

쌀단백질의 가치와 이용방법

Value and utilization of rice protein

정광호^{1,*}

Kwangho Jung^{1,*}

¹(주) 아이엔비

¹INB Co. Ltd., Korea

Abstract

Protein is a major nutrient of food and has long been studied for nutritional and utility value. Among them, rice protein is attracting attention because of its hypoallergenic characteristics and nutritional value. Rice proteins are divided into endosperm protein and bran protein depending on their location. The two proteins differ in their nutritional characteristics and applications. The endosperm protein is an insoluble protein and has an advantage of digestion and absorption. Rice bran protein dissolves well in water. Its amino acid value is high enough to be comparable to that of soy protein, and it has strong antioxidant ability. Rice protein is a healthy vegetable protein because of its health and hypoallergenic properties. It has been widely used in children's or

patients' food, and recently for muscle supplement and health food. Rice protein is considered to be a very effective and useful material as it has been discovered so far.

Key words: rice, rice protein, rice bran, use of rice-protein

서론

단백질은 식품에 포함된 주요 영양소로서 양질의 단백질은 건강을 지키는데 필수적인 역할을 담당하고 있다. 개발도상국에서는 어린이와 청소년의 성장에 필요한 필수영양소로, 미국, 유럽, 일본 등 선진국에서는 근육량 증가 및 체중조절 등의 건강기능성 목적으로 단백질 이용이 지속적으로 증가하는 추세이며, 이에 따라 전 세계 각국에서는 국민건강수준의 향상을 위해 양질

Corresponding Author: Kwangho Jung
INB Co. Ltd., Chung-cheong bukdo, Yesangun, Yesan-eub, Daehakro54, Kongju University
Tel: 82-70-4895-3473
Fax: 82-70-7500-0331
E-mail address: light903@gmail.com
Received December 6, 2018; revised December 19, 2018; accepted December 19, 2018

의 단백질 공급원을 확보하려는 노력이 계속되고 있다 (한국쌀연구회, 2010).

쌀은 전 세계 인구 중 약 50%가 주식으로 삼을 만큼 인류 영양에 있어 중요한 역할을 하고 있는 곡물이다. 쌀에 포함된 영양소 중 쌀단백질은 함량이 전체 쌀의 7% 정도에 지나지 않지만, 전 세계 인류에게 식이를 통해 공급하는 단백질 중 약 20%를 공급할 정도로 단백질 공급원으로서 중요한 역할을 하고 있다. 쌀단백질은 다른 곡류의 단백질들에 비해 함량이 높은 편은 아니지만, 쌀 고유의 구조적, 물성적, 영양적 특성을 나타내는데 핵심적인 역할을 담당하고 있으며, 쌀의 수분 보유력, 관능적 특징, 조직감 등에 미치는 쌀단백질의 특성은 밥으로서의 식미와 쌀가공품의 품질에 상당히 핵심적인 영향을 주고 있다. 특히, 최근 들어 쌀단백질은 콩, 밀, 우유 등에서 유래한 다른 중요 식품단백질들과는 다르게 hypoallergenic 한 특성을 가지고 있어 아토피 또는 면역질환 등으로 인해 어려움을 겪고 있는 사람들에게 유익한 소재로서 주목받고 있다.

1. 쌀단백질의 일반적 성질

벼는 다른 곡식류와 유사하게 크게 배아를 포함한 겨층과 배유부분(흔히 백미로 일컬어짐)으로 구성되어 있으며, 보통 배아 및 겨층의 단백질 함량이 약 20% 이상 더 높지만, 배아와 겨층은 배유부분에 비해 쌀 낱알 중 함량이 굉장히 작으므로, 단백질 총량으로 계산할 경우 배유부분에 훨씬 더 많은 단백질이 포함되어 있다. 쌀 낱알의 영양조성은 외곽층으로 갈수록 비타민B군(thiamine, riboflavin 등)과 토코페롤, 단백질, 식이섬유, 회분, 지방 등이 많아지는 반면, 중심부에 가까워질수록 녹말함량이 높다는 것이 특징이다. 일례로 백미부위의 단백질 함량은 6-7% 정도지만, 외곽층 겨부위의 단백질 함량은 11~15% 정도로 거의 2배에 달한다(Juliano, 1993).

1) 쌀단백질의 분포 및 조성

쌀단백질은 보통 백미부위인 배유(endosperm)에 존

표 1. 쌀 부위별 단백질 분포 비교 (Champagne 등, 2004)

Rice Fraction	Crude Protein (g of N × 5.95)
Rough rice	5.6-7.7
Brown rice	7.1-8.3
Milled rice	6.3-7.1
Rice bran	11.3-14.9
Rice hull	2.0-2.8

재하는 단백질을 가리킨다. 쌀단백질은 배유부위에 존재한다고 해서 배유단백질(rice endosperm protein)이라고도 부르며, 백미부위에 존재한다고 해서 백미단백질이라고도 한다. 쌀배유단백질 중 약 95% 이상은 protein body라고 부르는 입자의 형태로 존재한다. 이 단백질들은 보통 1~4 μm의 크기를 형성하는데, 크고 작은 구형 또는 럭비공 모양의 형태로 녹말 결정층을 둘러싸고 있다. 그림 1에서 보이는 것처럼 백미단백질은 거의 대부분이 배유의 중심보다는 표면쪽에 많이 분포하여 배유 전체적으로 볼때 중심부위의 녹말을 단백질이 둘러싸고 있는 형태가 된다. 이러한 구조로 인해 쌀의 배유는 단단하면서도 구형 형태의 모양을 유지할 수 있으며, 이때 단백질은 protein body를 형성하면서 외부에서의 충격으로부터 녹말결정질의 파괴를 막고 모양을 형성해주는 역할을 하게 된다.

식물 단백질은 여러 가지 성질을 가진 단백질이 결합된 복합체이다. 식물단백질을 구성하고 있는 단백질은 보통 1924년 Osborne의 분류에 의해 용해도에 따라 분

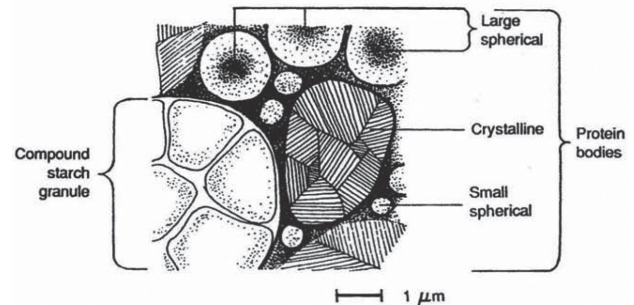


그림 1. 쌀배유의 구조모식도(Juliano, 1993)

류를 하는데, 증류수에 녹는 단백질은 albumin, 염 용액에 녹는 것은 globulin, 알칼리 용액에 용해되는 것은 glutelin, 알콜에 녹는 단백질은 prolamin으로 분류한다. 쌀의 배유단백질은 대부분이 glutelin으로서 전체 단백질 중 약 85% 이상을 차지하며 5~10% 가량의 prolamin과 약간의 albumin, globulin이 나머지 부분을 차지하고 있다(Champagne 등, 2004). 배유단백질은 보통 물에 녹지 않는 불용성이며 물에 분산시킬 경우 소량의 알부민이 용해될 뿐 대부분의 글루텔린 단백질은 그대로 남아 침전된다.

2) 미강단백질의 분포 및 조성

미강단백질(Rice bran protein)은 현미의 껍질부위인 미강부분에 존재하는 단백질로서, 미강이 부산물로서 특별한 용도 없이 주로 사료로만 이용되어 왔기에 오랫동안 미강에 있는 단백질은 연구소재로 주목을 받지 못했다. 미강단백질은 미강내 약 11~15% 정도 존재하며, 미강내 지방 및 인지질 성분과 결합되어 있거나 인접부위에 함께 존재하여 이들을 안정화시켜주는 역할을 한다. 미강단백질은 조성이 배유부위의 단백질과는 완벽히 달라서, albumin과 globulin 등 비교적 물에 잘 용해되는 수용성 단백질이 각각 31%, 41%가 될 정도로 약 2/3정도를 차지한다. 따라서, 미강단백질은 백미 단백질과는 완벽히 물성이 달라서 추출될 경우 유화 및 증점, 거품형성력 등 수용성 단백질이 보이는 여러 가

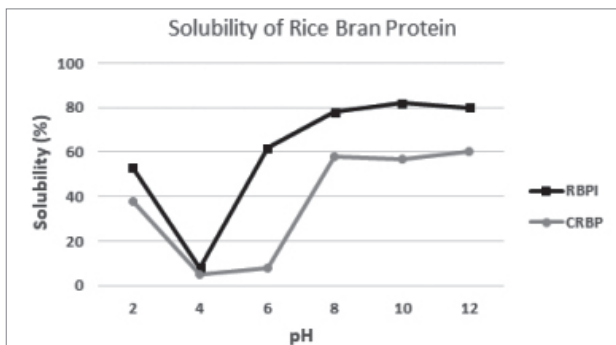


그림 2. 미강단백질(RBPI : Rice Bran Protein Isolate)와 농축미강단백질(CRBP: Concentrated Rice Bran Protein)의 pH별 용해도 (Wang 등, 1999)

표 2. 미강단백질(RBPI)의 BSA(Bovine Serum Albumin)대비 유화력 비교 (Wang 등, 1999)

Sample	Emulsifying activity (Abs at 500nm)	Emulsifying stability (min)
RBPI	0.34	4.2
BSA	1.03	18.2

지 기능을 나타낸다.

Wang 등(1999)에 따르면, 탈지미강에서 phytase와 xylanase를 처리한 다음 pH 10에서 추출한 미강단백질(RBPI)과 단순히 pH 10에서 추출한 농축미강단백질(CRBP)의 물성을 비교하였는데(그림 2), 두 단백질 모두 pH 4에서 가장 낮은 용해도를 보였고 pH 8이상에서는 용해도 80% 정도의 높은 용해도를 보였다고 보고하였다. 미강단백질(RBPI)을 Differential Scanning Calorimetry (DSC)로 측정된 결과 변성온도는 83.4 ± 0.2 °C였고 엔탈피는 0.96 ± 0.08 J/g으로서 대부분의 곡류단백질과 비슷한 수준이었다. 미강단백질의 거품형성력(foaming capacity)과 거품안정성(foaming stability)은 측정된 결과 난백과 비슷한 수준으로서 식품의 유화제로서 충분히 사용할만하다. Chandi 와 Sogi(2007)에 따르면 미강단백질의 수분보유능력(water binding capacity)는 3.87에서 5.60 g/g으로서 카제인(2.48 g/g) 대비 약간 우위이며, 대두단백질(4.3 g/g)과 맞먹는 것으로 보고하였다. 이러한 미강단백질의 물성적 특징으로부터 카제인이나 유청단백질, 대두분리단백질 등과 대체사용이 가능하다는 것을 알 수 있다.

한편, 미강단백질에 비해 쌀배유단백질은 강한 disulfide 결합형성을 통해 거대분자를 형성함으로써 물에는 불용성이나 열에 안정한 특성을 갖는 반면, 미강단백질은 열이나 산에 의해 쉽게 불활성화되어 단백질의 추출을 방해하므로, 일반적으로 알칼리 조건에서 추출하여 단백질을 가용화시키는 것이 보통이지만 지나치게 높은 pH에서 추출할 경우 단백질이 변성되어 lysinoalanine 같은 유해물질을 생성할 수 있음이 보고되어 있다. 미강단백질은 추출 시 쉽게 변성, 분해되어 아미노산 조성과 단백질 구조, 영양적 가치들이 변화하므

로 추출 시 매우 주의해야하는 것으로 보고되어 있다.

2. 쌀단백질의 영양적 가치와 생리적 기능

1) 쌀단백질의 영양적 가치

쌀단백질은 오래전부터 영양학자들에게 hypoallergenic protein으로 유명했다. 이외에도 쌀단백질은 아미노산조성이 다른 곡류 단백질에 비해 우수한 편이고, anti-nutrient들이 비교적 적게 포함되어 있어 소화율이 높은 영양적으로 가치가 높은 단백질로서 널리 알려져 왔다. 쌀단백질의 아미노산가는 약 65로 알려져 있으며, 필수아미노산 중 lysine이 FAO/WHO 발표 섭취기준량 대비 가장 낮은 편이라서 쌀단백질의 제한아미노산으로 간주된다. 그러나, 두류를 제외한 곡류 단백질 중에서는 가장 높은 축에 속하기 때문에 lysine이 풍부한 동물성 단백질 또는 대두단백질과 혼합하여 섭취할 경우 아미노산가가 100으로서 아미노산 밸런스가 완벽하게 보완된다. 무엇보다도 쌀단백질은 성장기 필수아미노산인 arginine과 histidine이 풍부한 편인데, 특히 이 중 arginine은 전체 단백질 중 함량이 약 9%를 넘길 정도로 타 단백질에 비해 매우 풍부한 편이다. 쌀단백질은 각종 손상으로부터 회복 및 성장촉진 등 쌀단백질의 고유한 생리활성을 갖고 있는데 이는 풍부한 arginine에 의한 것으로 추정된다.

한편, 미강단백질은 수용성 단백질을 많이 포함하고 있어, 백미단백질과는 달리 황을 포함하는 methionine, cysteine같은 아미노산이 상대적으로 적지만, lysine 및 leucine, isoleucine, valine 등의 가지달린 아미노산(branched chain amino acid)이 백미단백질보다 풍부한 것이 특징이다. 미강단백질은 식물성 단백질 중에서는 분리대두단백과 더불어 아미노산가가 100에 육박할 정도로 백미단백질보다 아미노산 조성 밸런스가 우수하며 영양적으로 균형이 잘 잡혀있는 단백질이다. 표 3에서는 쌀에 있는 단백질들과 대두, 우유, 계란 등의 다른 단백질 공급원들간 필수아미노산 함량을 비교했는데, 배유단백질은 Lysine 함량이 타 단백질들에 비해 다소 작은 편이지만, 미강단백질은 대두단백질 및 다른 동물

표 3. 각종 단백질의 필수아미노산 조성 비교(Hettiarachchy, 2009)

Amino acid	Rice endosperm	Rice bran	Soybean	Milk (Casein)	Egg Albumin
Histidine	2.3-2.7	2.8-3.5	2.7-5.9	2.8	2.7
Isoleucine	3.7-4.8	2.8-4.3	1.5-4.0	4.7	6.1
Leucine	8.4-8.6	7.2-8.0	1.4-7.3	9.1	9.7
Lysine	3.4-4.2	5.0-5.7	4.7-13.8	7.5	8.1
Methionine	2.3-3.0	1.8-2.4	1.2-5.4	1.9	4.3
Phenylalanine	4.6-5.4	4.7-5.0	2.5-5.0	5	6.9
Threonine	4.4-5.3	4.0-4.4	1.5-4.5	4.9	5
Tryptophan	0.6	0.6-1.3	1.3	1.5	1.5
Valine	5.8-7.9	5.1-6.3	1.7-4.2	7.4	7.7

성 단백질에 뒤처지지 않을 정도로 굉장히 우수한 아미노산 조성을 가지고 있다.

쌀단백질의 단백질이용률(protein efficiency ratio)은 1.6-1.9 정도이나 미강에서 약한 알칼리로 추출한 단백질은 2.0- 2.5 정도로서 카제인의 PER인 2.5에 육박할 정도로 단백질 이용효율이 높다. 미강단백질의 소화율은 약 73%로 보고되어 있으나, 단백질을 농축할 경우 90% 이상을 나타낸다고 알려져 있다.(Saunders, 1990) 이러한 미강단백질의 특성을 종합하면, 백미부위의 쌀단백질보다 단백질로서의 이용효율 및 소화율이 더 우수한 것으로 판단되며, 동물성 단백질인 카제인에도 근접한 이용률을 보일 정도로 다른 식물성 단백질 대비 영양적 가치가 높은 것으로 보인다.

2) 쌀단백질의 생리적 기능

쌀단백질은 대표적인 hypoallergenic protein으로서 여러 가지 효능이 다양하게 보고되어 있으나, 가장 대표적인 것은 심혈관질환의 개선 효능이다. Morita 와 Kiriya(1993)에 따르면 Sprague-Dawley 수컷 쥐에 사료로 함량 90% 이상의 백미단백질을 10%에서 50%까지 포함시켜 21일간 급여한 결과 대조구로 25%의 카제인이 포함된 사료를 급여한 쥐에 비해 혈중 총콜레스테롤은 최대 49.0 mg/dL, 중성지방과 인지질은 각각



271.7 mg/dL, 103.0 mg/dL이 감소하는 결과를 보였다 라고 보고하였다. 백미단백질은 또한 고혈압 억제 효능도 가지고 있는 것으로 보고되어 있다. Chen 등(2013)에 따르면 쌀단백질 가수분해물에서 angiotensin-I 전환효소(ACE)를 억제하는 효과를 가진 tripeptide를 분리하였는데, 쌀단백질 가수분해물을 고혈압 유발한 쥐에 5 mg/kg만큼 경구 투여한 결과 수축기 혈압이 29에서 38 mmHg 만큼 감소하는 효과를 볼 수 있었다라고 보고하였다. 백미단백질은 이외에도 체중감소효과 등 여러 가지 효능이 보고되어 있는데, 이에 대비하여 미강단백질은 햄스터에 단백질급원으로 공급한 결과 대두단백질대비 4배의 효과가 있었다는 사례가 보고되어 있으며, 무엇보다도 미강단백질은 항산화효과가 풍부하여 이에 기반한 다양한 생리활성이 문헌으로 보고되어 있다. 미강단백질보다도 미강단백질 가수분해물이 더 높은 항산화효과를 가지고 있는데, Kannan 등(2009)에 따르면 미강단백질 가수분해물을 대장 및 유방암세포배양액에 처리한 결과 IC₅₀이 750 µg/mL인 결과를 얻었다고 보고하였다. Shoji 등(2001)에 따르면 미강단백질 중 분자량 57 kDa이고 hydroxyproline과 proline이 많은 glycoprotein은 높은 전이율을 가지는 Lewis 폐암세포에 대한 결합력을 가지고 있다고 보고하였는데, 미강단백질은 미강내 지방이나 베타글루칸 등을 포함한 섬유질과 함께 작용해서 암 예방과 제어에 건설적인 역할을 하고 있는 것으로 보인다.

3. 쌀단백질의 생산방법

1) 쌀단백질의 생산방법

쌀단백질은 보통 쌀녹말 생산과정에서 녹말과 함께 생산된다. 전통적인 쌀녹말 제조법은 0.3-0.5% 수산화나트륨 용액에 24시간 동안 백미를 담가둔 다음 이를 곱게 분쇄하는 것에서 출발한다.(Bemiller 와 Whistler, 2009) 이 공정을 통해 쌀녹말과 쌀단백질이 물에 고르게 분산되면, 이 용액을 원심분리 또는 데칸터로 고액분리함으로써 쌀녹말을 생산하는데, 동시에 여기에서 쌀단백질이 부산물로 분리 생산된다. 백미에 알칼리 용

액을 가해 단백질을 추출하는 방식은 알칼리 용액으로 인해 녹말이 호화되기 쉽고 호화된 녹말로 인해 단백질과 녹말 분리가 어렵게 된다. 이를 해결하기 위해 최근에는 10~20 µm 정도로 쌀을 곱게 분쇄한 다음 녹말과 단백질을 분리하는 방식을 많이 사용하고 있으며, 녹말을 만들지 않고 쌀가루에 α-amylase를 처리하여 쌀당화액을 먼저 생산한 다음 고액분리를 통해 침전물을 분리 정제하는 방식으로도 쌀단백질을 생산할 수 있다. 이렇게 분리한 쌀단백질은 60% 내외의 단백질 함량을 보이며, 상업적으로는 부산물을 더 정제하여 80% 이상의 단백질 함량을 갖는 농축쌀단백질 또는 단백질함량 90% 이상의 분리쌀단백질이 널리 사용된다.

2) 미강단백질의 생산방법

탈지미강에 단백질을 분리하는 공정을 적용하면 미강단백질을 얻을 수 있다. 구체적으로는 탈지미강에 알칼리 용액(pH 9 이상)을 가해 단백질을 가용화시켜 추출해내고, 고액분리 후 상등액에 산을 가해 pH 4 근방의 등전점까지 pH를 떨어뜨린다. 이때 미강단백질은 용해도가 급격히 감소하여 침전이 발생하므로 원심분리로 고액분리를 한 다음 분무건조 또는 동결건조로 건조 분말화하여 생산할 수 있다. 알칼리 용액으로 추출할 때, pH가 너무 높은 강알칼리를 사용하게 되면, 미강단백질 내부의 alanine과 lysine간 결합이 발생하여 독성물질인 lysinoalanine이 발생할 수 있으므로 알칼리 추출방식은 처리과정 시 주의할 필요가 있다. 미강단백질 생산 시 사용되는 2번째 방법은 효소추출공정이다.(Mine 등, 2010) 먼저 헤미셀룰로오스, 셀룰로오스, 자일란 등의 섬유질을 분해할 수 있는 효소를 처리하여 세포벽을 분해시킨다. α-amylase, hemicellulase, cellulase는 약 10-27% 의 단백질 용액을 만들 수 있다. 단백질분해효소인 protease를 사용하여 추출하는 경우도 있는데, 이때는 처리한 protease가 세포벽을 용해하여 내부에 있는 단백질과 인지질 등이 외부로 용출된다. 이와 동시에 미강단백질도 일부 분해될 수 있어 최종적으로 생산되는 제품은 단백질이 아닌 펩타이드이다. 앞서 언급했듯이 미강단백유래 펩타이드는 생리활성기

능이 뛰어나기 때문에 미강을 효소발효시켜 만든 추출물 등이 식품, 화장품, 건강식품 등으로 제조되어 널리 판매되고 있다. 마지막으로 Anderson 과 Guraya(2001)에 따르면 미강을 콜로이드밀로 미분쇄하여 미강단백질을 둘러싸고 있는 섬유질 등을 물리적 힘에 의해 파쇄함으로써 미강단백질을 수용액내 분산시킬 수 있으며, 이를 분리정제하면 단백질량 75% 인 미강단백질을 생산할 수 있다고 보고하였다.

4. 쌀단백질의 이용

쌀단백질은 원래 부산물로서 저렴하게 사료용 원료로 판매되었다. 그러나, 최근 동물성단백질을 대체할 수 있는 식물성 단백질의 대체시장이 성장하면서 쌀단백질 역시 대체용 식물성 단백질로 각종 식품에 널리 사용되기 시작되었다.

1) 이유식

쌀단백질의 가장 큰 특징은 저알레르기성(hypoallergenic)이라는 점이다. 이를 이용하여 오래전부터 동서양 가릴 것 없이 쌀단백질을 포함한 식품이 이유식 또는 기타 베이비푸드에 판매되어 왔다. 2002년 벨기에 소재 쌀소재 전문 생산기업인 Beneo Remy사에서는 어린이, 노인등 영양취약계층을 대상으로 한 쌀단백질 기반 영양보충용 식품을 개발하여 출시하였다. 기존의 영양보충용 식품들은 단백질 공급원으로서 유청이나 대두단백을 사용했던 것에 비해 소화흡수율이 뛰어나고 알려지도 매우 낮은 쌀단백질이 영양보충용으로 사용된 결과 어린이들에게 영양공급을 더 간편하게 할 수 있다는 장점이 있었다. 미강단백질은 백미단백질보다 더 낮은 알러지 유발효과를 가지고 있기 때문에 아토피나 알러지성 천식 등 면역과 알레르기 관련 질환을 가지고 있는 어린이들에게 더 유용한 제품을 공급할 수 있을 것으로 전망한다.

2) 단백질보충 또는 영양보충제

쌀단백질은 우수한 영양적 특성 때문에 건강기능성 식품으로 사용되는 예가 상당히 많으며, 특히 근육을

증가시키는 목적으로 하는 단백질보충제로서 많이 판매되고 있다. 미국 시장에서는 유청단백질과 혼합할 경우 흡수속도 및 영양밸런스가 유청 100% 일 때 보다 상당히 유리하다는 장점이 있어 유청단백질 대체용으로 상당량 판매가 되고 있으며, 단백질 용해도가 낮기 때문에 단백질 드링크보다는 분말을 우유나 두유, 물에 타서 먹는 형태로 섭취를 한다. 미강단백질은 용해도가 대두단백질에 견줄 만큼 우수하다는 특징을 가지고 있어 기존의 수용성 단백질 대체용도로 사용이 가능하다. 특히, 유화 및 안정화 효과, 유화력과 거품형성력이 난백수준에 필적할 정도로 우수한 물성을 가지고 있기 때문에 카제이나트륨 대체용으로 사용해볼만 하다.

3) 음료 및 식물성 밀크

쌀단백질은 불용성 이므로 일반적인 음료처럼 완전 용해되어 투명한 형태로는 제조할 수 없고 물에 분산된 형태로 안정화하여 음료를 제조할 수 있다. 쌀단백질의 분산안정성을 이용하여 식물성밀크로 제조하거나 다른 식물성 원료와 혼합하여 식물성 혼합밀크로 만드는 것도 가능하다. 해외에서는 쌀단백질이 귀리, 아몬드, 호두 등과 혼합되어 혼합곡물드링크로 출시되기도 한다. 미강단백질은 수용성으로서 쌀단백질보다는 음료에 적용할 때 조금 더 적합한 물성적 특징을 가지고 있다. 미국 Rice Bran Technology 사의 수용성 미강단백질 제품은 50% 미만의 낮은 단백질 함량에도 불구하고 수용성이라는 특징과 미강 고유의 기능성을 살려 건강 음료용 원료로서 여러 음료 제품에 사용되고 있다.

4) 시리얼 및 바류

시리얼은 곡류를 팽화시키는 공정을 통해 제조한다. 곡류는 보통 아미노산가 50미만으로서 필수아미노산 조성에 있어 불균형한 경우가 많다. 이 때문에 유청단백질이나 대두단백질이 아미노산가 개선을 위해 첨가되어 제품화하는 경우가 있다. 쌀단백질은 다른 곡류보다 아미노산가가 높고 알러지가 낮은 특징을 가지고 있어 시리얼류의 주 소비층인 어린이들에게 영양적으로 좋은 영향을 줄 수 있다. 쌀가루와 혼합하여 너겟

형태로 제작하면 시리얼바, 에너지바에 사용될 수 있는데, 미국시장에서는 쌀단백질 너겟이 제조되어 어린이 식품용 또는 단백질 보충용 제품에 조금씩 사용되고 있다. 쌀단백질은 glucose syrup과 고속 교반하여 프로틴바로도 제조가능한데, 쌀단백질로 제작한 프로틴바는 체중조절용 또는 단백질 보충용 제품으로서 출시되고 있다. 쌀단백질 고유의 영양학적 특징으로 인해 건강 지향적인 식물성 단백질 식품으로 인기가 높다.

5) 제과/제빵

쌀단백질은 저알러지성이고 동시에 gluten free인 단백질로서 글루텐 프리 제품에 글루텐 대체 용도로 사용가능하다. 쌀가루로 만드는 케이크, 쿠키 등에 쌀단백질을 사용하여 글루텐 프리 컨셉의 제과제품을 만든 사례가 다수 보고되어 있으며, 가정용 레시피 및 판매용 제품으로도 출시되는 등 쌀단백질이 여러 제과제품에 사용되는 것에는 큰 문제가 없다. Jiamyangyuen 등(2005)에 따르면, 수용성 미강단백질 1% 를 빵반죽에 적용했을 때 단백질 및 식이섬유 함량 증가효과를 보였으며, 반죽의 특성을 개량해주는 효과도 보였다고 보고하였다. 그러나 그 이상의 미강단백질 첨가는 고유의 맛과 취 때문에 소비자 수용도가 낮아 실제 제품으로 적용되기는 어려울 것으로 판단된다고 하였다. 여러 가지 연구 결과를 종합해볼 때 미강단백질은 반죽의 개량에 좋은 효과를 내지만, 고유의 향미 때문에 다량 적용하기는 어려우므로 풍미의 개선이 이뤄지게 되면 제빵용으로 쓰일 수 있는 기능성 식물성 단백질로 자리 잡을 수 있을 것으로 생각된다.

6) 육가공식품

쌀단백질은 동물성 단백질을 직접적으로 대체할 수 있는 효능이 있다. 백미단백질과 미강단백질은 모두 수분을 잡아두는 능력이 있는데, 수분보유력(water holding capacity)은 두 단백질 모두 200 ~ 300% 정도로서 자기 중량의 2 ~ 3배의 수분을 잡아둘 수 있다. 이러한 특징을 이용하여 소시지 또는 미트볼 등에 적용가능한데, 단백질 적용 시 수분 함유 증가량 만큼 원

료를 절감할 수 있다는 장점이 있고, 미강단백질의 경우 유화력이 난백단백에 견줄 만큼 우수한 특성을 지니고 있으므로 유화형 소시지 등에도 충분히 사용가능하다고 생각된다.

7) 지방대체효과

지방은 식품조직을 부드럽게하고 식감을 좋게 만드는 효과를 가지고 있다. 미강단백질은 우수한 유화력과 거품형성력을 가지고 있어 소량의 지방을 함유하는 식품에 적용할 경우 식감과 조직감을 더 부드럽게 개선하여 마치 지방이 더 많이 함유된 것과 같은 효과를 낼 수가 있다.

8) 동물사료

보통 식물성 단백질은 가격이 동물성 단백질보다 저렴하여 사료용으로서 많이 이용되고 있다. 미강 또는 탈지미강은 소 등 반추동물에 공급하는 사료용 소재로서 전 세계적으로 널리 이용되고 있는 상황이며, Popescu와 Ciurascu 등(2003)에 따르면, soymeal 함량이 23% 인 조제 사료에 미강단백질을 첨가하여 암탉에 투여하는 실험을 진행한 결과 soymeal을 30%의 옥수수그레인으로 대체하거나 20% 미강으로 대체했을 때보다 계란 생산량이 더 증가하는 결과를 보였다고 보고하였다. 쌀단백질 또는 미강단백질을 사료에 적용했을 때 대체적으로 성장속도가 빨라지는 효과를 보이는데 이는 기본적으로 아미노산가가 우수하고 단백질 내 아르기닌과 히스티딘 등 성장을 촉진할 수 있는 기능성 아미노산 함량이 많기 때문인 것으로 생각된다.

9) 미생물 배지

Yamanoto 등(2003)에 따르면, 유산균을 포함하는 일군의 미생물 배양체에서 미강을 배지에 첨가한 결과 성장이 더 좋아졌다고 보고하였는데, 배지에 미강을 첨가했을 때 유산균의 박테리옌 생성을 증가시키는 것으로 보이며 미강 단백질이 여기에 중요한 역할을 할 것으로 예상된다. 실제로 미강단백질을 가수분해하여 펩톤화 했을 때 효모와 유산균 배양군에서 lag phase가 단

측되는 결과를 얻은바 있으며 산업적으로 볼 때 생산공정을 단축할 수 있어 실제 산업에서도 유용하게 쓰일 수 있을 것으로 예상된다.

참고문헌

- 한국쌀연구회 편저, 2010, “벼와 쌀”, 서울:한국방송통신대학교 출판부, 47-49
- Anderson AK and Guraya HS, “Extractability of protein in physically processed rice bran”, *JAOCS* 78(9) : 969-972 (2001)
- BeMiller J and Whistler R, “Starch : Chemistry and Technology”(3rd ed.), New York, NY, Elsevier (2009)
- Chen. J et al., “Angiotensin-I convering enzyme (ACE) inhibitory tripeptides form rice protein hydrolysate : Purification and characterization”, *J. Func. Foods*, 5(4), 1684-1692 (2013)
- Champagne. E.T, et al., “Rice : Chemistry and Technology”(3rd ed.), Louisiana, LO, American Association of Cereal Chemists, Inc. (2004)
- Chandi GK and Sogi DS, “Functional properties of rice bran protein concentrates”, *J. Food Engineering* 79, 592-597 (2007)
- Hettiarachchy N, “The unique nutritional/Nutraceutical properties of rice protein”, Rice utilization workshop, USA Rice federation (2009)
- Jiamyangyuen S, et al., “Extraction of rice bran protein concentrate and its application in bread”, *J. Sci. Technol.* 27(1), 55-64 (2005)
- Juliano BO, “Rice in human nutrition”, Rome, IRRI & FAO (1993)
- Kannan. A et al., “Colon and Breast Anti-Cancer Effects of Peptide Hydrolysates Derived from Rice Bran”, *The Open Bioactive Compounds Journal*, 2, 17-20 (2009)
- Mine. Y, et al., “Bioactive Proteins and Peptides as Functional Foods and Nutraceuticals, Iowa, IO, Wiley-Blackwell, IFT Press (2010)
- Morita T and Kiriyama S, “Mass Production Method for Rice Protein Isolate and Nutritional Evaluation”, *J. Food. Sci.*, 58(6), 1393-1396 (1993)
- Popescu A and Ciurascu G, “Using corn distiller’s grain and rice bran in the nutrition of laying hens and its economic impact”, *Central Eur. Agric.*, 4(2), 145-152 (2003)
- Saunders RM, “The properties of Rice Bran as a Foodstuff”, *Cereal Foes World*, 35(7), 632-635 (1990)
- Shoji Y, et al., “A fibronectin-binding protein from rice bran with cell adhesion activity for animal tumor cells”, *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 65(5), 1181-1186 (2001)
- Wang et al., “Preparation and Functional Properties of Rice Bran Protein Isolate”, *J. Agric. Food Chem.*, 47(2), 411-416 (1999)
- Yamamoto Y, et al., “Purification and characterization of a novel bacteriocin produced by *Enterococcus faecalis* strain RJ-11”, *Applied Enviornmental Microbiology*, 5746-5753 (2003)