귀리 수용성 β-glucan의 생물활성

강태수 · 정헌상 · 박희정 · 이명렬 · 공영준* · 정익수**
도립충북과학대학 식품생명과학과, *강원도농업기술원 농산물이용시험장, **(주)보락

Biological Activities of Oat Soluble β-glucans

Tae-Su Kang, Heon-Sang Jeong, Hee-Jeong Park, Myong-Yul Lee,
Young-Jun Kong* and Ick-Soo Jung**
Department of Food Engineering and Biotechnology, Chungbuk Provincial University of Science and Technology, Ockchon, 373-807, Korea
**Agriproduct Processing Experiment Station, Kangwon ARES, Chunchon, 200-820, Korea*
***Technical Research Institute, Borak Company Limited, Hwasung-kun, 445-930, Korea*

Abstract

To develop the health and functional food material from oats, this study was conducted to determine the biological activities(antibacterial, antioxidative and antitumor effects) of oat bran's soluble β-glucans obtained from oat bran concentrate(OBC) by central composite experimental design. The antibacterial effect of oat's β-glucans in the concentration of 250, 500μg/disc was not detected by paper disc method, and no antioxidative effect of them in the concentration of 5% by electron donating ability. The growth inhibition on tumor cell lines of oat's soluble β-glucans was significantly higher in the experimental fraction of No. 7(temperature 45℃, ethanol 15%, pH 6) than the other fractions($p<0.05$). The maximal values of growth inhibitions on AGS, Hep3B and A549 cell lines in the cancentration of 1mg/ml are 59%, 58% and 54% respectively. In addition, the inhibition effect on three tumor cell lines of No. 1(temperature 55℃, ethanol 5%, pH 6) was relatively high. From the results of response surface methodology, as the values of independent variables changed, they influenced the growth inhibition effect on this cell lines. With this our work, further research is required to clarify antitumor effects.

Key words : oat, soluble β-glucan, biological activity

서 론

귀리(*Avena* spp. L.)는 벼과(Gramineae)에 속하며 일반적으로 냉습한 날씨에서 잘 자라는 대표적인 곡류로서(1) 과거에는 사료로 많이 사용되어 왔으나 근래에는 혈중 콜레스테롤강하(2,3) 등의 생리활성이 알려지면서 기능성식품 소재로서 관심을 끌고 있는 품종이다. 귀리의 겉겨(bran)에는 고분자 다당체(polysaccharide)가 다량 함유되어 있는데, 이 물질은 (1→3)(1→4)-β-D-glucan으로 가지가 없는 비전분 다당류로서(4) 다당체가 단백질과 공유결합되어 있거나 비탄수화물 성분과 결합되어 있어 화학적으로 다양한 성분과 크기를 가지고 있다(5). 귀리의 β-glucan함량은 품종과 부위에 따라 차이가 있으나 일반적으로 귀리에는 약 4%가량이 함유되어 있으며, 시판되고 있는 귀리 겉겨(oat bran)에는 약 7~10% 정도가 함유되어 있고, 특별한 공정으로 처리된 경우에는 19%이상이 되는 것도 있다(6). 귀리 β-glucan은 수용성과 불용성으로 구분되고, 총 β-glucan중 약 80%가 수용성(7)으로 수용성이 차지하는 비중이 높으며, 생리활성의 측면에 있어서도 수용성과 불용성 β-glucan은 차이가 있는 것으로 알려져 있는데(8,9) 특히 수용성 β-glucan은 혈중 콜레스테롤 감소효능에서 매우 우수한 것으로 알려져 있다(10,11). 이와 같이 귀리 겉겨에는 생리활성이 우수한 수용성 β-glucan의 함량이 높아 이를 기능성 음료나 식품첨가제 등 다양한 형태의 기능성 식품소재로서의 활용 가능성이 매우 큰것으로 생각된다. 그러나 현재 국내에서 진행되고 있는 β-glucan에 대한 대부분의 연구는 버섯균사체(12)나 효모(13)를 대상으로 하고 있으나 생산성이 비교적 낮으며 제품개발시 가격이 매우 높아 경쟁력이 낮은 단점을 가지고 있다. 일반적으로 β-glucan의 추출조건이나 방법에 따라 정제도, 분자량, 수용성의 정도 및 화학적 구조 등은 서로 다르며

Corresponding author : Tae-Su Kang, Department of Food Engineering and Biotechnology, Chungbuk Provincial University of Science and Technology, Okchon, 373-807, Korea
E-mail : tskang@ctech.ac.kr

(14), 이러한 특성의 변화에 따라 생리활성의 정도에도 차이가 있다고 알려져 있다(15). 따라서 다양한 조건에 따라 추출된 β-glucan의 생리활성을 서로 비교해 볼 필요성은 매우 크다. 그러므로 본 연구에서는 귀리에 함유되어 있는 β-glucan을 건강 및 기능성 식품소재로 개발하기 위하여 귀리 겉겨(bran)로부터 β-glucan을 중심합성계획에 의해 추출하고, 분리된 각 β-glucan분획들의 생물활성을 검토하였다.

재료 및 방법

재료

귀리로부터 수용성 β-glucan을 분리하기 위하여 사용한 귀리 겉겨(bran) 원료는 (주)보락으로부터 OBC(Oat Bran Concentrate, Avena Ltd. Finland)를 공급받아 사용하였다.

β-glucan의 추출 및 조건

귀리 겉겨로부터 수용성 β-glucan의 추출을 위한 공정은 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 귀리 겉겨 50g에 에탄올 600㎖를 가하고 1시간 동안 일정 온도하에서 환류추출한 다음, 원심분리하여 상등액을 회수하고, 회수액의 1.5배(v/v) 용량의 95% 에탄올을 가하여 교반한 후 4℃에서 하루동안 방치하였다. 그 후 침전물을 회수하여 95%에탄올로 2회 반복하여 세척하고 난 다음, 동결건조하여 귀리겉겨로부터 수용성 β-glucan을 얻었다. β-glucan의 추출조건은 Fig. 1의 귀리 수용성 β-glucan추출공정중에서 가장 중요한 요인으로 작용하는 추출온도(X1), 에탄올농도(X2) 및 pH(X3)를 각각 독립변수로 선정하였고, table 1에서와 같이 이를 각각 5수준(-2, -1, 0, 1, 2)으로 하여 중심합성계획(central composite design)에 의해 설계하여 16가지의 서로 다른 조건으로 추출하였다.

항균활성(antibacterial activity)

귀리 수용성 β-glucan의 항균력검정은 paper disc를 이용한 agar diffusion method(16)를 이용하여 다음과 같이 측정하였다. TSA(tryptic soy agar)배지를 조제하여 시험관에 20㎖씩 분주하고 121℃에서 15분간 살균한 다음, 45~50℃의 항온수조에 넣어 배지를 일정한 온도로 유지하였다. 그 후 무균상 내에서 배지와 피검균 배양액 0.1㎖를 혼합하여 멸균된 petri-dish에 주입하고 2~3시간 방치하여 고형화시킨 다음, 멸균된 직경 8㎜의 filter paper disc를 평판위에 올려놓았다. 귀리 β-glucan 시료를 250 및 500㎍/disc농도가 되도록 주입한 후 30℃의 incubator에서 48시간 동안 정치배양하면서 disc주변의 clear zone(㎜)을 측정하여 항균력을 조사하였다. 이때 사용한 피검균은 총 6종으로 gram positive bacteria 3종(*Listeria monocytogenes* ATCC 19111, *Bacillus subtilis* KCCM 11204, *Sthaphylococcus aureus* KCCM 32395) 과 gram negative bacteria 3종(*Salmonella typhimurium* ATCC 14028, *Escherichia coli* O157:H7932, *Proteus mirabilis* KCCM 11327)을 각각 사용하였다.

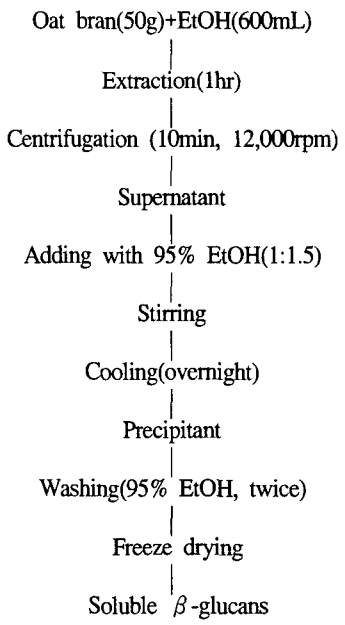

Fig. 1. Extraction procedure of oat bran's soluble β-glucans.

Table 1. Values of independent variables and treatment conditions by central composite design

Variables	Level				
	-2	-1	0	+1	+2
Extraction temperature, ℃(X1)	40	45	50	55	60
Ethanol concentration, %(X2)	0	5	10	15	20
pH(X3)	5	6	7	8	9

No.	Code variables			Real variables		
	X1	X2	X3	X1	X2	X3
1	+1	-1	-1	55	5	6
2	+1	-1	+1	55	5	8
3	+1	+1	-1	55	15	6
4	+1	+1	+1	55	15	8
5	-1	-1	-1	45	5	6
6	-1	-1	+1	45	5	8
7	-1	+1	-1	45	15	6
8	-1	+1	+1	45	15	8
9	-2	0	0	40	10	7
10	+2	0	0	60	10	7
11	0	+2	0	50	20	7
12	0	-2	0	50	0	7
13	0	0	+2	50	10	9
14	0	0	-2	50	10	5
15	0	0	0	50	10	7
16	0	0	0	50	10	7

항산화 활성(antioxdative activity)

항산화활성은 Blois등의 방법(17)을 변형하여 전자공여능(electron donating ability, EDA) 실험법으로 측정하였다. 5%(5 ㎎/㎖)의 귀리 β-glucan시료를 조제하여 이 시료용액 0.2㎖에 0.2mM의 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 용액 1.0㎖를 가하고 약 10초간 진탕한 다음, 10분간 실온에서 반응시킨 후 525nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 전자공여능(%)의 계산은 시료첨가구와 무첨가구의 흡광도 차를 각각 구하여 백분율로 환산하였고, 대조용 시료로는 BHT(buthylated hydroxytoluene), Vitamin C 및 Vitamin E를 각각 사용하였다.

암세포 생육 저해능(antitumor activity)

귀리 수용성 β-glucan시료의 암세포에 대한 생육 저해능을 조사하기 위해 이용한 암 세포주는 인간의 위암세포인 AGS(gastric carcinoma, human), 간암세포 Hep3B(hepatocellular carcinoma, human) 및 폐암세포인 A549(lung carcinoma, human)이었으며, 시료의 세포독성을 알아보기 위하여 사람의 정상 간세포인 WRL 68을 사용하여 selectivity를 구하였다. WRL 68, Hep3B 및 AGS세포주의 배양은 DMEM (Delbecco's modified eagle medium) 배지를 사용하였고, A549는 RPMI 1640배지에서 10% fetal bovine serum(FBS)을 첨가하여 37℃의 5% CO_2 incubator에서 배양하였다. 각종 암세포에 대한 귀리 수용성 β-glucan의 생육저해능의 검정은 SRB(sulforhodamine B) assay(18)에 따라 다음과 같이 수행하였다. 실험 대상 세포를 4~5×10^4cells/㎖의 농도가 되도록 96well plate의 각 well에 배지와 함께 100㎕씩 첨가한 후 24시간 동안 37℃의 CO_2 incubator에서 배양하였다. 그 후 0.25, 0.5 및 1.0㎎/㎖농도로 조제한 귀리 수용성 β-glucan시료를 100㎕씩 첨가하여 48시간 동안 배양한 다음, 상등액을 제거하고 냉각한 10%(w/v)의 TCA(trichloroacetic acid)용액 100㎕를 가하여 4℃에서 1시간 동안 방치하였다. 그 후 증류수로 수회 세척하고 실온에서 plate를 건조한 다음, 각 well에 1%(v/v)의 acetic acid에 녹인 0.4%(w/v)의 SRB용액을 100㎕씩을 첨가하고 상온에서 30분 동안 염색시켰다. 염색되지 않은 잔존 SRB염색액은 1%의 acetic acid로 세척하고 건조한 후 10mM의 tris buffer용액 100㎕를 첨가하여 염색액을 녹여 microplate reader를 이용하여 540nm에서 흡광도를 측정하여 암세포 생육저해능(%)을 구하였다.

통계 분석

귀리의 수용성 β-glucan을 중심합성계획에 의해 설정된 총 16종의 조건에 따라 시료를 추출하였고 이의 생리활성을 검토하여 얻은 결과는 평균치 또는 평균치±표준편차로 나타내었으며, 각 실험값의 유의성 검정은 SAS program을 이용하여 Duncan의 multiple range test로 분석하였다.

결과 및 고찰

항균활성

귀리 수용성 β-glucan시료(No. 1)의 항균력을 검정한 결과는 Fig. 2와 같다. 그림에서 보는 바와 같이 gram positive bacteria 3종 및 gram negative bacteria 3종에 대해 항균력은 확인되지 않았으며, 그밖의 모든 β-glucan시료에서도 항균력은 확인되지 않았다. 오히려 몇 종의 β-glucan시료의 경우는 paper disc주위에 고농도의 피검균이 생육하여 β-glucan이 일부 세균의 생육을 위한 탄소원으로 이용될 수 있음을 알 수 있었다.

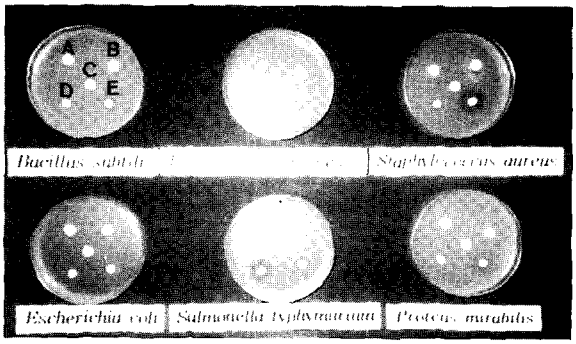

Fig. 2. Antibacterial activities of oat soluble β-glucan fraction(No. 1) on the test microorganisms.

A: 250㎍, B: 500㎍, C: d.w., D: penicillin(10U), E: Streptomycin(300㎍)

Table 2. Electron donating ability of oat soluble β-glucans

Samples	Electron donating ability(%)
	5 ㎎/㎖
1	9.5±0.6[2)]
2	0
3	0
4	3.6±0.3
5	10.7±0.8
6	9.5±1.1
7	8.3±1.2
8	9.5±0.2
9	10.7±0.5
10	10.7±0.3
11	9.5±0.8
12	10.7±1.1
13	11.9±0.9
14	10.7±1.4
15	11.9±0.2
16	11.9±0.2
Vitamin C	95.2±0.3
Vitamin E	98.8±0.3
BHT[1)]	95.2±0.8

[1)]Butylated hydroxytoluene
[2)]All values are mean±S.D.

항산화 활성

Table 2는 귀리 수용성 β-glucan의 항산화활성을 전자공여능 실험에 의해 측정한 결과이다. 16종의 귀리 수용성 β-glucan시료는 모두 전자공여능이 0~11.9%의 매우 낮은 값을 보여 귀리 수용성 β-glucan 시료들은 항산화력이 거의 없었으며, 대조구인 BHT(buthylated hydroxytoluene) 와 Vitamin C 및 Vitamin E의 전자공여능(%)은 95.2~98.8%로 매우 높은 값을 보였다.

암세포 생육 저해능

귀리 수용성 β-glucan 시료 농도를 0.25, 0.5 및 1.0㎎/㎖로 조제하여 암세포에 대한 생육 저해능을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 위암세포(AGS)에 대한 생육저해능은 7번 시료(추출온도 45℃, 에탄올농도 15%, pH 6)가 0.5㎎/㎖농도에서 약 49%, 1.0㎎/㎖농도에서는 약 59%로 β-glucan 시료 중 가장 높은 생육저해능을 보였으며, 다른 시료와 유의적인 차이를 보였다($p<0.05$). 또 제 13번 시료(추출온도 50℃, 에탄올농도 10%, pH 9)와 제 1번 시료(추출온도 55℃, 에탄올농도 5%, pH 6)의 경우도 다른 시료에 비해 비교적 높은 저해활성을 보였다. 간암세포(Hep3B)에 대한 생육저해능의 경우도 β-glucan 제 7번 시료가 유의적으로 다른 시료에 비해 높은 활성을 보였는데, 1.0㎎/㎖의 농도에서 약 58%의 저해능을 나타내었으며, 제 1번 시료도 비교적 높은 활성을 나타내었다. 폐암세포(A549)에 대한 생육저해능에 있어서도 제 7번 β-glucan 시료가 다른 시료에 비해 유의적으로 높은 활성을 보여 1.0㎎/㎖의 농도에서 약 54%의 저해능을 보였다. 또 자료로 나타내지는 않았으나 시료의 세포독성을 알아보기 위하여 암세포에 대한 정상세포의 저해비율인 selectivity를 구한 결과, 귀리 수용성 β-glucan의 농도가 증가함에 따라 selectivity는 큰 변화가 없이 2.5~4.0 범위에서 일정하여 β-glucan시료는 정상세포에 대한 독성이 거의 없는 것으로 생각되었다.

Table 3. Inhibitory effects of oat soluble β-glucans on the different tumor cell lines

No.	AGS (gastric carcinoma)			Hep3B (hepatocellular carcinoma)			A549 (lung carcinoma)		
	0.25㎎/㎖	0.5㎎/㎖	1.0㎎/㎖	0.25㎎/㎖	0.5㎎/㎖	1.0㎎/㎖	0.25㎎/㎖	0.5㎎/㎖	1.0㎎/㎖
1	29±0.8$^{c1)}$	33±1.1^{c}	47±0.2^{bc}	29±0.5^{b}	38±0.7^{b}	46±0.9^{b}	24±0.4^{bc}	34±0.8^{c}	49±1.2^{c}
2	11±0.4^{f}	15±0.1^{g}	21±1.2^{g}	-	-	22±0.8^{e}	-	-	15±0.9^{e}
3	-$^{2)}$	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	15±0.4^{e}	21±0.8^{f}	27±0.2^{f}	-	-	26±1.0^{d}	-	-	16±0.1^{e}
7	36±0.6^{b}	49±0.4^{a}	59±1.4^{a}	31±0.3^{a}	47±0.8^{a}	58±1.1^{a}	45±1.2^{a}	50±0.7^{a}	54±0.6^{a}
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	29±0.6^{c}	31±0.3^{cd}	46±0.8^{c}	-	15±0.6^{d}	22±1.1^{e}	-	-	15±0.2^{e}
11	13±1.3^{gf}	21±0.7^{f}	29±0.7^{e}	14±0.5^{c}	26±0.7^{c}	33±0.9^{c}	24±0.7^{bc}	30±1.1^{cd}	35±0.4^{d}
12	20±0.3^{d}	27±0.7^{e}	39±0.9^{d}	-	-	13±0.4^{f}	24±1.4^{bc}	45±0.9^{b}	53±0.8^{b}
13	39±0.2^{a}	45±0.4^{b}	48±1.1^{b}	-	-	14±0.7^{f}	20±0.3^{c}	27±0.6^{d}	34±0.5^{d}
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-

[1)]All values are mean±S.D., and means in a column sharing a same letter are not significantly diffferent($p<0.05$).

[2)]Values are less than 10 percent

반응표면분석

β-glucan 시료(1.0㎎/㎖)가 암세포 3종의 생육 저해능에 미치는 독립변수들의 영향을 반응표면방법에 의해 등고선 그림으로 검토한 결과는 Fig. 3~Fig. 5와 같다. 먼저 위암세포(AGS)의 생육저해능에 미치는 각 요인들의 영향을 보면 (Fig. 3), 추출온도(X1)와 에탄올농도(X2)의 경우, 추출온도가 높을 때에는 에탄올농도가 낮을수록 암세포에 대한 생육저

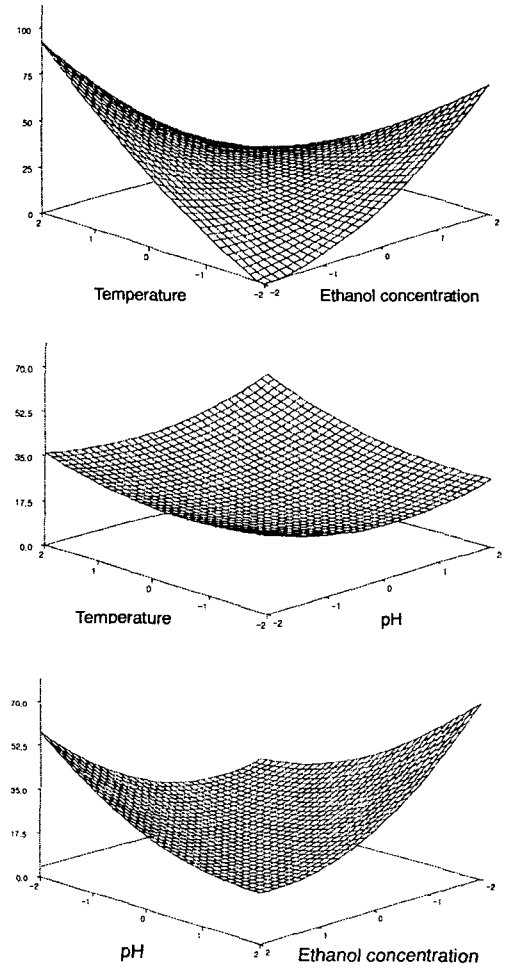

Fig. 3. Response surface for inhibition effects on the AGS tumor cell line of oat soluble β-glucans(1㎎/㎖).

The unit level abbreviations are same as Table 1.

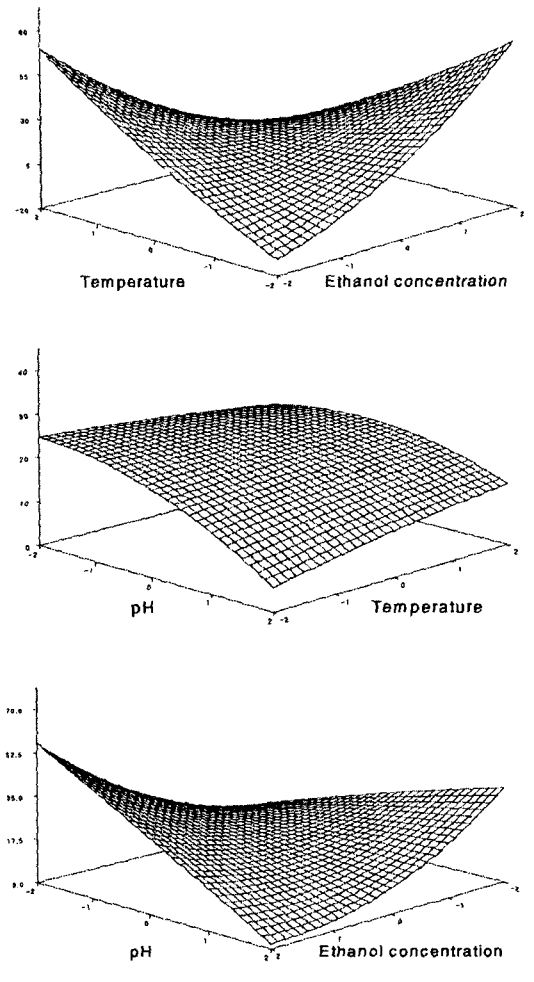

Fig. 4. Response surface for inhibition effects on the Hep3B tumor cell line of oat soluble β-glucans(1㎎/㎖).

The unit level abbreviations are same as Table 1.

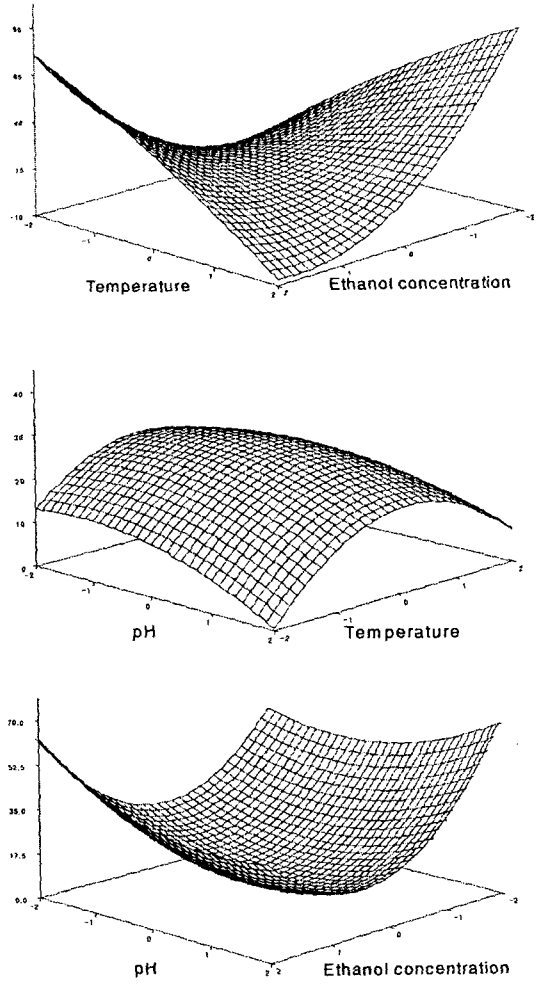

Fig. 5. Response surface for inhibition effects on the A549 tumor cell line of oat soluble β-glucans(1㎎/㎖).

The unit level abbreviations are same as Table 1.

해율이 증가한 반면, 추출온도가 낮을 때에는 에탄올 농도가 높을수록 저해율이 증가하였다. 추출온도(X1)와 pH(X3)의 영향은 다른 요인에 비해 크지 않았으며, 에탄올농도(X2)와 pH(X3)의 경우에는 에탄올농도가 낮을 때는 pH가 높을수록 저해율이 증가하였고 에탄올농도가 높을 때에는 pH가 낮을수록 저해율은 증가하는 경향을 보였다. Fig. 4는 간암세포(Hep3B)에 미치는 각 요인들의 영향을 등고선그림으로 나타낸 결과이다. 추출온도(X1)와 에탄올농도(X2)의 경우는 위암세포에서와 같은 경향을 보여 추출온도가 높을 때에는 에탄올농도가 낮을수록 저해율이 증가하였고, 추출온도가 낮을때에는 에탄올 농도가 높을수록 저해율이 증가하였다. 추출온도(X1)와 pH(X3)에 있어서는 추출온도에 비해 pH의 변화가 간암세포 저해능에 미치는 영향이 상대적으로 큰 것으로 나타났다. 또 에탄올농도(X2)와 pH(X3)의 경우는 에탄올농도가 낮을때 pH는 높을수록, 에탄올농도가 높을 때에는 pH가 낮을수록 저해율은 증가하는 경향을 보였다. 폐암세포(A549)에 미치는 각 독립변수 요인들의 영향을 분석한 결과는 Fig. 5와 같다. 추출온도(X1)와 에탄올농도(X2)의 관계는 위암세포나 간암세포의 경우와 비슷한 결과를 보였는데, 추출온도가 높으면 에탄올농도는 낮을수록 저해율이 증가하였고, 추출온도가 낮을 때에는 에탄올 농도가 높을수록 저해율이 증가하였다. 추출온도(X1)와 pH(X3)의 경우에는 중심값 부근의 추출온도에서 최고의 저해율을 나타내는 안부점(saddle point)의 형태로 나타났다. 에탄올농도(X2)와 pH(X3) 사이에는 에탄올농도가 낮으면 pH가 중심값보다 낮거나 높을때 저해율이 증가하였고 에탄올농도가 높을 때에는 낮은 pH에서 저해율이 증가하는 경향을 보였다. 한편, 중심합성계획에 의해 얻은 실험값을 반응표면분석하여 이차회귀계수를 구한 결과는 Table 4와 같다. 암세포의 종류에 따라 각 독립변수가 암세포의 저해율에 미치는 영향은 서로 달랐으며, 3종의 암세포에 대하여 에탄올농도의 2차 회귀계수(X2 x X2)가 유의적으로 다른 변수에 비해 높았다($p<0.001$). 또 각 종속변수와 독립변수들의 다중상관계수와 잔차를 요인으로 하여 회귀식의 종속변수량에 대한 독립변수의 영향을 검

토한 분산분석(ANOVA, Analysis of variance)의 결과는 Table 5와 같다. 도표에서와 같이 다중상관계수의 제곱합(sum of square)은 종속변수에 따라 차이가 있었으나 대부분의 값들이 유의성이 비교적 높아 추정된 회귀모형은 통계적으로 유의함을 알 수 있었다.

Table 4. Regression coefficients for the predicted models on the response variables

Variables[1)]	AGS[2)]	Hep3B	A549
Intercept	9.82**[3)]	14.57**	10.14**
X1	3.33**	0.48*	0.16*
X2	-2.29	1.40*	-2.71
X3	0.96*	-3.14	-1.58
X1 x X1	4.35**	1.44*	0.48*
X1 x X2	-10.08	-9.88	-10.33
X2 x X2	5.80**	3.17**	8.46**
X1 x X3	0.79*	0.83*	0.79*
X2 x X3	-5.22	-5.18	-2.47
X3 x X3	4.75**	0.50	3.00*

[1)]X1: Temperature(℃), X2: Ethanol concentration(%), X3: pH
[2)]AGS(gastric carcinoma), Hep3B(hepatocellular carcinoma), A549(lung carcinoma)
[3)]**: $p<0.001$, *: $p<0.05$

Table 5. Analysis of variance for the fit of experimental data on the predicted models

Regression	DF	Sum of squares		
		AGS[1)]	Hep3B	A549
Linear	3	828.6	578.1	473.1
Quadratic	3	1881.8*[2)]	561.9	4338.5***
Cross product	3	3108.3*	2999.8**	2723.7*
Total model	9	5818.7*	4139.8*	7535.3***
Residual	38	8264.3	5631.6	5627.1

[1)]AGS(gastric carcinoma), Hep3B(hepatocellular carcinoma), A549(lung carcinoma)
[2)]***: $p<0.0001$, **: $p<0.001$, *: $p<0.05$

요 약

귀리를 건강 및 기능성 식품소재로서 개발하기 위하여 귀리 겉겨(OBC)로부터 수용성 β-glucan을 중심합성실험계획에 의해 분리하고, 생물활성(항균, 항산화, 암세포 생육저해능)을 검토하였다. 귀리 수용성 β-glucan 시료는 250, 500μg/disc농도에서 항균활성을 paper disc method로 검토한 결과 항균력이 없었으며, 5%농도에서 전자공여능(electron donating ability, EDA)으로 측정한 항산화활성도 없었다. 귀리 수용성 β-glucan의 암세포에 대한 생육저해능은 제 7번 시료(추출온도 45℃, 에탄올농도 15%, pH 6)가 다른 시료에 비해 유의적으로 높았는데, 1㎎/㎖의 시료농도에서 위암(AGS), 간암(Hep3B) 및 폐암세포주(A549)에 대하여 각각 59%, 58% 및 54%의 생육저해능을 보였다. 또 제 1번 시료(추출온도 55℃, 에탄올농도 5%, pH 6)의 경우도 3종의 암세포에 대하여 비교적 높은 생육저해활성을 나타내었다. 반응표면분석 결과, 독립변수들의 값의 변화에 따라 암세포의 생육저해능은 영향을 받았다.

감사의 글

본 연구는 보건복지부 보건의료기술연구개발사업(02-PJ1-PG4-PT04-0003)의 지원에 의해 이루어진 연구 결과의 일부로 감사드립니다.

참고 문헌

1. Macrae, R., Robinson, R.K. and Sadler, M.J. (1993) Encyclopedia of food science food technology and nutrition. Academic Press. USA, p. 3319-3322
2. Maier, S.M., Turner, N.D. and Lupton, J.R. (2000) Serum lipids in hypercholesterol-lemic men and women consuming oat bran and amaranth products. Cereal Chem. 77, 297-302
3. Newman, R.K., Klopfenstein, C.F., Newman, C.W., Guritno, N. and Hofer, P.J. (1992) Comparison of the cholesterol-lowering properties of whole barley, oat bran, and wheat red dog in chicks and rats. Cereal chem. 69, 240-244
4. Aspinall, G.O. and Carpenter, R.C. (1984) Structural investigations on the non-starchy polysaccharides of oat bran. Carbohydrate polymers 4, 271-282
5. Forrest, I.S. and Wainwright, T. (1977) The mode of binding of β-glucans and pentosans in barley endosperm cell walls. J. Inst. Brew. 83, 279-286
6. Wood, P.J., Weisz, J., fedec, P., Burrows, V.D.(1989) Large scale preparation and properties of oat fractions enriched in (1→3)(1→4)-β-D-glucan, Cereal Chem. 66, 97-103
7. Aman, P. and Graham, H. (1987) Analysis of total and insoluble mixed-linked (1→3),(1→4)-β-glucans in barley and oats, J. Agric. Food Chem. 35, 704-709
8. Estrada, A., Yun, C.H., Kessel, A.V., Li, B., Hauta, S. and Laarveld, B. (1997) Immunomodulatory activities of oat β-glucan in vitro and in vivo, Microbial. Immunol. 41, 991-998
9. Estrada, A., Kessel, A.V. and Laarveld, B. (1999) Effect of administration of oat β-glucan on immune parameters of

healthy and immunosuppressed beef steers, Can. J. Vet. Res. 63, 261-268

10. Ranhotra, G.S., Gelroth, J.A., Astroth, K. and Bhatty, R.S. (1991) Relative lipidemic responses in rats fed barley and oat flours and their fractions. Cereal Chem. 68, 548-551
11. Shinnick, F.L., Ink, S.L. and Marlett, J.A. (1990) Dose response to a dietary oat bran fraction in cholesterol-fed rats. J. Nutr. 120, 561-568
12. Lee, S.Y. and Kang, T.S. (1997) Optimization of antitumor active exo-polysaccharide production through the submerged cultivation of *Ganoderma lucidum* mycelium. Korean J. Biotechnol. Bioeng. 12, 139-145
13. Bell, S., Goldman, V.M., Bistrian, B.R., Arnold, A.H., Ostroff, G.H. and Forse, R.A. (1999) Effect of β-glucan from oats and yeast on serum lipids. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 39, 189-202
14. Fincher, G.B. (1975) Morphology and chemical composition of barley endosperm cell walls. J. Inst. Brew. 81, 116-122
15. Lee, Y.T. (1996) Physicochemical characteristics and physiological function of β -glucans in barley and oats. korean J. Crop. Sci. 41, 10-24
16. Lorian, V. (1991) Antibiotics in laboratory medicine(3rd. ed.). Susceptibility testing of antimicrobials in liquid media. William and Wilkins. USA, p. 53-55
17. Blois, M.S. (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature 181, 1199-1202
18. Doll, R. and Peto, R. (1981) The causes of cancer: Quantitative estimates of avoidable risks of cancer in the United States today. J. Natl. Cancer Inst. 66, 1192-1198

(접수 2003년 10월 9일, 채택 2003년 11월 21일)