

혼합효소 처리에 의한 쌀 가공 부산물의 불용성 단백질 및 식이섬유 함량 변화 연구

박석준¹ · 박진우 · 이한승² · 김병용 · 백무열*

¹CJ제일제당(주), ²신라대학교 바이오식품소재학과, 경희대학교 생명자원과학연구원 식품생명공학과

A Study on the Changes of Insoluble Protein and Dietary Fiber of the Rice By-Products Prepared by Mixed Enzyme Treatment

Seok-Jun Park¹, Jin-Woo Park, Han-Seung Lee², Byung-Yong Kim, and Moo-Yeol Baik*

¹CJ Cheiljedang Foods R&D

²Department of Bio-Food Materials, Silla University

Department of Food Science and Biotechnology, Institute of Life Science and Resources, Kyung Hee University

Abstract

Rice contains a high amount of carbohydrates, proteins, vitamin B, vitamin E, phytic acid and inositol. While the rice protein and carbohydrate are regarded as a good source of food in nutrition with its non-allergic characteristics, the application of rice by-products (RBP) in food industry has been limited to animal feed. This study, therefore, was conducted to increase the amounts of insoluble rice protein and rice dietary fiber in RBP by hydrolyzing carbohydrates in RBP using various commercial carbohydrases. Three commercial carbohydrases (Termamyl, Celluclast and Viscozyme) were used to hydrolyze carbohydrates in RBP. The rice wine meal, defatted rice bran and rice syrup meal were hydrolyzed with carbohydrases at optimum pH and temperature. The gravimetric method and Kjeldahl method were used to evaluate the changes in the amount of protein in samples and the results showed a similar pattern. Rice wine meal and defatted rice bran showed an increase in protein contents when they were treated by Termamyl and the highest synergistic effect was observed by cocktailing all of the enzymes. Rice syrup meal, however, showed little changes in protein contents due to the high initial contents. Remarkable changes in total dietary fiber contents were observed only in rice syrup meal.

Key words: rice by-products, enzyme hydrolysis, rice wine meal, defatted rice bran, rice syrup meal

서 론

국내 쌀 생산량은 2007년 5,961,693톤, 2009년 6,502,249톤으로 계속 증가하는 추세에 있으나 국내 식생활 양식 및 메뉴가 점차 서구화 됨에 따라 밀 소비량은 늘고 쌀 소비량은 점차 줄어들고 있어서, 잉여 쌀에 대한 소비를 진작 시키려는 각계의 다양한 노력들이 있어왔다. Cho et al.(1998)은 쌀 부산물을 이용하여 가식성 필름을 제조하였고, Shin (1996)은 쌀가루를 효소 처리하여 전분을 제거함으로써 쌀 단백질 농축물을 제조하여 가식성 필름 제조에 이용한 바 있다. 더불어, 최근 한류 열풍과 한국 음식의

글로벌화 노력들이 좋은 반응을 얻으면서 그 동안 침체되었던 국내 막걸리 소비량이 증대하였고, 이와 더불어 쌀을 이용한 가공식품의 다양화, 쌀의 건강기능적 측면에서의 재평가 등을 통해 쌀 유래 영양성분에 대한 관심이 높아지고 있다. 그 중 쌀 단백질은 알레르기 유발이 적고 필수아미노산이 풍부하다는 장점 때문에 기존 식물성 단백질의 대표격이라 할 수 있는 콩단백과 유청단백을 대체 할 수 있는 단백질로서 주목을 받고 있다.

해외의 경우, 현재 단백질 급원의 대부분을 차지하는 콩 유래 단백질(분리대두단백; ISP)은 단백질 함량이 낮고 특유의 비린내 특성 때문에 시장 확대에 한계를 보이고 있고, 미국과 유럽 시장에서는 rice milk가 유행하는 등, 쌀을 보다 안전한 단백질 급원으로 인식하는 소비자 인지 변화가 이미 확산되고 있다. 따라서, 고농도의 쌀 단백질 개발을 통해 새로운 식품첨가물로서의 활용가치를 높인다면, 현재 수입에 의존하고 있는 분리대두단백(ISP)의 대체가 가능하고 글로벌시장에서의 판매도 가능하며, 이를 이용한

*Corresponding author: Moo-Yeol Baik, Department of Food Science and Biotechnology, Institute of Life Science and Resources, Kyung Hee University, Yongin, Gyeonggi-do, 449-701, Korea
Tel: +82-31-201-2625; Fax: +82-31-204-8116
E-mail: mooyeol@khu.ac.kr
Received April 23, 2012; revised May 14, 2012; accepted May 14, 2012

이유식, 환자식, 영양식 등의 다양한 제품개발을 통한 쌀 가공품 수요의 확대까지 기대할 수 있다.

지금까지 쌀 단백질은 미강으로부터 알칼리 추출 후 등전점 침지법으로 제조하거나(Gnanasambandam & Hettiarchy, 1995), 쌀을 분쇄하여 효소를 사용한 다음 전분질을 제거하는 방법(Morita & Kiriya, 1993)이 주로 사용되어 왔으나, 생산비용 문제로 산업적으로 널리 활용되지는 못하고 있다. 산업적으로 쌀 단백질이 경쟁력을 가지기 위해서는 단백질 고함량을 확보해야 함은 물론 생산비를 절감할 수 있는 방안이 필요한데, 그 방안으로서 쌀 가공품의 부산물을 활용하는 방법을 고려할 수 있다.

저렴한 쌀 가공품 부산물로서는 막걸리 제조 시 원료 쌀 중량의 20% 정도 발생하는 주박과, 현미유를 착유하고 남은 탈지미강, 조청이나 엿을 만들고 남은 시럽박 등을 들 수 있다. 이러한 부산물들은 현재 대부분 동물 사료로 저가에 판매되거나 폐기되고 있는 실정이다. 주박은 전분과 단백질이 주성분을 이루고 있어서, 청주박을 이용하여 저염 고추장을 제조하는(Lee & Kim, 1991) 등 주박 자체를 이용한 사례들은 보고되고 있으나, 건물 기준으로 30% 이상의 함량을 나타내는 단백질 자체를 분리하여 식품첨가물로 활용하려는 연구는 이루어지지 않고 있다(Kim et al., 2011). 탈지미강은 단백질 함량이 약 18%로서(Juliano, 1985; Park et al., 1993) 건물 기준 단백질 함량이 15% 이상이고, 쌀 시럽박은 건물 기준 단백질 함량이 70%임(Kim et al., 2011)에도 불구하고 마찬가지로 단백질을 분리하여 활용하고자 하는 노력은 미미한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 산업적으로 활용 가능한 탄수화물 분해 효소를 이용하여 쌀 가공 부산물을 대상으로 탄수화물 분해를 제거함으로써 불용성 단백질을 높은 쌀 소재를 제조하고 그 특성을 규명함으로써 쌀 부산물의 식품소재로서의 가능성을 확인하고자 하였다. 예비 실험을 통해 1 차적으로 단일 효소를 이용한 효과를 검토하였고, 그 중 산업적 활용성을 고려한 세가지 효소를 선택하여 혼합 적용함으로써 단일 효소 처리 대비 그 증대 효과를 확

인하고, 총 식이섬유(Total dietary fiber) 함량을 측정하여 식품 소재로서의 가능성을 비교 분석하였다

재료 및 방법

시험재료

본 연구에서는 주박과 탈지미강, 시럽박이 시료로 사용되었다. 주박은 인천탁주제조협회에서 탁주 제조 후 생성된 부산물(지게미)을 수거하여 사용하였고, 탈지미강은 (주)세림현미(Seoul, Korea)에서 현미유를 제조 후 생성된 부산물을 수거하여 사용하였으며, 시럽박은 (주)동희(Seoul, Korea)에서 쌀시럽 제조 후 남은 시럽박을 수거하여 사용하였다. 모든 시료는 -19°C에서 냉동 보관하였고, 필요할 때 4°C 냉장 조건에서 완만 해동하여 사용하였다.

효소

본 실험에서는 산업 적용에 수월하도록 상업적으로 널리 사용되는 효소를 사용하였으며, 모든 효소는 Novozymes (Bagsvaerd, Denmark)사에서 구입하여 사용하였다. Celluclast, Fungamyl 800L, Liquozyme supra, Promozyme D2, Termamyl type L, Viscozyme L의 6 가지 탄수화물 가수분해 효소에 대한 선행연구 결과를 바탕으로, 그 반응 특성에 따라 가장 반응 시간이 짧았던 Termamyl type L과 cellulose 분해 효소인 Celluclast, 혼합효소인 Viscozyme의 총 세가지 효소를 선택하여 사용하였다. 실험에서는 이 세가지 효소를 혼합하여 그 시너지 효과를 평가하였으며, 각 효소의 세부 정보는 Table 1에 나타내었다

시료의 수용성 성분 제거

주박, 탈지미강, 시럽박에 존재하는 수용성 단백질 및 수용성분을 제거하기 위해 각 시료 100 g에 400 mL의 증류수를 가한 후 상온에서 5분간 교반 하였다. 이후 3,000 xg 조건에서 20분간 원심분리 하여 얻어진 침전물을 105°C dry oven(HB-502M, Hanbaek Scientific Co., Bucheon,

Table 1. Information of the commercial carbohydrases.

Enzymes	Condition	Component	Declared activity	Density (g/mL)	Optimum pH	Optimum temp. (°C)
Celluclast	brown liquid	Celluase	700 EGU*/g	1.22	4.5-6.0	50-60
Termamyl type L	brown liquid	α -amylase	120 KNU**/g	1.20-1.25	6.5	93
Viscozyme L	brown liquid	β -glucanase	120 FBG***mL	1.2	4.6	44
		Arabanase				
		Celluase				
		hemicellulase				
		xylanase				

*EGU(Endo-Glucanase Unit): the amount of enzyme which reduces the viscosity of a solution of carboxymethylcellulose to one-half under standard conditions.

**KNU(Kilo Novo Unit): the amount of enzyme which degrades 4,870 mg starch dry matter, Merck soluble amylum per hour under standard conditions.

***FBG(Fungal Beta-Glucanase unit): the amount of enzyme which degrades barely beta-glucan to reducing carbohydrates with a reduction power corresponding to 1 μ mol glucose per minute under standard conditions.

Korea)에서 24시간 동안 건조하여 무게를 측정하였다. 증류수를 가하여 수세하는 횟수에 따라 각각 무게를 측정한 후 그 무게 변화가 없을 때의 시료를 수용성 성분이 완전히 제거된 시료로 판단하였고, 그 결과 주박, 탈지미강, 시럽박을 각각 3 회, 3 회, 4 회 수세하여 사용하였다(data not shown). 수세 이후 시료는 마쇄 한 후 40 mesh의 표준체를 통과시켜 실험에 사용하였다.

효소의 혼합 처리

수용성 성분이 완전히 제거된 주박, 탈지미강, 시럽박 5 g 에 증류수 28.3 mL을 첨가하여 15% 현탁액을 제조하고, 1 N HCl, 1 N NaOH를 사용하여 효소의 최적 pH를 조절하였다. 또한 각 효소의 최적 온도에서 효소 20 μL/g를 첨가한 후 최적의 반응시간 동안 반응시켰다. 하나의 효소 반응이 끝난 현탁액은 냉장 보관 하여 두었다가 다음 효소를 같은 방법으로 반응시켰다. 이 때 네 가지 조합을 만들 수 있었는데, Termamyl과 Viscozyme, Viscozyme과 Celluclast, Termamyl과 Celluclast 그리고 세가지 모든 효소를 혼합한 경우가 그것이다. 반응이 끝난 현탁액은 15분간 원심분리(3,000 ×g)하여 그 침전물을 분석하였다.

단백질 분석

단백질분석은 두 가지 방법으로 분석하였다. 원심분리를 통해 얻어진 침전물은 Digester(MBCM12, Raypa, Barcelona, Spain), Distiller(DNP1500, Raypa, Barcelona, Spain)와 Titrater (Akku-drive, Hirschmann Laborgerate, Eberstadt, Germany)를 사용하여 Semi micro-Kjedahl법(AOAC, 1995)으로 측정하였다. 또한 무게 변화를 통한 불용성 단백질의 변화량을 알아보기 위해 원심분리를 하여 얻어진 침전물을 105°C의 dry oven에서 24시간 건조한 후 처음 시료의 무게와 건조된 침전물의 무게 차이를 이용하여 단백질 변화량을 계산하고 두 가지 방법의 값을 비교, 분석 하였다. 이때 각각의 분석방법에 대한 계산식은 다음과 같다.

- Kjeldahl protein concentration (mg/g)

$$\frac{(14 \times T)}{S} \times 5.95 \tag{1}$$

S = sample weight (g)

T = amounts of spending of 0.1 N HCl (mL)

- Gravimetric protein concentration (mg/g)

$$\frac{(P \times S)}{D} \times 1,000 \tag{2}$$

P = protein content of sample (mg/g)

S = sample weight (g)

D = Dried sample weight (g)

식이섬유 측정

총 식이섬유 함량은 AOAC법(2000)으로 측정하였다. 시료 1.00 g에 인산완충용액(pH 6.0)을 넣어 끓는 수로에서 heat-stable α-amylase 100 mL을 넣어 15분간 반응시키고 pH 7.5로 조절하여 protease를 작용시켜 단백질을 제거하였다. 다시 pH 4.6으로 조절하여 amyloglucosidase를 넣어 분해하고 95% 에탄올을 넣어 총 알코올 농도가 80%가 되도록 한 후, 1시간 이상 방치하여 침전된 부분을 여과 건조하여 그 무게를 측정하였다. 단백질과 회분의 보정은 잔여물을 시료로 Micro Kjeldahl법과 직접회화법으로 분석하였다.

색도측정

Color and color difference meter(TC-3600, Tokyo Denshaku Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 효소 처리 전 후의 색도(L, a and b values)를 측정하였다.

통계처리

모든 분석결과는 3 회 이상 반복하여 평균과 표준편차를 구했으며, SAS 통계프로그램(V8.02, SAS Institute, NC, USA)을 사용하여 95%의 신뢰구간(α = 0.05)에서 처리시료 간의 유의차를 검정하였다.

결과 및 고찰

효소 혼합 처리로 인한 주박의 단백질 평가

6 가지 탄수화물 가수분해 효소(Celluclast, Fungamyl 800L, Liquozyme supra, Promozyme D2, Termamyl type L, Viscozyme L)에 대한 선행연구 결과를 바탕으로, 그 반응 특성에 따라 가장 반응 시간이 짧았던 Termamyl type L과 cellulose 분해효소인 Celluclast, 혼합효소인 Viscozyme의 총 세가지 효소를 선택하여 사용하였다. Viscozyme이나 Celluclast 처리로 인한 탄수화물 분해율은 그리 크지 않았다. 그러나 이 두 효소를 Termamyl과 함께 사용하였을 때 적지만 시너지 효과를 기대할 수 있었고, 모든 효소를 처리하였을 때 Gravimetric 방법에 따른 분석치로 최대 387.2 mg/g까지 단백질 함량이 증가하는 것을 확인할 수 있었다(Fig. 1). Kjeldahl 방법에 따른 분석치 기준으로 보았을 때도 마찬가지로 경향을 보여, α-amylase인 Termamyl을 처리했을 때 252.6 mg/g에서 281.4 mg/g으로 함량 변화가 가장 크게 나타났으며, Termamyl은 Viscozyme이나 Celluclast와 2-step treatment 했을 때 약간의 시너지 효과를 보였다. 단독 효소를 사용했던 선행 연구의 결과에서도 amylolytic enzyme인 Liquozyme이나 Fungamyl 처리 후 불용성 단백질 함량이 가장 높게 나타나서, Kjeldahl 방법

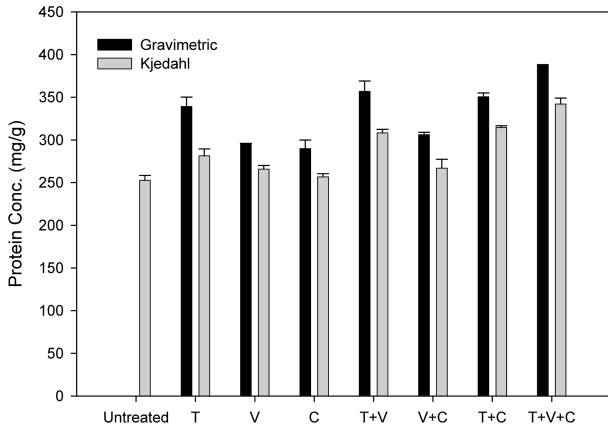


Fig. 1. Insoluble protein concentration of rice wine meal after Termamyl (T), Viscozyme (V), Celluclast (C) and mixture of T,V,C treatment.

에 따른 분석치 기준으로 보았을 때 Liquozmye 처리로 단백질 함량이 252.6 mg/g에서 368.4 mg/g으로 증가한 것을 확인할 수 있었으며, Cellulase나 Pullulanase, Viscozyme로 인한 불용성 단백질 함량의 변화는 미미함을 확인한 바 있다. 따라서, 본 실험에서도 탄수화물 함량이 높은 주박의 경우 amylolytic enzyme인 Termamyl에 의한 단백질 변화가 가장 컸으며, 세가지 효소를 모두 사용하였을 때 Celluclast와 Viscozyme의 도움으로 세포벽의 구성 성분인 cellulose와 hemicellulose, lignin이 적게나마 수용화 되면서 상대적으로 347.3 mg/g의 단백질 함량 증가를 보였다고 해석할 수 있었다. Gravimetric 방법과 Kjeldahl 방법 모두 그 패턴이 같은 것을 확인 할 수 있었다.

효소 혼합 처리로 인한 주박의 식이섬유 평가

Fig. 2의 Total dietary fiber(TDF) 결과를 보면 Termamyl 단일효소를 처리했을 때 총 식이섬유 함량이 28.1%에서 43.6%로 가장 크게 증가한 것을 확인 할 수 있었다. 이는 주박 내에 존재하던 전분이 α-amylase인 Termamyl에 의해 수용화 되면서 상대적으로 TDF 값이 증가한 것으로 보인다. 그러나 Viscozyme과 Celluclast를 함께 처리하였을 때는 값이 증가하지 않았고, 세가지 효소를 혼합 처리하였을 때에도 시너지 효과는 보이지 않고 오히려 감소하는 경향을 보였다. 이는 식이섬유를 분해하는 이 두 가지 효소로 인해 전분을 비롯한 세포벽 성분이 함께 분해되었기 때문 이라고 판단된다.

효소 혼합 처리로 인한 탈지미강의 단백질 평가

탈지미강의 단백질 함량 변화는, 단일효소로서는 Termamyl이 가장 큰 영향을 주는 것으로 나타났다(Fig. 3). 탈지미강에서는 특히 효소 혼합에 의한 시너지 효과가 크게 나타났는데, Termamyl과 Viscozyme, Celluclast를 모두

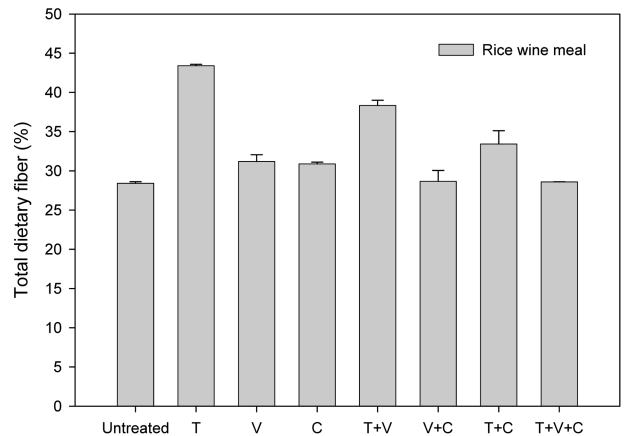


Fig. 2. Total dietary fiber of rice wine meal after Termamyl (T), Viscozyme (V), Celluclast (C) and mixture of T,V,C treatment.

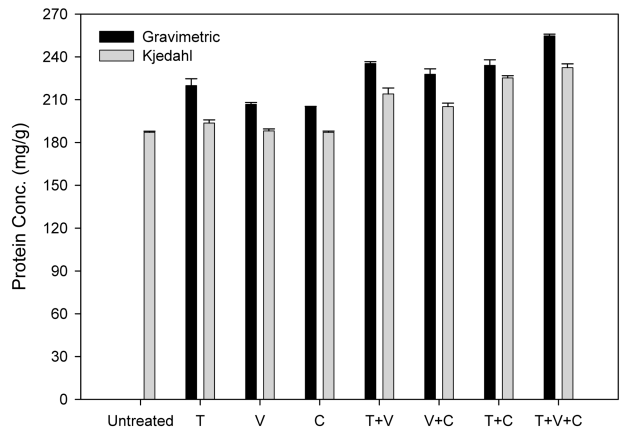


Fig. 3. Insoluble protein concentration of defatted rice bran after Termamyl (T), Viscozyme (V), Celluclast (C) and mixture of T,V,C treatment.

처리한 결과 Gravimetric 분석 기준 256.2 mg/g의 결과를 확인할 수 있었으며, 이는 세포벽 구성성분의 수용화로 단백질 함량이 증가하는 것 때문이라 추측되었다. Kjeldahl 분석 결과를 보았을 때에도, 세가지 효소의 혼합으로 인한 시너지 효과가 컸는데(232.5 mg/g), 이는 식이섬유 분획이 상대적으로 많은 탈지미강의 경우 세포벽이 단단하기 때문에 효소 반응으로도 단단한 조직을 깨뜨리지 못한 것으로 보인다.

효소 혼합 처리로 인한 탈지미강의 식이섬유 평가

Fig. 4에 탈지미강의 총 식이섬유 변화를 나타내었다. 처음 시료의 TDF 함량은 41% 수준으로 상대적으로 높은 편 이었고 효소 처리로 탄수화물 분획을 제거한 결과, Termamyl을 제외한 단일 효소에서는 TDF 값이 감소하였다. 혼합 처리의 경우에서도 Viscozyme과 Celluclast의 혼합을 제외한 나머지 조합에서도 모두 감소 추세를 보였다(Fig. 4).

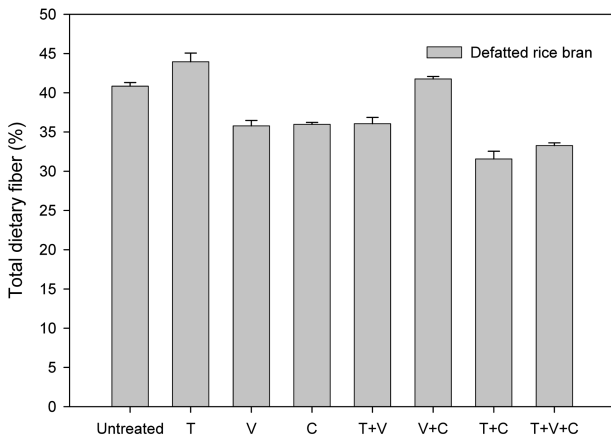


Fig. 4. Total dietary fiber of defatted rice bran after Termamyl (T), Viscozyme (V), Celluclast (C) and mixture of T,V,C treatment.

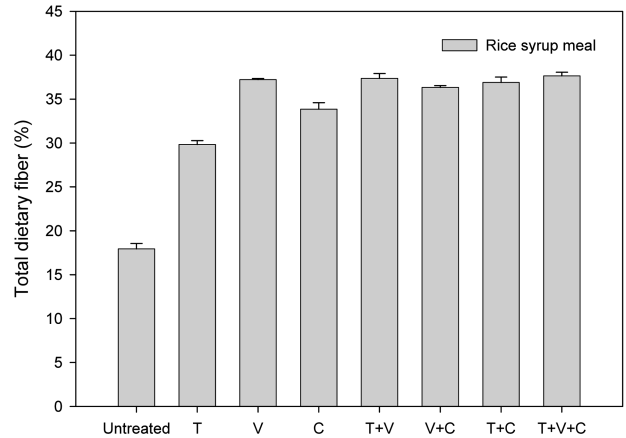


Fig. 6. Total dietary fiber of rice syrup meal after Termamyl (T), Viscozyme (V), Celluclast (C) and mixture of T,V,C treatment.

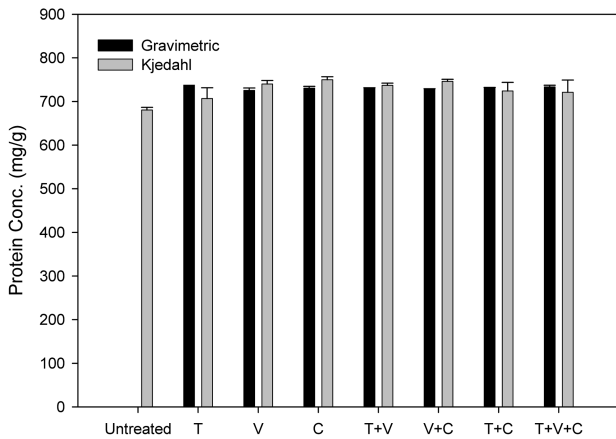


Fig. 5. Insoluble protein concentration of rice syrup meal after Termamyl (T), Viscozyme (V), Celluclast (C) and mixture of T,V,C treatment.

이는 주박의 경우와 마찬가지로 전분질과 세포벽 성분이 함께 분해되었기 때문인 것으로 판단된다.

효소 혼합 처리로 인한 쌀 시럽박의 단백질 평가

쌀 시럽박의 경우 단일효소로 무게변화에 가장 큰 영향을 주는 것은 Termamyl로 나타났으나 그 변화의 크기 면에서는 주박이나 탈지미강에 비해 미미한 것으로 나타났다 (Fig. 5). 이는 쌀로부터 시럽박을 만드는 가공처리 과정에서 이미 amylase 등의 효소를 사용하여 불용성 부분의 상당 부분을 수용화 하였기 때문에 주박이나 탈지미강 만큼 수용화 되는 양이 많지 않기 때문인 것으로 보인다.

효소 혼합 처리로 인한 쌀시럽 박의 식이섬유 평가

총 식이섬유의 경우 단일효소로는 Viscozyme을 사용하였을 때 가장 큰 함량 증가를 나타내었다(Fig. 6). 그러나

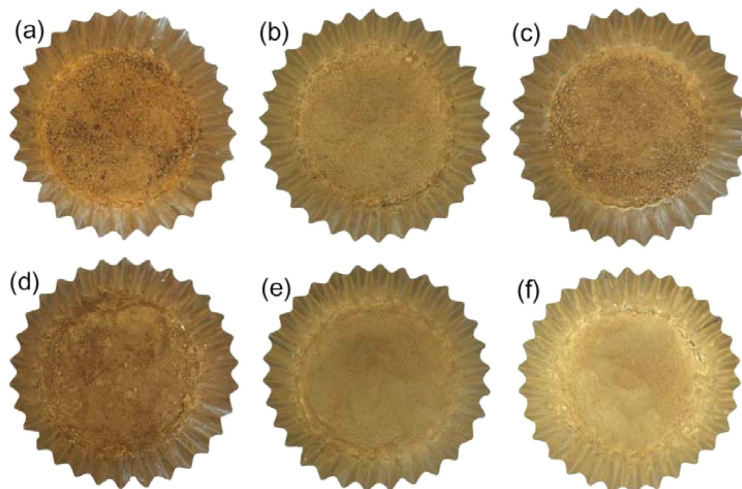


Fig. 7. Morphological shapes of (a) rice wine meal, (b) defatted rice bran, (c) rice syrup meal, and after T+V+C treatment on (d) rice wine meal, (e) defatted rice bran, (f) rice syrup meal.

세가지 효소를 모두 처리하였을 때 TDF값은 크게 변화를 보이지 않아, 효소의 혼합에 의한 시너지 효과는 기대 할 수 없었다. 특히 이미 탄수화물이 제거된 시료에서 Termamyl의 효과가 가장 낮게 나타났다.

효소 혼합 처리로 인한 쌀 가공 부산물의 색도 평가

쌀 가공식품 부산물의 효소 처리로 인한 색도 변화를 L, a, b 값을 측정된 결과로 Table 2에 나타내었다. 주박과 탈지미강, 시럽박의 L값은 효소처리로 인해 전체적으로 감소하여 어두워 지는 경향을 보였다. 주박의 L값은 초기 22.1에서 Viscozyme과 Celluclast의 혼합 처리시 14.1로 감소하였고, a값은 Termamyl과 Celluclast 혼합 처리시 -6.5에서 -0.8로 증가하였다. b값은 대체적으로 감소하는 경향을 보였고 Viscozyme과 Celluclast의 혼합 처리시 16.3에서 6.4로 감소하였다. 탈지미강의 경우 효소처리로 인해 L값이 미량이나마 감소하는 경향을 보였고 모든 효소 혼합 처리시 28.5에서 23.9로 감소하였다. a값은 전체적으로 감소하는 경향

을 보였고 Viscozyme과 Celluclast의 혼합 처리시 -3.9에서 -7.4로 감소하는 것으로 나타났다. b값은 크게 변하지 않았지만 Celluclast와 Termamyl 처리시에 15.4에서 모두 13.2로 감소하였다. 쌀 시럽박의 L값도 감소하는 경향이 나타났고, 그 변화는 Termamyl 처리시에 29.3에서 22.4로 가장 크게 나타났다. a값의 경우 모든 효소의 혼합 처리시에 -6.9에서 -2.5로 증가하였고, b값은 전체적으로 약간씩 감소하는 경향을 보였으며, Termamyl 처리시에 16.8에서 14.3으로 b값이 가장 크게 감소하였다. 본 연구에서는 이러한 색도 변화 현상만을 관찰하였을 뿐, 그 이유를 규명할 수 있는 실험은 진행하지 못하였다. 대부분의 효소처리구에서 전반적으로 어둡고 짙은 방향으로 색 변화가 관찰되었는데, 그 원인을 규명하기 위해서는 추가적인 연구가 필요하다고 판단된다.

요 약

쌀 가공식품 부산물의 효소 처리로 인한 단백질과 식이섬유, 색도의 차이는 시료에 따라 각각 다르게 나타났다. Gravimetric method와 Kjeldahl method 간에 단백질 함량의 차이가 조금씩 있는 것으로 확인 되었지만, 전체적으로 두 값의 패턴이 같은 것으로 보아 이 두 가지 단백질 측정 방법간에 유의성이 존재한다고 판단하였고, 두 값의 비교를 통해 단백질 함량의 변화를 더욱 자세히 비교 할 수 있었다. 주박의 경우 다른 효소보다 Termamyl이 단백질 함량을 높인데 영향이 큰 것으로 나타났고, 효소를 혼합하였을 때 그 시너지 효과가 두드러졌다. 특히 세가지 효소를 모두 혼합하였을 경우 가장 좋은 시너지 효과를 나타냈다. 그러나 식이섬유의 경우 Termamyl 단일효소를 처리했을 경우가 식이섬유 함량을 높이는 데 가장 효과적인 것을 확인 할 수 있었으며, 탈지미강의 경우 역시 Termamyl이 가장 효율 적으로 나타났고 주박과 비슷한 패턴을 보여, 역시 혼합효소로 시너지 효과를 확인 할 수 있었다. 그러나 식이섬유 함량의 경우, Termamyl 처리를 했을 때 약한 증가 경향을 보인 반면, 다른 효소 처리로 인한 식이섬유 함량은 감소하는 경향을 나타냈다. 시럽박의 경우 초기 단백질 함량이 높아서 단백질 함량이 크게 증가하지 않았다. 최적의 효소라고 평가할 만한 효소를 찾을 수 없었고, 시너지 효과 역시 나타나지 않았다. 그러나 식이섬유의 경우 효소 처리로 인해 상당량이 증가하는 것으로 나타났다. 특히 Viscozyme 처리로 인한 식이섬유 함량은 큰 증가를 보였으나, 시너지 효과는 크게 나타나지 않았다.

결 론

국내 쌀 소비량은 줄어드는 반면 수입량과 국내 생산량은 상대적으로 증가한 상태인 국내 쌀 소비, 수급 현황에

Table 2. Color parameter of rice by-products.

	Color values		
	L	a	b
Rice wine meal			
Control	22.1±0.0 ^a	-6.5±0.0 ^g	16.3±0.0 ^a
Celluclast	15.9±0.0 ^e	-8.7±0.1 ^h	10.9±0.0 ^b
Termamyl type L	16.5±0.0 ^d	-4.2±0.0 ^e	10.5±0.0 ^c
Viscozyme L	16.5±0.0 ^d	-4.6±0.0 ^f	10.5±0.0 ^c
T+V	18.7±0.0 ^b	-2.7±0.1 ^d	9.8±0.2 ^d
V+C	14.1±0.1 ^f	-1.6±0.1 ^b	6.4±0.1 ^e
T+C	16.5±0.0 ^d	-0.8±0.2 ^a	10.5±0.0 ^c
T+V+C	16.9±0.1 ^c	-2.4±0.1 ^c	9.8±0.2 ^d
Defatted rice bran			
Control	28.5±0.0 ^a	-3.9±0.0 ^b	15.4±0.0 ^c
Celluclast	24.9±0.0 ^b	-5.4±0.1 ^d	13.2±0.0 ^f
Termamyl type L	24.9±0.0 ^b	-4.4±0.0 ^c	13.2±0.0 ^f
Viscozyme L	23.3±0.0 ^d	-3.7±0.0 ^a	13.9±0.1 ^e
T+V	24.9±0.0 ^b	-4.4±0.0 ^c	13.2±0.1 ^f
V+C	24.9±0.0 ^b	-7.4±0.2 ^e	15.6±0.2 ^b
T+C	24.9±0.0 ^b	-5.4±0.1 ^d	16.3±0.2 ^a
T+V+C	23.9±0.1 ^c	-5.5±0.2 ^d	14.5±0.2 ^d
Rice syrup meal			
Control	29.3±0.0 ^a	-6.9±0.0 ^f	16.8±0.0 ^b
Celluclast	22.9±0.0 ^e	-5.1±0.1 ^d	15.6±0.0 ^c
Termamyl type L	22.4±0.1 ^f	-7.4±0.2 ^g	14.3±0.1 ^f
Viscozyme L	24.5±0.0 ^b	-5.2±0.1 ^e	16.0±0.2 ^d
T+V	24.5±0.0 ^b	-4.2±0.0 ^c	16.0±0.2 ^d
V+C	24.5±0.0 ^b	-4.2±0.1 ^c	16.4±0.1 ^c
T+C	24.1±0.0 ^c	-3.7±0.1 ^b	17.0±0.1 ^a
T+V+C	23.9±0.1 ^d	-2.5±0.1 ^a	16.4±0.1 ^c

Mean values having the same superscript within columns are not significantly different ($p < 0.05$).

T: Termamyl, V: Viscozyme, C: Celluclast.

서, 양질의 식량자원인 쌀의 가공처리 중 생성되는 부산물들을 대상으로 그 활용도를 높임으로써 부가가치를 재평가하고자 본 연구가 수행되었다. 탁주 제조 부산물인 주박과 미강유 부산물인 탈지미강 그리고 물엿 등의 부산물인 시럽박의 식품 소재로서의 활용 가능성을 평가하였고, 기존 방법이 실제 산업에 적용하기 힘들다는 단점을 보완하고자 산업에서 실제 활용 가능하도록 상업적으로 구입 가능한 효소를 이용하였다. 단백질, 식이섬유, 색도의 변화를 평가하여 쌀 가공 부산물을 이용한 식품 소재로서의 개발 가능성을 판단해 본 결과, 주박과 시럽박은 식품 산업에서 단백질 원으로 사용될 가치가 있고, 시럽박은 식이섬유 소재로도 활용될 가치가 있다고 판단하였다.

참고문헌

- AOAC. 1995. Official Method of Analysis. Association of Official Analytical Chemists (NO. 993.13), Arlington, VA, USA.
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis of AOAC Intl. 17th ed. Method 991.43. Association of Official Analytical Communities, Washington, DC, USA.
- Cho SY, Park JW, Rhee C. 1998. Edible films from protein concentrates of rice wine meal. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 1097-1106.
- Gnanasambandam R, Hettiarachchy NS. 1995. Protein concentrates from unstabilized and stabilized rice bran: preparation and properties. *J. Food Sci.* 60: 1066-1069.
- Hu G, Huang S, Cao S, Ma Z. 2009. Effect of enrichment with hemicellulose from rice bran on chemical and functional properties of bread. *Food Chem.* 115: 839-842.
- Jahani M, Alizadeh M, Pirozifard M, Qudsevali A. 2008. Optimization of enzymatic degumming process for rice bran oil using response surface methodology. *LWT-Food Sci. Technol.* 41: 1892-1898.
- Juliano BO. 1985. Rice bran. In *Rice: Chemistry and Technology*. AACC, St. Paul, MN, USA, p. 647.
- Kim CW, Choi HJ, Han BK, Yoo SS, Kim CN, Kim BY, Baik MY. 2011. Derivatization of rice wine meal using commercial proteases and characterization of its hydrolysates. *Korean J. Food Sci. Technol.* 43: 729-734.
- Kim CW, Park JW, Choi HJ, Han BK, Yoo SS, Kim BY, Baik MY, Kim YR. 2011. Hydrolysis of rice syrup meal using various commercial proteases. *J. Life Sci.* 21: 309-315.
- Lee KS, Kim DH. 1991. Effect of sake cake on the quality of low salted gochujang. *Korean J. Food Sci. Technol.* 23: 109-115.
- Morita T, Kiriyama S. 1993. Mass production method for rice protein isolate and nutritional evaluation. *J. Food Sci.* 58: 1393-1396.
- Park DJ, Ku KH, Mok CK. 1993. Microparticulation/Air classification of rice bran: Characteristics and Application. *Korean J. Food Sci. Technol.* 25: 769-774.
- Shin FF. 1996. Edible films from rice protein concentrate and pullulan. *Cereal Chem.* 73: 406-409.
- Xu Z, Wang Q, Jiang Z, Yang X, Ji Y. 2007. Enzymatic hydrolysis of pretreated soybean straw. *Biomass Bioenerg.* 31: 162-167.