0.05 using Duncan's range test.

Table 2. Changes in sensory evaluation of *yakchobugak* prepared with different leaves and rice paste layers fermented by *L. lactis*

Items ¹⁾	One leaf			Two leaf		
	1 layer	2 layer	3 layer	1 layer	2 layer	3 layer
Texture	2.00±0.00 ^{a2)}	2.80±0.84 ^{ab}	3.60±0.55 ^{bc}	2.60±0.89 ^{ab}	4.20±0.84 ^c	2.80±1.10 ^{ab}
Off odor	2.40±0.55 ^a	2.60±0.55 ^{ab}	3.00±0.00 ^{ab}	2.60±0.89 ^{ab}	3.40±0.55 ^b	3.00±0.71 ^{ab}
Sweety aroma	2.60±0.55 ^a	2.40±0.89 ^a	2.60±0.89 ^a	2.00±0.71 ^a	2.80±0.45 ^a	2.20±0.45 ^a
Astringency taste	2.40±1.14 ^a	2.40±1.14 ^a	3.20±0.84 ^{ab}	2.40±0.55 ^a	3.80±1.10 ^b	2.40±0.55 ^a
Sweety taste	2.60±0.55 ^{ab}	2.60±0.89 ^{ab}	3.00±1.41 ^{bc}	1.80±0.45 ^a	4.00±0.71 ^c	2.60±0.55 ^{ab}
Bitter taste	1.80±0.45 ^a	3.00±0.71 ^{bc}	3.20±0.84 ^c	2.00±0.71 ^{ab}	4.00±1.22 ^c	3.00±0.71 ^{bc}
Color	2.60±1.34 ^a	3.00±0.00 ^b	3.40±1.34 ^b	1.00±0.00 ^b	3.20±1.10 ^b	3.20±1.10 ^b
Overall acceptability	2.00±0.00 ^a	2.80±0.45 ^{ab}	3.20±1.10 ^b	2.20±0.45 ^a	4.20±0.84 ^c	2.60±0.55 ^{ab}

¹⁾Five-point hedonic scale rating (5, like extremely; 4, like moderately; 3, neither like nor dislike; 2, dislike moderately; 1, dislike extremely).

²⁾Mean±standard deviation (n=5). Mean scores with different superscripts (a-c) within same row are significantly different at p<0.05 using Duncan's range test.

부각의 발효찹쌀풀 제조용 유산균 중에서는 *L. lactis*가 발효 약초부각의 조직감과 전체적인 기호도에서 가장 우수한 것으로 유의적인 차이(p<0.05)를 나타내었다. 이취, 달콤한 향, 텁텁한 맛, 단맛, 쓴맛 등은 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 생찹쌀풀을 이용한 대조구 약초부각에 비하여 *L. plantarum*과 *L. fermentum*이 전반적인 관능지표에서 비교적 양호한 결과를 나타내었지만 유의적인 차이는 없었다.

한편 곱향 잎을 이용한 약초부각의 식감을 개선시키기 위하여 잎의 겹수와 발효찹쌀풀의 풀발림 층수를 조절하여 발효약초부각의 관능평가를 실시한 결과는 Table 2와 같다. 잎을 1겹으로 할 경우는 발효찹쌀풀을 적절한 간격으로 3회 반복하는 3층이 유의적인 차이는 없었지만 가장 우수한 기호도를 나타내었다. 그리고 잎을 2겹으로 하는 경우는 2층으로 풀발림을 실시하는 것이 전체적인 기호도에서 가장 바람직한 발효약초부각의 식감을 나타내었다(p<0.05).

이상의 결과로부터 생찹쌀풀이나 단순 찻산처리의 찹쌀풀에 비하여 *L. lactis*의 유산균 발효찹쌀풀은 조직감과 전체적인 기호도 등을 유의적으로 개선할 수 있었고, 또한 종래의 1겹2층 풀발림보다 2겹2층 풀발림의 유산균 발효약초부각은 전통 부각의 형태와 전반적인 식감을 크게 향상시킬 수 있었으며, 전통적인 생찹쌀의 장기간 수침공정 없이 발효

약초부각을 제조할 수 있을 것으로 사료된다.

요 약

전통 약초부각의 맛과 조직감 등 기호성을 증진시키기 위하여 유산균 종류와 찹쌀가루 조건에 따른 발효결과 약초부각의 이화학적 품질특성을 조사하였다. 총당은 발효 찹쌀풀의 농도별로 호화온도 90°C가 70°C보다 높은 함량이었으나, 환원당은 오히려 70°C가 90°C보다 평균적으로 2~5배 이상 높았으며, 발효시간이 길수록 증가되었다. 총산도는 발효 15시간의 찹쌀풀에서 70°C가 90°C에 비하여 2.7~1.3배 높았으며, 유산균 중에 *L. lactis*가 가장 낮은 수치를 나타내었다. 발효찹쌀풀의 점도는 생찹쌀풀에 비하여 상당히 낮았고, 호화온도 90°C는 찹쌀가루 28% 이상 농도에서 70°C보다는 현저하게 높았으며, *L. lactis*와 *L. plantarum*는 발효 15시간에 비하여 40시간에서 2~3배 이상 낮아졌다. 색차계 명도(L)와 황색도(b)는 호화온도가 높거나 발효시간이 길어짐에 따라 감소하였으며, 찹쌀풀의 기공형성은 *L. lactis*의 발효찹쌀풀은 미세구조가 일정한 형태로 비슷한 크기의 기공이 많았으나, *L. plantarum*은 무정형 형태로 미세이 변화되면서 기공이 작은 크기로 많이 나타났다. 결론적으로 *L. lactis* 유산

균의 낮은 산생성과 발효캡슐폴의 기공형성을 좋게 하므로 전통 약초부각의 조직감과 부착성 및 기호성을 포함한 품질 특성을 증진시키는데 효과적일 것으로 예측된다.

감사의 글

본 연구는 경남 산청군에서 시행한 약초연구개발지원사업으로 수행된 연구 결과의 일부로 이에 깊은 감사를 드립니다.

문헌

- Lee KI, Kim HJ. 2007. Consumer evaluation of traditional foods. *Korean J Agric Management Policy* 34: 320-343.
- Yoon GS. 1995. A study on the knowledge and utilization of Korea traditional basic side dishes I: *Jangachies*. *Korean J Dietary Culture* 10: 437-463.
- Yoon GS, Song YS. 1996. A study on the knowledge and utilization of Korea traditional basic side dishes II: Dried side dishes and *jabans*. *Korean J Dietary Culture* 11: 393-400.
- Lim SJ, Jang KS, Kim KO, Lee HR. 1991. Development of recipe for the Korean typical wild-vegetable preparation and their storage. *Korean J Soc Food Sci* 7: 21-27.
- Jeong JH. 2003. A study on traditional foods of Imshil area in Jeonbuk province. *MS Thesis*. Jeonju University, Jeonju, Korea.
- Lee JM, Kim JH, Lee JM. 2002. Sensory and physical attributes of *boogags* using mulberry leaf. *Korean J Dietary Culture* 17: 103-110.
- Park JI, Chung GH, Kim BS, Hur JH. 1994. A study on the preparation of *boogags* by traditional methods and improvement of preservation. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 986-993.
- Park BH, Choi HK, Cho HS. 2001. A study on the oxidative stability and quality characteristics of *kimbugak* made of aqueous green tea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 557-564.
- Kim K, Choi GC, Kang KJ, Lee YH, Kim SK. 1992. Molecular structural properties of waxy rice starch. *Korean J Food Sci Technol* 24: 568-573.
- Park YK, Kim SK, Kim K. 1993. Properties of lintnerized waxy rice starches. *J Korean Soc Food Nutr* 22: 596-602.
- Lee BY, Lee CH, Lee CH. 1995. Effect of heating temperature on viscosity of starch dough. *Korean J Food Sci Technol* 27: 593-597.
- Lee BY, Lee CH, Lee CH. 1995. Effect of moisture content on viscosity of starch dough. *Korean J Food Sci Technol* 27: 582-592.
- Dubois M, Gillers KA, Hanilton JK, Rebers PA, Smith F. 1956. Colorimetric method for determination of sugar and related substance. *Anal Chem* 28: 350-356.
- Miller GL. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal Chem* 31: 426-428.
- Ko YD. 2002. Physicochemical properties of *chungkukjang* prepared with *Bacillus megaterium* SMY-212. *MS Thesis*. Suncheon National University, Suncheon, Korea. p 3-10.
- Duncan DB. 1995. Multiple range and multiple F test. *Biometrics* 47: 11-20.
- Kim JM, Jeon YJ, Park HS, Song YA, Back SH, Kim MK. 2004. Effect of agar, sodium alginate and carrageenan on quality of *yugwa* (*busuge*) base. *Korean J Food Culture* 20: 96-102.
- Kim K, Kang KJ, Kim SK. 1991. Relationship between hot water solubles of rice and texture of cooked rice. *Korean J Food Sci Technol* 23: 498-502.
- Song JY, Shin MS. 1998. Solubility patterns and gelatinization properties of waxy rice starches. *Agric Cuhem Biotech* 41: 516-521.
- Shon KH, Park J. 1998. Effect of long-term steeping and enzyme treatment of glutinous rice on *yukwa* characteristics: Physiological characteristics of enzyme-treated glutinous rice flour. *Korean J Soc Food Sci* 14: 225-231.
- Thomsen MH, Guyot JP, Kiel P. 2007. Batch fermentations and synthetic mixed sugar and starch medium with amyolytic lactic acid bacteria. *Appl Microbiol Biotechnol* 74: 540-546.
- Shon MY, Chung KS, Ko YR, Wang SB, Lee KS, Park SK. 2008. *Technology Development Program for Merchandising of Yakchobugak in Sancheong Province*. Final report of medicine herb research and development. Sancheong County. p 3-5.
- Chun HS, Lee MK, Kim HJ, Chang HJ. 2004. Microbiological and biochemical characterization of the traditional steeping process of waxy rice of *yukwa* (a Korean oil-puffed snack) production. *J Food Sci Nutr* 9: 113-120.
- Kim HS, Woo JW, Yoon KS, Hur MH. 1985. Physicochemical properties (viscosity) of waxy starch. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 28: 219-225.
- Hwang YH, Lee WJ, Kim YS. 2006. Effects of deoxynivalenol reduced barley flours on breadmaking properties. *Korean J Food Sci Technol* 38: 222-231.
- Kim SK, Cho NJ, Kim YH. 2003. *Breadmaking Technology*. B&C Pub., Seoul, Korea. p 98-100.
- Olkku J, Rah CK. 1978. Gelatinization of starch and wheat starch—A review. *Food Chem* 3: 293-298.
- Tester RF, Morrison WR. 1990. Swelling and gelatinization of cereal starches. *Cereal Chem* 67: 551-556.
- Kim JM. 1993. Scientific explanation on *busugae*. *Food Industry* 121: 15-25.

(2008년 9월 23일 접수; 2009년 2월 3일 채택)