

여러 가지 비빔밥의 섭취가 생쥐의 각종 면역 활성화에 미치는 효과

김남석¹ · 조문구¹ · 오석흥¹ · 최동성¹ · 정문웅² · 우자원³ · 권진⁴ · 김동훈¹ · 오찬호^{1†}

¹우석대학교 식품생명공학과, ²우석대학교 외식산업조리학과, ³우석대학교 식품영양학과, ⁴한국복지대학 의료보장구과

The Effects of Several Types of *Bibimbabs* on Immune Activities in Mice

Nam-Seok Kim¹, Mun-Ku Cho¹, Suk-Heung Oh¹, Dong-Seong Choi¹, Mun-Yhung Jung², Ja-Won Woo³, Jin Kwon⁴,
Dong-Hun Kim¹ and Chan-Ho Oh^{1†}

¹Department of Food & Biotechnology, Woosuk University, Wanju 565-701, Korea

²Department of Food Service Industry and Cooking, Woosuk University, Wanju 565-701, Korea

³Department of Food Nutrition, Woosuk University, Wanju 565-701, Korea

⁴Department of Prosthetics and Orthotics, Korea National College of Welfare, Pyongtaek 459-070, Korea

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the effects of several types of *bibimbab* (a Korean traditional meal of mixed rice with assorted vegetables), on various immune activities. Compared to control animals in a mouse model (given hamburgers), the oral administration of a portion of *bibimbab* containing wild plants significantly increased splenic B/T, thymic Th lymphocyte subpopulations, serum IFN- γ production, and enhanced hemagglutination titers up to 300%. Also, a consumption of mushroom-*bulgogi bibimbab* and Jeonju-style *bibimbab* markedly decreased compound 48/80-induced systemic anaphylaxis (immediate hypersensitivity), while *bibimbab* with wild plants inhibited SRBC-induced delayed type hypersensitivity. These results suggest that *bibimbab* with wild plants both up-regulate on immune activities and have anti-allergenic properties.

Key words : *Bibimbab*(mixed rice), immune activity, anti-allergic property.

서 론

최근 우리 전통음식인 한식의 세계화, 관광 상품화에 대한 의식이 고조되면서 고유의 맛, 재료의 다양성 및 편의성 등이 특히 강조되고 있는 상황이다. 그중에서도 우리나라를 대표하는 음식 중의 하나인 비빔밥은 예로부터 평양냉면, 개성탕반과 더불어 조선시대 3대 음식으로 일컬어져 왔으며, 근래에는 우리나라뿐 아니라 미국, 일본 등 외국 국민들도 점차 선호하는 음식이 되고 있다. 현재 세계 각국은 전통음식에 대한 관심이 증가하면서 전통음식의 역사와 문화적 가치가 농업, 식품산업, 관광 등 많은 분야의 산업에 영향을 미친다는 것을 인식하면서 전통음식 개발에 국가 정책적 지원이 이루어지고 있다. 우리나라에서도 21세기에 들어서면서 국민들이 전통음식에 관심을 갖게 되면서 특히 비빔밥에 대한 연구 및 세계화가 이루어지고 있다.

비빔밥은 1800년대 말의 시의전서에 부빔밥(汙董飯)으로 기록되어 있으며, 조선시대(1400~1500년) 섭취한 밥류에서

도 비빔밥이 포함되어 있다(Bok HJ 2007, Han *et al* 2008). 밥에 여러 가지 나물과 쇠고기, 참기름 등의 재료를 넣어 비비면서 섭취하는 대한민국의 대표 전통음식이라 할 수 있다(Park *et al* 2009, Pyo EY 2004). 점차로 비빔밥의 가치와 중요성이 새롭게 조명 받고 있으며, 한식의 세계화와 웰빙 음식에 대한 인식이 증가하면서 비빔밥에 대한 연구가 1980년대 후반부터 이루어지고 있다. 특히 Kye & Yoon(1987)은 시판 비빔밥의 일반성분과 비타민 C 함량을 알아본 결과, 한 끼 당 열량과 단백질 섭취량이 권장량보다 낮았으며, 비타민 C의 경우는 한 끼 당 섭취량이 권장량보다 약 10 mg이 미달되었으나, 비빔밥에 함유된 조식유와 비타민 C 함량이 업소별로 나물재료가 매우 다양하기 때문에 평균치로 보기는 어렵다. 이러한 시점에서 비빔밥에 대한 인식을 고조시키기 위해서는 맛뿐만 아니라, 영양학적, 기능성 관점에서 비빔밥의 우수성을 널리 홍보하여야 할 것이다. 비빔밥에 대한 기능성 연구는 비빔밥 및 그 재료들의 항산화능을 평가한 보고(Kim *et al* 2004, Koo & Cho 2003)를 제외하면 거의 연구되어 있지 않은 실정이며, 도라지, 고사리, 표고버섯, 당근, 취나물 등의 여러 가지 식재료들에 함유되어 있는 phytochemicals에 의해 맛과 더불어 각종 생리기능을 조절하는데 영향을 줌으로써 건강

† Corresponding author : Chan-Ho Oh, Tel : +82-63-290-1431, Fax : +82-63-290-1429, E-mail : choh@ws.ac.kr

식이라 평가된다. 따라서 본 연구에서는 우리나라에서 유통되고 있는 전통 한 그릇 음식인 비빔밥에 대한 우수성을 검증하고자 전주식 비빔밥, 새싹비빔밥, 버섯불고기비빔밥, 참치샐러드비빔밥, 산채비빔밥 등 5종의 비빔밥을 대상으로 하여 림프구 아집단, 림포카인 생성, 적혈구 응집소가 등 면역활성에 미치는 효과와 즉시형 및 지연형 과민증 등 항알레르기 활성화에 미치는 효과 등을 *in vivo* 실험으로 검증하여 약간의 지견을 얻었기에 보고하고자 한다.

재료 및 방법

1. 검액조제

전주식 비빔밥, 새싹비빔밥, 버섯불고기비빔밥, 참치샐러드비빔밥, 산채비빔밥의 비빔밥 5종과 양성대조군으로 한 끼 식사대용으로 많이 애용하는 시판 햄버거를 사용하였으며, 시료의 전처리에는 비빔밥 및 대조군 시료를 액체질소를 이용하여 동결시킨 후 마쇄한 다음 분말화하여 시료로 사용하였다(Table 1).

Table 1. Main ingredients of *bibimbab* samples

Ingredients		Weight (g)	Energy (kcal)	
Bab (Common)	Germ-rice	90	319	
	Raw beef	30	130	
	<i>Dorage</i> (balloonflower root)- <i>namul</i>	15	30	
	<i>Gosari</i> (bracken)- <i>namul</i>	15	31	
	<i>Aehobak</i> (immature pumpkin)- <i>namul</i>	25	28	
	Oak mushroom- <i>boggum</i>	15	23	
	Carrot- <i>boggum</i>	15	14	
	Jeonju-style <i>bibimbab</i>	Soybean sprout	15	20
		Water dropwort	15	12
		Yellow mungbean starch jelly	15	14
		White and yellow fried-egg slices	20	35
		Egg yolk, fresh	15	50
		Ginko nuts- <i>boggum</i>	3	9
		Pine nut powder	1	4
Total(<i>Bab</i> + main ingredients)			719	
Sprout <i>bibimbab</i>	4 kinds of sprout	60	9	
	Cucumber	20	2	
	Leek	20	7	

Sprout <i>bibimbab</i>	Radish	10	3	
	Lettuce	10	2	
	Mustard leaf	10	3	
Total(<i>Bab</i> + main ingredients)			345	
Mushroom- <i>bulgogi</i> <i>bibimbab</i>	Beef- <i>bulgogi</i>	80	212	
	Oyster mushroom- <i>boggum</i>	25	16	
	Oak mushroom- <i>boggum</i>	20	29	
	Water dropwort- <i>muchim</i>	10	4	
	Carrot- <i>boggum</i>	15	14	
Total(<i>Bab</i> + main ingredients)			693	
Tuna-salad <i>bibimbab</i>	Canned-tuna	50	111	
	Head lettuce	20	3	
	Cucumber	15	2	
	Paprika(red, yellow)	각15	8	
	Egg yolk, boiled	3	10	
	Black sesame	2	12	
Total(<i>Bab</i> + main ingredients)			465	
Wild plant <i>bibimbab</i>	<i>Dorage</i> (balloonflower root)- <i>namul</i>	15	30	
	<i>Siraegi</i> (boiled Chinese cabbage)- <i>namul</i>	15	33	
	<i>Chi</i> (<i>Aster scaber</i>)- <i>namul</i>	15	31	
	Immature perilla leaf- <i>boggum</i>	15	31	
	<i>Birum</i> (blanched pig weed)- <i>boggum</i>	15	33	
	Oak mushroom- <i>boggum</i>	15	37	
	Carrot- <i>boggum</i>	15	14	
	Total(<i>Bab</i> + main ingredients)			528

* Calorie of hamburger : 300 Kcal.

2. 시약 및 기구

실험에 사용한 compound 48/80, PE/FITC-conjugated B220/Thy1 antibody, PE/FITC-conjugated CD4/CD8 antibody는 Sigma-Aldrich(USA)에서, mouse IFN- γ ELISA set, mouse IL-2 ELISA set, mouse IL-4 ELISA set는 eBioscience(USA)에서, SRBC (sheep red blood cell)는 Korea Media(Korea)에서 구입하여 사용하였다. 사용기기로는 ELISA reader(Molecular Device, VER-SAmx USA), flow cytometer(Coulter EPICS-XL, USA), micrometer(Mitutoyo, Japan) 등을 사용하였다.

3. 실험동물

실험에 사용한 실험동물로서는 6주령의 웅성(♂) BALB/c,

ICR 생쥐를 다물사이언스㈜에서 구입하였으며, 온도 22±2℃, 습도 55±10%, light/dark 12시간의 사육조건에서 일주일동안 적응시킨 후 사용하였고, 시판 고형사료와 물은 자유로이 섭취시켰으며, 음성대조군에 해당하는 그룹은 시료 투여량에 해당되는 동량의 물을, 양성대조군인 햄버거와 실험군 5종의 비빔밥은 동결시켜 마쇄한 비빔밥 분말(500 mg/kg B.W.)을 물에 희석시켜 oral zonde needle을 사용하여 4주간 경구 투여(p.o)하였다.

4. 비장 및 흉선세포의 아집단 측정

실험동물로서 BALB/c 생쥐에 각각의 비빔밥 시료(500 mg/kg B.W.)를 4주간 경구 투여하고 경추 탈구시켜 비장 및 흉선을 적출한 후, 비장 및 흉선세포 부유액을 조제하고, 1×10⁶ cells/well에 PE/FITC conjugated-anti B220 및 Thy1 monoclonal antibody와 PE-anti CD4/FITC- anti CD8 monoclonal antibody(1:30 dilution)로 이중 염색하여 4℃에서 30분 동안 반응시키고, flow cytometer(excitation: 488 nm, emission: 525 nm/FITC, 575 nm/PE)를 이용하여 림프구 아집단을 측정하였다(Shortman & Backson 1974).

5. 혈청 Lymphokine(IFN- γ , IL-2, IL-4)의 측정

1) IFN- γ 의 측정

IFN- γ 의 측정은 sandwich ELISA 방법으로 혈청 내 IFN- γ 의 농도를 측정하였다(Enavall & Perlmann 1972). 4 μ g/mL 농도로 0.1 M phosphate buffer(pH 9.0)에 희석한 anti-mouse IFN- γ antibody를 96well microplate에 각 well당 100 μ L씩 코팅하여 4℃에서 24시간 동안 반응시켜 흡착시켰다. 그 후 PBS로 2회 세척하고, 1% BSA-PBS를 각 well 당 150 μ L씩 가하여 실온에서 1시간 동안 blocking을 하고 PBS로 3회 세척하였다. 1% BSA-PBS로 희석한 혈청 시료액과 표준용액(recombinant mouse IFN- γ)을 각 well당 100 μ L씩 넣어 온도에서 1시간 동안 반응시킨 후 PBS로 3회 세척하였다. 그 후 2 μ g/mL 농도로 1% BSA-PBS에 희석한 biotinylate conjugated anti-murine IFN- γ antibody를 각 well 당 100 μ L씩 넣어 실온에서 1시간 동안 반응시켰다. PBS로 3회 세척하고 2 μ g/mL 농도로 희석한 streptavidin-alkaline phosphatase를 각 well당 100 μ L씩 가하고, 다시 실온에서 1시간 동안 반응시켰다. 그 후 PBS로 5회 세척한 후, p-nitrophenyl phosphate용액을 각 well당 100 μ L씩 가하고 실온 차광 하에서 발색반응을 시켰다. 약 30분 후 50 μ L의 2 N H₂SO₄ 용액으로 반응을 정지시키고, 30분 내에 ELISA reader로 450 nm 파장에서 흡광도를 측정 비교하였다.

2) IL-2, IL-4의 측정

IL-2, IL-4의 측정은 IFN- γ 의 측정방법에 준하여 실시하였다.

6. 적혈구 응집소(HA Titer)

SRBC(면양적혈구, Sheep red blood cell)를 1×10⁹ cells/mL로 조정된 다음, ICR 생쥐의 우후족척에 1×10⁷ cells/10 μ L를 피하주사(s.c.)하여 감염시켰으며, 생쥐에 각각의 비빔밥 시료(500 mg/kg B.W.)를 5일간 경구투여한 후, 5일 후 혈액을 채취하여 혈청을 분리하였다. 분리한 각각의 혈청을 불활성화(inactivation, 56℃, 30분간)시킨 후, U-shape microtitration plate에 PBS로 2배씩 단계적으로 희석한 혈청 50 μ L를 넣고 0.5% SRBC(1×10⁷ cells/mL)를 넣은 후, 37℃ CO₂ 배양기 내에서 1시간 동안 배양하여 응집 여부를 관찰하였으며, 면양 적혈구가 완전히 응집을 일으키는 최고 희석배수를 적혈구 응집소가로 판정하였다(Ha *et al* 1989, Kim *et al* 2002).

7. Compound 48/80에 의한 전신성 아나필락시스(Systemic Anaphylaxis)

전신성 아나필락시스 유발실험은 비만세포의 탈과립제로 알려진 compound 48/80(8 mg/kg B.W.)을 ICR 생쥐(8마리/1군)의 복강내에 주사(i.p.)하였으며, 각각의 비빔밥 시료(500 mg/kg B.W.)를 compound 48/80 주사 1시간 전에 경구 투여하고(Shin *et al* 2001), compound 48/80 주사 5~10분 후에 2차 경구 투여하였다. 치사율 측정은 compound 48/80에 의한 아나필락시스 쇼크를 유발시킨 후 1시간 동안 관찰하여 치사율을 계산하였다(Kim *et al* 2003).

8. 지연형 과민반응(Delayed Type Hypersensitivity)

SRBC를 1×10⁹ cells/mL로 조정된 다음 ICR 생쥐 5마리를 1군으로 하여 실시하였다(Yoshikai *et al* 1979). 생쥐 우후족척에 1×10⁷ cells/10 μ L/mice로 SRBC를 피하주사(s.c.)하여 감염시켰으며, 비빔밥 시료(500 mg/kg B.W.)를 5일간 경구 투여하고, 5일 후 좌후족척 피하에 2×10⁸개의 SRBC(25 μ L)를 주사하여 반응을 야기시켰다. 야기 직후(T₀), 야기 24시간 후(T₂₄)에 우후족척을 micrometer(Mitutoyo, Japan)로 족척두께를 측정하여 비교하였다.

$$\% \text{ increase} = \frac{T_{24} - T_0}{T_0} \times 100$$

9. 통계처리

통계처리는 student's *t*-test로 하였으며, *p*<0.05 이하를 유의성이 있는 것으로 판정하였다(Dowdy & Weardon 1983).

결과 및 고찰

1. 생쥐 비장과 흉선세포의 림프구 아집단에 미치는 효과

양성대조군으로 사용한 햄버거 투여군은 B, T 세포가 모두 현저하게 감소하였고, 비빔밥군 중에서는 특히 산채비빔밥 투여군이 비장세포 중 T 세포를 유의성 있게 증가(총 T 세포- 8%, Th 세포-11%, Tc 세포-12% 증가)시켰으며, 흉선세포에서는 산채비빔밥(Th-22% 증가)과 전주식 비빔밥(T_H-21% 증가)에서 특히 Th 세포가 증가하여 세포성 면역능을 up-regulation시키는 효과가 관찰되었다(Table 2). 이는 두 종류의 비빔밥 재료 중 phytochemicals의 효과로 추정되며, 재료 중에 포함된 표고버섯의 Th1 세포 활성 증가에 의한 항암 효과(Yoo *et al* 2009), 도라지 투여가 S-180 육종세포에 대한 자연 살해(NK)세포의 활성 증가에 따른 항암 효과(Kim *et al* 1998), 미나리의 인간결장암세포에 대한 항암 효과(Kwon *et al* 2006) 및 취나물의 HO-1 유도에 의한 항염 효과(Jeong *et al* 2010)에 의한 보고 등으로 미루어 보아, 이들 재료에 의한 면역력 증강 효과로 사료된다.

Table 2. Effect of *bibimbab* sample on the lymphocyte subpopulation change in mice splenocytes and thymocytes

Administration	Cell type		Splenocytes (%)		Thymocytes (%)	
	B cell	T cell	Th	Tc	Th	Tc
Control (-)	28.7±3.2	25.5±1.1	10.1±0.2	2.4±0.4		
		18.8±1.6	8.2±0.5			
Hamburger	19.0±0.4	19.0±0.5	9.1±0.4	2.1±0.2		
		14.6±0.3	5.9±0.2			
Jeonju-style <i>bibimbab</i>	27.3±0.7	20.5±0.8	12.1±0.1*	2.6±0.3		
		16.5±0.2	7.7±0.4			
Sprout <i>bibimbab</i>	24.0±1.2	19.8±1.0	9.6±0.4	1.7±0.1		
		15.9±0.6	7.6±0.5			
Mushroom- <i>bul-gogi bibimbab</i>	25.0±0.4	24.2±0.5	9.7±0.4	2.0±0.2		
		18.0±0.4	8.6±0.2			
Tuna-salad <i>bibimbab</i>	24.0±0.8	21.8±0.2	9.6±0.2	2.6±0.2		
		16.0±0.2	7.4±0.2			
Wild plant <i>bibimbab</i>	29.7±1.1	27.6±0.4*	12.2±0.2*	2.4±0.2		
		20.8±0.4*	9.2±0.1*			

Bibimbab sample(500 mg/kg B.W) was administered *p.o.* once a day for 28 day, therefore the cells were collected and the lymphocyte subpopulation was measured by flow cytometer stained with B220/Thy1 or CD4/CD8 monoclonal antibody. The data represents the mean±S.D. of 5 mice.

* Significantly different from control group(**p*<0.05).

2. 혈중 Lymphokine(IFN- γ , IL-2, IL-4)생성에 미치는 효과

햄버거를 양성대조군으로 하여 5종의 비빔밥 투여가 혈중 림프카인 분비에 미치는 효과를 측정된 결과, 산채비빔밥에서 Th₁ 림프구에서 주로 생성되는 IFN- γ 의 분비가 증가되었으나, 그 외의 비빔밥에서는 효과가 없었다. 또한 IL-2와 IL-4 생성은 각 비빔밥 투여군에서 대조군에 비하여 유의적인 차이는 인정되지 않았으나, 참치비빔밥과 산채비빔밥에서 혈중 IL-2가 약간 증가하는 경향이 있었다(Table 3). 각종 phytochemicals이 함유되어 있는 산채비빔밥의 면역 증강 효과는 재료 중 당근 주성분인 β -carotene이 IL-2 활성 증가(Watzl *et al* 2003), 취나물의 HIV-1에 대한 항바이러스 효과(Kwon *et al* 2000) 등의 보고와 연관이 있는 것으로 사료되며, 참치비빔밥의 면역 조절 효과는 이전의 참치추출물의 면역 증강 효과(Hwang *et al* 1992)와 유사한 결과라 할 수 있다.

3. 적혈구 응집소기(Hemagglutination: HA Titer)에 미치는 효과

적혈구 응집소기는 면양 적혈구에 대한 항체와 항원(적혈구막 항원)반응을 이용하여 T 세포 의존성 항원에 대한 면역 항체의 양(역가)을 나타내는 지표로서, 본 연구 결과에서 대조군(-)의 경우 HA titer가 2.0이고, 다른 비빔밥의 경우 1.0~3.0 정도였으나, 산채비빔밥은 6.0으로 대조군에 비해 3배가 증가하였다(Table 7). 이 결과는 특히 산채비빔밥에 포함된 각종 산채 재료 중의 phytochemicals가 적혈구 응집소기를 증가시켜 체액성 면역능이 증강되고 있음을 나타낸다. 이 결과

Table 3. Effect of *bibimbab* sample on the lymphokine production in mice serum

Administration	Lymphokine(pg/mL)		
	IL-2	IL-4	IFN- γ
Control (-)	33.6±4.2	19.1±1.4	58.3±0.3
Hamburger	30.8±1.2	16.8±0.7	58.5±3.6
Jeonju-style <i>bibimbab</i>	28.9±1.5	17.7±0.6	57.3±3.2
Sprout <i>bibimbab</i>	28.3±3.1	18.0±0.4	58.8±4.2
Mushroom- <i>bulgogi bibimbab</i>	31.3±5.7	17.8±0.3	58.5±1.8
Tuna-salad <i>bibimbab</i>	36.7±0.9	17.0±0.4	59.6±4.2
Wild plant <i>bibimbab</i>	36.0±3.9	18.1±0.2	63.2±2.0*

Bibimbab sample(500 mg/kg B.W) was administered *p.o.* once a day for 28 day, and the collected serum was assayed lymphokine with ELISA kit. The data represents the mean±S.D. of 5 mice.

* Significantly different from control group(**p*<0.05).

는 특히 산채비빔밥에 포함된 각종 산채 재료 중의 phytochemicals가 적혈구 응집소가를 증가시켜 체액성 면역능이 증가되고 있음을 나타낸다. 이는 이전에 주로 토마토 및 동충하초 등에 대한 체액성 면역능과 관련된 연구 보고 중 적혈구 응집소가에 대한 실험 결과(Jung *et al* 2002, Lim *et al* 2006, Lim *et al* 2007) 등과 매우 연관이 있는 것으로 추정된다.

4. 전신성 아나필락시스(Systemic Anaphylaxis)에 미치는 효과

즉시형 전신성 아나필락시스에 미치는 효과를 관찰하기 위하여 비만세포 탈과립 유도제인 compound 48/80(8 mg/kg)을 생쥐에 주사하여 전신성 아나필락시스를 유발시킨 결과, 비빔밥 시료 중 버섯불고기비빔밥과 전주식 비빔밥(각각 50%, 25% 억제)을 투여한 군에서 아나필락시스 쇼크(즉시형 알레르기: 제 I 형)를 예방하는 효과는 비빔밥 재료에 포함된 나물 중 도라지의 비만세포 탈과립 억제에 의한 제 I형 알레르기의 경감(Park *et al* 2012), 표고버섯의 비만세포 탈과립을 억제시켜 항알레르기 효과(Bae & Ye, 2007), 목질진흙버섯에 의한 즉시형 알레르기 반응 억제(Shin *et al* 2006), 상황버섯 추출물의 항염증 및 항알레르기 작용(Yun *et al* 2010) 등의 최근 연구 결과와 매우 유사한 것으로 사료된다. 치사시간을 확인하였을 때 양성대조군(햄버거)이 가장 먼저 치사율이 100%에 도달하였고, 각 비빔밥을 투여한 군에서 치사시간이 지연되는 것을 관찰하였다(Table 4, 5). 이러한 결과를 종합하면 5종의 비빔밥이 면역과 항알레르기에 영향을 주었으며, 특히 산채비빔밥이 전반적으로 면역 증강 효과와 항알레르기 효과가 유의성 있는 것으로 확인되었다.

Table 4. Effect of *bibimbab* sample on the hemagglutination(HA) titer

Group	log ₂ titer
Control (-)	2.0±0.3
Hamburger	2.0±0.4
Jeonju-style <i>bibimbab</i>	1.0±0.5
Sprout <i>bibimbab</i>	1.0±0.8
Mushroom- <i>bulgogi bibimbab</i>	3.2±0.5*
Tuna-salad <i>bibimbab</i>	1.0±0.2
Wild plant <i>bibimbab</i>	6.0±0.6**

Hemagglutination(HA) titers were assayed at 5 day after SRBC sensitization. *Bibimbab* sample(500 mg/kg B.W) was administered *p.o.* once a day for 5 day. The data represents the mean±S.D. of 5 mice.

* Significantly different from control group(**p*<0.05).

Table 5. Effect of *bibimbab* sample on the compound 48/80 induced systemic anaphylaxis

Administration	No. of total	No. of death	Mortality(%)
Control (-)	8	8	100
Hamburger	8	8	100
Jeonju-style <i>bibimbab</i>	8	6	75
Sprout <i>bibimbab</i>	8	8	100
Mushroom- <i>bulgogi bibimbab</i>	8	4	50
Tuna-salad <i>bibimbab</i>	8	8	100
Wild plant <i>bibimbab</i>	8	8	100

Bibimbab sample(500 mg/kg B.W) was administered *p.o.* 1 hr before compound 48/80(8 mg/kg B.W, *i.p.*) injection.

5. 지연형 과민반응(DTH: Delayed Type Hypersensitivity)에 미치는 효과

지연형 과민반응은 면역세포 중 T 세포에 의하며, 면역글로불린이 부족한 사람에게서 볼 수 있다. 이런 과정에서 발생하는 피부 과민증을 유발하는 항원들은 손상되지 않은 피부를 쉽게 침투하여 특히 가려움증이 유발되어 피부를 긁는 경향을 보이고, 이후에 T 세포에 의해 이중항원으로 인지된다. 이러한 제4형 알레르기와 관련된 실험방법 중 하나로 면역적혈구(SRBC)를 이용한 즉척종창반응이 있다. 지연형 과민반응을 유발하여 부종을 측정(SRBC 주사 24시간 후(T₂₄) 즉부종 측정)한 결과, 주사 직후(T₀)와 비교하여 산채비빔밥이 즉부종 증가율이 가장 억제(53%)되었으며, 비빔밥 재료 중 표고버섯의 항암 효능 및 비만세포 탈과립을 억제시켜 항알레르기 효과(Bae & Ye 2007)와 취나물의 *in vitro* 실험에서 HO-1 유도에 의한 항염 효과에 의한 영향(Jeong *et al* 2010)으로 사료되고, 그 외에 참치비빔밥과 새싹비빔밥(각각 29%, 20% 억제)에서도 억제 효과(Prajapati *et al* 2010)가 관찰되었다(Table 6).

요약 및 결론

각종 생리활성 물질이 많이 함유되어 있는 다양한 나물의 첨가를 통해 완성된 한그릇 음식의 대표 음식인 5가지의 비빔밥을 선정하여, 특히 각종 면역계에 미치는 활성화와 알레르기 반응에 대한 효과를 살펴보았다. 비빔밥 시료를 BALB/c 생쥐에 투여한 후, 비장과 흉선세포에서의 림프구 아집단을 확인한 결과, 산채비빔밥 투여군이 비장세포의 B, T 림프구 및 흉선세포 중 T_H 림프구가 대조군에 비하여 증가되었으며. 혈중 IFN- γ 분비도 유의성 있게 증가되었으며, 적혈구 응집

Table 6. Effect of *bibimbab* sample on the elapsed time of compound 48/80-induced systemic anaphylaxis (min: sec)

Control (-) (n=8)	Hamburger (n=8)	Jeonju-style <i>bibimbab</i> (n=8)	Sprout <i>bibimbab</i> (n=8)	Mushroom- <i>bulgogi bibimbab</i> (n=8)	Tuna-salad <i>bibimbab</i> (n=8)	Wild plant <i>bibimbab</i> (n=8)
10:47	13:38	22:50	22:36	25:09	17:40	16:15
14:57	16:02	25:28	23:05	27:25	18:21	19:27
15:06	16:50	27:13	25:08	29:35	19:51	26:45
15:12	17:04	29:32	27:35	31:56	21:26	27:31
15:19	18:12	30:19	28:46	-	21:36	27:45
15:51	18:21	31:23	29:21	-	23:21	28:09
16:31	19:34	-	30:24	-	24:47	29:15
17:50	25:53	-	31:10	-	26:59	29:47

Table 7. Effect of *bibimbab* sample on the delayed type hypersensitivity by SRBC (unit: mm)

Administration	T ₀ ¹⁾	T ₂₄ ²⁾	Increase (%)
Control (-)	1.544±0.058	1.814±0.073	17.48
Hamburger	1.571±0.054	1.788±0.046	13.81*
Jeonju-style <i>bibimbab</i>	1.539±0.056	1.791±0.075	16.40
Sprout <i>bibimbab</i>	1.555±0.006	1.771±0.045	13.89*
Mushroom- <i>bulgogi bibimbab</i>	1.521±0.039	1.785±0.083	17.36
Tuna-salad <i>bibimbab</i>	1.606±0.031	1.805±0.056	12.41*
Wild plant <i>bibimbab</i>	1.582±0.068	1.710±0.064	8.11**

Mice were sensitized with SRBC(1×10⁷ cells/10 μL) on 0 day and challenged with 25 μL of 2×10⁸ cells SRBC on 5th day. *Bibimbab* sample(500 mg/kg B.W) was administered *p.o.* during 5 day after SRBC-sensitization. Foot pad thickness (mm) was measured by micrometer just before challenge(T₀) and again at 24 hr(T₂₄) after challenge, and calculated as following formula :

$$\% \text{ increase} = \frac{T_{24} - T_0}{T_0} \times 100$$

The data [Foot pad thickness (mm)] represents the mean±S.D. of 5 mice.

* Significantly different from control group(**p*<0.05).

소가도 산채비빔밥 투여군에서 현저하게 증가하였다. 이 결과는 각종 비빔밥 중 특히 산채비빔밥이 면역력을 up-regulation하는 활성이 있음을 나타내며, 이러한 효과는 특히 산채 중에 함유되어 있는 각종 phytochemicals의 효과로 추정된다. 또한 비빔밥의 각종 알레르기 반응에 미치는 효과는 com-

pound 48/80을 이용한 전신성 아나필락시스(즉시형 과민반응)에 미치는 효과에서 버섯불고기비빔밥과 전주식 비빔밥에서 치사율이 각각 50%, 25%가 감소하였으며, 비빔밥 투여군에서 대조군에 비해 치사시간이 연장되는 것을 관찰하였다. 지연형 과민반응에 미치는 효과는 특히 산채비빔밥이 대조군에 비해 50% 이상 족부종 증가율이 억제되어 항알레르기 효과가 인정되었는데, 이는 산채 재료 중의 phytochemicals가 알레르기를 예방 또는 감소시키는 효과도 보유하고 있는 것을 의미하며, 이에 대한 자세한 작용기작 연구는 추후 수행되어야 할 것이다. 이러한 결과는 비빔밥 재료를 구성함에 있어서 특히 다양한 생리활성물질을 함유한 재료의 다양화를 꾀하여 비빔밥을 한식 세계화와 더불어 기능성을 가미한 한그릇 식품으로서 적극 홍보하는데 크게 이바지할 것으로 사료되며, 추후 비빔밥의 그 외의 효능에 대한 후속 연구가 수행되어지길 기대한다.

감사의 글

이 논문은 2010년 한식재단 (과제번호: 20100090)의 지원에 의해 수행된 결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

문헌

- Bae MJ, Ye EJ (2007) Effect of mycelia extracts from *Lentinus edodes* mushroom-cultured *Lonicera japonica* Thunberg on anticancer and antiallergy activities. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 424-430.
- Bok HJ (2007) The literary investigation on types and cooking method of bap(boiled rice) during *Joseon* dynasty (1400's~1900's). *Korean J Food Culture* 22: 721-741.

- Dowdy S, Weardon S (1983) Statistics for research Wiley, USA p 262.
- Enavall E, Perlmann P (1972) Enzyme-linked immunosorbent assay III, quantitation of specific antibodies of enzyme labelled anti-immunoglobulin in antigen-coated tubes. *J Immunol* 109: 129-135.
- Ha TY, Park YM, Choi TH, Lee JH (1989) Modulation of immune response by naloxone. *Immune Network* 11: 129-146.
- Han KS, Pyo SH, Lee EJ, Lee HA (2008) Standardization of the recipe for the large-scale production of Korean cooked rice varieties-bibimbab, bean spout bab, and fried rice-. *Korean J Food Cookery Sci* 24: 580-592.
- Hwang WI, Baik NG, Hwang YK, Lee SD (1992) Antitumor and immunological effects of tuna extract. *J Korean Soc Food Nutr* 21: 352-366.
- Jeong GS, Li B, Lee DS, Kim KH, Lee IK, Lee KR, Kim YC (2010) Cytoprotective and anti-inflammatory effects of spinasterol via the induction of heme oxygenase-1 in murine hippocampal and microglial cell lines. *Int Immunopharmacol* 10: 1587-1594.
- Jeong GS, Li B, Lee DS, Kim KH, Lee IK, Lee KR, Kim YC (2010) Cytoprotective and anti-inflammatory effects of spinasterol via the induction of heme oxygenase-1 in murine hippocampal and microglial cell lines. *Int Immunopharmacol* 10: 1587-1594.
- Jung HS, Kwon J, Lee TG, Lee KG, Oh CH (2002) Immuno-modulatory and anti-carcinogenic property of *Cordyceps militaris* and *Paecilomyces japonicus*. *Korea J Oriental Physiocology & Pathology* 16: 327-331.
- Kim H, Back YS, Kim YA (2003) Inhibitory effect of anaphylaxis is by *Mentha herba* water extract. *J Kor Soc Cosm* 9: 3-12.
- Kim US, Yoon HK, Koo SJ (2004) Electron donating ability and nitrite scavenging activity of materials in a traditional one-dish meal(bibimbab). *Korean J Soc Food Cookery Sci* 20: 677-683.
- Kim YS, Lee BE, Kim KJ, Lee YT, Cho KB, Chung YC (1998) Antitumor and immunomodulatory activities of the *P. grandiflorum* cultivated for more than 20 years. *Yakhak Hoeji* 42: 382-387.
- Kim YS, Lim CH, Cho NS (2002) Hemagglutinative activity of lectin isolated from shiitake, *Lentinula edodes*. *Korean J Mycol* 30: 31-36.
- Koo SJ, Cho YO (2003) Electron donating ability by DPPH and nitrite scavenging activity of materials in a traditional one-dish meal (Bibimbab). *Conference of The East Asian Society of Dietary Life* p 83.
- Kwon D, Yoon S, Carter O, Bailey GS, Dashwood RH (2006) Antioxidant and antigenotoxic activities of *Angelica keiskei*, *Oenanthe javanica* and *Brassica oleracea* in the *Salmonella* mutagenicity assay and in HCT116 human colon cancer cells. *Biofactors* 26: 231-244.
- Kwon HC, Jung CM, Shin CG, Lee JK, Choi SU, Kim SY, Lee KR (2000) A new caffeoyl quinic acid from *Aster scaber* and its inhibitory activity against human immunodeficiency virus-1 (HIV-1) integrase. *Chem Pharm Bull* 48: 1796-1798.
- Kye SH, Yoon SI (1987) A study on nutritional evaluation about commercial traditional foods. *Korean J Nutr* 20: 395-404.
- Lim SD, Han CK, Sung, KS, Kim KS(2006) Effect of dietary fats and tomato on the immune functions of BALB/c mice. *Korean J Food Sci Technol* 38: 273-278.
- Lim SD, Seong KS, Kim KS, Han DU (2007) Effects of fermented milk with hot water extract from *Acanthopanax senticosus* and *Codonopsis lanceolata* on the immune status of mouse. *Korean J Food Sci Technol* 39: 323-329.
- Park ML, Kim YA, Yoon KS, Llu F, Byun GI (2009) A research on college students' recognition and preference of Korean food in Shenyang region of China -focused on bibimbab-. *The Korean Journal of Culinary Research* 15: 169-180.
- Park SJ, Kim JW, Park SJ, Kim TJ (2012) Effects of *Platycodon grandiflorum* including platycodin D in IgE/Ag-induced type I hypersensitivity. *Journal of Life Science* 22: 595-599.
- Prajapati RP, Kalariya M, Parmar SK, Sheth NR (2010) Phytochemical and pharmacological review of *Lagenaria siceraria*. *J Ayurveda Integr Med* 1: 266 - 272.
- Pyo EY (2004) Development on the standard recipe the mass production in Korean cooked rice kinds. *MS Thesis Kyonggi University, Suwon*. p 39.
- Shin TY, Shin HY, Kim SH, Kim DK, Chae BS, Oh CH, Cho MG, Oh SH, Kim JH, Lee TK, Park JS, Kim SY (2006) *Phellinus baumii* inhibits immediate-type allergic reactions. *The Korean Society of Pharmacognosy* 12: 232-236.
- Shin TY, Won JH, Kim HM, Kim SH (2001) Effect of *Alpinia oxyphylla* fruit extract on compound 48/80 induced anaphylactic reactions. *Am J Chin Med* 29: 293-302.
- Shortman K, Backson H (1974) The differentiation of T lymphocytes. I: proliferation kinetics and interrelationships of subpopulations of mouse thymus cells. *Cell Immunol* 12: 230-

- 246.
- Watzl B, Bub A, Briviba K, Rechkemmer G (2003) Supplementation of a low-carotenoid diet with tomato or carrot juice modulates immune functions in healthy men. *Ann Nutr Metab* 47: 255-261.
- Yoo HS, Han SS, Kim JS, Cho CK, Lee YW, Park SY, Lee SJ (2009) Anti-metastatic and immunomodulating activity of water-soluble components from five mushroom extracts. *J Korean Ori Med* 30: 61-69.
- Yoshikai Y, Maie S, Matsumoto T, Nomoto K, Takeya K (1979) Effects of stimulation and blockade of mononuclear phagocytic system on delayed-type foot pad reaction to SRBC in mice. *Immunol* 38: 577-583.
- Yun WS, Jung HA, Roh SS (2010) Effect of *Phellinus igniarius* Quel extract on the anti-inflammatory, anti allergy, antioxidant, anti-wrinkle *The Korean Oriental Medical Ophthalmology & Otolaryngology & Dermatology Society* 23: 75-93.
-

접 수: 2012년 11월 9일
최종수정: 2013년 1월 26일
채 택: 2013년 2월 24일