

과제구분	기본연구	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제명		연구분야	수행기간	연구실	책임자
소비자 맞춤형 기능성 떡 개발		농촌자원	'09	농업기술원 작물개발과	이용선
항비만 효과 다이어트용 떡 개발		농촌자원	'09	농업기술원 작물개발과	이용선
색인용어	떡, 항비만, 식이섬유, lipase 저해				

ABSTRACT

In order to develop materials for diet and dduk(Korean rice cake) for obesity prevention by finding natural materials from agricultural products with anti-obesity effects. Lipase inhibitory activity for each experimental material was high among edible shoots of *Aralia continentalis* radix, polygala root, hoelen cum radix among medicinal herbs but its inhibitory activity was generally low. And the inhibitory activity was high according to the order of cheongjakong-3-ho > heuktaekong > cheongjakong = small red beans among soybeans and mung beans > buck wheat > sticky barley among starches. The inhibitory activity was shown high in a mixed rice cake of keunnunbyeon brown rice 25% and sticky barley 25% among experimental rice cakes, and it didn't have a tendency to rise as the content of adlay and barley. In addition, more than 15% of the inhibitory activity was found in a rice cake adding eucommiae cortex, acanthopanax cortex extracts, brown barley 50% + cheongjakong-3-ho. The content of dietary fiber was high in sticky barley with 17.9 and brown barley with 15.3 g/100g, and it went up as the content of sticky barley rose. These results suggested that functional capacity of rice cake didn't decrease as much as that of raw material.

Key words : Rice cake(dduk), Pancreatic lipase inhibitor, Anti-obesity

1. 연구목표

식생활이 풍요로워지면서 국민의 평균수명이 연장되어 선진국형 고령화로 접어들면서 성인병과 같은 각종 생활습관병이 급격히 증가하고 있다. 이는 현대인들의 스트레스와 운동 부족뿐만 아니라 서구적인 식생활의 증가에 의한 것으로 실제로 비만을 동반한 합병증인 심장 및 뇌혈관성 질환이 사망률 1, 2위를 기록하고 있다.(Bray, G.A. 1998, 1999) 그러나 최근에는 식습관뿐만 아니라 신경 내분비 계통의 이상이나 약물과 유전적 원인 및 생화학적 이상 반응에 의해서도 비만이 초래될 수 있는 것으로 보고되고 있다(Alberti, K.G. 1988, Grundy, S.M. 1999). 1996년 세계보건기구(WHO) 보고 자료에 의하면 세계 비만관련 질환 인구가 5년마다 두배씩 증가하고 있으며, 미국의 경우 성인 인구의 약 65%가 과체중에 해당된다고 발표하였다(Flegal, K.M. 2002, WHO, 1998), 최근에는 우리나라도 비만 인구가 꾸준히 증가하고 있으며, 특히 우려되는 점은 세계적으로 소아비만의 증가가 10년을 주기로 3배로 급증하고 있어 더 많은 성인 비만인구의 증가를 초래할 것으로 예상된다.

최근에는 비만치료를 위한 여러 가지 약물 개발을 위한 많은 연구가 진행되고 있으며, 그 중 하나의 방법으로 췌장 지방분해효소 저해제(pancreatic lipase inhibitor)를 이용한 비만치료법에 대한 연구가 진행 중이다. 식이로 섭취된 지방의 분해 및 흡수는 장내 낮은 pH에 의한 변화와 더불어 여러 가지 효소작용이 동반되는 매우 복잡한 경로를 거쳐 진행된다(Borgstrom, B. 1986). 이들 여러 가지 효소 중에 pancreatic lipase는 triacylglycerol을 2-monoacylglycerol과 fatty acid로 분해하는 핵심적인 반응을 진행시키는 효소로 작용한다(Bitou, N. 등 1999). 이 효소의 활성을 저해하는 대표적인 화합물로는 현재 의약품으로 판매되고 있는 tetrahydrolipstatin(Orlistat, Ro 18-0647)을 들 수 있으나, 뛰어난 효능에도 불구하고 위장장애, 과민증, 지용성 비타민 흡수억제 등의 부작용이 보고가 되고 있다(Peter, C. and Williams G. 2001). 그러므로 최근에는 부작용이 없는 식품 및 천연물로부터 pancreatic lipase inhibitor를 개발하여 비만 예방 및 치료제로 사용하고자 하는 연구가 꾸준히 진행되고 있다.

과거 수 십년 동안 저지방 식이를 섭취해 온 한국인의 경우 고지방 식이를 섭취해 온 서구인과는 에너지 대사 및 지질 대사 체계에 차이가 있고, 비만관련 효능에 있어서 상이한 결과를 나타낼 수 있을 것으로 예상된다.

따라서 한국인을 대상으로 하는 항비만 효과를 가진 농산물 유래 천연소재를 탐색 발굴하여 다이어트 소재 및 떡으로 제조하여 기능성 함량의 변화 등을 검토하고 떡의 고급화 및 차별화를 도모하고자 하였다. 비만조절용 떡을 개발하고자 각종 농산물, 한약재 및 식품소재를 여러 비율로 배합하는 실험을 통해 기능성 함량의 변화와 효소 저해활성을 검토한 결과는 다음과 같다.

2. 재료 및 방법

가. 시험재료

본 시험에 사용한 다산벼, 고아미2호는 기술원에서 2008년도 수확한 벼를 정조상태로 4℃에 보관하면서 필요시 도정 후 쌀가루로 분쇄하여 분석과 떡 제조에 사용하였다. 강낭콩과 검정콩 종류는 농업기술원에서 생산된 것을 이용하였으며, 기타 두류와 율무, 보리 등 잡곡류는 시중에서, 동아, 마, 오가피 등의 한약재는 경동시장에서 구입하여 저온에 보관하면서 사용하였다. 수집된 한약재는 마쇄하여 시료의 20배에 해당하는 증류수를 넣어 95℃ 수욕상에서 5시간 동안 환류냉각하면서 추출하여 여과한 후 60℃에서 감압농축 후 동결건조하여 -20℃에 냉동보관하면서 분석에 사용하거나 분말상태로 떡에 첨가하였다.

난소화성텍스트린(뉴트리오스)은 (주)네오크레마의 제품을 사용하였고, 분석에 사용된 유기용매는 덕산약품공업(주)의 제품을 pancreatic lipase assay를 위한 효소와 식이섬유의 효소는 Sigma(St. Louis, USA) 제품을 사용하였다.

나. 떡 제조

떡 제조를 위한 쌀가루는 도정한 쌀의 이물질 등을 제거한 후 상온의 수돗물에 5시간 수침 후 1시간 물빼기를 하여 roller mill(대창기계)로 2번 분쇄한 후 16mesh의 체분쇄기로 다시한번 곱게 분쇄하였다. 쌀가루는 4℃ 냉장실에 보관하며 필요시 덜어서 사용하였으며, 설기떡과 찰떡은 쌀가루에 소금 0.8%, 설탕 8%를 혼합하여 사각시루에 담고 스팀기를 이용하여 찌냈으며 상온에서 1시간 식혀 품질 조사와 분석용 시료로 활용하였다.

다. 분석 방법

1) 식이섬유 분석

식이섬유는 이 등(2004)의 방법에 의해 시료를 MES-TRIS buffer와 α -amylase sol.을 넣고 반응시킨 후 protease sol.으로 다시 반응을 시켜 HCl로 pH를 조절하였다. Amyloglucosidase sol.으로 시료액을 분해시켜 95% ethanol로 침전시켰다. 78% ethanol과 95% ethanol로 충분히 수세여과 후 acetone으로 수세한 후 단백질 분석과 회화시켜 수용성과 불용성 식이섬유 함량을 정량하였다.

$$\text{Dietary fiber}(\%) = \frac{[(R1+R2)/2] - P - A - B}{[(m1+m2)/2]} \times 100$$

m1 : sample weight 1, m2 : sample weight 2

R1 : m1의 여과, 건조 후 잔류물 무게

R2 : m2의 여과, 건조 후 잔류물 무게

P : R2의 protein weight, A : R1의 ash weight, B : blank

2) Pancreatic lipase 활성 저해물질의 탐색

시료의 pancreatic lipase에 대한 저해활성은 4-methylumbelliferyl(4-MU) oleate 를 기질로 하는

Kawaguchi 등(1997)의 방법에 따라 측정하였다. 0.1mM 4-MU oleate 100uL와 McIlvaline 완충액 (0.1M citrate-Na2HPO4, pH 7.4) 40uL, 시료용액 10uL를 혼합하고, Pancreatic lipase 50uL(0.05 U)를 가함으로서 반응을 개시하였다. 37°C에서 20분간 반응시킨 후 1mL의 0.1N HCl 용액과 2mL 0.1M sodium citrate를 첨가하여 반응을 종료시켰다. Lipase에 의하여 유리된 4-methylumbelliferone을 형광광도계(Ex320/Em450nm)에서 측정하였다. Lipase 저해활성은 다음 계산식에 의하여 산출하였다. Inhibitory activity(%) = (1-형광강도sample)/형광강도control×100

3. 결과 및 고찰

가. 식이섬유 함량 비교

1) 시험재료별 식이섬유 함량 비교

떡을 제조하기 전의 식이섬유 함량을 분석한 결과는 표 1과 같다. 주재료들의 총 식이섬유 함량은 찹쌀가루인 화선찰에서 5.2 g/100g 이었으며, 멥쌀가루인 다산과 영안은 4.9와 4.7 g/100g이었다. 식이섬유가 높은 품종인 고아미2호는 7.9 g/100g으로 일반 멥쌀가루보다는 1.7배 정도 높았으며, 큰눈벼 현미는 7.6 g/100g으로 고아미2호와 비슷한 수준을 보였다. 울무의 경우 7.0 g/100g으로 높은 함량을 나타냈으며, 걸보리 15.3 g/100g, 찰보리 17.9 g/100g으로 다른 전분류보다 보리에서 높은 함량을 나타냈다. 찰보리와 걸보리의 경우 수분보유력이 있어 대변의 중량 증가에 효과적인 불용성 식이섬유는 4.9~5.2 g/100g 으로 다른 전분류 0.7~3.6 g/100g보다 1.4~7.4배 높았으며, 혈당 감소에 효과적인 수용성 식이섬유는 8.4~9.6 g/100g으로 다른 전분류 2.6~4.4 g/100g보다 1.9~3.7배 높았다.

표 1. 시험재료별 식이섬유 함량 비교

시료	식이섬유(g/100g)		
	총량(TDF)	불용성(IDF)	수용성(SDF)
화선찰	5.2±0.2e	0.9±0.1d	3.4±0.4b
다산	4.9±0.3e	0.7±0.1d	4.2±1.6b
영안	4.7±0.1e	1.0±0.1d	3.5±0.4b
고아미2호	7.9±0.2c	3.5±0.4b	4.4±1.1b
큰눈현미	7.6±0.6cd	3.6±0.1b	3.6±0.5b
찰보리	17.9±0.1a	5.2±0.4a	8.4±0.4a
걸보리	15.3±0.1b	4.9±0.2a	9.6±1.0a
울무	7.0±0.6d	2.8±0.0c	2.6±0.5b

* DMRT at 5%

2) 떡 시제품별 식이섬유 함량 비교

주재료별 설기떡을 제조하였을 때 표 2와 같이 총 식이섬유는 다산 100%와 영안 100%에서 4.6과 4.0 g/100g으로 가루일때 4.9와 4.7 g/100g과 비슷한 수준을 나타냈다. 고아미2호 100% 떡의 경우에도 6.4 g/100g으로 쌀가루와 비슷한 함량을 보였으며, 큰눈벼 현미도 쌀가루와 설기떡을 제조하였을 때 동일한 7.6 g/100g을 나타냈다. 화선찰로 찰떡을 제조하여 식이섬유를 분석한 결과 4.9 g/100g으로 화선찰 쌀가루와 비슷한 함량을 보였으며, 찰보리와 큰눈벼 현미를 혼합한 찰떡의 경우 25%씩 함량을 늘리면서 식이섬유를 분석한 결과 보리와 큰눈현미의 함량이 증가하는 정도와 비슷하게 함량이 증가되는 것을 보였다. 하지만 울무의 경우는 상이한 결과를 나타내어 25%씩 함량이 증가하여도 식이섬유 함량은 크게 증가하지 않았다. 여러 부재료를 첨가하여 떡을 제조한 후 식이섬유를 분석한 결과 그 중 결보리 50%에 두류를 첨가한 떡에서 식이섬유가 높게 나타났으며, 결보리 50%+청서리태를 첨가한 떡에서는 10.8 g/100g으로 다른 콩 첨가한 떡보다 높은 함량을 나타냈다. 식물성 식이섬유인 뉴트리오스를 4% 첨가한 경우 다산 100%로 제조한 떡 4.6 g/100g보다 1.9배 높은 8.7 g/100g을 나타냈다.

표 2. 떡 시제품별 식이섬유 함량 비교

시료구분	시료	식이섬유(g/100g)		
		총량(TDF)	불용성(IDF)	수용성(SDF)
주재료별 설기떡	다산 100%	4.6±0.4b	1.0±0.3c	4.0±0.1a
	고아미 100%	6.4±0.1a	2.7±0.1b	4.2±0.5a
	영안 100%	4.0±0.8b	1.2±0.1c	3.8±0.5a
	큰눈현미 100%	7.6±0.4a	4.1±0.2a	5.3±1.0a
주재료별 찰떡	화선찰 100%	4.9±0.1f	1.0±0.1f	3.2±1.0cd
	찰보리 25%	7.0±0.1c	1.7±0.1cde	4.0±0.4bc
	찰보리 50%	9.2±0.1b	2.2±0.1bcd	5.0±0.6ab
	찰보리 75%	12.2±0.2a	2.8±0.4ab	6.2±0.9a
	큰눈현미 25%	5.5±0.1e	1.7±0.0cde	3.2±0.8cd
	큰눈현미 50%	6.2±0.2d	2.6±0.3ab	3.0±1.1cd
	큰눈현미 75%	6.8±0.4c	3.0±0.0a	2.4±0.6cd
	울무 25%	5.0±0.4f	1.3±0.4ef	2.9±0.2cd
	울무 50%	5.2±0.1ef	1.5±0.4def	2.4±0.0cd
	울무 75%	6.1±0.3d	2.7±0.5ab	1.7±0.8d
	고아미25%	5.3±0.0ef	2.2±0.3bc	3.7±0.1bc
	부재료 첨가 설기떡	무 10%	5.4±0.2e	1.6±0.2bc
양파 10%		5.4±0.0e	1.1±0.2c	4.8±0.3bc
가시오가피 1%		4.4±0.0f	0.8±0.1c	4.0±0.6c
겉보리50%+청자3호		9.6±0.7b	4.7±0.4a	6.8±0.6a
겉보리50%+대두콩		9.1±0.0bc	3.2±1.7ab	6.5±1.0a
겉보리50%+청서리태		10.8±0.6a	5.3±1.1a	6.5±0.4a
겉보리50%+서리태		9.2±0.1bc	3.4±1.8ab	6.7±0.7a
뉴트리오스 2%		6.2±0.0d	1.0±0.1c	5.9±0.1ab
뉴트리오스 4%		8.7±0.1c	0.9±0.3c	6.9±1.1a

* DMRT at 5%

나. Pancreatic lipase 저해활성 비교

1) 시험재료별 lipase 저해활성

시험재료별 lipase 저해활성을 측정한 결과는 그림 1~3과 같다. 한약재, 두류, 쌀가루에서의 저해율은 20% 이내로 낮았으며, 한약재에서는 두릅, 백복신, 원지에서 4.3~5.0%로 다른 한약재보다는 저해율이 높았으나 대체로 낮은 값을 나타냈다. 두류의 경우 청자 3호에서 16.3%, 흑태콩은 15.5%, 청자콩과 팥은 14.7%의 저해율을 나타냈다. 쌀가루는 10%이내의 저해율을 나타냈으며, 잡곡 중에서는 녹두가 18.1%, 메밀 14.3%, 찰보리 12.0%의 저해율을 보였다.

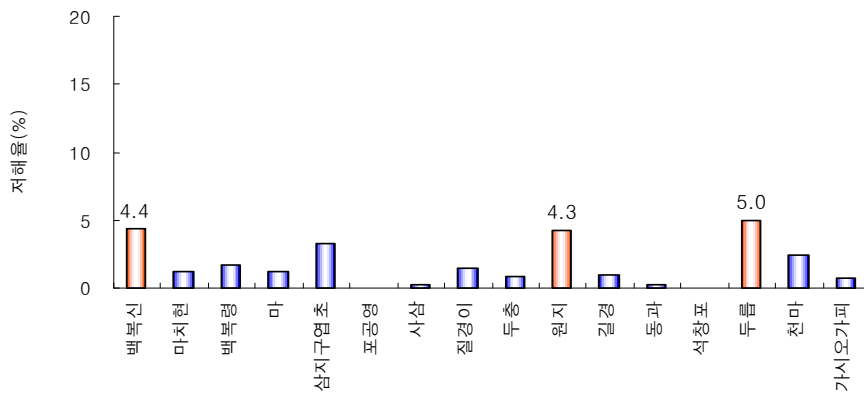


그림 1. 한약재별 lipase 저해활성 측정

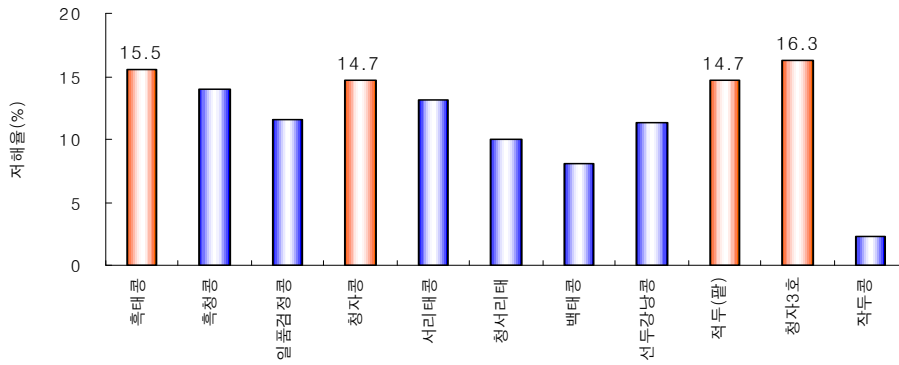


그림 2. 두류 종류별 lipase 저해활성 측정

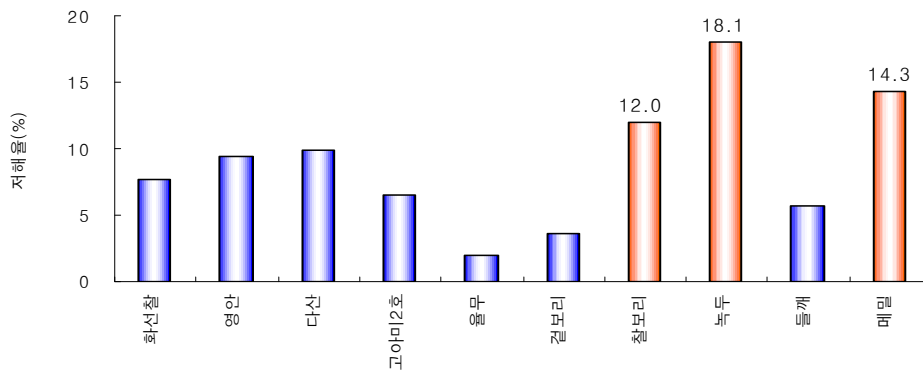


그림 3. 쌀가루 및 잡곡의 lipase 저해활성 측정

2) 떡 시제품별 lipase 저해활성

떡으로 제조한 후 lipase 저해활성을 측정된 결과 그림 4~5와 같은 결과를 나타냈다. 큰눈벼 현미 25%를 혼합한 떡에서 13.9%, 찰보리 25%를 혼합한 떡에서 13.6%의 높은 저해율을 보였다. 하지만 큰눈벼 현미의 비율이 높아질수록 저해율이 높아지는 경향은 없었으며, 찰보리의 경우도 같은 경향을 보였다. 율무의 경우도 25%를 혼합한 떡에서 12.3%로 다른 율무떡보다 높은 저해율을 보여 첨가량이 증가하여도 저해율이 높아지지 않았다. 한약재 및 부재료를 첨가한 떡에서는 피망, 과 10% 첨가한 떡에서 16.0~16.5%의 높은 저해율을 나타냈으며, 두충, 가시오가피 추출액은 15.5%의 저해율을, 겉보리 50%+청자콩 3호를 혼합한 떡도 15.5%의 저해율을 나타냈다.

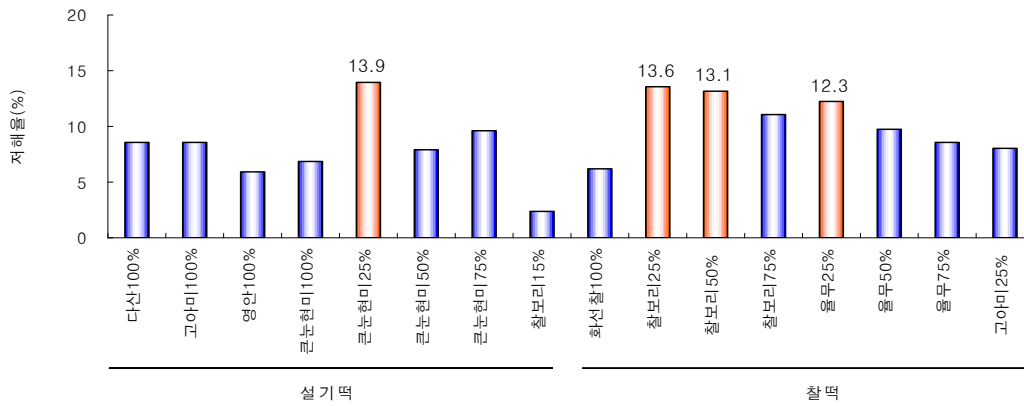


그림 4. 주재료 혼합비율에 따른 떡 시제품

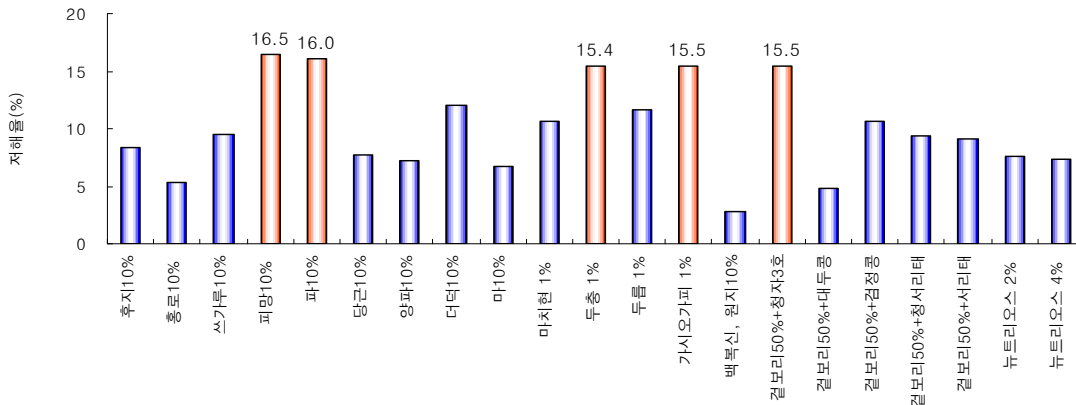


그림 5. 한약재 및 부재료 첨가한 설기떡

4. 적 요

항비만 효과를 가진 농산물 유래 천연소재를 탐색 발굴하여 다이어트 소재 및 비만방지용 떡을 개발하고자 각종 농산물과 한약재를 첨가하여 떡을 제조하여 기능성 함량의 변화와 효소 저해활성 등을 조사한 결과는 다음과 같다.

- 가. 시험재료별 lipase 저해활성은 한약재에서 두릅, 원지, 백복신 등이 4.3~5.0%로 저해율이 낮았으며, 두류에서는 청자콩 3호 > 흑태콩 > 청자콩 = 적두(팥)이 14.7~16.3%, 전분류에서는 녹두 > 메밀 > 찰보리 순으로 12.0~18.1%로 저해율이 높았다.
- 나. 떡 시제품에서는 큰눈벼 현미 25% 또는 찰보리 25%를 혼합한 떡의 저해율이 13.6~13.9%를 나타냈으며, 울무 25%의 경우 12.3%이었다. 또한 피망, 파 10% 첨가와 두충, 가시오가피 추출액, 겉보리 50%+청자콩 3호를 첨가한 떡에서 15%이상의 높은 저해율을 나타냈다.
- 다. 식이섬유 함량은 찰보리 17.9, 겉보리 15.3g/100g으로 높았으며, 찰보리 함량이 많아질수록 떡의 식이섬유 함량도 높아졌다. 종합적으로 볼 때 떡으로 제조 시 원료보다 기능성함량이 낮아지지 않았으며, 찰보리 25%를 혼합한 떡에서 pancreatic lipase 저해율이 높고, 식이섬유도 높게 나타났다.

5. 인용문헌

- Bray, G.A. and Popkin B. M. 1998. Dietary fat intake dose affect obesity. Am. J. Clin. Nutr. 68, 1157-1173.
- Bray, G. A. and popkin B. M. 1999. Dietary fat affects obesity rate. Am. J. Clin. Nutr. 70, 572-573.
- Albertti, K. G. and Zimmet P. Z. 1988. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1 : diagnosis and classification of diabetes mellitus provisional report of a WHO consultation. Diabet Med. 13, 539-553.
- Grundy, S. M. 1999. Hypertriglyceridemia, insulin resistance, and the metabolic syndrome. Am. J. Cardiol. 83, 254-294.
- Flegal, K. M., Carroll M. D., Ogden C. L. and Johnson C. L. 2002. Prevalence and trends in obesity among U.S. adults, 1999-2000. JAMA 288, 1723-1727.
- World Health Organization Consultation on Obesity. 1998. Obesity : Preventing and Managing the Global Epidemic. World Health Organization : Geneva.
- Borgstom, B. 1986. Luminal digestion of fat. In the exocrine pancreas : biology, pathobiology, and disease. (1st ed.). pp. 361-373, Raven Press, New York.
- Bitou, N., Nimomiya M., Tsjita T. and Okuda H. 1999. Screening of lipase inhibitors from marine algae. Lipids 34, 441-445.

Peter, C. and Williams G. 2001. Drug treatment of obesity : from past failures to future successes. Br. J. Clin. Pharmacol. 51, 135.

이성현, 박홍주, 조수목. 2004. 식이섬유의 정량 및 기능성 분석. 작물의 유용성분 분석 및 평가. 한국작물학회. 작물과학원. p23-30.

Kawaguchi, K., Mizuno, T., Aida, K. and Uchino, K. 1997. Hesperidin as an inhibitor of lipases from porcine pancreas and Pseudomonas. Biosci. Biotechnol. Biochem. 61, 102-104.

승정자. 1995. 심포지움: 건강 및 기능성식품 ; 식이섬유의 생리활성과 이용. 식품과학과 산업. 28(3): 2-23.

6. 연구결과 활용제목 : 해당없음

7. 연구원 편성

세부과제	구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도
						'09
항비만 효과 다이어트용 떡 개발	책임자	농업기술원 작물개발과	농업연구사	이용선	세부과제총괄	○
	공동연구자	"	농업연구사	강희윤	과제수행	○
		"	"	"	이대형	결과검토
		"	농업연구관	김순재	결과검토	○