

근채류의 기호도와 장내세균의 유해효소 억제효과

한명주 · 김나영
경희대학교 식품영양학과

The Preference and Inhibitory Effect of Root Vegetables on β -Glucuronidase and Tryptophanase of Human Intestinal Bacteria

Myung Joo Han and Na Young Kim

Department of Food and Nutrition, Kyung Hee University

Abstract

The objective of this study was to investigate the preference of root vegetables and the inhibitory effect of the vegetables on harmful enzymes of intestinal bacteria. Two hundred fifty respondents in Seoul area surveyed to obtain information from Sep. 30 to Oct. 30, 1998. Respondents preferred *Inpuomoeba batatas* (sweet potato, 4.05), *Solanum tuberosum*(potato, 3.97), *Allium cepa*(onion, 3.68), *Codonopsis lanceolata*(3.64) and *Raponus sativus* (redish, 3.60). The growth of *B. breve* K-110 was effectively increased by adding 0.5% extract of *Solanum tuberosum*(139%), *Codonopsis lanceolata*(145%), *Dioscorea japonica*(164%), *Colocisia antiquorum*(144%) extract to the medium. *B. breve* K-100 for beneficial bacteria, and *E. coli* HGU-3 or *Bacteroides* JY-6 for harmful bacteria were used to determine the inhibitory effect of root vegetables on harmful intestinal enzymes after co-culturing harmful and beneficial bacteria. The extract of *Solanum tuberosum*, *Codonopsis lanceolata*, *Dioscorea japonica* (yam) and *Colocisia antiquorum* (taroos) showed inhibitory effect on β -glucuronidase and tryptophanase of intestinal bacteria. The macromolecules were isolated from *Solanum tuberosum*, *Codonopsis lanceolata*, *Dioscorea japonica* and *Colocisia antiquorum* by Sephadex G-100 column chromatography. By adding these isolated macromolecules to the medium, the growth of *B. breve* K-100 were also increased and high inhibitory effects on the β -glucuronidase and tryptophanase were measured. These results suggested that the harmful enzymes of intestinal bacteria were inhibited by consuming *Solanum tuberosum*, *Codonopsis lanceolata*, *Dioscorea japonica* and *Colocisia antiquorum*. Therefore, they could prevent gastrointestinal diseases.

Key words: root vegetables, *B. breve* K-110, β -glucuronidase, tryptophanase

I. 서 론

사람의 장내에는 약 100종류, 100조개의 세균이 서식하고 있으며 이 장내세균총은 유용균과 유해균으로 나눌 수 있으며 양자의 균형에 의해 건강상태가 조절된다¹⁾. 유용균중에서도 *Bifidobacterium*은 사람의 건강유지에 중요한 역할을 하고 유해균으로는 *E. coil*, *Clostridium*, *Proteus*, *Bacteroides* 등이 있으며 장내의 부패를 촉진하여 노화가 빨리 일어나게 하고 발암물질을 생성한다¹⁾. 장내세균은 섭취하는 음식물, 생활환경, 스트레스에 의해 영향을 받으며 장내세균이 생산하는 효소활동도 영향을 받는다. 예를 들면 β -glucuronidase와 tryptophanase는 육류섭취시 유도되며 이효소는 procarcinogen을 carcinogen으로 전환시켜 암을 일으킨다^{2,7)}. β -Glucuronidase는

Clostridium, *Bacteroides*, *Eubacterium*, *Peptostreptococcus* 등이 생산하나 *Bifidobacterium*에서는 β -glucuronidase의 활성이 없다. Tryptophanase는 tryptophan을 분해하여 indole등의 방광암이나 대장암 유발물질을 생성하는 효소로 *Bacteroides*, *Citrobacter*등이 이 효소를 생산한다^{3,9)}. 이와같이 장내세균효소는 질병과 밀접한 관계를 가지고 있으며 장내의 높은 pH는 β -glucuronidase와 tryptophanase의 활성을 유도시키므로 장내의 pH를 낮춤으로서 이효소들의 활성을 저하시킬 수 있다¹⁰⁾.

영양과잉으로 성인병이 증가함에 따라 소화는 되지않으나 변비에 유효하다는 정도로 인식되던 식이섬유의 중요성이 대두되었다¹⁾. 식이섬유의 생리적 기능은 만복감, 소화흡수의 지연, 장관내 담즙산과의 흡착과 결합, 장관내 유용세균의 증가, 장관 통과 시간의 단축으

로 변비개선, 배변량의 증가, 혈중콜레스테롤 저하, 당뇨병 개선, 항암효과등이 있다^{11,12)}. 감자, 고구마, 더덕, 마, 토란, 무, 양파, 연근, 우엉, 당근, 쑥, 죽순, 마늘, 생강과 같은 근채류는식이섬유의 생리활성을 기대해 볼 수 있는 식품으로 오래전부터 우리식단에 많이 이용되고 있다^{13,14)}. 식이섬유는 소장의 소화효소에 의해 분해되지 않고 대장에 도달하여 대장내에 존재하는 유용균인 *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*에 의하여 부분적으로 이용되어 그 결과 장내 pH를 저하시키고 장내유해효소를 억제 할 수 있다^{1,10)}. 이러한 식이섬유를 함유한 채소류의 유산균 증식효과에 관한 연구는 배¹⁵⁾의 한방약물소재에 관한 연구를 제외하고는 근채류에 대한 연구는 거의 없다. 본 연구에서는 근채류의 기호도를 조사하고 장내유산균 증식효과와 장내유해균이 생산하는 β -glucuronidase와 tryptophanase 저해효과를 측정하여 근채류의 장내환경 개선효과를 알아보고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 근채류에 대한 기호도와 인지도조사

1998년 9월 30일부터 10월 30일까지 서울에 거주하는 남녀를 대상으로 총 250부의 설문지를 배부한 후 222부를 회수하여 조사자료로 이용하였다. 설문지는 조사대상자의 일반적 특성, 근채류에 대한 기호도, 인지도로 구성하였다.

2. 실험재료

본 실험에 사용한 근채류인 감자(*Solanum tuberosum*), 고구마(*Ipomoea batatas*), 양파(*Allium cepa*), 마늘(*Allium sativum*), 더덕(*Codonopsis lamceolate*), 마(*Dioscorea japonica*), 토란(*Colocisia antiquorum*), 당근(*Daucus carota*), 죽순(*Phyllostachys resticulata*), 무(*Raparus sativus*), 쑥(*Pueraria thunbergiana*), 연근(*Nelumbo mucifera*), 우엉(*Arctium lappa*), 도라지(*Platycodon grandiflorum*), 생강(*Zingiber officinale*)은 경동시장에서 구입하여 사용하였다. General anaerobic medium(GAM), Glucose blood liver agar(BL)은 Nissui 제약회사(일본)에서 구입하였고, p-nitrophenyl β -D-glucopyranoside, p-nitrophenyl β -D-glucuronide, tryptophan, bovine serum albumin 등은 Sigma사(미국)에서 구입하였다. p,p-diaminobenzaldehyde는 Lancaster(영국)에서, Sephadex G-100은 Pharmacia사(미국)에서 각각 구입하였으며 기타시약은 특급시약을 사용하였다.

사람의 장내세균총에서 분리한 유익균주인 *Bifidobacterium* K-110, 유해균주인 *E. coli* HGU-3, *Bacteriodes*

JY-6를 장내유해효소 활성억제실험이 사용하였다.

3. 근채류의 물추출물

재료 50 g에 증류수 250 ml를 가하여 4시간 동안 환류 냉각법으로 추출한 뒤 여과하여 물추출물을 얻고 잔사에 증류수 125 ml를 가하여 4시간 추출한 후 여과하여 앞에서 얻은 물추출물을 합하여 실험시료로 사용하였다.

감자, 더덕, 마, 토란으로부터 고분자를 분리하기 위해 먼저 감자, 더덕, 마, 토란의 물추출물을 각각 감압농축기를 이용하여 농축하고 Sephadex G-100 column chromatography(2×70 cm)를 이용하여 고분자분획(Fr. Nos. 11-20, Fr. Nos. 21-30)와 저분자 분획(Fr. Nos. 31-40, Fr. Nos. 41-50)으로 분리하였다. Sephadex G-100 column chromatography의 각분획은 4 ml씩 받았으며, 각 분획은 TLC(전개용매, BuOH : pyridine : H₂O = 85: 10:10)를 이용하여 고분자와 저분자를 확인하였다.

4. 근채류 추출물이 사람의 장내 세균에 미치는 효과 측정

GAM배지에 근채류 추출물 0.25, 0.5%를 가하여 멸균한 후 장내유익균(*B. breve* K-110) 또는 장내유익균(*B. Breve* K-110)과 유해균(*E. coli* HGU-3, *Bacteriodes* JY-6)을 이식하여 37°C에서 20시간 동안 배양한 후 pH, 유산균 증식효과, β -glucuronidase와 tryptophanase의 활성을 측정하였다.

유산균 증식효과 측정: 각 균주를 배양한 배지를 잘 현탁한 후 생리식염수로 10배 희석한 후 600 nm에서 탁도를 측정하였다.

효소 활성의 측정: 균주를 배양한 배지를 3000 rpm에서 10분간 원심분리하여 집균한 균체를 25 mM 인산완충액에 현탁한 것을 효소액으로 사용하였다. β -Glucuronidase 효소활성의 측정은 10 mM p-nitrophenyl β -D-glucuronide 0.02 ml, 0.1 M sodium phosphate buffer 0.38 ml을 넣은 반응액에 효소액 0.1 ml에 가하여 37°C에서 1시간 반응시킨 후 0.5 N NaOH 0.5 ml을 가하여 반응을 종류시키고 3000 rpm에서 10분간 원심분리하여 405 nm에서 흡광도를 측정하였다. Tryptophanase 활성 측정은 효소액 0.1 ml에 complete reaction mixture (2.75 mg pyrophosphate, 19.6 mg disodium EDTA dihydrate, 10 mg bovine serum albumin/100 ml 0.05M potassium phosphate, pH7.5) 2 ml, 0.04 M tryptophan 0.1 ml, 증류수 0.1 ml을 넣어 37°C에서 30분간 반응시킨 후 color reagent(14.7 g p-dimethylaminobenzaldehyde, 52 ml H₂SO₄) 2 ml을 넣어 반응을 종류시키고 원심분리하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였다.

5. 감자, 더덕, 마, 토란의 장내세균총 유해효소 억제효과 측정

GAM 배지 5 ml에 각 시료의 물추출물 0.25%, 0.5%를 가하여 배지의 pH를 7.2로 맞추어 후 멸균하고 사람(20대 건강한 성인남자)의 장내세균총으로 신선한 분변을 혐기성 배지로 10배 희석한 액을 5 µl 이식하여 37°C에서 혐기적 배양기(Coy Laboratory products Inc.)에서 20시간 배양한 후 pH 및 β-glucuronidase와 tryptophanase의 활성을 측정하였다.

6. 감자, 더덕, 마, 토란으로부터 분리한 고분자화합물의 특성조사

감자, 더덕, 마, 토란으로부터 분리한 고분자의 수산기와 프로톤의 특성 측정은 NMR(200 MHz, Varian Co., U.S.A.)과 IR spectrometer(Jasco Co., Japan)를 사용하였으며 선광도를 측정하기 위해 polarimeter(Jasco Co., Japan)를 사용하였다. 이 고분자의 구성당의 분석은 먼저 고분자를 6N-HCl로 감압하에서 110°C에서 2시간동안 분해시킨 후 중화시켜 TLC(전개용매, isopropanol: water = 4:1; 발색제, 황산시약)를 이용하여 구성당의 조성을 조사하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 근채류에 대한 기호도와 인지도조사

(1) 조사대상자의 일반사항

조사대상자는 남자 95명, 여자 127명으로 구성되었고 핵가족이 차지하는 비율은 82.9%로 대가족 17.1%보다 높게 나타났으며 최종학력은 대학교 32.0%, 고등학교 27.0%, 대학원 22.5%순으로 나타났다. 조사대상자의 한달 평균수입은 '150-200만원 미만'이 26.1%로 가장 많았고 '200-250만원 미만'이 22.5%, '300만원 이상'이 17.1%순으로 나타났고 직업은 학생 26.1%, 전문직 19.8%, 주부 18.5%의 순으로 나타났다. 조사대상자의 연령분포는 '30-39세' 32.9%, '20-29세' 22.1%, '60-69세' 13.5%, '10-19세' 13.1%이었다(Table 1).

(2) 조사대상자의 성별, 연령에 따른 근채류의 기호도

성별에 따른 근채류의 기호도는 Table 2에서 보는 바와 같이 남자가 선호하는 근채류는 감자, 고구마, 더덕, 마늘, 무, 양파의 순으로 나타났으며 여자는 고구마, 감자, 양파, 무, 더덕, 마늘의 순으로 선호하는 것으로 나타났다. 고구마, 마, 토란, 쑥의 기호도는 남녀간에 차이를 보였는데 고구마는 여자(4.17)가 남자(3.88)보다 선호하였으나 마, 토란, 쑥은 남자가 여자보다 선호하였다. 그러나 마, 토란, 쑥의 전반적인 기호도는 2.32-2.87로

Table 1. General characteristics of survey respondents

Characteristics	Male	Female	Total
N(%)			
Family			
mono family	83(87.4)	101(79.5)	184(82.9)
multi family	12(12.6)	26(20.5)	38(17.1)
	95(100)	127(100)	222(100)
Formal education			
Elementary	0(0)	7(5.5)	7(3.2)
Middle school	10(10.5)	8(6.3)	18(8.1)
High school	25(26.3)	36(28.4)	61(27.5)
Junior college	7(7.4)	8(6.3)	15(6.8)
College	31(32.6)	40(31.5)	71(32.0)
Advanced degree	22(23.2)	28(22.1)	58(22.5)
	95(100)	127(100)	222(100)
Monthly income (10,000won)			
Less than 100	8(8.4)	5(3.9)	13(5.9)
100-150	8(8.4)	21(16.5)	29(13.1)
150-200	26(27.4)	32(25.2)	58(26.1)
200-250	24(25.3)	26(20.5)	50(22.5)
250-300	14(14.7)	20(15.8)	34(15.3)
300 or more	15(15.8)	23(18.1)	38(17.1)
	95(100)	127(100)	222(100)
Occupation			
Student	24(25.3)	34(26.8)	58(26.1)
Salary man	15(15.8)	8(6.3)	23(10.4)
Public service	8(8.4)	8(6.3)	16(7.2)
Liberal	16(16.8)	4(3.2)	20(9.0)
Professional	18(19.0)	26(20.5)	44(19.8)
Housewife	3(3.2)	38(39.0)	41(18.5)
Others	11(11.6)	9(7.1)	20(9.0)
	95(100)	127(100)	222(100)
Age			
10-19	15(15.8)	14(11.0)	29(13.1)
20-29	13(13.7)	36(28.4)	49(22.1)
30-39	38(40.0)	35(27.6)	73(32.9)
40-49	7(7.4)	18(14.2)	25(11.4)
50-59	8(8.4)	8(6.3)	16(7.2)
60-69	14(14.7)	16(12.6)	30(13.5)
	95(100)	127(100)	222(100)

낮게 나타났다(Table 2).

연령에 따른 근채류의 기호도는 '10-19세'에서는 고구마(4.31), 감자(4.14)의 선호도가 높았고 '20-29세'에서는 감자(4.49), 고구마(4.47), '30-39세'에서는 고구마(4.20), 감자(4.10), '40-49세'에서는 양파(4.04), 마늘(4.00), 더덕(4.00), 50-59세는 고구마(3.86), 감자(3.63), '60-69세'는 무(3.90), 마늘(3.87), 더덕(3.73)을 선호하는 것으로 나타났다(Table 3). 감자와 고구마의 선호도는 10대와 20대에서는 높았으나 60대에서는 감자(2.97)와 고구마(3.00)의 선호도가 낮아지고 무(3.90), 마늘(3.87)의 선호

Table 2. Preference¹⁾ of root vegetables by gender

Root vegetable	Male(N=95)	Female(N=127)	Total(N=222)	T-value
<i>Solanum tuberosum</i> (감자)	3.88±1.00	4.03±1.00	3.97±1.00	-1.1471(P=0.2527)
<i>Ipomoea batatas</i> (고구마)	3.88±1.06	4.17±0.92	4.05±0.99	-2.0707(P=0.0398)*
<i>Allium cepa</i> (양파)	3.56±0.96	3.76±1.10	3.68±1.05	-1.4050(P=0.1615)
<i>Allium sativum</i> (마늘)	3.69±1.07	3.46±1.11	3.55±1.10	1.6112(P=0.1087)
<i>Codonopsis lanceolata</i> (더덕)	3.77±1.08	3.55±1.17	3.64±1.13	1.4353(P=0.1527)
<i>Dioscorea japonica</i> (마)	2.83±0.94	2.32±1.01	2.54±1.01	3.8526(P=0.0002)*
<i>Colocasia antiquorum</i> (토란)	2.82±0.98	2.46±1.17	2.62±1.11	2.4646(P=0.0145)*
<i>Daucus carota</i> (당근)	3.34±0.99	3.36±1.04	3.35±1.02	-0.1850(P=0.8534)
<i>Phyllostachys resticulata</i> (죽순)	2.97±0.94	2.79±1.10	2.86±1.04	1.3181(P=0.1889)
<i>Raparus sativus</i> (무)	3.59±0.81	3.61±0.98	3.60±0.91	-0.1405(P=0.8884)
<i>Pueraria thunbergiana</i> (췌)	2.87±1.07	2.50±1.21	2.66±1.17	2.3989(P=0.0173)*
<i>Nelumbo mucifera</i> (연근)	2.89±0.94	3.09±1.31	3.01±1.06	-1.4363(P=0.1524)
<i>Arctium lappa</i> (우엉)	3.03±0.97	3.19±1.15	3.12±1.08	-1.1048(P=0.2705)
<i>Platycodon grandiflorum</i> (도라지)	3.48±1.08	3.60±1.07	3.55±1.07	-0.7822(P=0.4350)
<i>Zingiber officinale</i> (생강)	2.76±1.02	2.69±1.16	2.72±1.10	0.4969(P=0.6198)

¹⁾1=dislike very much 2=dislike moderately 3=moderate 4=like moderately 5=like very much * p<0.05.

Table 3. Preference of root vegetables by age

Root vegetable	11-19세 (N=29)	20-29세 (N=49)	30-39세 (N=73)bc	40-49세 (N=25)	50-59세 (N=16)	60-69세 (N=30)	F-Value
<i>Solanum tuberosum</i> (감자)	4.14±0.88 ^{ab}	4.49±0.77 ^a	4.10±0.85 ^{abc}	3.84±1.14 ^{cd}	3.63±0.96 ^c	2.97±0.93 ^d	11.98(P=0.0001)*
<i>Ipomoea batatas</i> (고구마)	4.31±0.76 ^{ab}	4.47±0.71 ^a	4.20±0.91 ^{ab}	3.84±1.18 ^b	3.86±0.96 ^b	3.00±0.87 ^c	11.95(P=0.0001)*
<i>Allium cepa</i> (양파)	3.17±1.26 ^c	3.84±1.12 ^{ab}	3.78±0.90 ^{ab}	4.04±1.14 ^a	3.44±0.89 ^{bc}	3.50±0.86 ^{abc}	2.76(P=0.0192)*
<i>Allium sativum</i> (마늘)	2.72±1.19 ^b	3.47±1.20 ^{ab}	3.67±1.00 ^a	4.00±1.15 ^a	3.56±0.89 ^b	3.87±0.68 ^a	5.32(P=0.0001)*
<i>Codonopsis lanceolata</i> (더덕)	3.14±1.36 ^b	3.47±1.06 ^{ab}	3.84±1.12 ^a	4.00±1.26 ^a	3.50±1.03 ^{ab}	3.73±0.78 ^{ab}	2.48(P=0.0331)*
<i>Dioscorea japonica</i> (마)	2.17±0.76 ^c	2.18±1.07 ^c	2.55±0.97 ^{bc}	3.20±1.04 ^a	2.88±1.15 ^{ab}	2.73±0.78 ^{ab}	5.09(P=0.0002)*
<i>Colocasia antiquorum</i> (토란)	2.31±0.89 ^{ab}	2.24±1.15 ^b	2.75±1.06 ^{ab}	2.92±1.35 ^a	2.75±1.24 ^{ab}	2.87±0.86 ^{ab}	2.59(P=0.0266)*
<i>Daucus carota</i> (당근)	3.17±1.14	3.47±1.10	3.38±0.98	3.60±1.19	3.00±0.97	3.22±0.63	1.09(P=0.3669)
<i>Phyllostachys resticulata</i> (죽순)	2.44±0.99 ^c	2.78±0.96 ^{bc}	2.93±1.00 ^{abc}	3.44±1.29 ^a	3.06±1.12 ^{ab}	2.67±0.80 ^{bc}	3.08(P=0.0105)*
<i>Raparus sativus</i> (무)	3.45±0.91	3.53±0.87	3.53±0.94	3.64±1.11 ^a	3.75±0.93	3.90±0.61	1.05(P=0.3869)
<i>Pueraria thunbergiana</i> (췌)	1.97±0.91 ^d	2.27±1.06 ^{cd}	2.79±1.11 ^{bc}	3.68±1.18 ^a	3.06±1.34 ^a	2.60±0.93 ^{bc}	8.92(P=0.0001)*
<i>Nelumbo mucifera</i> (연근)	2.66±1.37 ^b	3.12±1.13 ^{ab}	3.11±0.99 ^{ab}	3.60±0.76 ^a	2.63±1.09 ^b	2.63±0.56 ^b	3.89(P=0.0021)*
<i>Arctium lappa</i> (우엉)	3.14±1.27	3.06±1.11	3.15±1.05	3.64±1.11	2.86±1.15	2.83±0.65	1.84(P=0.1067)
<i>Platycodon grandiflorum</i> (도라지)	3.24±1.27	3.80±0.10	3.58±1.04	3.76±1.39	3.25±0.93	3.37±0.72	1.64(P=0.1507)
<i>Zingiber officinale</i> (생강)	2.17±1.03 ^c	2.43±1.06 ^c	2.68±1.15	3.32±1.22 ^a	3.13±0.62 ^{ab}	3.07±0.78 ^{ab}	5.09(P=0.0002)*

¹⁾1=dislike very much 2=dislike moderately 3=moderate 4=like moderately 5=like very much

^{a,b,c,d}Means in a row followed by different superscripts are significantly different at p<0.05.

도가 높아지는 것을 볼 수 있다. 마늘의 선호도는 10대는 2.72로 20대 이상 연령의 선호도(3.44-4.04)와 유의성을 보여주고 있다. 이는 서구문화가 발달하면서 청소년들이 햄버거, 피자과 같은 Fast food을 선호하고 우리나라 전통음식의 주요 양념으로 사용되고 있는 마늘은 그 독특한 냄새 때문에 다른 연령층에 비해 선호도가 낮은 것으로 사료된다. 췌은 40대(3.68)가 가장 선호하고 10대(1.97)의 선호도가 낮게 나타났다. 췌은 감기, 해열, 설사에 이용되었으며 일상생활에서 췌차, 췌즙의 형태로 먹고 있다¹³⁾. 생강도 40대 이상의 연령층에서 선호도가 높게 나타났다.

(3) 조사대상자의 성별, 연령에 따른 근채류의 인지도

Table 4에서 보는 바와 같이 근채류가 건강에 좋은가에 대한 질문에 남자는 '예'가 75.8%, '모르겠다'

Table 4. The awareness on health promoting effect of root vegetables by gender

	Male	Female	Total
Yes	72(32.7)	101(45.9)	173(78.6)
No	4(1.8)	4(1.8)	8(3.6)
Unknown	19(8.6)	20(9.1)	39(17.7)
	95(100)	125(100)	220(100)

20.0%, '아니오' 1.8%, 여자는 '예'가 80.8%, '모르겠다' 16.0%, '아니오' 3.2%의 순으로 여자가 남자 보다 근채류가 '건강에 좋다'고 생각했다. Table 4에서 '예'라고 응답한 조사대상자(173명)가 건강에 좋다고 생각하는 근채류는 남자의 경우 마늘 26.4%, 당근 16.7%, 감자 15.3%, 더덕 12.5%의 순으로 나타났고 여자의 경우 마

늘 26.7%, 더덕 17.3%, 감자 13.9%, 당근 10.4%의 순으로 나타났다(Table 5). 건강에 좋다고 생각하는 근채류는 10-19세에서는 마늘 55.6%, 20-29세는 감자, 마늘이 각각 19.1%, 30-39세는 마늘 25.0%, 당근 15.6%, 40-49세는 감자, 양파가 각각 15.8%, 50-59세는 감자 25.0%, 마늘, 취이 각각 16.7%, 60-69세는 마늘 44.5%로 나타났다(Table 6). Table 3에서 보는 바와 같이 10-19세의 근채류의 기호도는 마늘이 2.72로 낮은 것을 볼 때 이 연령층에서는 건강에 대한 관심이 적은 것으로 사료된다. 마늘은 항암효과가 높은 식품으로 알려져 왔으며 냄새가 강하여 향신료, 양념등으로 널리 사용되고 있다^{13,16}. 감자와 더덕은 마늘 다음으로 건강에 좋다고 생각하는 근채류로 다양한 조리법으로 우리식단에서 많이 이용하고 있다.

Table 5. The root vegetables recognized to have health promoting effect by gender N(%)

Root vegetable	Male	Female	Total
<i>Solanum tuberosum</i> (감자)	11(15.3)	13(12.9)	24(13.9)
<i>Ipomoea batatas</i> (고구마)	0(0)	5(5.0)	5(2.9)
<i>Allium cepa</i> (양파)	7(9.7)	5(5.0)	12(6.9)
<i>Allium sativum</i> (마늘)	19(26.4)	27(26.7)	46(26.6)
<i>Codonopsis lanceolata</i> (더덕)	9(12.5)	14(13.9)	23(17.3)
<i>Dioscorea japonica</i> (마)	2(2.8)	6(5.9)	8(4.6)
<i>Colocasia antiquorum</i> (토란)	0(0)	1(1.0)	1(0.6)
<i>Daucus carota</i> (당근)	12(16.7)	6(5.9)	18(10.4)
<i>Phyllostachys resticulata</i> (죽순)	2(2.8)	2(2.0)	4(2.3)
<i>Raparus sativus</i> (무)	0(0)	0(0)	0(0)
<i>Pueraria thunbergiana</i> (취)	3(4.2)	11(10.9)	14(8.1)
<i>Nelumbo mucifera</i> (연근)	1(1.4)	4(4.0)	5(2.9)
<i>Arctium lappa</i> (우엉)	0(0)	2(2.0)	2(1.2)
<i>Platycodon grandiflorum</i> (도라지)	5(6.9)	3(3.0)	8(4.6)
<i>Zingiber officinale</i> (생강)	1(1.4)	2(2.0)	3(1.7)
	72(100)	101(100)	173(100)

Table 6. The root vegetables recognized to have health promoting effect by age N(%)

Root vegetable	10-19세	20-29세	30-39세	40-49세	50-59세	60-69세	Total
<i>Solanum tuberosum</i> (감자)	1(5.7)	8(19.1)	7(10.9)	3(15.8)	3(25.0)	2(11.1)	24(13.9)
<i>Ipomoea batatas</i> (고구마)	0(0)	2(4.8)	1(1.6)	1(5.3)	1(8.3)	0(0)	5(2.9)
<i>Allium cepa</i> (양파)	0(0)	2(4.8)	6(9.4)	3(15.8)	1(8.3)	0(0)	12(6.9)
<i>Allium sativum</i> (마늘)	10(55.6)	8(19.1)	16(25.0)	2(10.5)	2(16.7)	8(44.4)	46(26.6)
<i>Codonopsis lanceolata</i> (더덕)	5(27.8)	6(14.3)	9(14.1)	1(5.3)	1(8.3)	1(5.6)	23(13.3)
<i>Dioscorea japonica</i> (마)	0(0)	2(4.8)	2(3.1)	0(0)	1(8.3)	3(5.6)	8(4.6)
<i>Colocasia antiquorum</i> (토란)	0(0)	0(0)	0(0)	1(5.3)	0(0)	0(0)	1(0.6)
<i>Daucus carota</i> (당근)	0(0)	5(11.9)	10(15.6)	2(10.5)	1(8.3)	0(0)	18(10.4)
<i>Phyllostachys resticulata</i> (죽순)	0(0)	0(0)	3(4.7)	0(0)	0(0)	3(16.7)	4(2.3)
<i>Raparus sativus</i> (무)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
<i>Pueraria thunbergiana</i> (취)	1(5.6)	5(11.9)	5(7.8)	1(5.3)	2(16.7)	1(5.6)	14(8.1)
<i>Nelumbo mucifera</i> (연근)	0(0)	1(2.4)	1(1.6)	2(10.5)	0(0)	0(0)	5(2.9)
<i>Arctium lappa</i> (우엉)	0(0)	0(0)	1(1.6)	1(5.3)	0(0)	0(0)	2(1.7)
<i>Platycodon grandiflorum</i> (도라지)	0(0)	2(4.8)	3(4.7)	1(5.3)	0(0)	2(4.8)	8(4.6)
<i>Zingiber officinale</i> (생강)	1(5.6)	1(2.4)	0(0)	1(5.3)	0(0)	1(2.4)	3(1.7)
	18(100)	42(100)	64(100)	19(100)	12(100)	18(100)	173(100)

2. 근채류추출물의 장내유익균(*B. breve* K-110)증식과 장내 pH저하효과

근채류 추출물 0.5%를 첨가한 배지에서 장내유익균인 *B. breve* K-110의 증식효과는 감자(139%), 더덕(145%), 마(164%), 토란(144%), 연근(147%)에서 높게 나타났다(Table 7). GAM배지에 근채류의 물추출물을 0.25, 0.5% 첨가하여 *B. breve* K-110, *E. coil* HGU-3, *Bacteriodes* JY-6, *B. breve* K-110와 *E. coli* HGU-3, *B. breve* K-110와 *Bacteriodes* JY-6를 배양한 후 배지의 pH를 측

Table 7. The effect of root vegetable extracts on growth of beneficial bacteria¹⁾

Root vegetable	Growth (%)	
	0.25% ²⁾	0.5%
Control	100	100
<i>Solanum tuberosum</i> (감자)	119	139
<i>Ipomoea batatas</i> (고구마)	99	122
<i>Allium cepa</i> (양파)	56	71
<i>Allium sativum</i> (마늘)	71	82
<i>Codonopsis lanceolata</i> (더덕)	141	145
<i>Dioscorea japonica</i> (마)	122	164
<i>Colocasia antiquorum</i> (토란)	134	144
<i>Daucus carota</i> (당근)	113	115
<i>Phyllostachys resticulata</i> (죽순)	76	81
<i>Raparus sativus</i> (무)	62	73
<i>Pueraria thunbergiana</i> (취)	113	124
<i>Nelumbomucifera</i> (연근)	131	147
<i>Arctium lappa</i> (우엉)	82	81
<i>Platycodon grandiflorum</i> (도라지)	82	81
<i>Zingiber officinale</i> (생강)	122	135

¹⁾ *B. breve* K-110.

²⁾ the content of water extract of root vegetable in medium for *B. breve* K-110.

Table 8. The pH lowering effect of root vegetables after co-culturing harmful and beneficial bacteria

Root vegetable	Inhibition(%)									
	0.25% ¹⁾					0.5%				
	<i>B. breve</i> K-110	<i>E.coli</i> HGU-3	<i>Bacteroides</i> JY-6	B+E ²⁾	B+J ³⁾	<i>B. breve</i> K-110	<i>E.coli</i> HGU-3	<i>Bacteroides</i> JY-6	B+E ²⁾	B+J ³⁾
Control	5.2	6.8	5.8	5.5	5.3	5.0	6.5	5.6	5.4	5.2
<i>Solanum tuberosum</i> (감자)	4.3	5.5	5.1	4.7	4.8	4.3	5.4	5.1	4.6	4.5
<i>Ipomoea batatas</i> (고구마)	4.9	6.1	5.1	5.1	5.0	4.7	5.8	5.1	4.8	4.8
<i>Allium cepa</i> (양파)	4.8	6.2	5.3	5.2	5.0	4.7	6.0	5.7	5.4	5.2
<i>Allium sativum</i> (마늘)	4.6	5.9	5.2	5.0	4.9	4.5	5.8	5.1	4.9	4.8
<i>Codonopsis lanceolata</i> (더덕)	4.3	5.6	5.0	4.9	4.7	4.2	5.4	5.1	4.8	4.6
<i>Dioscorea japonica</i> (마)	4.5	5.5	5.0	4.9	4.9	4.4	5.3	5.0	4.9	4.7
<i>Colocasia antiquorum</i> (토란)	4.5	5.8	5.2	4.9	4.9	4.4	5.6	5.1	4.8	4.7
<i>Daucus carota</i> (당근)	4.7	6.1	5.4	5.1	5.0	4.6	5.8	5.3	5.0	4.9
<i>Phyllostachys resticulata</i> (죽순)	4.8	6.1	5.3	5.2	5.0	4.8	5.8	5.2	5.2	4.9
<i>Raparus sativus</i> (무)	4.8	6.0	5.7	5.4	5.0	4.7	6.0	5.6	5.2	5.0
<i>Pueraria thunbergiana</i> (쑥)	4.9	5.3	5.2	5.1	5.0	4.9	6.1	5.0	5.0	4.9
<i>Nelumbomucifera</i> (연근)	4.6	5.6	5.1	5.1	5.0	4.5	5.5	5.1	5.0	4.7
<i>Arctium lappa</i> (우엉)	4.7	6.1	5.2	4.8	5.1	4.6	5.9	5.0	4.8	4.8
<i>Platycodon grandiflorum</i> (도라지)	4.5	5.8	5.2	4.9	4.9	4.4	5.6	5.1	4.8	4.7
<i>Zingiber officinale</i> (생강)	4.8	5.8	5.3	5.2	4.9	4.6	5.6	5.3	5.1	4.8

¹⁾the content of water extract of root vegetable in medium for *B. breve* K-110.²⁾*B. breve* K-110 + *E. coli* HGU-3.³⁾*B. breve* K-110 + *Bacteroides* JY-6.**Table 9. The inhibitory effect of root vegetables after co-culturing harmful and beneficial bacteria on β -glucuronidase activity**

Root vegetable	Inhibition(%)							
	0.25% ¹⁾				0.5%			
	<i>E.coli</i> HGU-3	<i>Bacteroides</i> JY-6	B+E ²⁾	B+J ³⁾	<i>E.coli</i> HGU-3	<i>Bacteroides</i> JY-6	B+E ²⁾	B+J ³⁾
<i>Solanum tuberosum</i> (감자)	8	20	41	47	16	42	61	60
<i>Ipomoea batatas</i> (고구마)	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Allium cepa</i> (양파)	0	0	0	0	0	0	16	27
<i>Allium sativum</i> (마늘)	0	0	27	38	2	2	32	40
<i>Codonopsis lanceolata</i> (더덕)	35	30	53	45	42	54	61	60
<i>Dioscorea japonica</i> (마)	27	38	43	46	47	50	61	58
<i>Colocasia antiquorum</i> (토란)	32	42	56	57	37	58	74	74
<i>Daucus carota</i> (당근)	0	0	11	4	0	0	22	25
<i>Phyllostachys resticulata</i> (죽순)	0	0	6	2	0	2	20	10
<i>Raparus sativus</i> (무)	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pueraria thunbergiana</i> (쑥)	0	0	18	3	0	0	21	15
<i>Nelumbomucifera</i> (연근)	2	14	28	27	5	25	47	54
<i>Arctium lappa</i> (우엉)	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Platycodon grandiflorum</i> (도라지)	0	11	20	28	0	25	30	34
<i>Zingiber officinale</i> (생강)	8	16	20	22	11	25	31	32

¹⁾the content of water extract of root vegetable in medium for *B. breve* K-110.²⁾*B. breve* K-110 + *E. coli* HGU-3.³⁾*B. breve* K-110 + *Bacteroides* JY-6.

정한 결과 근채류 추출물을 첨가하였을 감자, 더덕, 마, 토란, 도라지 추출물의 pH저하효과가 높게 나타났다

(Table 8). 이러한 pH 저하효과는 근채류 추출물이 유산균의 증식을 선택적으로 촉진시키므로 유기산의 생성이

증가된 결과로 생각되어진다.

3. 장내유익균(*B. breve* K-110)과 유해균(*E. coli* HGU-3, *Bacteroides* JY-6)혼합배양시 근채류 추출물의 장내유해효소 억제효과

근채류 추출물의 장내유해효소인 β -glucuronidase 활성 저해효과는 Table 9에 나타나는 바와 같이 근채류 추출물 0.5%를 첨가하여 *B. breve* K-110과 *E. coli* HGU-3를 혼합배양하였을 때 β -glucuronidase 활성저해효과는 감자 60%, 더덕 61%, 마 61%, 토란 74%로 높게 나타났다. *B. breve* K-110과 *Bacteroides* JY-6를 혼합배

양하였을 때 근채류 추출물 0.5%첨가한 배지의 β -glucuronidase 활성저해효과는 감자 60%, 더덕 60%, 마 58%, 토란 74%, 연근 54%로 나타났다. Table 10은 근채류 추출물의 장내유해효소인 tryptophanase 활성저해효과를 나타내고 있는데 근채류 추출물 0.5%를 첨가하여 *B. breve* K-110과 *E. coli* HGU-3를 혼합배양하였을 때 tryptophanase 활성저해효과는 감자 52%, 더덕 57%, 마 64%, 토란 76%로 높았다. *B. breve* K-110과 *Bacteroides* JY-6를 혼합배양하였을 때 근채류 추출물 0.5%첨가한 배지의 tryptophanase 활성저해효과는 감자 51%, 더덕 88%, 마 73%, 토란 79%로 높게 나타났다.

Table 10. The inhibitory effect of root vegetables after co-culturing harmful and beneficial bacteria on tryptophanase activity

Root vegetable	Inhibition(%)							
	0.25%				0.5%			
	<i>E.coli</i> HGU-3	<i>Bacteroides</i> JY-6	B+E ¹⁾	B+J ²⁾	<i>E.coli</i> HGU-3	<i>Bacteroides</i> JY-6	B+E ¹⁾	B+J ²⁾
<i>Solanum tuberosum</i> (감자)	9	9	29	36	37	29	52	51
<i>Ipomoea batatas</i> (고구마)	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Allium cepa</i> (양파)	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Allium sativum</i> (마늘)	0	0	27	39	2	2	32	45
<i>Codonopsis lanceolata</i> (더덕)	10	22	37	41	12	44	57	88
<i>Dioscorea japonica</i> (마)	20	26	54	44	38	39	64	73
<i>Colocasia antiquorum</i> (토란)	32	42	56	58	37	57	76	79
<i>Daucus carota</i> (당근)	0	0	8	4	0	2	11	17
<i>Phyllostachys resticulata</i> (죽순)	0	1	5	10	0	10	16	18
<i>Raparus sativus</i> (무)	0	0	0	0	0	0	21	0
<i>Pueraria thunbergiana</i> (황기)	0	0	18	3	0	0	21	15
<i>Nelumbomucifera</i> (연근)	0	0	22	17	0	12	36	41
<i>Arctium lappa</i> (우엉)	0	0	15	0	0	0	27	0
<i>Platycodon grandiflorum</i> (도라지)	0	11	20	14	0	25	30	24
<i>Zingiber officinale</i> (생강)	0	0	0	2	3	28	29	43

¹⁾ *B. breve* K-110 + *E. coli* HGU-3.

²⁾ *B. breve* K-110 + *Bacteroides* JY-6.

Table 11. The inhibitory effect of some root vegetables on harmful enzyme activities of human intestinal bacteria

Root vegetable	% ¹⁾	pH	Inhibition(%)	
			β -Glucuronidase	Tryptophanase
Control		6.0	0	0
<i>Solanum tuberosum</i> (감자)	0.25	5.0	37	35
	0.5	4.6	53	50
<i>Codonopsis lanceolata</i> (더덕)	0.25	4.9	55	38
	0.5	4.7	59	53
<i>Dioscorea antiqorum</i> (마)	0.25	5.1	47	52
	0.5	4.9	59	55
<i>Colocasia antiqorum</i> (토란)	0.25	5.1	35	38
	0.5	4.9	55	54

¹⁾ the content of water extract of root vegetable in medium for *B. breve* K-110.

4. 감자, 더덕, 마 토란추출물의 장내세균총의 유해효소 억제효과

장내유익균과 유해균을 혼배배양하였을 때 장내유해효소의 억제효과가 나타난 감자, 더덕, 마, 토란추출물을 첨가한 배지에 사람의 장내세균총을 배양하면서 pH 저하효과 및 장내유해효소 억제효과를 측정하였다(Table 11). 그 결과 근채류의 물추출물을 0.5% 가하였을 때 β -glucuronidase와 tryptophanase의 효소활성은 50% 이상의 억제효과가 나타났다. 이러한 효소활성 억제효과는 근채류 추출물이 유산균의 성장을 촉진시키고 이 유산균들이 유기산의 생산을 증가시킨 결과 배지의 pH를 저하시켰다고 생각되며 아울러 증가된 유산균들에 의해 유해균주의 증식이 억제될 뿐 아니라 유해균주가 생산하는 유해효소의 생산을 억제했기 때문으로 생각되어진다. 장내세균이 생산하는 β -glucuronidase는 간에서 benzo(a)pyrene등과 같은 유독성 물질이 glucuronic acid conjugate로 무독화되어 담관을 통해 장관내로 보내졌을 때 이 결합을 가수분해시켜 발암원을 제공하며⁵⁾ tryptophanase는 육류등을 통해서 섭취되는 tryptophan을 분해하여 indole 등의 방광암, 대장암유발물질을 생성한다⁹⁾. 이러한 효소활

Table 12. The effect of each fraction of some root vegetables fractionized by Sephadex G-100 column chromatography on growth of *B. breve* K-110

Root vegetable	Fraction No	Rf value	Growth(%)	
			<i>B. breve</i> K-110	
Control				100
<i>Solanum tuberosum</i> (감자)	Fraction I	11 - 20	0	112
		21 - 30	0	106
		31 - 40	0	101
			0.27	
		41 - 50	0	99
			0.23	
<i>Codonopsis lanceolata</i> (더덕)	Fraction I	11 - 20	0	129
		21 - 30	0	115
		31 - 40	0	108
		41 - 50	0	100
			0	100
			0.18	
<i>Dioscorea japonica</i> (마)	Fraction I	11 - 20	0	118
		21 - 30	0	104
		31 - 40	0	100
		41 - 50	0	89
			0	89
			0.29	
<i>Colocasia antiquorum</i> (토란)	Fraction I	11 - 20	0	108
		21 - 30	0	108
		31 - 40	0	107
			0.18	
		41 - 50	0	0.96
			0.18	

성은 장내에서 유기산을 생성하는 것으로 알려진 *Bifidobacterium*과 같은 유익균을 이용하여 장관내의 pH를 낮추는 것으로 조절되어지고 있다¹⁰⁾. 장내세균 유해효소의 작용을 억제하기 위하여 유산균의 성장을 증가시키는 것은 장내환경 개선의 좋은 방법이라고 생각된다. 여기에서 이와 같은 활성이 기대되는 식품소재는 감자, 더덕, 마, 토란등으로 생각되며 이러한 근채류는 유산균을 효과적으로 증식시켜 pH를 저하시킴과 동시에 β -glucuronidase, tryptophanase등의 유해효소등을 억제하고 나아가 대장암을 예방할 것으로 기대되어진다.

5. 감자, 더덕, 마, 토란추출물의 유해효소 억제성분의 분리

유산균증식효과 및 장내유해효소 억제효과가 우수하게 나타난 감자, 더덕, 마, 토란의 물추출물을 Sephadex G-100 column chromatography를 이용하여 고분자분획과 저분자분획으로 분리하였다. 감자, 더덕, 마, 토란추출물에서 분리한 분획을 GAM배지에 0.25% 가하여 장내유익

Table 13. The pH lowering effect of each fraction of some root vegetables fractionized by Sephadex G-100 column chromatography after co-culturing harmful and beneficial bacteria

Root vegetable	Fraction No	Rf value	pH			
			<i>B. breve</i> K-110	<i>E. coli</i> HGU-3	B+E ¹⁾	
Control			5.0	6.7	5.8	
<i>Solanum tuberosum</i> (감자)	Fraction I	11 - 20	0	4.5	5.9	5.0
		21 - 30	0	4.0	5.9	5.0
		31 - 40	0	4.7	6.0	5.2
			0.27			
		41 - 50	0	4.7	6.0	5.2
			0.23			
<i>Codonopsis lanceolata</i> (더덕)	Fraction I	11 - 20	0	4.5	5.5	4.9
		21 - 30	0	4.5	5.6	5.0
		31 - 40	0	4.6	5.7	5.2
		41 - 50	0	4.7	5.8	5.4
			0	4.7	5.8	5.4
			0.18			
<i>Dioscorea japonica</i> (마)	Fraction I	11 - 20	0	4.6	5.8	5.2
		21 - 30	0	4.7	5.8	5.2
		31 - 40	0	4.8	6.0	5.3
		41 - 50	0	4.8	6.1	5.4
			0	4.8	6.1	5.4
			0.29			
<i>Colocasia antiquorum</i> (토란)	Fraction I	11 - 20	0	4.5	5.8	5.0
		21 - 30	0	4.6	5.9	5.0
		31 - 40	0	4.7	6.0	5.4
			0.18			
		41 - 50	0	4.7	6.0	5.5
			0.18			

¹⁾ *B. breve* K-110 + *E. coli* HGU-3.

균(*B. breve* K-110) 증식효과를 측정하였다(Table 12). 유산균증식효과는 감자, 더덕, 마, 토란의 저분자분획 보다 고분자분획에서 크게 나타났다. 그리고 각각의 분획을 GAM배지에 0.25% 가하여 *B. breve* K-110, *E. coli* HGU-3 또는 *B. breve* K-110과 *E. coli* HGU-3를 이식하고 배양한 후 pH 저하효과 및 장내유해효소 억제효과를 측정하였다(Table 13-15). pH 저하효과도 유산균증식효과와 비슷하게 감자, 더덕, 마, 토란의 고분자 분획에서 크게 나타났다. β -glucuronidase, tryptophanase 효소활성 억제효과는 Rf치가 0인 고분자부분에서 높게 나타났다. *B. breve* K-110과 *E. coli* HGU-3를 혼합배양하였을 때 β -glucuronidase 효소활성은 고분자분획인 Fraction 1에서 감자 46%, 더덕 57%, 마 59%, 토란 60%의 억제효과를 나타냈으며 tryptophanase 효소활성의 경우는 Fraction 1에서 감자 60%, 더덕 61%, 마 64%, 토란 51%로 나타났다.

6. 감자, 더덕, 마, 토란으로부터 분리한 고분자화합물의 특성

감자, 마, 더덕, 토란으로부터 분리한 고분자 화합물의

Table 14. The inhibitory effect of each fraction of some root vegetables fractionized by Sephadex G-100 column chromatography on β -glucuronidase activity

Root vegetable	Fraction No	Rf value	Inhibition(%)	
			<i>E. coli</i> HGU-3	B+E ¹⁾
<i>Solanum tuberosum</i> (감자)	Fraction I 11 - 20	0	39	46
	II 21 - 30	0	36	43
	III 31 - 40	0	32	38
	IV 41 - 50	0	22	31
		0.27		
		0.23		
<i>Codonopsis lanceolata</i> (더덕)	Fraction I 11 - 20	0	41	57
	II 21 - 30	0	35	56
	III 31 - 40	0	25	49
	IV 41 - 50	0	24	34
		0.18		
<i>Dioscorea japonica</i> (마)	Fraction I 11 - 20	0	46	59
	II 21 - 30	0	41	48
	III 31 - 40	0	32	38
	IV 41 - 50	0	29	36
		0.29		
<i>Colocasia antiquorum</i> (토란)	Fraction I 11 - 20	0	45	60
	II 21 - 30	0	40	53
	III 31 - 40	0	42	47
	IV 41 - 50	0	32	37
		0.18		
		0.18		

¹⁾*B. breve* K-110 + *E. coli* HGU-3.

특성을 조사하기 위해 UV spectrophotometer, NMR, ninhydrin 반응, 요오드반응과 선광도를 측정하였다. UV spectrophotometer에서는 260-280 nm에서 흡수극대를 나타내지 않아 핵산이나 방향성을 갖는 화합물은 아닌 것으로 생각된다. 더욱이 ninhydrin 발색에서도 음성을 나타내 합질소화합물도 아닌 것으로 생각되었다. 또한 요오드 반응에서도 감자의 추출물만이 양성을 나타내었고 마, 더덕, 토란의 경우는 전분이 함유되어 있지 않은 것으로 생각되었다. 이들의 고분자 분획물의 조성을 알아보기 위해 산분해를 실시하여 구성당을 TLC, IR, NMR로 분석하였다. 마의 유산균증식분획물은 주로 mannose와 galactose가 1:1.5 비로 구성된 고분자화합물로 선광도가 +22.1이었다. 이 화합물은 ¹H-NMR에서 7.27, 3.65, 1.62 ppm에서 전형적인 당의 구조를 볼 수 있었으며 IR에서는 3000 cm⁻¹부근에서 당의 수산기를 확인할 수 있었다. 더덕의 유산균증식분획물은 주로 glucose와 galactose가 3.3:1 비로 구성된 고분자화합물로 선광도가 +63.6이었다. 이 화합물은 ¹H-NMR에서 7.26, 1.58 ppm에서 전형적인 당의 구조를 볼 수 있었으며 IR에서는 3000 cm⁻¹부

Table 15. The inhibitory effect of each fraction of some root vegetables fractionized by Sephadex G-100 column chromatography on tryptophanase activity

Root vegetable	Fraction No	Rf value	Inhibition(%)	
			<i>E. coli</i> HGU-3	B+E ¹⁾
<i>Solanum tuberosum</i> (감자)	Fraction I 11 - 20	0	48	60
	II 21 - 30	0	35	46
	III 31 - 40	0	0	20
	IV 41 - 50	0	0	10
		0.27		
		0.23		
<i>Codonopsis lanceolata</i> (더덕)	Fraction I 11 - 20	0	49	61
	II 21 - 30	0	29	32
	III 31 - 40	0	11	26
	IV 41 - 50	0	0	3
		0.18		
<i>Dioscorea japonica</i> (마)	Fraction I 11 - 20	0	48	64
	II 21 - 30	0	20	23
	III 31 - 40	0	17	18
	IV 41 - 50	0	0	3
		0.29		
<i>Colocasia antiquorum</i> (토란)	Fraction I 11 - 20	0	16	51
	II 21 - 30	0	0	31
	III 31 - 40	0	0	12
	IV 41 - 50	0	0	12
		0.18		

¹⁾*B. breve* K-110 + *E. coli* HGU-3.

근에서 당의 수산기를 확인할 수 있었다. 토란의 유산균 증식분획물은 주로 glucose와 galactose가 1:1.7 비로 구성된 고분자화합물로 선풍도가 +36.4이었다. 이화합물은 ¹H-NMR에서 7.26, 1.57 ppm에서 전형적인 당의 구조를 볼 수 있었으며 IR에서는 3000 cm⁻¹ 부근에서 당의 수산기를 확인할 수 있었다. 감자의 경우는 전분을 함유하고 있어 더 이상 당의 조성을 조사하지 않았다. 그러나 ¹H-NMR 등의 결과로 볼 때 전분이외의 당을 함유하고 있는 것으로 생각되었다. 이와 같이 근채류에서는 사람의 장내 유산균을 증식하여 장내세균의 유해균의 생산을 억제하는 다양한 고분자 다당체를 함유하고 있는 것으로 생각된다.

요 약

식이섬유를 함유한 근채류의 기호도를 조사하고 장내유산균 증식효과와 장내유해균이 생산하는 β-glucuronidase와 tryptophanase 저해효과를 측정 한 결과는 다음과 같다.

1. 조사대상자가 가장 선호하는 근채류는 고구마(4.05)였으며 남자의 선호도는 감자(3.88), 고구마(3.68), 더덕(3.77), 무(3.59), 양파(3.56)의 순으로 나타났으며 여자는 고구마(4.17), 감자(4.03), 양파(3.76), 무(3.61), 더덕(3.55)의 순으로 나타났다.

2. 여자가 남자보다 '근채류가 건강에 좋다'고 인식하고 있었으며 건강에 좋다고 생각하는 근채류는 남자의 경우 마늘 26.4%, 당근 16.7%, 감자 15.3%, 더덕 12.5%의 순으로 나타났고 여자의 경우 마늘 26.7%, 더덕 17.3%, 감자 13.9%, 당근 10.4%의 순으로 나타났다.

3. 근채류 추출물 0.5%를 첨가한 배지에서 장내유익균인 *B. breve* K-110의 증식효과는 감자(139%), 더덕(145%), 마(164%), 토란(144%), 연근(147%)에서 높았다. 장내유익균(*B. breve* K-110)과 유해균(*E. coli* HGU-3와 *Bacteroides* JY-6)을 혼합배양시 근채류 추출물 0.5% 첨가한 배지에서 장내유해균이 생산하는 유해효소인 β-glucuronidase와 tryptophanase 활성저해 효과는 감자, 더덕, 마, 토란에서 높게 나타났다. 감자, 더덕, 마, 토란 추출물을 0.5% 첨가한 배지에 사람의 장내세균총을 배양하였을 때 이들 유해효소의 활성은 50%이상의 억제효과가 나타났다.

4. Sephadex G-100 column chromatography에 의하여 분리한 감자, 마, 더덕, 토란추출물의 고분자 분획에서 장내유익균인 *B. breve* K-110의 증식효과와 β-glucuronidase와 tryptophanase 활성저해 효과가 높게 나타났다.

5. 분리한 고분자 분획의 ninhydrin 발색반응은 감자, 마, 더덕, 토란에서 음성을 나타내어 아미노산이 아닌 것

을 확인하였고 요오드반응은 마, 더덕, 토란에서 음성을 나타내었고 감자에서는 양성을 나타내었다.

이상과 같은 결과에 의하면 근채류중 감자, 마, 더덕, 토란이 유산균을 효과적으로 증식시켜 장내 pH를 저하시킴에 의해 β-glucuronidase, tryptophanase와 같은 장내의 유해효소를 억제할 것이라고 기대되어진다. 그러므로 이들 근채류는 장내의 유해효소에 의해 발생하는 대장암 등의 질병예방과 장내균총의 불균형에 의해 야기될 수 있는 설사와 변비같은 질병의 예방에도 효과를 나타낼 것으로 생각된다.

참고문헌

1. 박현서, 구성자, 이영순, 한명주, 조여원: 식생활과 건강. 효일문화사 (1995).
2. 신현경: 기능성 식품의 개발현황. 식품기술, 7(3): 3-14(1994).
3. 강국희, 허경택: 비피더스균과 올리고당. 유한문화사 (1994).
4. Hoover, D. G.: Bifidobacteria: Activity and potential benefits. Food Technol., 47: 120-124(1993).
5. Kinoshita, N. and Gelvojn, H. V.: β-glucuronidase catalyzed hydrolysis of benze-α-pyrene-glucuronide and binding to DNA. Science, 199: 307-308(1978).
6. Goldin, B. and Gorbach, L.: Alterations in fecal microflora enzymes related to diet, age, lactobacillus supplements and dimethylhydrides. Food Technol., 48(10): 61(1994).
7. Modler, H. W. Mckella, R. C. and Yaguchi, M.: Bifidobacteria and bifidogenic factors. Can. Inst. Food Sci. Technol. J., 23: 29-41(1990).
8. Tomomatsu, H.: Health effects of oligosaccharides. Food Technol., 48: 61-65(1994).
9. 김동현, 한명주: 성인병과 장내세균. 효일문화사 (1997).
10. Kim, D. H., Kang, H. J., Kim, S.W. and Kobashi, K.: pH-Inducible β-glucuronidase and β-glucuronidase of intestinal bacteria. Biol. Pharm. Bull., 40: 1667-1669 (1992).
11. Hughes, J. S.: Potential contribution of dry bean dietary fiber to health. Food Technol., 45(9): 122(1991).
12. Burkitt, D. P. and Trowell, H. C.: Refined carbohydrate foods and disease: the implications of dietary fiber, London Academic Press(1975).
13. 강인희: 한국인의 보양식. 대한고과서주식회사 (1995).
14. 황혜성: 조선왕조 궁중음식. 궁중음식 연구원 (1993).
15. 배은아: 약선 식품소재의 생리활성에 관한 연구. 경희대학교 박사학위논문(1998).
16. 정동효: 식품의 생리활성. 선진문화사 (1990).

(1999년 8월 27일 접수)