

보리(*Hordeum vulgare*)추출물의 항보체 및 면역증강 효과

김유영 · 구성자*
경희대학교 식품영양학과

Anticomplementary Activity and Immune-Stimulating Effect of the Extracts from Barley (*Hordeum Vulgare*)

Yoo-Young Kim and Sung-Ja Koo*

Department of Food and Nutrition, Kyung-Hee University, Hoe-gi #1, Dongdaemoon-Gu,
Seoul, 130-701, Korea

Abstract

By using several solvents, barley extracts containing the anticomplementary activities in classical pathway were prepared (250 µg/ml): methanol (83.1%), ethanol (71.9%), water extract (25.4%), M-1 (250 µg/ml), and the soluble part of methanol extract which showed the highest activity (83.4%) and the yield. Anticomplementary activity of methanol extract as well as protease digestion in classical pathway showed 82.4% and 78.4% in the concentration of 250 µg/ml, respectively. It was found that protein was not involved in anticomplementary activity in the classical pathway and the methanol extract made an impact on classical pathway, but not on alternative pathway. For the immune-stimulating effect, the T cell proliferation effect of the protease digestion displayed little effect irrespective of the dose. In addition, the T cell proliferation effect of methanol extract showed 13-fold higher proliferation effect compared with positive control. It was revealed that the substance containing protein serves as an important factor for the immune proliferation. Therefore, the anticomplementary activity β-glucan in classical pathway and alternative pathway displayed the lowest activity, showing 2.2%, 22.3% respectively. However, the immune-stimulating effect of β-glucan showed the T cell stimulating effect 13 times higher than positive control.

Key words: Barley, β-glucan, Anticomplementary activity, immune stimulating effect,

I. 서 론

최근 식품의 3차 기능인 생체 조절 기능이 강조됨에 따라 천연물질로부터 얻은 다당류를 이용한 기능성 식품 개발에 집중되고 있으며, 다당의 생리활성 물질을 검색하는 연구가 계속 이루어지고 있으나 천연물질 중 다당에 대한 생리활성 물질 검색에 있어서는 전통 한약재료나 균류 생약으로부터의 연구가 대부분으로써 식품에 관한 연구는 아직까지 미비한 실정이다. 다당은 식품에서도 곡류에 많이 함유되어 있으며 주식으로 하는 쌀 이외에 그 수요가 큰 보리(*Hordeum vulgare*)를 들 수 있으며 보리에 함유된 성분으로는 단백질, 지질 및 비타민이 각각 8~15%, 0.9%, 2%이고 탄수화물은 약 75.4%로서 가장 많은 비율을 차지하고 있다. 보리에 함유된 다당에 관해 보고된 여러가지 연구로는 β-glucan이 가지는 물성 및 열

적특성^{1,2)}과 생리적 기능 등^{4,10)}이 있으며 지금까지 보고된 보리의 다당에 관한 연구로는 β-glucan의 cholesterol저하 효과에 관한 연구가 대부분으로 그 외의 생리적 효과에 대한 연구가 미흡한 편이다. 이에 보리에 대한 생리활성 검색에 있어서 항보체 활성 및 면역증강 효과를 중심으로 실험을 실시하였으며 항보체 활성은 보체계활성의 조절이 중요하므로 이에 대한 보리다당의 효과 유무를 검토하였다. 또한 임등¹¹⁾의 연구에 의하면 산마의 점질물중 acetylmannan이 85배의 T cell 증식효과와 *Sacchromyces cerevisiae*로부터 추출한 glucans을 염소에 먹임으로써 humoral and cellular 면역반응에 효과가 있다고 보고¹²⁾된 바, β-1,3과 1,4 glucan 구조를 가진 보리의 다당에서도 T cell 증식에 의한 면역 증강 효과가 있을 것으로 사료되어 생리활성을 가지고 있다고 보고되는 다당, 특히 식이섬유로 알려진 β-glucan 및 보리의 용매별 추출물을 분

리하여 항보체 활성화 및 면역증강 효과를 검색하여 기능성 식품으로서 보리의 이용도를 넓히고자 하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 시료추출

본 실험에 사용한 재료인 보리(*Hordeum vulgare*)는 1995년 8~9월에 논충진·홍연연구소에서 제공받아 homogenizer로 6분간 균질화 시킨 후 시료 중량의 10배의 증류수를 첨가하고 24시간 교반시킨 후 2300 xg에서 30분간 원심분리하고 상등액을 취하여 여과하여 농축시킨 후 -50°C 이하에서 동결건조시켜 보리의 수층을 얻었으며 에탄올 및 메탄올추출물의 경우 균질화 시킨 보리에 시료 중량의 10배의 용매를 각각 가한 후 24시간 교반 후 2300 xg에서 30분간 원심 분리한 상등액을 회전식 진공 농축기로 농축, dimethyl sulfoxide(DMSO)에 녹여서 실험에 사용하였으며 보리의 β -glucan추출은 차 등³⁾의 방법에 따라 추출하였다

2. 메탄올 추출물의 단백질 소화물

메탄올추출물 10 mg을 phosphate buffered saline buffer(PBS, pH 7.4 20 ml)에 용해 시킨 후, protease(20 mg; Sigma co.)을 가하여 37°C에서 48시간 반응 시켰다. 이 반응액을 5분간 끓여 반응을 정지시킨 후, 원심 분리하여 얻은 상등액을 2일 동안 증류수에 대하여 투석하고 동결 건조하여 메탄올 추출물의 단백질을 소화물을 조제하였다.¹³⁾

3. 메탄올 추출물의 분리

항보체 활성이 가장 낮은 메탄올추출물을 용매의 극성에 따라 4°C에서 24시간 동안 증류수에 녹인 후 1400 xg에서 10분간 원심분리 시킨 상등액을 CH_2Cl_2 에 녹였으며 하층 부분인 CH_2Cl_2 층을 회전식 진공 농축기에서 용매를 제거하여 CH_2Cl_2 로 추출된 M-4를 얻었다. 이후 CH_2Cl_2 에 녹지 않은 수층에 ethyl cetate를 가하여 분획한 후 동일한 방법으로 용매를 제거한 다음 ethyl acetate에 녹은 M-3을 얻었으며 ethyl acetate에

녹지 않은 수층부분을 buthanol로 추출하여 buthanol층에서 얻은 M-2와 수층은 동결건조시켜 M-1을 얻었다.

III. 실험 방법

1. 항보체 활성의 측정

항보체 활성은 Mayer법¹⁴⁾과 Klerx법¹⁵⁾ 등을 표준방법으로 하여 보체 결합을 측정하였으며 Classical pathway상의 보체반응에 사용한 감작 적혈구(sensitized erythrocytes, EA)는 양 적혈구(SRBC) 희석용액에 hemolysin희석 용액을 동일 부피로 섞은 후 37°C, 30 xg에서 30분간 배양하여 제조하였으며 완충 용액 80 μL 와 보체 희석 용액 80 μL 를 microtiter plate(U type, 96well)상에서 섞고 37°C에서 30분간 1차 진탕배양한 후 감작 적혈구 40 μL 를 가하여 동일 조건으로 2차 진탕배양하고 즉시 4°C에서 520 xg으로 5분간 원심분리하여 완료하였다. 상등액 중 100 μL 를 취하여 96-well plate(flat bottomed type)에 옮긴 후에 microplate reader를 사용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하였다. Alternative pathway상의 보체결합 반응에 사용한 토끼 적혈구 및 혈청은 EGTA 및 Mg^{2+} 농도별로 제조한 완충용액에서 희석한 후 Classical pathway의 경우와 동일한 과정으로 반응을 수행하였으며 용혈율을 구하는 식은 Fig. 1과 같다. 항보체 활성도 측정에 있어서는 보체 결합반응과 동일하며 대조군으로서 maximum O.D군은 증류수 160 μL 에 EA 40 μL 를, background군은 GVB 160 μL 에 40 μL 를, control lysis군은 GVB와 NHS를 각각 80 μL 를 가한 후 EA 40 μL 를 첨가하여 용혈율을 측정하였으며, Alternative pathway에 대한 항보체 활성은 EA대신 토끼 적혈구(RaRBC)를 사용하였으며, 그 외 실험방법은 classical pathway와 동일하며 항보체 활성도는 Fig. 1의 식으로 구하였다.

2. 면역증강효과

(1) 마우스 비장 임파구의 분리 및 세포의 배양
면역증강 효과를 검색하기 원자력 병원 실험동물 관리실에서 12시간 간격으로 명암이 자동 조절되며 23±

$$\text{Hemolysis(\%)} = \frac{\text{O.D(standard or sample lysis)} - \text{O.D(background lysis)}}{\text{O.D(maximum lysis)} - \text{O.D(background lysis)}} \times 100$$

$$\text{Anticomplementary activity(\%)} = \left(1 - \frac{\% \text{Hemolysis of sample}}{\% \text{Hemolysis of standard}}\right) \times 100$$

Fig. 1. Hemolysis (%) and Anticomplementary activity (%).

1°C의 조건 하에 6~7주령동안 NIH-07 사료로 사육된 C57BL/6N male 마우스를 제공 받아 실험에 사용하였다. 마우스로부터 적출한 비장을 HBSS(Hank's balanced salt solution)에서 세분하여 부유시킨 후 ficoll-hypaque solution 위에 중첩하였으며 이를 400×g에서 30분간 원심분리 시켜 얻어진 비장 임파구 세포는 HBSS로 2회 세척하여 10% fetal bovine serum(FBS)와 antibiotics가 포함된 lymphocyte culture medium(LCM)에 부유시켰다. 사용 배지인 LCM은 10%의 FBS와 antibiotics, 2 mM glutamine, 1 mM sodium pyruvate, nonessential amino acid 및 5 mM β-mercaptoethanol을 첨가시켜 사용하였다. Trypan blue로 비장 임파구 세포를 염색한 후 세포수는 혈구수측정기로 5×10⁶ cell/mL 조정하여 실험에 사용하였으며, 양성 대조군으로 100 μL의 T cell과 PHA 25 μg/mL을, 음성 대조군으로 T cell과 PHA 대신 LCM을 넣은 군으로 하였다. 시료에 의한 면역 증강 효과는 시료당 3회씩 실시하였으며 LCM대신 62.5, 125 및 250 μg/mL로 세포수는 대조군과 동일한 농도로 사용하여 100 μL씩 첨가한 후 잘 혼합하여 37°C에서 5% CO₂/95% 조성의 공기가 주입되는 배양기에서 72시간 배양시켰다.

(2) 임파구 증식을 측정

72시간동안 배양하여 임파구 증식을 유도하였고 배양 마지막 4시간 동안에 [³H]-thymidine 40 μCi/mL을 첨가한 후 각 세포를 cell harvester로 수확하여 3 mL cocktail을 가했으며 scintillation counter로 분당계산수(cpm; counts per minute)를 측정하였다.

IV. 결과 및 고찰

1. 항보체 활성

(1) 보체결합 반응의 성분농도 결정

항보체 활성실험에 있어서 보체와 적혈구간의 결합 및 반응성분의 최적농도 설정이 중요하므로 여러 가지 농도의 hemolyzed solution에 대하여 양의 적혈구(5.0×10⁸ cells/mL)와 토끼 적혈구(4.0×10⁸ cells/mL)의 용혈 정도를 측정한 결과 Fig. 2과 용혈된 적혈구 용액의 농도와 흡광도가 1차 비례함을 확인하였으며, 이를 기준으로 각 성분 농도별로 측정한 보체결합 반응의 용혈 흡광도를 용혈 농도로 환산한 후 표준용혈을 위한 각 성분농도를 결정하였다. Classical pathway의 경우, Ruddy¹⁰⁾는 최적으로 감작화된 적혈구의 용혈은 보체의 양에 비례하여 증가하며 10~90% 용혈에서 직선 상관관계를 나타낸다고 하였는데 본 조건에서는 양 적혈구를 5.0×10⁸ cells/mL의 농도로 희석할 경우 4, 2, 1 및

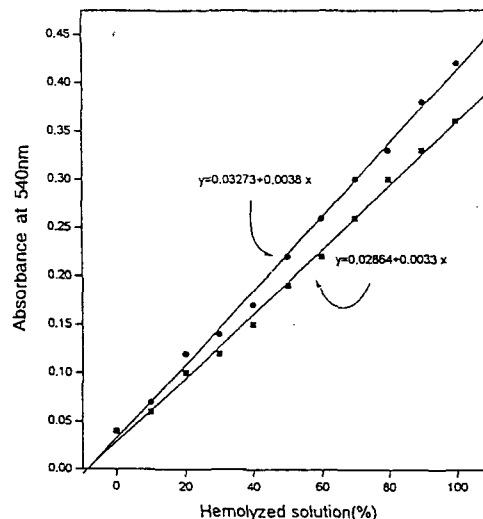


Fig. 2. Optical density of standard hemolyzed solution. ■ SRBC 5.0×10⁸ cells/mL, ● RaRBC 4.0×10⁸ cells/mL.

0.5% hemolysin 희석액과 4, 2, 1 및 0.5% 혈청 희석액을 조합하여 각각의 용혈율을 측정하여 표준 용혈 50%을 나타내는 hemolysin의 희석농도로 2%를 감작화에 사용할 농도로 결정하였고 이때 표준 용혈을 나타내는 보체의 희석농도로 1%를 결정하였다(Fig. 3). Alternative pathway상의 보체 적정 반응에서 Classical path-

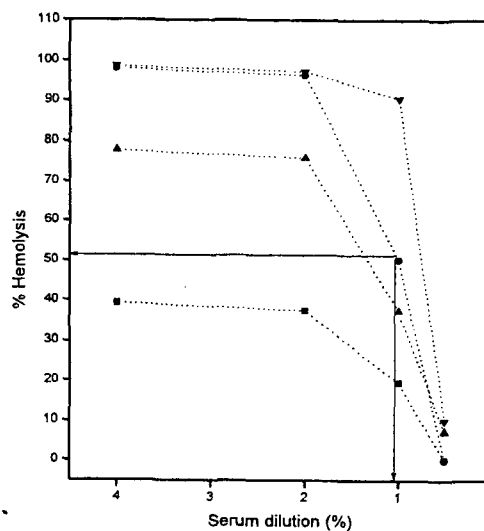


Fig. 3. Example of complement fixation curves on the classical pathway of the complement system. SRBC (5×10⁸ cells/mL) was sensitized by reaction with corresponding hemolysin solution. ■ hemolysin dilution 4%, ● hemolysin dilution 2%, ▲ hemolysin dilution 1%, ▼ hemolysin dilution 0.5%.

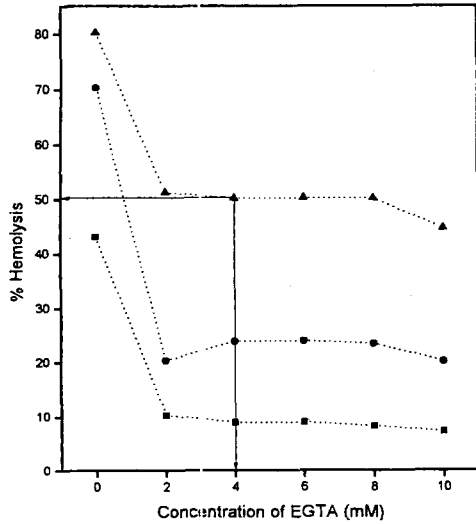


Fig. 4. Effect of EGTA on the hemolysis of alternative pathway RBC concentration was 4.0×10^8 cells/ml and Mg^{2+} was 5 mM. ■ serum dilution 5%, ● serum dilution 10%, ▲ serum dilution 20%.

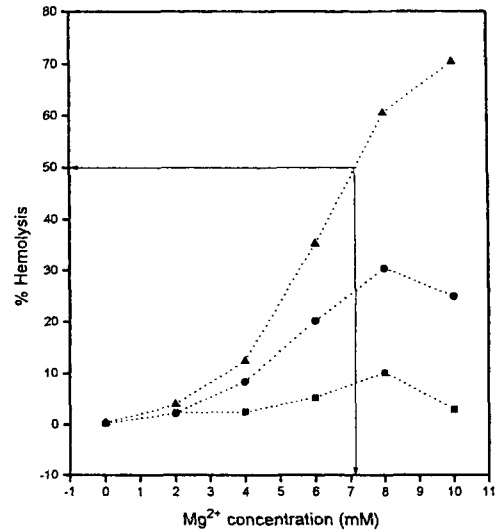


Fig. 5. Effect of Mg^{2+} concentration on hemolysis by the alternative pathway. RBC was 4.0×10^8 cells/ml and EGTA was 4 mM. ■ serum dilution 5%, ● serum dilution 10%, ▲ serum dilution 20%.

way에 의한 반응을 억제시키고 Alternative pathway에 의한 용혈반응을 유도하려면 첨가하는 EGTA와 Mg^{2+} 의 최적농도 설정이 필요¹⁷⁾하므로 실험조건에서 RBC의 농도가 4.0×10^8 cell/mL으로 용혈율을 측정했을 경우 EGTA의 농도가 2 mM 이상, 혈청 희석액 농도가 20%일 경우일때 Ca^{2+} 에 의한 alternative pathway의 활성화정도는 Fig. 4과 같이 50.4, 47.5, 50.2, 50.1 및 44.6%로 일정한 경향을 보였으나 EGTA의 농도가 2 mM 이하에서는 alternative pathway의 활성화는 표준 용혈율보다 오히려 컸다. 용혈율에 대한 Mg^{2+} 의 영향은 EGTA 농도를 4 mM로 고정시킨 후, 혈청 희석액 농도가 20%일때 Mg^{2+} 농도가 증가할 수록 용혈율이 각각 3.8, 12.3, 35.1, 60.4 및 70.3%로 증가하였으나 그 외 혈청희석 농도에서는 Mg^{2+} 8 mM 이상일때 용혈율이 약간 감소하였으며 표준 용혈 50%까지는 보체 농도가 높을 수록 증가하는 경향을 보였다(Fig. 5). 따라서 Alternative pathway상의 표준 용혈을 나타내는 보체와 Mg^{2+} 농도 조합은 여러가지 가능하나 보체 자체의 색소를 고려하여 표준 용혈 50%를 나타낸 20% 혈청 희석 농도로 결정하였다.

(2) 추출 방법에 따른 항보체 활성

보리에 대해 항보체 활성 검색시 최적의 추출 방법을 찾기 위해 용매를 달리하여 추출물을 제조, 각각의 항보체 활성과 수율을 검토한 결과 classical pathway에 대한 항보체 활성은 16 μ g/mL의 농도에서 methanol, ethanol, 냉수추출물 및 β -glucan이 각각 25.3,

27.1, 9.8 및 7.9%의 활성을 보였으며 250 μ g/mL의 농도에서는 각각 83.1, 71.9, 25.4 및 3.2%로 methanol추출물의 항보체 활성이 가장 높게 나타났으며 methanol 및 ethanol 추출물은 농도가 증가함에 따라 항보체 활성이 증가하였으나 냉수추출물 및 β -glucan의 활성은 낮게 나타났으며 β -glucan의 경우는 활성이 아주 낮을 뿐만 아니라 16 μ g/mL 이상의 농도에서는 오히려 활성이 감소하는 경향을 보였다(Fig. 6). Alternative pathway에 대한 항보체 활성은 classical pathway에서 가장 높은 활성을 보인 methanol추출물의 경우 16 μ g/mL와 250 μ g/mL에서 4.4 및 9.2%의 낮은 활성을 보였으며 ethanol, 냉수 추출물 및 β -glucan은 16 μ g/mL에서 각각 5.0, 5.1 및 14.1%의 활성을, 250 μ g/mL에서는 10.4, 9.8 및 22.3%의 활성을 보임으로써 Alternative pathway에 대한 각 시료의 농도별 항보체 활성은 시료간의 유의적 차이는 보이지 않았으나 4가지 추출물 중 β -glucan의 활성이 다른 시료에 비해 비교적 높게 나타나 classical pathway와 반대되는 경향을 보였다(Fig. 7).

한편 항보체 활성이 가장 좋게 나타난 methanol추출물을 용매를 달리하여 분획한 M-1, M-2, M-3 및 M-4 추출물의 classical pathway에 대한 항보체 활성은 16 μ g/mL에서 각각 73.3, 79.0, 69.0 및 71.2%의 활성을, 250 μ g/mL에서 각각 83.4, 85.3, 78.4 및 81.4%의 활성을 보임으로써 대부분의 추출물에서 높은 항보체

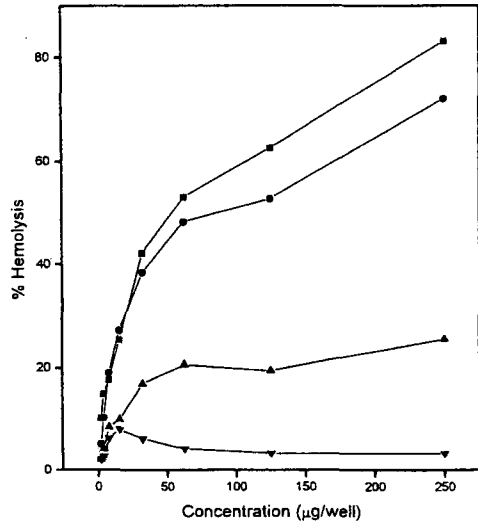


Fig. 6. Anticomplementary activity of extracts from Barley on the classical pathway. The complements for standard hemolysis were SRBC 5.0×10^8 cells/ml, hemolysin dilution 2%, and serum dilution 1%, respectively. ■ Methanol extracts, ● Ethanol extracts, ▲ Water extracts, ▼ β-glucan.

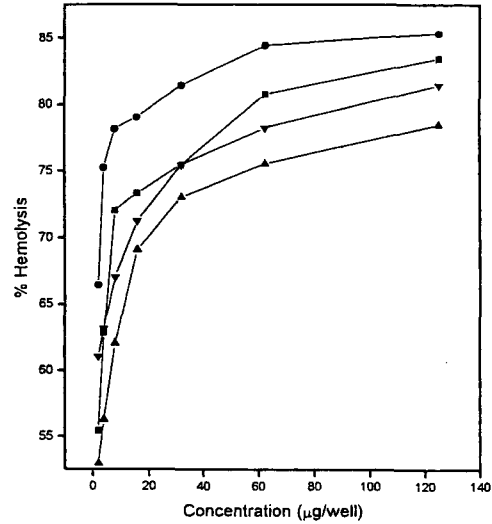


Fig. 8. Anticomplementary activity of methanol fractions from Barley on the classical pathway. ■ M-1, ● M-2, ▲ M-3, ▼ M-4.

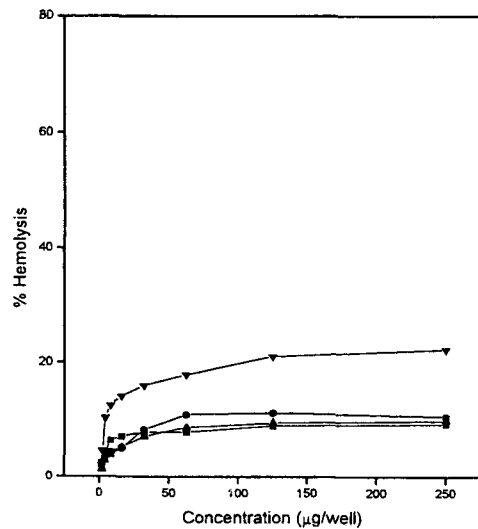


Fig. 7. Anticomplementary activity of extracts from Barley on the alternative pathway. The complements for standard hemolysis were RaRBC 4.0×10^8 cells/ml, serum dilution 20%, Mg^{2+} 5 mM and EGTA was 4 mM. ■ Methanol extracts, ● Ethanol extracts, ▲ Water extracts, ▼ β-glucan.

활성이 나타났으며 M-2가 활성은 가장 높았으나 수율은 아주 적었으며 M-1은 수율이 가장 컸을 뿐만 아니라 활성도 크게 나타났으며 시료의 농도별 항보체 활

성은 농도가 증가함에 따라 활성이 비례적으로 증가하였다(Fig. 8).

(3) Protease 처리 methanol추출물의 항보체 활성

항보체 활성의 본체를 파악하기 위하여 항보체 활성이 좋은 methanol추출물과 protease로 처리하여 단백질을 제거한 methanol추출물의 항보체 활성을 비교한 결과, 단백질 소화물과 methanol추출물과 처리하지 않은 군의 classical pathway에 대한 항보체 활성은 16 µg/mL 농도에서 각각 41.4 및 43.0%로 차이가 없었으며, 250 µg/mL까지 증가된 농도에서도 각각 78.4 및 82.4%로 활성은 증가하였으나 차이는 없었다. 이상의 결과로 classical pathway에 대한 protease처리군과 처리하지 않은 군의 항보체 활성은 2 µg/mL와 16 µg/mL의 농도를 제외하고는 모든 농도에서 약 4% 정도의 차이를 나타냄으로서 항보체 활성에 관여하는 물질은 단백질이 아닌 다당임류에 기인함을 알 수 있었다(Fig. 9). 이는 쑥(*Artemisia princeps*)유래 산성인 heteroglycan인 AAF Iib-2 및 AAF Iib-3, 당귀(*Angelica acutiloba*)의 뿌리로부터의 추출물, 시호(*Bupleurum falcatum*)의 중성 복합 다당체인 BR 5-1 등은 항보체 활성 물질이 단백질이 아닌 다당류인 사실과 일치하는 결과였으며¹⁸⁻²¹⁾ 그외에도 Yamada²²⁾이 보고한 *Lithospermum euchromum*에서 분리된 다당이 높은 항보체 활성을 가진다는 보고와 일치하는 결과로서 보리의 methanol추출물의 항보체 활성의 본체는 단백질이 아님을 알 수 있었다.

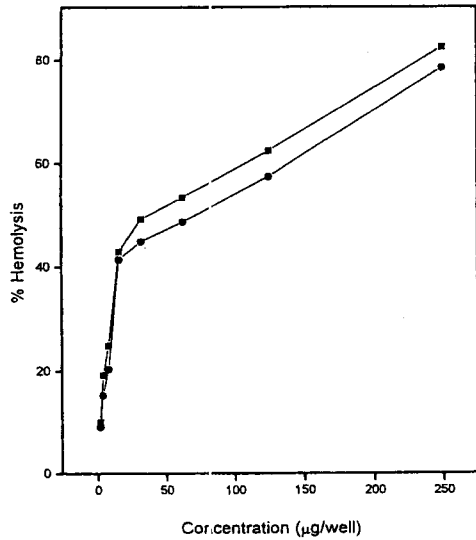


Fig. 9. Anticomplementary activity of methanol extract and protease digestion on the classical pathway. ■ Methanol extracts, ● Protease digestion.

2. 면역증강 효과

(1) T cell 및 PHA농도 결정

1×10⁶, 2×10⁶, 4×10⁶, 5×10⁶ 및 8×10⁶ T cells/ml에 대한 0, 5, 10, 25 및 62.5 PHAµg/mL 농도에서 각각의 증식 효과를 검색한 결과, Fig. 10에 나타난 바와 같이 대조군에 비해 약 8배의 증식 효과를 보인 5×10⁶ T cells/mL, PHA 25 µg/mL을 면역 증강 효과에 대한 농도로 결정하였다.

(2) Methanol추출물 및 분획과 protease소화물의 면역증강 효과

5×10⁶ T cell수에 대한 보리의 추출물 중 methanol 추출물, M-1 및 protease 소화물의 T cell 증식효과를 살펴본 결과 Fig. 11과 같이 125 µg/mL 농도에서 methanol추출물이 대조군에 비해 13배의 증식 효과를 보였으며 그 외의 농도에서는 면역증강 효과가 감소하는 경향을 보였다. 특히 methanol추출물의 수용성획분인 M-1 및 protease 소화물은 Fig. 12-13에서 보는 바와 같이 전농도(62.5, 125, 250 µg/mL)에서 면역증강효과가 감소하여 항보체 활성이 높게 나타난 결과와 상반된 결과를 보여주었다.

(3) β-glucan의 면역증강 효과

Classical pathway 및 alternative pathway 두 경로에 대해 항보체 활성이 낮았던 β-glucan은 Fig. 14와 같이 62.5 및 250 µg/ml 농도에서는 대조군보다 오히려 낮은 효과를 보였으나 125 µg/mL 농도에서 약 13배의 T cell(5.0×10⁶ cells/mL) 증식효과를 보임으로써 면역

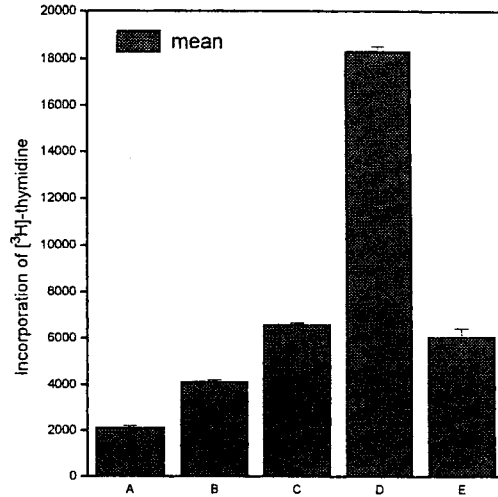


Fig. 10. Proliferation effect of PHA on T cell (5×10⁶ cells/ml). A: Control, B: PHA 5 µg/ml, C: PHA 10 µg/ml, D: PHA 25 µg/ml, E: PHA 62.5 µg/ml.

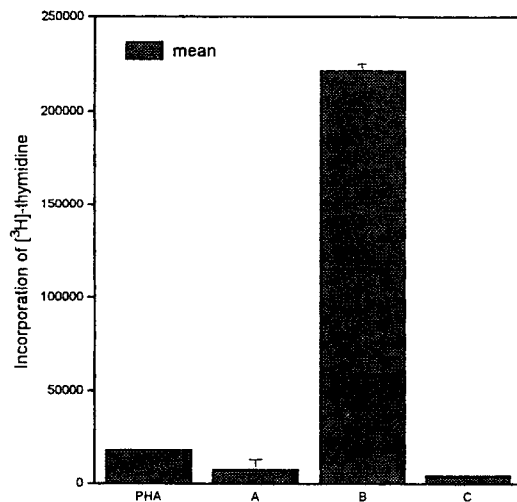


Fig. 11. Proliferation effect of methanol extract from Barley on T cell (5×10⁶ cells/ml). PHA: 25 µg/ml, A: Methanol extract 62.5 µg/ml, B: Methanol extract 125 µg/ml, C: Methanol extract 250 µg/ml.

증강 효과가 매우 높게 나타났다. 이는 Benda등²³⁾이 보고한 Saccharomyces cerevisiae로부터 분리한 β-1,3 glucan의 T cell 증식 효과가 높게 나타난 사실과 일치하는 결과를 보였으므로 면역증강 효과는 다당에 의한 것으로 사료된다.

결론 및 요약

보리 추출물의 항보체 활성 및 면역증강효과를 in

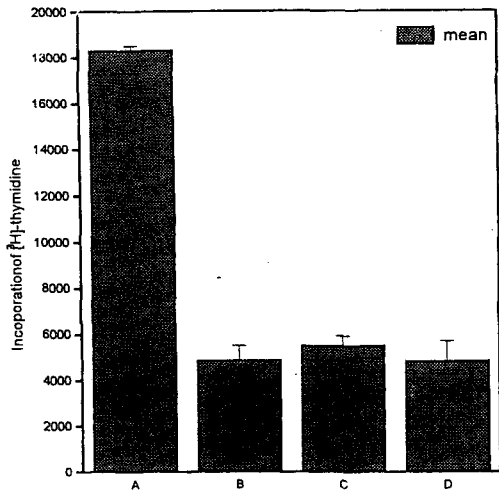


Fig. 12. Proliferation effect of M-1 on T cell (5×10^6 cells/ml). A: PHA 25 $\mu\text{g/ml}$, B: M-1 62.5 $\mu\text{g/ml}$, C: M-1 125 $\mu\text{g/ml}$, D: M-1 250 $\mu\text{g/ml}$.

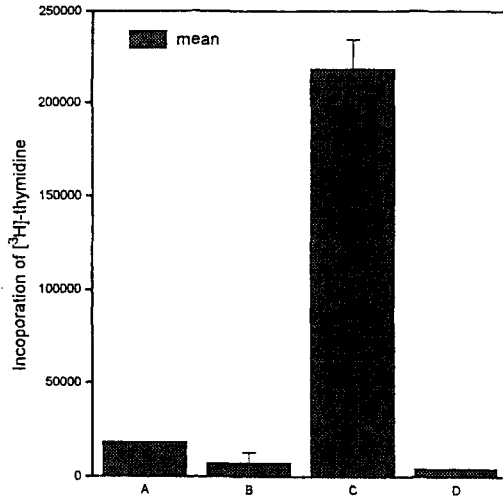


Fig. 14. Proliferation effect of β -glucan on T cell (5×10^6 cells/ml). A: PHA 25 $\mu\text{g/ml}$, B: β -glucan 62.5 $\mu\text{g/ml}$, C: β -glucan 125 $\mu\text{g/ml}$, D: β -glucan 250 $\mu\text{g/ml}$.

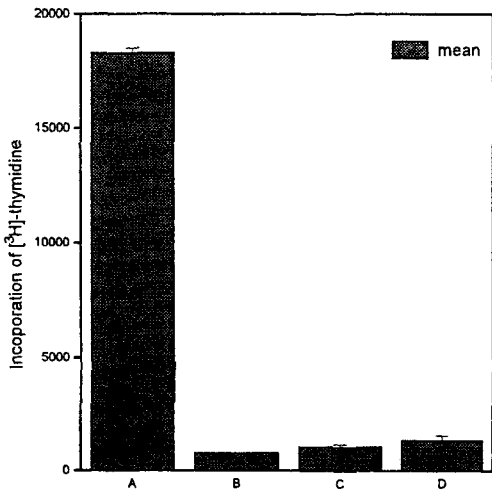


Fig. 13. Proliferation of protease digestion on T cell (5×10^6 cells/ml). A: PHA 25 $\mu\text{g/ml}$, B: Protease digestion 62.5 $\mu\text{g/ml}$, C: Protease digestion 125 $\mu\text{g/ml}$, D: Protease digestion 250 $\mu\text{g/ml}$.

vitro로 검색한 결과, 항보체 활성 검색에 있어서 classical pathway에 대한 보리의 항보체 활성은 250 $\mu\text{g/ml}$ 농도에서 methanol추출물의 활성이 83.1%로 가장 높았으며 alternative pathway에 대한 methanol추출물의 활성은 250 $\mu\text{g/ml}$ 농도에서 9.2%로 낮게 나타났다. 그의 추출물은 각각 10.4%, 9.8%의 낮은 활성을 보였다. 또한, 항보체 활성의 본체를 알기 위해 메탄올 추출물과 단백질 소화물의 classical pathway에 대한 항보체 활성은 250 $\mu\text{g/ml}$ 농도에서 각각 82.4, 78.4%

로 높게 나타났다. 또한, 메탄올추출물의 T cell 증식 효과는 PHA로 처리한 양성 대조군에 비해 13배의 높은 증식 효과를 보임으로써 면역 증강 효과가 높은 것으로 나타난 반면, 단백질 소화물의 T cell 증식 효과는 농도증가와 관계없이 낮았으며 보리의 식이섬유인 β -glucan의 classical pathway와 alternative pathway의 항보체 활성은 각각 3.2%, 22.3%로 methanol추출물(83.1%)에 비해 낮은 활성을 보인 반면, 면역증강 효과에 있어서는 250 $\mu\text{g/ml}$ 농도에서 양성 대조군에 비해 13배의 T cell 증식 효과를 나타냈다.

이상의 연구 결과로 보리의 methanol추출물 중 항보체 활성을 가지는 물질은 단백질이 아닌 다당류에 기인함을 알 수 있었으며, 항보체 활성이 가장 낮았던 β -glucan은 면역 증강 효과가 우수한 점으로 보아 보리 추출물중 항보체 활성과 면역증강 효과를 갖는 물질은 glycoprotein이나 polysaccharide로 추측되며 이들에 대해서는 더 깊이 있는 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 1997년도 경희대학교 지원연구비로 수행된 것으로 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Hockett, E.A.: Hand book of Cereals Technology; Bar-

- ley, 133-198, (1991).
2. 김미옥, 차희숙, 구성자: Barley β -Glucan[mixed-linked(1-3), (1-4)- β -D-Glucan]의 리올로지 특성, 한국 식품과학회지, 25(1):15 (1993).
 3. 차희숙, 김미옥, 구성자: DSC에 의한 보리 β -glucan [mixed-linked(1-3),(1-4)- β -D-glucan]의 열적 특성에 관한 연구, 한국식품과학회지, 25, 22 (1993).
 4. Scheeman, B.O.: Soluble vs insoluble fiber-different physiological responses. Food Technol, 41(2):81 (1987).
 5. Marlett, J.A.: Dietary fiber content and effect of processing on two barley varieties. Cereal Foods World., 36:576 (1991).
 6. 오희정, 이서래: 보리가루에서 분리한 β -glucan의 생리적 기능성, 한국 식품 과학회지, 28:4 (1996).
 7. Kahlon, T.S., Chow, F.I., Knuckles, B.E. and Chiu, M.M.: Cholesterol-lowering effects in hamsters of β -glucan-enriched barley fraction, dehulled whole barley, rice bran and oat bran and their combinations. Cereal Chem., 70:435 (1993).
 8. Klopfenstein, C.F. and Hosney, R.C.: cholesterol-lowering effect of β -glucan-enriched bread. Nutr. Rep. Int., 36:1091 (1987).
 9. Anerson J.W., Deakins, D.A., Floore, T.L., smith, B. M. and Whitis, S.E. Dietary fiber and coronary heart disease, Crit. Rev. Food Sci Nutr., 29:95 (1990).
 10. Vahouny, G.V., Tombes, R., Cassidy, M. M., Kritchevsky, D. and Gallo, L. L.: Dietary fibers: II. Binding of bile salts, phospholipids and cholesterol from mixed micelles by bile acid sequestrants and dietary fibers. Lipids, 15:1012 (1980).
 11. 이임선: 마(Dioscorea batatas DECENE)의 생리활성 물질의 특성 및 기능성, 박사학위논문, 경희대학교 (1996).
 12. V.Benda, P, Madr: Assessment of Lymphocyte and Phagocytic Functions in Goats treated with Glucan, J. Vet. Med. B 38, 681-684 (1991).
 13. Yamada, H., Kiyohara, H., cyong, J.-C., Kojima, Y., Kumazawa, Y. and Otsuka, Y.: Studies of polysaccharides from Angelica acutiloba. Part [Fractionation and biological properties of polysaccharides, Planta Medica, 50, (1984).
 14. Kabat, E.A., and M.M. Mayer; Experimental Immunochemistry' 2nd ed. Charles and Thomas, USA.
 15. Klerx, J.P.A.M., c. J. Beukelman, H. V. Dijk and J. M. N. Willers: Microassay for colorimetric estimation of complement activity in guinea pig, human and mouse serum J. Immunol. Methods, 63:215 (1965).
 16. Kiyohara, H. and Otsuka, Y.: Unit structure of the anti-complementary arabinogalactan from Angelica acutiloba Kitagawa. Carbohydr. Res. 167:221 (1987).
 17. Platts-Mills, T.A.E. and K.Ishizaka: Activation of alternative pathway of human complement by rabbit cells, J. Immunol. 113:348-358.
 18. Kiyohara, H and Otsuka, Y.: Unit structure of the anti-complementary arabinogalactan from angelica acutiloba Kitagawa Carbohydr. Res. 167:221 (1987).
 19. Yamada, H., Kiyohara, H., Cyong, J.C., and Otsuka, Y.: Studies on polysaccharides from Angelica acutiloba-IV, Characterization of an anti-complementary arabinogalactan from the roots of Angelica acutiloba KITAGAWA. Molecular Immunology., 22:295 (1985).
 20. Yamada, H., and Kiyohara, H.: Bioactive polysaccharides from Chinese herbal medicines. Abstracts of Chinese Medicines. 3:104 (1989).
 21. Yamada, H., Nagai, T., Cyong, J.C., and Otsuka, Y.: Relationship between chemical structure and activity potencies of complement by an acidic polysaccharide, Plantagomucilage A from the seed of Plantago asiaticum, Carbohydr, Res. 156:137 (1986).
 22. Otsuka, Y., cyong, J.C., and Yamada, H.: Purification and characterization of complementary activatig acidic polysaccharide from the root of Lithospepum euechromum ROYLE. Int. J. Immunopharmac, 8:71 (1986).
 23. V.Bender, P, Madr: Assessment of Lymphocyte and Phagocytic Functions in goats treated with Glucan, J. Vet. Med. B 38:681 (1991).

(1997년 10월 10일 접수)