

발간등록번호

11-1541000-001752-01

한국의 발효음식섭취와 골다공증 및 골다공증 대퇴골
골절 관련성 규명

(Association between intake of Korean fermented food
and osteoporosis/osteoporotic femur fracture.)

농림축산식품자료실



0022854

농림수산식품부

제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “한국의 발효음식섭취와 골다공증 및 골다공증 대퇴골 골절 관련성 규명”
에 대한 최종보고서로 제출합니다.

2013 년 2 월 14 일

중앙대학교 산학협력단

연 구 진

연구기관명 : 중앙대학교 의과대학

연구책임자 : 김 정 하

책임연구원 : 김 돈 규

연 구 원 : 권 대 중

연구기관명 : 중앙대학교 의과대학

책임연구원 : 김 기 정

연 구 원 : 비좌라그좌

요 약 문

I. 제 목

한국의 발효음식섭취와 골다공증 및 골다공증 대퇴골 골절 관련성 규명

II. 연구개발의 필요성 및 목적

골다공증과 골다공증성 골절은 노화 관련 대표 질환으로 노인 인구의 증가에 따라 발병률 및 유병률의 증가가 예상되고 있다. 한국인에서는 소구에 비해 낮은 대퇴골 골절 발생률이 보고되는데 전통 식습관, 특히 발효식품과 관련될 가능성이 제기되고 있다. 따라서, 본 연구에서는 한국의 발효음식 섭취 및 장내세균 구성과 골다공증/골다공증 골절의 관련성을 확인하고자 하였다.

III. 연구개발 내용 및 방법

1. 연구개발 내용

24시간 회상법과 발효식품 섭취 빈도조사지를 이용하여 총발효식품 및 발효식품별 섭취 수준을 평가하고, 정상, 골감소증, 골다공증군 간의 발효음식 섭취 수준을 확인하였다. 발효음식 섭취 수준과 신체검사, 임상적 건강지표, 영양섭취 수준의 상관관계를 알아보고, 골밀도 및 골절위험도와 발효식품 섭취의 독립적인 관련성을 평가하였다. 골밀도 및 골절위험도와 발효식품별 섭취 수준과의 상관관계, 그리고 독립적인 관련성을 분석하였다. 그리고, 노인에서 equol 생성률을 알아보고, equol 생성 유무에 따라 신체검사, 임상적 건강지표, 영양섭취 수준의 차이를 평가하였다. 또한, 발효식품 섭취, 골밀도, 텔로미어 길이에 따른 장내 세균총 구성을 확인하였다.

2. 연구개발 방법

본 연구는 단면적 환자-대조군 연구로 일개 상급종합병원 가정의학과 및 내분비내과에 내원하여 연구에 동의한 65세 이상의 남, 녀 노인 110명(정상: 33명, 골감소증: 38명, 골다공증: 39명)과 만18세 이상 만 40세 이하의 건강한 성인 남, 녀 68명을 대상으로 하였다. 연구참여자는 3회의 병원방문(임상검사 및 식이·영양조사, 결과상담, 2차 식이·영양조사를 위해 4-6개월 뒤 방문)을 통하여 시료 및 데이터를 확보하였다.

모든 피험자를 대상으로 식습관 및 영양조사, 골밀도 검사 및 인체계측, 혈액채취 및 24시간 소변 및 분변 채집을 시행하였으며, 근력측정 및 신체기능 검사, 인지기능검사(MMSE-K)는

노인에서 추가로 시행하였다.

연구 시작 전에 중앙대학교병원의학연구심의위원회(IRB)의 승인을 얻었으며, 모든 피험자에게 연구에 대한 설명 후 동의를 자필 서명 받았으며, 유전자 검사 동의서도 획득하였다.

IV. 연구개발결과

65세 이상 노인에서 성인에 비해 발효식품의 섭취가 많았으며, 연령이 증가할수록 발효음식 섭취가 증가하였다. 김치, 간장, 된장, 고추장 순으로 발효식품을 섭취하였으며, 빈도 조사법 이용 시에는 요거트의 섭취가 포함되었다. 발효식품 섭취는 대퇴경부 골밀도와 유의한 양의 상관관계를 나타내었는데 대퇴경부 골밀도 이외에도 노인에서는 골절위험도와 음의 상관관계를, 그리고, 여성에서는 신체기능 평가 지표(SPPB) 점수와 양의 상관관계를 나타내었다. 그리고, 발효음식 섭취가 많을수록 텔로미어 길이가 긴 것으로 나타났다. 또한, 발효음식 섭취와 탄수화물, 단백질, 비타민 K, 엽산, 요오드 섭취는 양의 상관관계를, 지방 섭취는 음의 상관관계를 보였다. 독립적인 관련성을 확인하기 위해 알려진 위험인자와 관련 변수를 포함한 단계적 회귀 분석에서 발효식품 섭취는 노인의 대퇴경부 골밀도와 양의 상관관계를 나타내었다. 발효식품별로 분석 시에 막걸리 섭취가 대퇴경부 골밀도와 독립적으로 유의한 양의 상관관계를 보였다. 또한, 발효식품 섭취 수준에 따라 분변 세균의 조성이 달라 섭취 최하위 사분위와 최상위 및 차상위 사분위 세균 구성에 차이가 있었다. 골밀도와 텔로미어 길이에 따른 분변 세균 조성의 차이는 발견되지 않았다. 노인의 equol 생성률은 약 38%였고, equol 생성자에서 체지방량, 요추 및 대퇴 경부 골밀도, 악력이 증가되었으며, 텔로미어 길이가 길었다. 또한, 발효식품 섭취와 이소플라본 섭취가 equol 생성자에서 높았다. Equol 생성은 요추 골밀도와 독립적으로 유의한 양의 상관관계를 나타내었다.

V. 연구성과 활용 계획

논문과 학술발표를 통해 연구성과를 발표하고, 본 연구를 바탕으로 향후 연구계획을 수립할 수 있으며, 발효식품 세계화를 위한 R&D 방향 결정 및 산업화 정책에 활용할 수 있을 것으로 예상된다. 또한, 연구 결과를 언론과 건강강좌 등을 통해 적극적 홍보할 예정이다.

SUMMARY

(영문요약문)

I. Title: Association between intake of Korean fermented food and osteoporosis or osteoporotic fracture risk

II. Necessity and Purpose of the study

As the number of elderly people increase, prevalence and incidence of osteoporosis or osteoporotic fracture are predicted to rise significantly. However, it has been reported that prevalence of femur neck fracture among Korean is lower than Western societies. It is suggested that Korean traditional dietary habit, such as fermented food intake may be able to contribute to that. Therefore, the purpose of this study was to investigate the relationship among osteoporosis or osteoporotic fracture risk, fermented food intake, and intestinal microbiome using feces in Korean.

III. Contents and Methods of the study

This observational cross-sectional study included 110 elderly aged 65-82 years and 68 adults aged 18-40. All participants visited the primary healthcare clinic of Chung-Ang University Hospital in Seoul between March 2011 and October 2011. They completed a lifestyle questionnaire and medical history. And, dietary assessment, anthropometric evaluation and bone densitometry, blood sampling, and 24-hr urine and feces collection were conducted. Additionally, muscle strength, physical performance, and cognitive function screening test were accomplished among elderly. The Institutional Review Board of Chung-Ang University Hospital approved our study, and all subjects provided written informed consent.

This study was conducted dietary assessment by 24-hour recall method and food frequency questionnaire to examine the fermented food intake. We compared the level of fermented food intake among normal, osteopenia, and osteoporosis groups. Correlation between the level of fermented food intake and anthropometry, clinical and laboratory variables, and nutrition was analyzed. We conducted a stepwise multiple linear regression analysis to identify the independent association between fermented food intake and bone mineral density or osteoporotic fracture risk. And, we also conducted a simple correlation and a stepwise multiple linear regression analysis between the level of individual fermented food intake and bone mineral density or

osteoporotic fracture risk. Equol producer was investigated using fasting serum. We compared the values of anthropometry, clinical and laboratory variables, and nutrition between equol producers and non-producers among elderly. Finally, according to the levels of fermented food intake, bone mineral density, and telomere length, differences of intestinal microbiome were examined.

IV. Results of the study

Intake of fermented food was increased in elderly comparing to adults group. The older subjects get, the more fermented food intakes of them are increased. Intake of fermented foods was positively correlated with femoral neck BMD. It was also positively correlated with physical performance score in female. And, intake of fermented foods was negatively correlated with osteoporotic fracture risks in elderly. Furthermore, telomere length was positively correlated with intake of fermented foods. The independent positive associations between femoral neck BMD and intake of fermented foods were showed. And, there was differences in intestinal microbiome through fecal analysis between the lowest and the highest or the second highest quartile of fermented foods intake.

Among the 110 elderly, equol producers were 42(38.18%). They showed the increased fat-free mass, lumbar and femur neck BMD, hand grip strength and telomere length comparing to non-equol producers. And, intake of fermented foods and isoflavone were also higher in equol producers than in non-equol producers. The independent positive associations between lumbar BMD and equol producing ability.

V. Applicable planning of the study products

We will publish and present the results in the symposium. Based on this study results, further studies or R&D strategies were planned. Also, we will be promoting study results to the people by the media or open health lectures.

CONTENTS

(영 문 목 차)

Chapter 1. Necessity and Purpose of the study

- 1) Necessity of the study
- 2) Purpose and contents of the study

Chapter 2. Methods of the study

- 1) Scheme of the study
- 2) Selection of the study subjects
- 3) Estimation of number of target subjects
- 4) Measured variables and their evaluation method
- 5) Statistical analysis

Chapter 3. Results of the study

- 1) Baseline characteristics of the study subjects
- 2) Status of the fermented food intake
- 3) Comparison of the fermented food intake
among normal, osteopenia, and osteoporosis groups
- 4) Correlation between measured variables and fermented food intake
- 5) Comparison of measured variables by equal producing ability among elderly
- 6) Stepwise multiple linear regression analysis to identify independent
clinical variables associated with bone mineral density among elderly
- 7) Stepwise multiple linear regression analysis to identify
independent clinical variables associated with fracture risk among elderly
- 8) Correlation between fermented food intake and bone mineral density or fracture risk
- 9) Stepwise multiple linear regression analysis to identify independent individual
fermented food associated with bone mineral density of fracture risk among elderly
- 10) Intestinal microbiome analysis using feces

Chapter 4. Applicable planning of the study products

- 1) Publication and research planning
- 2) Application of policy and public relations

제1장 연구의 필요성 및 목적

제1절 연구의 필요성

1. 골다공증 및 골다공증 골절의 보건학적 의의

가. 골다공증의 정의

세계보건기구(WHO)는 “골량의 감소와 미세구조의 이상을 특징으로 하는 전신적인 골격계 질환으로 결과적으로 뼈가 약해져서 부러지기 쉬운 상태가 되는 질환”으로 정의하고 있으며, 미국국립보건원(NIH)에서는 “골강도의 약화로 골절의 위험성이 증가하게 되는 골격계 질환”으로 규정하고 있다. 뼈는 흡수되고 생성되는 재형성 과정을 반복하는데 골다공증은 골흡수 속도가 너무 빨라지거나 생성속도가 느려져 흡수량을 생산량이 따라가지 못하면서 뼈가 점점 엉성해지고 얇아져 약해지고 부러지기 쉬운 상태로, 궁극적으로 골형성과 흡수과정의 균형이 깨져서 생긴다. 나이에 따른 골손실은 매년 전체 골량의 약 1% 정도이지만, 특히 폐경기에는 여성호르몬의 감소로 인해 골흡수가 촉진되어 폐경기 초기에는 3-5%까지 골손실이 일어나는 것으로 보고되며, 일생동안 여성은 최대 골량의 약 1/3, 남성은 약 1/4의 골 손실이 일어나는 것으로 알려져 있다.

골다공증은 WHO 기준에 따라 같은 성의 젊은 성인에 비하여 골밀도가 -2.5 표준편차 미만일 때 진단하며 골절의 가장 주요한 위험인자이다¹⁾. 골다공증의 예방에 있어서 영양은 유전적 요인, 신체활동, 흡연, 음주 등과 더불어 중요한 역할을 하는데 칼슘과 비타민 D, 비타민 K, 마그네슘, 단백질, 이소플라본 등이 골다공증의 예방 및 치료에 관여하는 것으로 보고된다²⁾.

나. 골절로 인한 손실

(1) 사망률

골다공증으로 인한 골절은 직접적인 사망의 원인이 되는데 우리나라 대퇴골 골절 사망률은 1년 16.8%, 2년 28.2%로 표준화사망비에 비해 약 2.7배 높은 것으로 보고되었다³⁾.

(2) 삶의 질

국내 대퇴골 주위 골절 환자를 2년 간 추적관찰 했을 때 25.2%가 야외활동이 불가능했으며³⁾,

1) Kanis JA. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis: synopsis of a WHO report. WHO Study Group. Osteoporos Int 1994;4(6):368-81.

2) Management of osteoporosis in postmenopausal women: 2010 position statement of The North American Menopause Society. Menopause 2010;17(1):25-54.

3) Lee SR, Kim SR, Chung KH, et al. Mortality and activity after hip fracture: a prospective study. J Korean Orthop Assoc 2005;40:423-7.

수술 전 정상 활동이 가능하던 61명 중 수술 후 정상 활동이 가능한 경우는 27%로 보고되어 골절은 활동성 및 삶의 질 저하를 유발시키는 것으로 나타났다³⁾.

(3) 의료비용

골다공증성 골절은 사망률 증가, 삶의 질뿐만 아니라 사회경제적 비용 측면에서도 문제가 된다. 국민건강보험 청구자료를 이용하여 2002년 7월부터 2004년 12월까지 50세 이상 여성 척추 골절 환자 131,472명의 의료비용을 추계하였을 때 661.8억 원으로 산출되었으며, 이는 2003년 총 건강보험 진료비의 24.7조원의 0.27%, 50세 이상인구의 의료비용 약 6.6조의 1.0%에 해당되는 금액이었다⁴⁾. 골다공증 주위골절 환자의 재활 및 장기적인 간호에 사용되는 간접비용을 고려한다면 전체비용은 훨씬 더 많이 소요되었을 것으로 예상된다.

다. 노인인구 증가와 골다공증의 중요성

우리나라의 65세 이상 인구(2010년)는 약 535만 명으로 총 인구의 11%를 차지하고 있는데 통계청은 2018년 고령사회, 2026년 초고령사회에 도달할 것으로 전망하고 있다. 노인인구의 증가와 더불어 노인의료비는 2010년 GDP 대비 8.1%에서 2040년 22.6%로 급격히 증가할 것으로 제시되고 있다.

국내 골다공증 유병률은 연구대상과 평가 방법에 따라 다르기는 하지만, 폐경 후 여성에서 최대 57.4%로 조사되었다(표 1). 골다공증과 골다공증성 골절은 노화 관련 대표 질환으로 노인 인구의 증가에 따라 발병률 및 유병률의 증가를 예상할 수 있다.

표 1. 골다공증 유병률⁵⁾

연구	년도	연령	평가도구	골다공증 유병률
신찬수	2004	50세 이상	초음파	여 27.3%, 남 4.2%
하용찬	2005	50세 이상	초음파	여 57.4%, 남 28.7%
제4차 국민건강영양조사	2008	50세 이상	DXA	여 32.6%, 남 4.9%
장학철	2010	50세 이상	국민건강보험 청구자료	여 18.5%, 남 2.6%
신찬수	2010	40-79세	DXA	여 24.3%, 남 13.1%

2. 발효음식 섭취에 의한 골다공증 및 골절 예방

가. 한국인의 낮은 대퇴골 골절 발생과 전통 식습관의 관련 가능성

최근 보고된 바에 의하면 국내 대퇴골 골절 발생률은 서구에 비해 현저히 낮은 것으로 나타났다(그림 1). 골다공증 및 골절을 유전적 소인과 생활습관 등 다양한 요인에 의해 영향을 받

4) Kang HY, Kang DR, Jang YH, et al. Estimating the economic burden of osteoporotic vertebral fracture among elderly Korean women. J Prev Med Public Health. 2008;41:287-94.

5) 하용찬. 골다공증역학 및 사회적 손실 비용. 대한골절학회지 2011; 24:114-120.

는다. 따라서, 한국인에서 보이는 낮은 골절률은 유전적 소인뿐만 아니라 전통적 생활습관, 대표적으로 고유의 음식문화와 관련될 가능성이 있다.

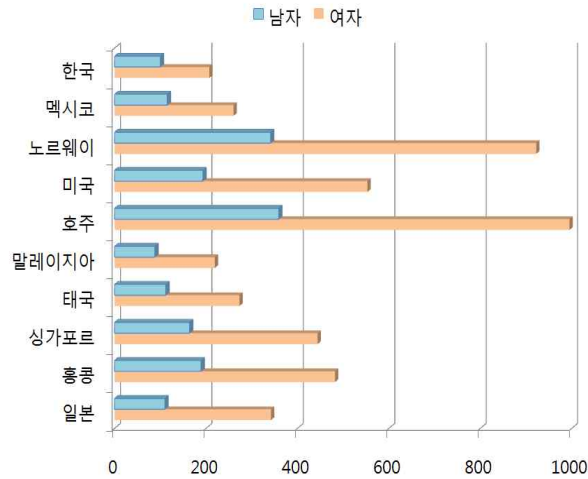


그림 1. 국가 간 대퇴골 골절 발생률(/100,000)⁵⁾

나. 한국인의 식단에 다빈도로 포함되는 발효식품

한국인은 전체 끼니의 80%를 밥 중심 식단으로 섭취하는데 밥을 중심으로 국이나 찌개 중 1가지와 김치, 또는 김치와 김치외의 반찬 1-2가지로 구성된 경우가 가장 많은 것으로 보고되었다⁶⁾. 특히 노인에서는 이런 식단의 섭취가 더 많을 것으로 예상할 수 있다.

이 경우 “밥류를 주식으로 한 식단의 음식군별 부식류의 다빈도 음식 순위”의 결과에서 발효식품이 포함된 음식이 다빈도로 포함되었는데 특히 매 끼니에 포함되는 국류(22.8%)나 찌개류(57.8%), 김치류는 대표적인 발효음식이다.

표 2. 밥류를 주식으로 한 식단의 음식군별 부식류의 다빈도 음식 순위⁶⁾

순위	국 및 탕류 (N=19459)			찌개 및 전골류 (N=20222)			찜류 (N=4635)			구이류 (N=6022)		
	음식명	%	누적%	음식명	%	누적%	음식명	%	누적%	음식명	%	누적%
1	된장국	11.3	11.3	된장찌개	33.9	33.9	보쌈, 수육	24.8	24.8	김구이	21.7	21.7
2	미역국	8.4	19.7	김치찌개	12.8	46.7	돼지갈비찜	15.1	39.9	돼지갈비구이	9.4	31.1
3	콩나물국	8.3	28.0	청국장찌개	4.3	51.0	달걀찜	10.2	50.1	고등어구이	8.4	39.5
4	시래기된장국	6.8	34.8	추어탕	3.8	54.8	파리고추찜	6.0	56.1	돼지불고기	8.2	47.7
5	쇠고기국	5.9	40.7	참치김치찌개	3.8	58.6	아구찜	5.3	61.4	불고기	7.5	55.2
6	쇠고기미역국	4.9	45.6	감자탕	3.5	62.1	소갈비찜	5.0	66.4	조기구이	6.6	61.8
7	배추된장국	4.7	50.3	복어고추장찌개	3.0	65.1	갯잎찜	3.9	70.3	갈치구이	5.3	67.1
8	곰탕	3.3	53.6	동태찌개	2.3	67.4	닭찜	3.5	73.8	삼겹살구이	4.5	71.6
9	어묵국	3.3	56.9	순두부찌개	2.2	69.6	동태찜	3.0	76.8	양념장어구이	3.1	74.7
10	쇠고기육개장	3.2	60.1	닭도리탕	2.2	71.8	순대	2.4	79.2	돼지고기구이	2.8	77.5

6) 박영희. 한국인(6세 이상)의 주요 섭취 메뉴패턴 및 다빈도 음식 자료. 2010, 농촌진흥청

순 위	전, 적 및 부침류 (N=3786)			볶음류 (N=17045)			조림류 (N=7610)			튀김류 (N=3441)		
	음식명	%	누적%	음식명	%	누적%	음식명	%	누적%	음식명	%	누적%
1	달걀말이	18.6	18.6	멸치볶음	22.2	22.2	고등어조림	16.2	16.2	돈까스	21.9	21.9
2	달걀부침	14.4	33.0	돼지고기볶음	10.6	32.8	콩조림	12.3	28.5	탕수육	20.3	42.2
3	부추전	6.8	39.8	잔멸치볶음	10.1	42.9	갈치조림	10.6	39.1	닭튀김	16.4	58.6
4	완자전	5.8	45.6	어묵볶음	7.3	50.2	두부조림	9.7	48.8	양념닭튀김	9.1	67.7
5	호박전	5.3	50.9	잡채	5.5	55.7	감자조림	5.4	54.2	닭강정	3.8	71.5
6	쇠고기산적	5.1	56.0	버섯볶음	5.0	60.7	우영조림	5.2	59.4	간풍기	2.7	74.2
7	햄부침	3.9	59.9	푼고추멸치볶음	4.8	65.5	닭조림	4.7	64.1	채소튀김	2.3	76.5
8	해물과전	3.4	63.3	떡볶이	4.3	69.8	쇠고기장조림	3.7	67.8	새우튀김	2.1	78.6
9	김치전	3.3	66.6	오징어볶음	3.8	73.6	콩치조림	2.7	70.5	고구마튀김	1.8	80.4
10	두부전	3.3	69.9	닭볶음	3.3	76.9	돼지고기매추 리알장조림	2.7	73.2	고구마맛탕	1.6	82.0

순 위	나물, 숙채류 (N=11449)			생채, 무침류 (N=12298)			김치류 (N=10332)			장류, 양념류 (N=3054)		
	음식명	%	누적%	음식명	%	누적%	음식명	%	누적%	음식명	%	누적%
1	콩나물	27.6	27.6	무생채	12.8	12.8	배추김치	55.9	55.9	쌈장	25.0	25.0
2	시금치나물	12.2	39.8	오이생채	10.6	23.4	열무김치	7.8	63.7	양념장	20.7	45.7
3	가지나물	12.0	51.8	파래무침	7.5	30.9	부추김치	7.4	71.1	카레	12.9	58.6
4	호박나물	10.0	61.8	오징어채무침	7.5	38.4	깍두기	7.0	78.1	된장	9.7	68.3
5	고구마줄기나물	8.0	69.8	무말랭이무침	5.5	43.9	갯잎김치	5.4	83.5	초고추장	8.1	76.4
6	고사리나물	5.7	75.5	오이지무침	3.9	47.8	총각김치	3.5	87.0	고추장	7.5	83.9
7	취나물	4.3	79.8	김무침	3.7	51.5	오이김치	2.8	89.8	간장	3.7	87.6
8	무나물	2.3	82.1	도라지생채	3.5	55.0	동치미	1.8	91.6	소금	2.2	89.8
9	도라지나물	2.3	84.4	양배추샐러드	3.4	58.4	보쌈김치	1.4	93.0	토마토케찹	1.8	91.6
10	갯잎나물	1.8	86.2	배추겉절이	3.4	61.8	쉬박지	1.2	94.2	춘장	1.7	93.3

다. 발효음식과 뼈 건강

(1) 콩이소플라본과 equol

콩에 들어있는 에스트로겐 유사 구조로 비슷한 작용을 나타내는 이소플라본(daidzein, genistein, glycitein)이 SERM (selective estrogen receptor modulator) 효과, 조골세포 활성도 촉진, IGF-1 생성 촉진 등의 기전을 통해 골밀도를 증가시키는 것으로 제시되어 왔으나 임상 연구에서 일관된 결과를 나타내지 못하고 있다. 최근 체계적 고찰(systematic review) 또는 메타분석(meta-analysis)을 시행한 논문들에서 폐경 여성에서 콩이소플라본이 척추골밀도를 다소 증가시키고 골흡수지표(소변 deoxypyridinoline)를 감소시키지만, 대퇴골과 골형성지표(bone alkaline phosphatase, osteocalcin)에는 영향을 미치지 않았다고 보고하였다⁷⁾. 더욱이, 최근 미국에서 시행된 무작위 이중맹검 연구에서 초기 폐경기 여성에게 콩이소플라본 200mg을 2년간 투여 시에 대퇴골뿐만 아니라 척추골 골다공증 예방에 효과없음을 보고하였다⁸⁾. 2011;171:1363-69. 따라서, 우리나라의 낮은 대퇴골 골절과 관련된 요인이 단지 콩제품이나 콩이소플라본 때문은 아닐 것으로 여겨진다.

7) Taku K, Melby MK, Nishi N, et al. Soy isoflavones for osteoporosis: an evidence-based approach. *Maturitas* 2011;70(4):333-8.
Taku K, Melby MK, et al. Effects of soy isoflavone supplements on bone turnover markers in menopausal women: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Bone* 2010;47(2):413-23.

8) Levis S, Strickman-Stein N, Ganjei-Azar P, et al. Soy isoflavones in the prevention of menopausal bone loss and menopausal symptoms: a randomized, double-blind trial. *Arch Intern Med* 2011;171(15):1363-9.

최근 북미폐경학회(The North American Menopause Society)의 심포지엄에서 발표된 보고서에 의하면, 콩이소플라본의 건강 관련 효과가 이소플라본의 섭취 정도보다 장 내 세균에 의해 이소플라본의 생체 활성형인 S(-)-equol 형성과 관련되어 콩음식 섭취를 통해 아시아 성인이 50-60%에서 S(-)-equol 생성능을 가진 반면 서구에서는 성인의 20-30% 정도만이 S(-)-equol을 생성하는 것이 서양인과 동양인에서 보이는 이소플라본 섭취 효과의 차이를 설명할 수 있다고 보고하였다⁹⁾.

일본 폐경여성 3년 간 추적관찰 시 두부를 비롯한 다른 콩제품의 섭취는 골밀도의 변화를 가져오지 못했지만, 발효음식인 낫또는 골밀도의 감소를 예방했으며¹⁰⁾, 폐경 전 여성에서 골형성 지표(bone alkaline phosphatase, osteocalcin)의 상승을 보고하였다¹¹⁾.

(2) 발효산물에 의한 골다공증 예방

Propionibacterium freudenreichii ET-3에 의한 발효의 부산물로 생성되며 비타민 K₂처럼 naphthoquinone기를 포함하고 있는 1,4-dihydroxy-2-naphthoic acid (DHNA)는 *Lactobacillus bifidus*의 성장을 촉진시키는 bifidogenic growth stimulator로 보고되며 임상적으로 장기능을 조절하고 대장염을 치료하는데 사용된다. 최근 FK506 투여로 높은 골회전(bone-turnover)을 보이는 골다공증 모델 쥐에서 DHNA 투여 시 골수의 파골세포 억제를 나타냈으며, 혈액에서 염증성 사이토카인(IL-1 β , IL-6, TNF- α)의 억제가 관찰되기도 하였다¹²⁾.

그리고, *Lactobacillus helveticus*로 발효시킨 우유에 조골세포 배양 시 뼈형성을 촉진하는 것으로 보고되었으며¹³⁾, *Lactobacillus paracasei*로 발효시킨 두유는 노화로 인한 골다공증의 위험을 낮출 수 있음이 제시되었다¹⁴⁾.

라. 장내 세균총과 발효음식, 그리고 골다공증

장내 정상 세균총은 병원균의 증식 억제, 항생물질의 생성, 비타민 K 합성, 장내에서 형성된

9) North American Menopause Society. The role of soy isoflavones in menopausal health: report of The North American Menopause Society/Wulf H. Utian Translational Science Symposium in Chicago, IL (October 2010). Menopause 2011;18(7):732-53.

10) Ikeda Y, Iki M, Morita A, et al. Intake of fermented soybeans, natto, is associated with reduced bone loss in postmenopausal women: Japanese Population-Based Osteoporosis (JPOS) Study. J Nutr 2006;136(5):1323-8.

11) Katsuyama H, Ideguchi S, Fukunaga M, et al. Promotion of bone formation by fermented soybean (Natto) intake in premenopausal women. J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo) 2004;50(2):114-20.

12) Matsubara M, Yamachika E, Tsujigiwa H, et al. Suppressing effects of 1,4-dihydroxy-2-naphthoic acid administration on bone resorption. Osteoporos Int 2010;21(8):1437-47.

13) Narva M, Halleen J, Väänänen K, et al. Effects of *Lactobacillus helveticus* fermented milk on bone cells in vitro. Life Sci 2004;75(14):1727-34.

14) Chiang SS, Pan TM. Antiosteoporotic effects of *Lactobacillus*-fermented soy skim milk on bone mineral density and the microstructure of femoral bone in ovariectomized mice. J Agric Food Chem 2011;59(14):7734-42.

독성물질 제거 및 장내 면역기능 자극 등의 다양한 기전을 통해 건강 유지를 위한 중요한 역할을 수행하고 있다. 신생아의 변에는 모유를 통한 비피도박테리움의 90% 이상을 차지하지만 나이가 들어가면서 점차 비피도스균은 감소하고 장내 유해세균이 증가한다. 정상적으로 성인의 장에는 300-500 종류의 세균이 존재하는데 변 1g에 약 100억 마리 정도의 균이 들어있어 사람의 장 속에는 1kg의 세균이 서식하고 있는 것으로 알려져 있다.

장에서 정상세균총인 유산균은 장상피세포 및 점막면역체계와 상호작용을 통해 장의 방어기능과 염증반응을 조절하는 것으로 밝혀지고 있다. 면역 세포와 상피세포는 Toll-like receptor (TLR)를 통해서 장내 정상 세균(commensal)과 병원성 미생물에 대해 차별적 반응을 나타내어 장내 세균에 대해서는 관용(tolerance) 상태를 유지하며, 병원균 같은 위협에는 면역반응을 일으키게 된다. 면역관용 시에 수지상세포(dendritic cell)는 Peyer's patches나 림프절의 T-세포에 항원을 표현하는 대신 IL-10, TGF- β , retinoic acid에 의해 조절되는 T_{reg} 세포군의 분화를 유도한다¹⁵). Nat Rev Microbiol 2011 Nov 21 결국 이는 염증반응의 조절과 관련되는데 최근 관절염 모델 쥐에서 유산균(*Lactobacillus casei*)의 투여로 염증성 사이토카인인 IL-6, TNF- α 의 감소와 항염증 사이토카인인 IL-10의 증가, COX-2와 NF- κ B의 억제가 보고되기도 하였다¹⁶). 또한, 염증성 사이토카인들은 조골세포와 파골세포의 활성도를 조절하는데 IL-6, TNF- α , IL-1 β 는 파골세포의 활성도를 촉진하며, 노인에서 혈액 내 염증정도와 골다공증의 관련성은 잘 알려져 있다¹⁷).

또한 칼슘흡수와 관련하여 장내 정상 세균은 아세트산(acetate), 프로피온산(propionate), 낙산(butyrate) 등의 단쇄지방산(short-chain fatty acids, SCFA)과 기타 유기산(예, 젖산)들을 포함한 발효 부산물을 생성하여 장내 pH를 감소시키고, 이는 장내 가용성(soluble) 칼슘을 증가시켜 칼슘의 체내 흡수를 증가시킨다. 또한, 일부 유산균은 숙주세포 단백질을 유도할 수 있는 능력이 알려져 있어 장세포 표면에서 칼슘 흡수를 촉진하는 단백질 발현 증가 등을 통하여 직접적으로 칼슘 흡수에 영향을 미칠 수도 있을 것으로 제시되고 있다.

최근 식이가 사람의 장내 세균총에 영향을 미친다는 연구 결과들이 보고되는데¹⁸) 발효음식 섭취 습관은 음식 내에 포함된 발효산물들에 의한 효과뿐만 아니라 골다공증 예방 등 좋은 건강 효과를 나타내는 장내 세균총의 변화와도 관련될 수 있을 것이다.

15) Bron PA, van Baarlen P, Kleerebezem M. Emerging molecular insights into the interaction between probiotics and the host intestinal mucosa. Nat Rev Microbiol 2011;10(1):66-78.

16) Amdekar S, Singh V, Singh R, et al. Lactobacillus casei reduces the inflammatory joint damage associated with collagen-induced arthritis (CIA) by reducing the pro-inflammatory cytokines: Lactobacillus casei: COX-2 inhibitor. J Clin Immunol 2011;31(2):147-54.

17) Chung HY, Lee EK, et al. Molecular inflammation as an underlying mechanism of the aging process and age-related diseases. J Dent Res 2011;90(7):830-40.

18) Faith JJ, McNulty NP, Rey FE, et al. Predicting a human gut microbiota's response to diet in gnotobiotic mice. Science 2011;333(6038):101-4. Wu GD, Chen J, Hoffmann C, et al. Linking long-term dietary patterns with gut microbial enterotypes. Science 2011;334(6052):105-8.

제2절 연구의 목적 및 내용

1. 연구목표

한국의 발효음식 섭취 및 장내세균 구성과 골다공증/골다공증 골질의 관련성을 규명한다.

2. 연구내용

- 가. 24시간 회상법과 발효식품 섭취 빈도조사지를 이용하여 총발효식품 및 발효식품별 섭취 수준을 평가한다.
- 나. 정상, 골감소증, 골다공증군 간의 발효음식 섭취 수준을 평가한다.
- 다. 발효음식 섭취 수준과 신체검사, 임상적 건강지표, 영양섭취 수준의 상관관계를 평가한다.
- 라. 노인에서 equol 생성률을 알아보고, equol 생성 유무에 따라 신체검사, 임상적 건강지표, 영양섭취 수준의 차이를 평가한다.
- 마. 골밀도 및 골절위험도와 발효식품 섭취의 독립적인 관련성을 평가한다.
- 바. 골밀도 및 골절위험도와 발효식품별 섭취 수준과의 상관관계, 그리고 독립적인 관련성을 평가한다.
- 사. 발효식품 섭취, 골밀도, 텔로미어 길이에 따른 장내 세균총 구성을 평가한다.

제2장 연구개발 방법

제1절 연구개요

본 연구는 단면적 환자-대조군 연구로 일개 상급종합병원 가정의학과 및 내분비내과에 내원하여 연구에 동의한 65세 이상의 남, 녀 노인 110명(정상: 33명, 골감소증: 38명, 골다공증: 39명)과 만18세 이상 만 40세 이하의 건강한 성인 남, 녀 68명을 대상으로 하였다. 연구참여자는 3회의 병원방문(임상검사 및 식이·영양조사, 결과상담, 2차 식이·영양조사를 위해 4-6개월 뒤 방문)을 통하여 시료 및 데이터를 확보하였다.

모든 피험자를 대상으로 식습관 및 영양조사, 골밀도 검사 및 인체계측, 혈액채취 및 24시간 소변 및 분변 채집을 시행하였으며, 근력측정 및 신체기능 검사, 인지기능검사(MMSE-K)는 노인에서 추가로 시행하였다.

연구 시작 전에 중앙대학교병원의학연구심의위원회(IRB)의 승인을 얻었으며, 모든 피험자에게 연구에 대한 설명 후 동의를 자필 서명 받았으며, 유전자 검사 동의서도 획득하였다.

제2절 연구 피험자의 선정

1. 선정기준

가. 노인군

- 기초일상활동평가(S-ADL) 12항목에 모두 장애가 없는 경우
- 본 임상시험에 자의로 참여를 결정하고 서면 동의한 경우

나. 성인군

- 과거력과 문진을 통해 질병이 없는 건강한 만18 이상 만 40세 이하의 건강한 남,녀
- 본 임상시험에 자의로 참여를 결정하고 서면 동의한 경우

2. 제외기준

가. 노인군

- 중증의 울혈성 심부전, 혹은 중증의 협심증이 있는 환자
- 과거 5년 이내에 암이 발현된 경우 (완치로 판정된 경우는 예외)
- 조절되지 않는 고혈압, 당뇨병, 갑상선 질환을 앓고 있는 경우
- 추정 사구체 여과율 60 mL/min/1.73 m² 미만
- 바이러스성 만성간염을 앓고 있는 경우

- 전신 감염증이 있는 자 (결핵 포함)
- 기타 본 연구 참여가 부적합하다고 연구자가 판단하는 경우

나. 성인군

- 임신의 가능성이 있거나, 임신 중인 경우
- 문진 상 심혈관 질환, 당뇨병, 갑상선 질환 등의 대사성 질환, 신장애, 결핵 등의 감염증, 바이러스성 만성간염, 악성종양 등이 있는 경우
- 기타 본 연구 참여가 부적합하다고 연구자가 판단하는 경우

제3절 목표 피험자 수 및 산출 근거

1. 노인군

- 유의수준(level of significance), $\alpha=0.05$
- 제 2종 오류(β)는 80% ($\beta=0.2$)로 하여, 검정력은 80%로 유지한다.
- 군 간 시험례수의 비율, $\lambda=2.0$ (대조군 대비 환자군의 비율, 2:1)

2005년 국민건강영양조사에서 65세 이상의 전통 발효식품 섭취량은 김치류 132.6g, 된장 15.5g, 고추장 4.0g, 간장 6.6g, 젓갈류 3.7g으로 보고된 바 있다. 그러나, 발효식품 섭취 전체에 대한 표준편차가 제시되어 있지 않고 각각 식품별로 제시되어 본 연구에서는 김치류를 제외한 가장 많은 된장의 섭취를 기준으로 하여 피험자 수를 계산하고자 한다. 된장의 섭취는 $15.5 \pm 0.9g$ 으로 골다공증군과 건강한 비골다공증군의 표준편차는 동일하다고 가정하고, 양 군간 평균 0.6g의 차이를 보이는 경우에 의미를 부여하고자 한다.

$$n = \frac{(Z_{\alpha/2} + Z_{\beta})^2 \sigma^2 \cdot (\lambda + 1) / \lambda}{(\mu_1 - \mu_2)^2} = 26.497 \approx 27$$

n = 작은 집단 의 표본수

$\mu_1 - \mu_2$ = 평균간의 차이 = 0.6

σ = 표준편차 = 0.9

$Z_{\alpha/2}$ = 검정력에 해당하는 정규분포의 단측백분위점

Z_{β} = 유의수준에 해당하는 정규분포의 백분위점

λ = 큰 집단과 작은 집단의비 = 2

여기에 탈락율 20%를 적용하면 군당 필요한 표본수는 33명이었다.

2. 성인군

- 노인군에 대조군으로 통계적 검증을 위한 최소한의 피험자로 남녀 각 30명 이상을 목표로 하였다.

제4절 관찰 항목 및 방법

1. 영양소 및 발효식품 섭취 평가

가. 24시간 회상법(3일, 2회):

봄과 가을 2차례에 걸쳐 조사한 후 CAN-Pro 4.0을 이용하여 분석했다. 섭취한 발효식품은 중량(g)과 이를 1회 1인 제공량(serving size)으로 환산하여 분석에 이용했다.

나. 아이소플라본 섭취조사: 이민준¹⁹⁾ 등에 의해 개발되어 사용 중인 설문지 이용
다. 발효식품 섭취빈도조사지

- 본 연구의 발효식품섭취빈도 조사지는 국민건강영양조사 제4기 3차년도 (2009)²⁰⁾ 의 영양조사 결과를 이용하여 개발하였다. 24시간 회상법(국민건강영양조사의 조사 하루 전 식사섭취내용) 자료 중 SAS 9.1.3을 이용하여 우리나라 발효식품을 추출하였다.

- 발효식품은 콩 발효식품에 간장, 고추장, 된장, 쌈장, 청국장, 청국장분말, 채소발효식품에 배추김치, 동치미, 파김치, 총각김치, 무청김치, 나박김치, 유채김치, 열무김치, 오이소박이, 갓김치, 고들빼기김치, 열무물김치, 백김치, 단무지, 무장아찌, 울외장아찌, 고추장아찌, 오이지, 깻잎/콩잎장아찌, 마늘/마늘쫀장아찌, 깍두기, 어패류 발효식품에는 어류젓, 어리굴젓, 멸치액젓, 굴소스, 어패류 부산물젓, 명란젓, 홍어생것, 유 발효식품에 치즈, 요구르트(액상, 호상), 과일 발효식품에 매실농축액, 매실절임, 과실주에는 매실주, 과일주, 곡류 발효식품에 막걸리, 그리고 식초로 총 44개의 발효식품이 추출되었다. 추출된 발효식품을 발효식품 종류로 김치류, 장아찌류, 간장, 된장, 고추장, 식초, 주류, 요거트(발효유) 나누었고 섭취 빈도와 1회 섭취량을 표기하도록 하였으며 1회 기준 섭취분량을 제시하여 추정할 수 있는 양을 제시하였다. 마시는 식초와 청국장 분말 또는 청국장 환은 건강기능식품으로 섭취하는 경우가 많아 개인에 따라 누적노출이 중요하므로 섭취 누적기간과 1회 섭취량을 제시하였다. 액상요구르트, 호상요구르트, 막걸리는 섭취빈도를 제시하였으며 각각 1회 기준 섭취분량을 제시하여 1회 섭취량을 표기하도록 하였다.

2. 골밀도 및 골절 위험도 평가

가. 골밀도 검사

19) Lee MJ, Kim JH. Estimated dietary isoflavone intake among Korean adults. Nutrition Research and Practice 2007 1:206-11.

20) 국민건강영양조사 제4기 3차년도(2009), 질병관리본부

제1요추(L1), 제2요추(L2), 제3요추(L3), 제4요추(L4), 대퇴 경부(Femur neck), 워드 삼각(Ward's triangle of femur), 대퇴전자간부(trochanteric femur)의 골밀도(g/cm^2)와 T score를 각각 측정하였다. 골밀도 검사는 DEXA 방법으로 Lunar prodigy (General electric, USA) 를 이용하여 측정하였으며 측정의 재현성을 높이기 위해 매일 오전 기계 보정을 실시하고 검사자는 동일한 사람이었다. 요추(L1-L4)와 대퇴 경부의 골밀도를 WHO 정의에 따라 정상(T-score>-1), 골감소증($-25 < Tscore \leq -1$), 골다공증($T-score \leq -2.5$)으로 분류하였다.

나. 골절위험도 평가

WHO에서는 검증되고 쉽게 적용할 수 있는 위험인자(표 3)를 종합하여 FRAX[®] (fracture risk assessment tool)를 개발해 10년 내 골절 위험도(10-year fracture probability)를 산출하고 있는데 한국인을 위한 모델도 마련되어 이를 이용하여 골절 위험도를 평가했다²¹⁾.

표 3. WHO FRAX[®]에 포함된 위험인자

Age (50~90 years)	Parental history of hip fracture
Sex	Current tobacco smoking
Weight	Long-term use of glucocorticoids
Height	Rheumatoid arthritis
Low femoral neck BMD	Other causes of secondary osteoporosis
Prior fragility fracture	Alcohol intake of more than two units daily

3. 건강지표 평가

가. 인구학적 조사 및 병력조사

흡연력, 음주력, 운동습관을 조사하였다. 현재 담배를 피우는 경우에 흡연자로, 일주일에 소주 1병(기타 술 7잔) 이상 섭취자는 과음군으로 이하 섭취자는 음주군으로, 운동 종류에 상관없이 일주일에 2회 이상, 1회 1시간 이상 시행하는 경우 운동군으로 분류하였다.

질병력은 문진을 통해 확인하였으며, 현재 복용하는 약물은 가져오게 하여 확인하였다.

나. 신체검사

- (1) 신장, 체중, 체질량지수: 신장과 체중을 측정한 후 체질량지수(body mass index, BMI)는 체중(kg)/키(m)²로 계산하였다.
- (2) 혈압: 혈압은 자동혈압계로 3분 간격으로 2회 측정하여 평균값을 이용하였다.
- (3) 허리둘레 및 엉덩이 둘레 측정: 허리둘레는 직립자세에서 늑골의 가장 아래 부위와 골반 장골능 사이의 가장 가는 부위를 측정하였으며, 엉덩이 둘레는 엉덩이의 가장 굵은 부위를 측정하였다. 측정편이를 줄이기 위해 연구 대상 전체를 한 사람이 측정하였다.

21) <http://www.shef.ac.uk/FRAX/tool.aspx?country=25>

다. 골격근 및 지방량 측정

(1) 이중방사선흡수측정(dual-energy x-ray absorptiometry, DEXA): 10분간 침대에서 안정 후 이중방사선흡수측정기를 이용하여 전신의 지방량과 제지방량, 몸통의 지방량과 제지방량, 사지의 지방량과 제지방량을 킬로그램 단위로 측정한다.

- Appendicular Skeletal Muscle Mass(ASM, kg): 양팔과 양다리의 제지방량의 합
- Skeletal muscle mass index (SMI)-I (kg/m^2): ASM/height
- Skeletal muscle mass index (SMI)-II (%): $(\text{ASM}/\text{weight}) \times 100$

(2) 생체전기임피던스 검사

라. 근력의 측정

(1) 악력(hand grip strength):

Strain-gauged dynamometer (Takei TTK 5001, Takei Scientific Instruments Co. Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 악력(kg)을 측정했다.

(2) 하지근력(knee flexion/extemnsion)

슬관절 등속성 근력 측정은 Biodex system 3 Pro (Biodex medical system, USA)을 이용했다. 등속성 근력 측정은 피검자를 근력 측정기의 의자에 앉힌 후 대퇴 외과를 해부학적인 기준점으로 하여 근력 측정기의 회전축과 일치시켰다. 고정띠를 이용하여 피검자의 체간과 대퇴를 고정하고, 하퇴의 말단 삼분의 일 지점을 회전축의 끝에 역시 고정띠로 고정했다. 피검자가 검사 과정에 익숙하게 하기 위해 세 번의 연습을 하도록 하고, 각속도 초당 60도에서 슬관절 신전과 굴곡 운동을 동심성으로 3회 실시하고 얻어지는 최대 우력 및 일율을 결과 분석에 이용했다.

마. 신체기능: short physical performance battery (SPPB)

보행 속도, 의자에서 일어나기, 균형 등의 항목을 묶어서 만든 평가방법으로 보행 속도는 2.88m를 몇 초 만에 걸어가느냐로 평가하는데, 2회 측정하여 가장 빠른 시간을 기준으로 하였다. 의자 일어서기 검사는 손을 사용하지 않고 가슴에 교차하여 엎은 상태에서 5회 일어서서 앉기를 반복하는 시간으로 평가하였다. 균형 감각은 일렬 자세(tandem stance), 반일렬자세(semi tandem stance), 일반자세(side by side stance)를 10초 이상 유지할 수 있느냐로 평가하는데 일렬자세와 반일렬자세를 10초 이상 유지할 경우는 각각 1점씩, 일렬 자세의 경우는 3초 이상 유지하면 1점, 10초를 유지하면 2점을 주어 만점을 4점으로 하였다.

선행연구에서 평상시의 속도로 걸으라고 지시하고 수행하지 못하였을 경우는 0점, 5.7초 이상 소요되었을 경우는 1점, 4.1-6.5초는 2점, 3.2-4.0초는 3점, 3.1초 이내의 경우는 4점을, 의자 일어서기 검사에서는 60초 이상 소요되거나 하지 못하면 0점, 16.7초 이상이면 1점, 13.7-16.69초면 2점, 11.2-13.69초면 3점, 11.19초 이내 에 시행하면 4점을 주었다²²⁾.

본 연구 피험자들의 경우 신체기능 검사를 대부분 잘 수행하여 선행연구에 따라 점수화하지 않고 보행속도와 의자에서 일어나기는 4분위로 나누어 각각 1~4점으로 배분하였다.

바. 설문검사

(1) 건강관련 삶의 질: SF-36

다양한 질환과 건강 상태에서 가장 널리 사용되는 평가도구인 36 item Short Form Health Survey (SF-36; Quality Metric Inc., Lincoln, RI, USA)는 한국 노인에서도 건강관련 삶의 질을 측정하는데 유용함이 입증되어 있다. SF-36은 8개의 영역(신체기능 physical functioning, 신체 역할 role physical, 신체 통증 bodily pain, 전반적 건강 general health, 활력 vitality, 사회 기능 social functioning, role emotional 감정 역할, 정신 건강 mental health)과 이 영역들에서 추출한 정신적 건강지수(mental component scale, MCS)와 신체적 건강지수(physical component scale, PCS)로 구성되어 있다²³⁾.

(2) 인지기능: MMSE-K

지남력, 기억력, 주의집중과 계산능력, 언어와 시공간 구성능력, 이해와 판단을 평가하는 항목으로 이루어진 총 30문항의 MMSE-K를 시행하여 인지기능을 스크리닝 하였다. 24점 이상인 경우 정상으로 20-23점을 치매 의심으로 선별할 수 있다.

사. 생화학적 및 실험실적 검사

- (1) 일반혈액검사: CBC, fasting insulin and glucose, AST, ALT, γ -GT, BUN, creatinine, eGFR, TSH
- (2) 염증지표: hs-CRP, total cholesterol, HDL-cholesterol, LDL-cholesterol, triglyceride
- (3) 골대사지표: calcium, phosphorous, 25-OH vitamin D, bone specific ALP, osteocalcin, osteopontin, N-telopeptide (Ntx) and C-telopeptide of collagen Type I (CTx)
- (4) 인슐린 저항은 homeostasis model assessment of insulin resistance (HOMA-IR) 지표(공복 인슐린 [U/ml]×공복혈당[mmol/L]/22.5)로 계산했다.
- (5) 소변 24시간 나트륨, 칼슘 검사
- (6) 혈액과 소변에서 Equol 분석
- (7) 텔로미어 길이: 세포 분열 시계(mitotic clock)로 세포의 노화 단계 추정 지표

(가) DNA 분리 및 PCR

- EDTA혈액에서 EASY DNA키트(QIAamp DNA Blood Mini Kits, Qiagen, Hilden,

22) Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L, et al. A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. J Gerontol 1994;49(2):M85-94.

23) Han CW, Lee EJ, Iwaya T, et al. Development of the Korean version of Short-Form 36-Item Health Survey: health related QOL of healthy elderly people and elderly patients in Korea. Tohoku J Exp Med 2004;203(3):189-94.

Germany)를 사용하여 DNA분리를 시행하고, 분리한 DNA를 template로 하여 LightCycler® (Roche Diagnostics) 기기를 이용하여 real time quantitative PCR을 시행하였다.

(나) T/S 비율 구하기

- T/S 비율은 telomere(T) 와 single copy gene(S)의 비율로 만약 어떤 염색체의 T/S 값이 1 이라면 이는 reference DNA와 single gene copy number 와 telomere repeat copy number 의 비가 일치한다는 뜻이다. 한 개체의 T/S 비와 다른 개체의 T/S 비를 비교하는 것은 그들 DNA의 상대적인 telomere 길이를 비교하는 것과 같다.

- PCR 반응 시 염색체는 각 증폭 시마다 2배가 된다. 이렇게 되면, T/S비율은 다음 공식처럼 계산된다.

$$[2^{Ct(\text{telomeres})} / 2^{Ct(36B4)}]^{-1} = 2^{-\Delta Ct}$$

- 한편 상대적 T/S 비 (relative T/S ratio) 은 표준 DNA에 대한 비율로서 다음과 같은 공식으로 표현된다.

$$2^{-(\Delta Ct1 - \Delta Ct2)} = 2^{-\Delta Ct}$$

$\Delta Ct1$: 실험 대상(experimental sample)

$\Delta Ct2$: 표준(reference)

(다) telomere gene and single copy gene

- telomere 부위 oligonucleotide는 Homo sapiens genomic DNA, chromosome Un clone: CMF9-56D23, telomere region, gi|31071662|dbj|AP006332.2| 을 이용하고, single copy gene 으로는 36B4, Homo sapiens, ribosomal protein, large, P0, clone MGC: 3679, gi|13543411|gb|BC005863.1|BC005863 을 이용하였다.

(8) 미토콘드리아 기능(생합성) 평가: 미토콘드리아 DNA copy (mtDNA) 수 측정

백혈구에서 측정한 미토콘드리아 DNA copy 수가 감소할 경우 미토콘드리아 단백질 합성 감소 및 효소활성의 감소를 나타내어 미토콘드리아 기능부전을 반영하는 것으로 알려져 있다. 또한 백혈구는 채혈을 통해 쉽게 얻을 수 있을 뿐 아니라 면역 반응 동안 산화적 대사과정이 활발히 일어나는 곳으로 백혈구에서 측정한 미토콘드리아 DNA copy 수는 미토콘드리아의 산화과정을 잘 반영할 수 있어 연구의 좋은 재료가 된다.

채취한 혈액에서 QIAamp DNA blood midi kit (QIAGEN, Hiden, Germany)을 이용하여 DNA를 추출하였다. 백혈구의 미토콘드리아 DNA Copy수를 알아보기 위하여 PCR ABI PRISM 7000 Sequence Detection System (Applied Biosystems)을 이용하여 실험하였다.

4. 장 내 세균 분석

가. 분변내 세균 지놈 핵산 추출

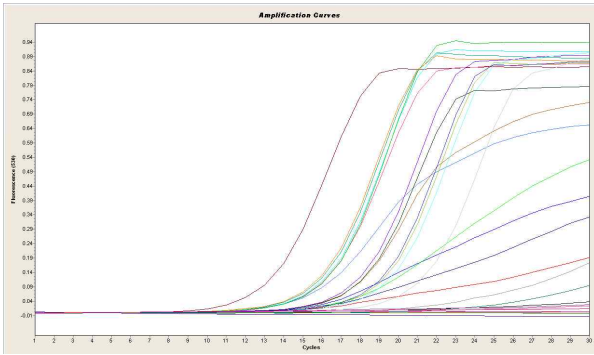
- Mixer Mill MM300과 QiAmp Stool DNA 키트를 이용한 기계적으로 파쇄하여 추출하였다.
- (1) ASL 완충액을 80°C에 방치한 후 15ml 시험관에 분변과 분변 그램당 10ml ASL 완충액을 넣었다. 실험에서는 0.3그램의 분변과 3ml의 ASL 완충액을 사용하였으며, 5개 5 mm 유리 구슬을 넣고 1분이상 진탕하였다.
- (2) 부유액을 80도에서 15분 이상 방치하고 15초동안 진탕하였다.
- (3) 부유액 1.2 ml을 2ml microtube로 옮기고 5 mm 금속구슬 한 개와 0.2 mm 유리구슬을 250µl 넣고 Mixer Mill MM 300을 이용 최대 출력으로 5분간 두 번 파쇄한 후 5000xg에서 3분 원심분리하였다.
- (4) 0.65 ml 상청액을 2 ml tube로 옮기고 InhibitEX tablet 반개를 넣고 즉시 진탕을 1분간 시행하고 실온에서 1분간 방치하였다.
- (5) 진동이 적은 미량 원심분리기로 최대 속도로 4분간 원심분리하고, 상청액을 1.5ml tube로 옮겨 최대 속도로 3분간 원심분리하였다.
- (6) 200µl 상청액을 새 시험관으로 옮긴 후 15µl의 proteinase K를 가하고 혼합하였다.
- (7) 200µl AL 버퍼를 넣고 15초 강하게 진탕하였다.
- (8) 70도에서 3시간이상 방치한 후 200µl 에탄올을 넣고 완전히 진탕하였다.
- (9) DNA 정제 컬럼을 마이크로튜브랙에 꼽고, 600µl 샘플을 컬럼에 가하고 최고 속도로 1분간 원심분리, 500µl AW1버퍼를 가하고 최고 속도로 1분간 원심분리하였다.
- (10) 컬럼을 새 2 ml tube로 옮기고, 500µl AW2버퍼를 넣고 최고 속도로 3분간 원심분리하였다.
- (11) 컬럼을 1.5 ml tube로 옮기고 150µl AE buffer를 가하고 실온에서 1분간 방치한 후 최소 속도로 1분간 원심분리하였다.

나. 분변내 세균 지놈 핵산 정량 및 PCR optimization

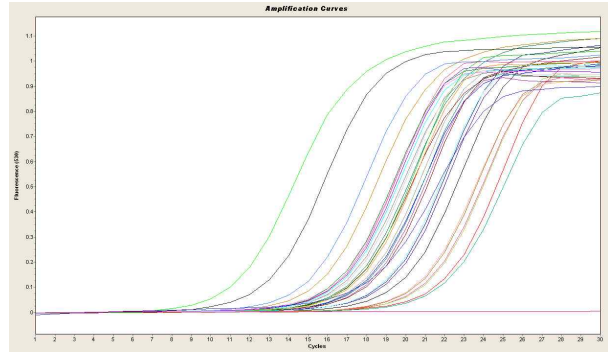
- 분변 세균 지놈 핵산 농도 측정; Nanophotometer (IMPLEN)
- Real-time PCR을 이용한 16S rRNA gene 정량 (qPCR)
- qPCR을 기초로 균일한 PCR 증폭을 위한 적정 조건 확립

다. 16S rRNA 유전자 증폭 (~920bp)

- Forward primer: 6FAM-AGAGTTTGATCCTGGCTCAG
- Reverse primer: NED-CCGTCAATTCCTTTRAGTTT
- PCR 조건: 30 cycle: 30s denauration, 30s annealing at 57°C, 1m extension at 72°C
- PCR 산물 특이도와 양 분석: agarose gel electrophoresis



Optimization 전 증폭 곡선



Optimization 후 증폭 곡선

라. 16S rRNA 증폭산물 정제 및 제한효소 절단

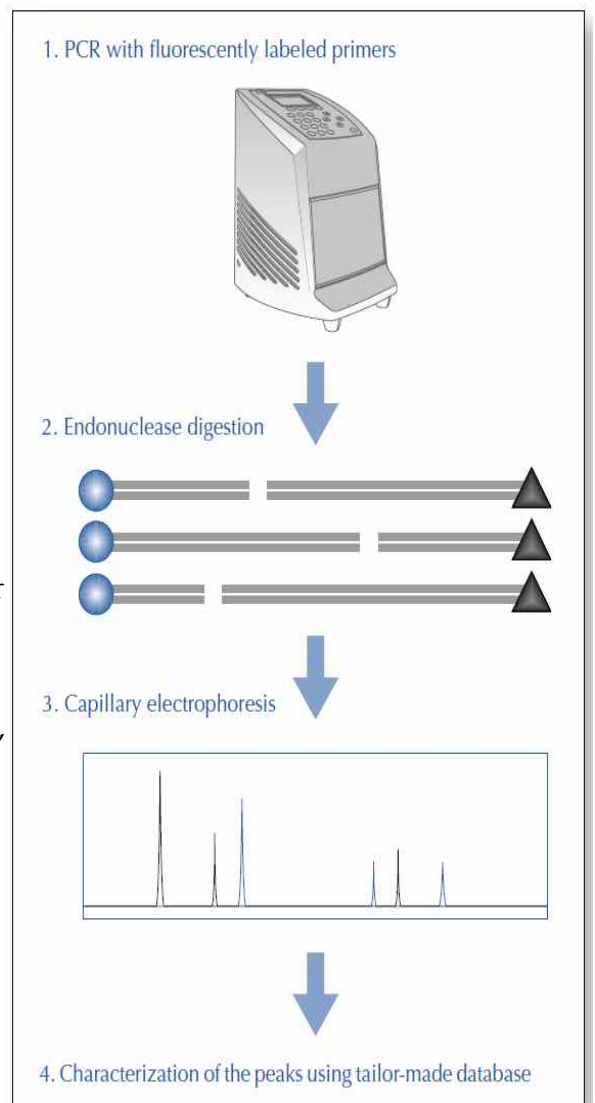
- 정제: Qiaquick PCR purification column 키트 사용
- 제한효소 절단: 두 가지 효소로 동시 절단, MspI (NEB), 5 units, HinP1I (NEB), 5 units; 37°C 4시간 반응

마. Capillary electrophoresis

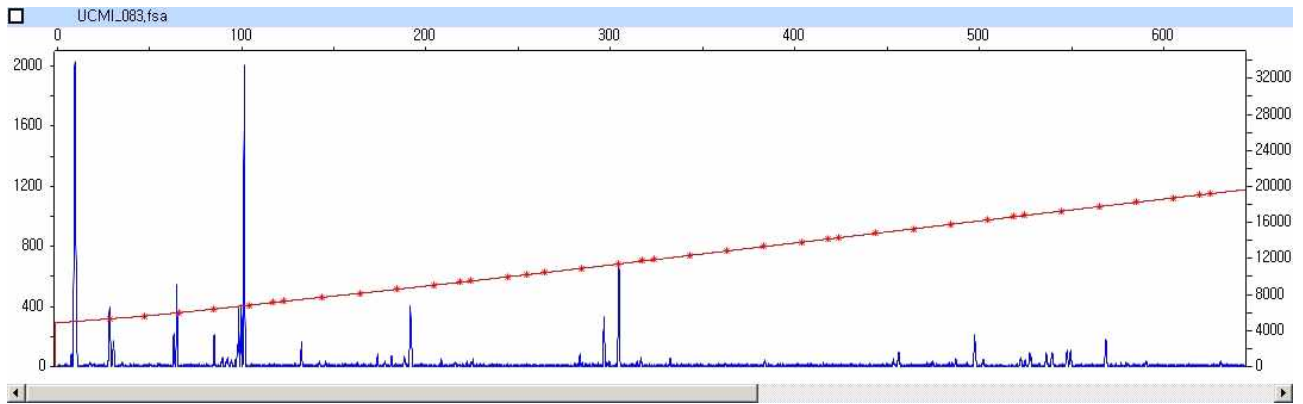
- Applied Biosystems 3730xl DNA Analyzer 이용
- Size standards: GeneScan™ LIZ 1200 이용
- 정확한 크기를 결정하기 위한 14개 양성 대조군 DNA mixture 첨가

바. 말단제한분절 (Terminal restriction fragment, T-RF) 분석

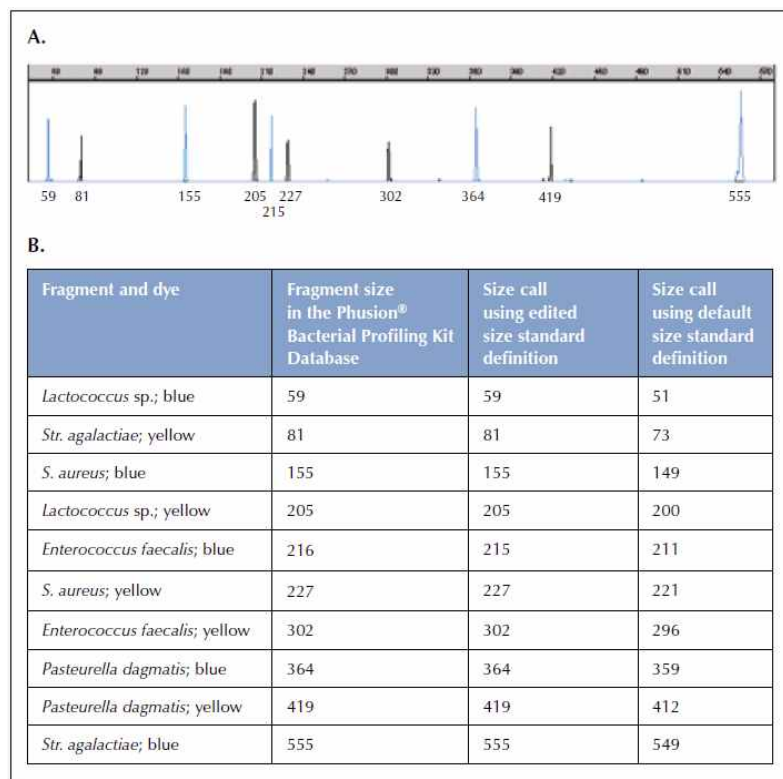
- Peak Scanner 1.0 software (ABI) 이용
- Size standards recalibration



Workflow of T-RFLP bacteria profiling



Fecal sample T-RFs electropherogram 예



Size standards re-calibration

사. Operational taxonomic units (OTUs) 결정

- 샘플간 T-RF 크기가 서로 가장 근접한 크기로 반올림하여 결정; 자체 개발한 web-based 프로그램 이용하여 T-FR 크기와 상대 면적 백분율 데이터를 추출하였다.

아. 본 연구자가 자체 개발한 T-RFLP database을 이용한 세균 예측

- 16S rRNA gene 염기서열을 이용 in silico 결정된 T-RF size를 기초로 세균명을 예측할 수 있는 데이터베이스 (<http://microbiology.cau.ac.kr>)를 본 연구자가 자체 개발하였고, 이를 이용하였다.

Chung-Ang University Medical College and Medical School, Department of Microbiology (중앙대학교 의과대학 - Windows I

http://mededu.cau.ac.kr/micro/

파일(F) 편집(E) 보기(V) 즐겨찾기(A) 도구(T) 도움말(H) : x 변환 선택

중국어(중) 추천 사이트 Google NCBI Blast PubMed Home +++++JCR-Web 4.5 W... NCBI HomePage 중앙의대미생물학교실 중앙대학교

Chung-Ang Univer... http://mededu.cau.ac...

FTP CHUNG-ANG UNIVERSITY College of Medicine, Dept. of Microbiology Log out

중앙의대 About_us Free_board Lab_board Self_study Score Websites Home Register Users ONLINE.EXAM

미생물학교실 TRFLP



T-RFLP Database

This terminal-restriction fragment length polymorphism (T-RFLP) database is based on the silico PCR amplification (~900 bp) and restriction of 16S rRNA gene sequences (F, 6FAM-AGAGTTTGTATCCTGGCTCAG; R, NED-CCGTC AATTCCTTTRAGTTT; MspI and HinP1I).

Type the blue peak and the corresponding yellow peak value in the fields*. Include some margin in your search. For example, for a size call of 97.1, search for values between 96 and 98. For larger restriction fragments, the size calls obtained from the capillary electrophoresis instrument software may differ up to several nucleotides from the database values.

Blue (FAM) peak value minimum

Blue (FAM) peak value maximum

Yellow (NED) peak value minimum

Yellow (NED) peak value maximum

Any information of a bacterium

*Dye colors as they appear following electrophoresis with Dye Set G5 (Applied Biosystems)

Programmed by Prof. Kijeong Kim (김기정, 중앙대학교 의과대학 미생물학교실)
Chung-Ang University College of Medicine, Department of Microbiology, Seoul, Korea
Tel. +82 2 820 5694 kimkj@cau.ac.kr



Chung-Ang University Medical College and Medical School, Department of Microbiology (중앙대학교 의과대학 - Windows Internet Expl

http://mededu.cau.ac.kr/micro/

파일(F) 편집(E) 보기(V) 즐겨찾기(A) 도구(T) 도움말(H) : x 변환 선택

중국어(중) 추천 사이트 Google NCBI Blast PubMed Home +++++JCR-Web 4.5 W... NCBI HomePage 중앙의대미생물학교실 중앙대학교

Chung-Ang Univer... http://mededu.cau.ac...

FTP CHUNG-ANG UNIVERSITY College of Medicine, Dept. of Microbiology Log out EXAM S/W O

중앙의대 About_us Free_board Lab_board Self_study Score Websites Home Register Users ONLINE.EXAM EXAM S/W C

미생물학교실 +Classified +All TRFLP Status: OFF, E

Chung-Ang University College of Medicine, Department of Microbiology, Seoul, Korea
Tel. +82 2 820 5694 kimkj@cau.ac.kr

Found 180 matching microorganisms.

Organism	Length Blue	Length Yellow	Accession
Amycolatopsis niigatensis LC11.	29	50	AB248537
Asteroleplasma anaerobium (T) 161T ACCT 2788.	29	71	M22351
bacterium SM8-19.	29	68	AY773140
Burkholderia sp. DF5EH4.	29	310	AJ884814
Burkholderia sp. oral clone AK168.	29	310	AY005032
Candidatus Burkholderia kirkii (T) 19536779.	29	311	AF475063
Khafr(Iran) Almond witches-broom phytoplasma.	29	268	DQ195209
Lactobacillus fermentum (T).	29	68	AJ575812
Lactobacillus fermentum KLB 231.	29	67	EF536258
Lactobacillus fermentum KLD.	29	68	AF302116
Lactobacillus fermentum NRIC 0129.	29	68	AB362610
Lactobacillus fermentum NRIC 0131.	29	68	AB362612
Lactobacillus fermentum NRIC 0135.	29	68	AB362616
Lactobacillus fermentum NRIC 0139.	29	68	AB362620
Lactobacillus fermentum NRIC 0142.	29	68	AB362623
Lactobacillus fermentum NRIC 0143.	29	68	AB362624
Lactobacillus fermentum NRIC 0144.	29	68	AB362625
Lactobacillus fermentum NRIC 0145.	29	68	AB362626
Lactobacillus fermentum NRIC 0146.	29	68	AB362627
Lactobacillus fermentum NRIC 0147.	29	68	AB362628
Lactobacillus fermentum SFCEB2-1.	29	68	DQ399350
Lactobacillus fermentum SFCEB2-12c.	29	68	DQ486147
Lactobacillus fermentum SFCEB2-3.	29	68	DQ399352
Lactobacillus fermentum SFCEB2-6c.	29	68	DQ486144
Lactobacillus fermentum SFCEB2-8c.	29	68	DQ399356
Lactobacillus fermentum YB5.	29	68	DQ208931
Lactobacillus ingluviei (T) G 35.	29	68	AF317702
Lactobacillus ingluviei G 12.	29	68	AF308146
Lactobacillus ingluviei G22.	29	68	AF308147
Lactobacillus mucosae (T) CCUG 43179 (T) S32 DSM 13345.	29	346	AF126738
Lactobacillus mucosae LAB87.	29	346	EF120376
Lactobacillus mucosae RA2070.	29	346	AY445124
Lactobacillus mucosae RA2071.	29	346	AY445125
Lactobacillus mucosae RA2087.	29	346	AY445126

제5절 통계방법

1. 연구 대상자의 특성 평가

연구대상자의 인구학적 특성, 신체계측 결과, 생화학적 분석 결과, 영양분석 결과, 설문 결과를 평균±표준편차, 중앙값(25-75%) 또는 수(%)로 제시하고, 노인군과 성인군의 차이를 T-test, 윌콕슨 순위합 검정 또는 χ^2 -test로 분석했다. 봄과 가을의 영양분석 결과는 스피어맨 순위 상관분석을 통하여 상관성을 확인했으며, 영양분석 평균값을 이용하여 분석에 이용하였다. 섭취 영양소는 Willett과 Stampfer의 분석방법²⁴⁾을 이용하여 에너지를 보정하여 사용하였다.

2. 발효식품의 섭취 수준 평가

24시간 회상법을 통해 분석한 발효식품 섭취량(g)과 1회 제공량(serving size)으로 환산한 발효식품 섭취 단위, 그리고, 발효식품섭취 빈도조사지를 이용한 발효식품 섭취량(g) 등 3 방법 각각에 대해 연령, 성별에 따른 총발효식품의 섭취 수준을 t-test 또는 ANOVA를 이용하여 비교하였다. 발효식품 섭취 수준을 확인한 3가지 방법 간의 상관관계를 확인하기 위해 피어슨 상관분석(Pearson's correlation)을 시행했다. 발효식품별 섭취량 평가를 위해 발효식품 섭취 빈도 조사 시에 요거트는 액상과 호상을 분리하였지만 분석에는 단일화하여 사용하였다. 연령, 성별에 따른 발효식품별의 섭취 수준을 윌콕슨 순위합 검정을 이용하여 비교하였다. 발효식품별 섭취 수준의 상관관계를 확인하기 위해 스피어맨 순위 상관분석(Spearman correlation)을 시행하였다.

3. 골밀도 T-점수에 따른 정상, 골감소증, 골다공증군 간의 발효음식 섭취 수준 평가

모든 피험자를 비롯하여 노인, 성인, 남성, 여성군으로 분류하여 정상, 골감소증, 골다공증군 간의 발효음식 섭취 수준을 확인하기 위해 ANOVA 분석을 시행했다.

4. 발효음식 섭취 수준과 측정 변수의 상관관계 평가

모든 피험자를 비롯하여 노인, 성인, 남성, 여성군으로 분류하여 발효음식 섭취 수준(3 방법 각각)과 측정된 변수의 상관관계를 확인하기 위해 피어슨 상관분석 또는 스피어맨 순위 상관분석을 시행했다.

5. 노인군에서 Equol 생성능력에 따른 측정 변수 평가

공복 혈장에서 equol이 20nM/L 이상 검출 시 equol 생성자로 정의²⁵⁾하였으며, 측정 변수들

24) Willer, Stampfer MJ. Total energy intake: implications for epidemiologic analyses. Am J Epidemiol 1986;124(1):17-27.

25) Akaza H. Prostate cancer chemoprevention by soy isoflavones: role of intestinal bacteria as the "second human genome". Cancer Sci 2012;103(6):969-75.

에서 equol 생성자와 비생성자 사이의 차이를 윌콕슨 순위합 검정을 이용하여 분석하였다.

바. 골밀도와 발효식품 섭취의 독립적인 관련성 평가

가. 단계적 회귀분석

노인, 여성, 남성군에서 요추 및 대퇴 경부 골밀도와 발효음식 섭취 수준(3 방법 각각)의 관련성을 확인하기 위해 단계적 회귀분석(stepwise multiple linear regression)을 시행하였다.

나. 회귀 분석 모형

다음 6 종류의 분석 모형을 이용하여 분석하였다.

- 모형 1: 나이, 체질량지수, 성별, 흡연력, 음주력, 운동습관, 갑상선 자극 호르몬, 당뇨병력
- 모형 2: 모형 1 + 영양 수준(단백질, 비타민 K, 마그네슘 섭취량, 혈장 25-OH 비타민 D, 소변 내 칼슘, 나트륨 배설량)
- 모형 3: 모형 2 + 이소플라본 섭취량
- 모형 4: 모형 3 + 골대사 지표(C-말단단백, 오스테오칼신, 오스테오폰틴, N-말단단백)
- 모형 5: 모형 4 + equol 생성능력
- 모형 6: 나이, 체질량지수, 성별, 흡연력, 음주력, 운동습관, 갑상선 자극 호르몬, 당뇨병력 + 본 연구에서 유의한 상관관계를 보이는 변수들

7. 골절위험도와 발효식품 섭취의 독립적인 관련성 평가

가. 단계적 회귀분석

노인 여성과 노인 남성에서 FRAX[®]를 이용하여 산출한 골다공증 골절 및 대퇴 골절 위험도와 발효음식 섭취 수준(3방법 각각)의 관련성을 확인하기 위해 단계적 회귀분석(stepwise multiple linear regression)을 시행하였다.

나. 회귀 분석 모형

FRAX[®] 모형에 나이, 체질량지수, 성별, 흡연력, 음주력이 포함되어 이를 제외한 다음 4 종류의 분석 모형을 이용하여 분석하였다.

- 모형 1: 운동습관, 갑상선 자극 호르몬, 당뇨병력, 영양 수준(단백질, 비타민 K, 마그네슘 섭취량, 혈장 25-OH 비타민 D, 소변 내 칼슘, 나트륨 배설량)
- 모형 2: 모형 1 + 이소플라본 섭취량
- 모형 3: 모형 2 + 골대사 지표(C-말단단백, 오스테오칼신, 오스테오폰틴, N-말단단백)
- 모형 4: 모형 3 + equol 생성능력
- 모형 5: 운동습관, 갑상선 자극 호르몬, 당뇨병력 + 본 연구에서 유의한 상관관계를 보이는 변수들

8. 골밀도 및 골절 위험도와 발효식품별 섭취 수준과의 상관관계 평가

노인, 여성, 남성군에서 골밀도(요추와 대퇴 경부) 및 골절 위험도(골다공증 골절과 대퇴 골절)와 회상법 및 빈도 조사에 의한 발효식품 섭취량의 상관성을 스피어맨 순위 상관분석을 이용하여 분석하였다.

9. 골밀도 및 골절 위험도와 발효식품별 섭취 수준과의 독립적인 관련성

노인, 여성 및 남성 노인의 골밀도(요추와 대퇴 경부) 및 골절 위험도(골다공증 골절과 대퇴 골절)와 회상법 및 빈도 조사에 의한 발효식품 섭취량의 독립적인 관련성을 확인하기 위해 단계적 회귀분석을 시행하였다.

10. 발효음식 섭취와 장내 세균총 조성 분석

피험자 중 분변이 획득된 112명을 대상으로 24시간 회상법에 의한 발효식품 섭취량, 골밀도, 텔로미어 길이가 낮은 수준부터 높은 순으로 4분위로 분류하여 그룹 간 세균 조성 차이의 유의성 조사(ANOSIM 분석), 그룹간 세균 조성 관계 조사(Cluster 분석, nMDS 분석), 그룹간 유의한 차이 형성에 기여한 세균 (OTU) 분석 (SIMPER 분석), 그룹간 유의한 차이를 형성한 세균의 양적 비교 (SIMPER 분석), 자체 개발한 T-RFLP database를 이용한 세균 genus/species 예측 및 그룹간 유의한 차이를 보이는 세균의 Real-time PCR 정량 검사를 시행하였다.

제3장 연구개발결과

제1절 연구대상자의 특성

1. 연구대상자의 인구학적 특성

연구대상자는 총 178명 이었으며, 노인군은 69.92±4.01세, 성인군은 28.56±3.85세의 평균 연령을 나타내었다. 여성이 전체 연구대상자의 60.1%를 차지하였다. 성인군에 비해 노인군에서 흡연자와 음주자는 적었으며, 운동을 하는 사람은 많았다. 노인군에서 절반의 대상자가 고혈압약을 복용하고 있었다(표 4).

Table 4. Demographic characteristics of study participants

	Total subjects (N=178)	Elderly (N=110)	Adults (N=68)	<i>P</i> -value
Age (yrs)	62.48±11.86	69.92±4.01	28.56±3.85	<0.01
Sex				
Male	71(39.9)	39(35.5)	32(47.1)	0.13
Female	107(60.1)	71(64.5)	36(52.9)	
Lifestyle				
Current smoker	17(9.6)	2(1.8)	15(22.1)	<0.01
Current drinking	102(57.3)	37(33.6)	65(95.6)	<0.01
Physical exercise	86(48.3)	62(56.4)	24(35.3)	0.01
Medical history				
Hypertension		55(50)	0	
Diabetes		16(14.5)	0	
Hyperlipidemia		17(15.5)	0	

P-value was calculated with t-test or χ^2 -test between elderly and adults groups

2. 연구대상자의 신체계측 결과

모든 피험자의 신체계측 결과는 표 5에 제시하였다. 노인군에서 성인군에 비해 체질량지수, 허리엉덩이 둘레비가 컸으며, 신장, 체지방량, SMI-II는 작았다. 체중, 체지방량, ASM, SMI-I은 유의한 차이를 보이지 않았다(표 6).

Table 5. Anthropometry of study participants (N=178)

	Mean±SD or Median (25-75%)
Age	66 (30-70)
Body composition	
Height (cm)	160.82±9.67
Weight (kg)	61.4 (52.7-69.5)
Body mass index (kg/m ²)	24.03±3.47
Waist-hip ratio	0.88 (0.82-0.92)
Total Body fat (%)	30.95±7.78
Total body lean mass (kg)	22.1 (19.5-29.1)
ASM (kg)	15.42 (13.58-21.17)
SMI-I (ASM/height ²) (kg/m ²)	6.36 (5.64-21.17)
SMI-II (ASM/weight)*100 (%)	27.60±4.19

ASM: appendicular (legs and arms, both) skeletal muscle mass by DEXA

SMI-I: ASM/height(m²)

SMI-II: (ASM/weight)*100

Table 6. Comparison of anthropometry between elderly and adults groups

	Mean±SD or Median (25-75%)		<i>P</i> -value
	Elderly (N=118)	Adults (N=68)	
Age	69 (67-72)	29 (25-31)	
Body composition			
Height (cm)	157.40±0.54	166.50±8.75	<0.01
Weight (kg)	62.43±10.41	62.56±13.94	0.94
Body mass index (kg/m ²)	25.07±3.04	22.37±3.49	<0.01
Waist-hip ratio	0.91±0.05	0.81±0.06	<0.01
Total Body fat (%)	31.49±7.90	30.03±7.55	0.24
Total body lean mass (kg)	21.95 (19.30-26.50)	22.3 (19.9-31.9)	<0.05
ASM (kg)	15.36 (16.63-19.92)	15.80 (13.27-23.51)	1.18
SMI-I (ASM/height ²) (kg/m ²)	6.46 (5.92-7.26)	5.86 (5.23-7.82)	0.16
SMI-II (ASM/weight)*100 (%)	26.02 (23.96-29.42)	28.36 (25.92-31.21)	<0.01

P-values were calculated by t-test or Wilcoxon rank sum test

ASM: appendicular (legs and arms, both) skeletal muscle mass by DEXA

SMI-I: ASM/height²

SMI-II: (ASM/weight)*100

3. 연구대상자의 골밀도와 골절 위험도, 근력 및 신체기능 평가

노인군에서 성인군에 비해 요추 및 대퇴 경부의 골밀도와 T-점수가 낮았다(표 7). 10년 내 골절위험도와 근력, 신체기능 평가는 노인에서만 시행하였다. 피험자 중 임상적으로 치료가 필요한 골절위험도가 20% 이상인 경우는 없었으며, 신체기능 검사 중 대표적으로 이용되는 보행속도 검사에서 보행속도가 0.8 m/sec 미만으로 기능 감소가 의심되는 사람은 남성 노인 11명, 여성 44명으로 총 55명 (50%)였다. 다른 관련 변수들의 평균과 범위는 표 8에 제시하였다.

Table 7. Bone density and fracture risk assessment, muscle strength, and physical performance of study participants

	Total subjects (N=178)	Elderly (N=110)	Adults (N=68)	<i>P</i> - value
Lumbar BMD (g/cm ²)	1.038±0.183	0.981±0.188	1.132±0.129	<0.001
Lumbar T-score (score)	-0.87±1.39	-1.28±1.43	-0.19±0.99	<0.001
Femoral neck BMD (g/cm ²)	0.860±0.193	0.800±0.196	0.961±0.139	<0.001
Femur T-score (score)	-0.55±1.23	-1.11±1.00	0.38±1.00	<0.001

P-values were calculated by t-test

Table 8. Bone fracture risk assessment, muscle strength, and physical performance of elderly participants (N=110)

	Mean±SD or Median (25-75%)
Bone fracture risk assessment	
10-year major osteoporotic fracture probability (%)	7.45 (4.60-9.70)
10-year hip fracture probability (%)	2.5 (1.3-4.6)
Physical performance	
SPPB (0-12) (points)	9 (7-10)
Gait speed (m/s)	0.83±0.17
Repeated chair stands (s)	8.30±2.10
Muscle strength	
Right hand grip strength (kg)	24.25 (20.00-30.90)
Left hand grip strength (kg)	22.85 (20.00-31.15)
Max leg strength/weight (%)	
Extension 60 degree/s, Rt	72.75 (35.50-110.45)
Extension 60 degree/s, Lt	76.45 (38.50-115.20)
Flexion 60 degree/s, Rt	38.95 (20.70-65.20)
Flexion 60 degree/s, Lt	35.6 (20.5-64.7)
Extension 180 degree/s, Rt	44.80 (21.95-67.10)
Extension 180 degree/s, Lt	44.30 (21.50-69.95)
Flexion 180 degree/s, Rt	37.65 (18.70-53.75)
Flexion 180 degree/s, Lt	34.10 (18.80-52.05)

SPPB: Short physical performance battery

Fracture probability was calculated using the FRAX[®]

4. 연구대상자의 혈액검사 결과

모든 피험자의 혈액검사 결과는 표 9에 제시하였다. 노인군에서 성인군에 비해 BUN, AST, GGT, 공복혈당과 HOMA-IR, hs-CRP, 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, 중성지방, N-말단단백, 소변 내 나트륨 배설이 높았으며, 사구체여과율, 칼슘, 25-OH 비타민 D, 오스테오폰틴 수준과 텔로미어 길이는 작았다. 그리고, 노인군에서 equol 생성자는 38.2%였다 (표 10).

Table 9. Biochemical and laboratory analysis of study participants

	Mean±SD or Median (25-75%)
White blood cells (/μL)	2630 (4780-6600)
Hemoglobin (g/dL)	13.88±1.50
BUN (mg/dL)	14 (12-17)
Creatinine (mg/dL)	0.09 (0.59-0.82)
Estimated GFR (mL/min)	101.19±20.41
AST (IU/L)	19 (22-29)
ALT (IU/L)	18 (14-24)
GGT (IU/L)	18 (13-26)
Fasting glucose (mg/dL)	95 (89-103)
Fasting insulin (mU/L)	6.09 (4.46-8.10)
HOMA-IR	1.49 (1.05-1.96)
hs-CRP (mg/L)	0.44 (0.25-1.02)
Total cholesterol (mg/dL)	184.71±38.24
LDL-cholesterol (mg/dL)	110 (88-128)
HDL-cholesterol (mg/dL)	50 (44-58)
Triglyceride (mg/dL)	85 (62.5-85.0)
Serum calcium (mg/dL)	9.3 (9.0-9.5)
Phosphorus (mg/dL)	3.5 (3.2-3.8)
25-OH vitamin D (ng/mL)	13.00 (10.15-17.30)
TSH (uIU/mL)	1.92 (1.31-2.64)
C-telopeptide of collagen type 1 (ng/mL)	0.388 (0.274-0.511)
Osteocalcin (ng/mL)	16.97 (13.86-22.42)
Osteopontin (ng/mL)	8.89 (3.04-31.77)
N-telopeptide of collagen type 1 (nM)	17.58±7.81
Urinary calcium (mg/24hrs)	160.61±92.78
Urinary sodium (mg/24hrs)	162.5 (115.5-218.0)
Mitochondrial DNA copy number	75.68 (60.20-96.13)
Telomere length (T/S)	369.97 (305.55-458.26)

Table 10. Comparison of biochemical and laboratory analysis
between elderly and adults groups

	Mean±SD or Median (25-75%)		<i>P</i> -value
	Elderly (N=110)	Adults (N=68)	
White blood cells (/μL)	5665.5±1403.6	5680.7±1382.2	0.95
Hemoglobin (g/dL)	13.70±1.23	14.18±1.82	0.06
BUN (mg/dL)	16 (13-19)	11 (10-13)	<0.01
Creatinine (mg/dL)	0.68 (0.59-0.80)	0.71 (0.59-0.85)	0.55
Estimated GFR (mL/min)	93.48±18.96	113.7±16.11	<0.01
AST (IU/L)	23 (20-27)	20 (18-25)	<0.01
ALT (IU/L)	18 (15-24)	16 (11-25)	0.06
GGT (IU/L)	19 (14-29)	17 (12-21)	0.04
Fasting glucose (mg/dL)	99 (93-106)	90.36±6.08	<0.01
Fasting insulin (mU/L)	6.65±2.83	5.68 (4.16-7.97)	0.38
HOMA-IR	1.60 (1.18-2.19)	1.30 (0.87-1.76)	0.03
hs-CRP (mg/L)	0.65 (0.38-1.40)	0.29 (0.17-0.58)	<0.01
Total cholesterol (mg/dL)	194.0±40.27	169.6±29.15	<0.01
LDL-cholesterol (mg/dL)	118.5±32.34	96.85±27.09	<0.01
HDL-cholesterol (mg/dL)	50.28±10.22	53.41±10.77	0.06
Triglyceride (mg/dL)	102 (69-131)	68 (48-89)	<0.01
Serum calcium (mg/dL)	9.2 (9.0-9.4)	9.3 (9.2-9.6)	<0.01
Phosphorus (mg/dL)	3.47±0.48	3.54±0.42	0.36
25-OH vitamin D (ng/mL)	11.70 (8.85-16.70)	15.38±5.11	<0.01
TSH (uIU/mL)	1.82 (1.25-2.70)	2.39±2.78	0.62
C-telopeptide of collagen type 1 (ng/mL)	0.40 (0.30-0.51)	0.35 (0.26-0.56)	0.54
Osteocalcin (ng/mL)	16.70 (13.50-21.88)	17.12 (14.10-24.10)	0.39
Osteopontin (ng/mL)	6.53 (2.45-25.58)	22.07 (5.01-33.92)	0.02
N-telopeptide of collagen type 1 (nM)	17.54 (14.40-21.82)	12.93 (9.57-22.68)	0.01
Urinary calcium (mg/24hrs)	163.2±94.00	143.9±85.23	0.44
Urinary sodium (mg/24hrs)	164.0 (124.5-224.0)	128.0±54.08	0.01
Mitochondrial DNA copy number	76.43±28.58	80.66±28.33	0.34
Telomere length (T/S)	357.6±95.83	431.5±104.4	<0.01
Equol producer (%)	38.2		

P-values were calculated by t-test or Wilcoxon rank sum test

5. 연구대상자의 영양 분석

2회(봄, 가을)에 걸친 영양조사 분석 결과 대부분의 영양소 섭취가 유의한 양의 상관관계를 나타내었다(표 11). 모든 피험자의 영양분석 결과는 표 12에 제시하였다. 노인군에서 성인군에 비해 탄수화물, 섬유소, 비타민 A, 비타민 K, 비타민 C, 엽산, 나트륨, 칼륨, 아연의 섭취가 많았으며, 지방과 비타민 B₆의 섭취가 적었다. 비타민 D, 칼슘, 마그네슘, 이소플라본의 섭취는 양 군간 차이가 없었다(표 13).

Table 11. Correlation between nutritional intake in spring and in autumn of study subjects

Nutrients	Mean±SD or Median (25-75%)		<i>r</i>	<i>P</i> -value
	Spring	Fall		
Energy	1615±383	1575±349.6	0.34	<0.01
Carbohydrate	264.1±57.5	259.7 (218.8-283.9)	0.23	0.02
Fat	33.9 (24.1-43.2)	32.7±13	0.34	<0.01
Protein	64.6±20.7	64.4±21.3	0.39	<0.01
Cholesterol	208.1 (74.7-291.8)	220.4 (89.6-297.5)	0.05	0.65
Total fiber	25.4 (18.7-28.8)	25.7 (19.2-29.6)	0.25	<0.01
Vitamin A	1012 (574.2-1141.6)	1005 (574.2-1141.6)	0.26	<0.01
Vitamin D	3 (0-4.2)	2.8 (0.13-3.0)	0.07	0.50
Vitamin E	13.7 (9.5-17.6)	13.4±5.9	0.23	0.02
Vitamin K	302.3 (152-361.8)	305.9 (151-331)	0.12	0.21
Vitamin C	104 (69.4-131.8)	106.8 (64.5-126.8)	0.37	<0.01
Vitamin B ₁ (Thiamin)	1.17±0.4	1.16±0.4	0.19	<0.01
Vitamin B ₂ (Riboflavin)	0.99 (0.74-1.19)	0.98 (0.7-1.22)	0.28	<0.01
Vitamin B ₃ (Niacin)	13.9 (10.3-16.5)	13.5 (10.17-15.45)	0.20	<0.01
Vitamin B ₆	1.7 (1.29-1.89)	1.7 (1.3-1.9)	0.44	<0.01
Folate	567.4±201.4	591.5 (425.4-737-14)	0.31	<0.01
Vitamin B ₁₂	8.6 (2.4-11.9)	8.2 (3.17-10.24)	0.33	<0.01
Panthenic acid	4.3±1.3	4.5±1.4	0.22	0.03
Biotin	14.5 (7.4-18.2)	15.5±8.2	0.06	0.07
Calcium	537.9 (370.75-670.76)	512.8 (333.8-620.95)	0.40	<0.01
Phosphorus	1053±321.9	1044±333.7	0.45	<0.01
Sodium	4559±1642	4774±1770	0.18	<0.01
Potassium	3114 (2431-3575.2)	3135 (2259.3-3645)	0.35	<0.01
Magnesium	74.3 (37.5-107.2)	79.1 (42.4-111)	0.03	0.09
Iron	15.3±4.9	15.4±5.3	0.17	<0.01
Zinc	10.6±5.7	10.7±5.2	0.19	<0.01
Copper	1.2±0.4	1.2±0.6	0.04	<0.01
Manganese	4.3 (37.5-107.2)	4.3±1.4	0.23	0.02

Iodine	424.7 (34.15-566.07)	425.6 (30.54-149.4)	0.23	0.02
Selenium	82.6 (56.27-102.14)	85 (54.61-103.71)	0.19	0.04

Correlation coefficient and *P*-values were calculated Pearson correlation or Spearman rank correlation test

Table 12. Nutritional analysis of study participants (N=178)

	Mean±SD or Median (25-75%)
Total energy (kcal)	1601.59 (1401.32-1814.27)
Carbohydrate (%)	63.37 (59.56-66.79)
Fat (%)	19.80 (17.05-24.63)
Protein (%)	15.54 (14.08-17.35)
Cholesterol (mg)	221.67±128.63
Total Fiber (g)	28.99 (24.96-33.47)
Vitamin A (μ RE)	897.69 (698.67-1193.33)
Vitamin D (μ g)	2.10 (1.15-4.41)
Vitamin E (mg α -TE)	16.29±13.95
Vitamin K (μ g)	229.50 (184.05-346.80)
Vitamin C (mg)	96.71 (80.78-122.00)
Vitamine B ₁ (Thiamine, mg)	1.14 (1.03-1.26)
Vitamine B ₂ (Rivoflavin, mg)	1.03 (0.95-1.13)
Vitamine B ₃ (Niacin, mg NE)	13.54 (11.67-15.71)
Vitamine B ₆ (mg)	5.18 (4.99-5.41)
Folate (μ g DFE)	553.33 (451.84-637.06)
Vitamine B ₁₂ (μ g)	7.80 (10.47)
Pantothenic acid (mg)	4.42 (3.85-4.91)
Biotin (μ g)	18.24 (14.77-21.75)
Calcium (mg)	532.36 (426.65-590.11)
Phosphorus (mg)	1048.42 (930.51-1188.20)
Sodium (mg)	4628.67±332.47
Potassium (mg)	2901.71 (2394.64-3542.84)
Magnesium (mg)	69.81 (52.29-92.52)
Iron (mg)	14.92 (12.61-17.49)
Zinc (mg)	10.14 (8.70-11.35)
Copper (mg)	1.30 (1.08-1.50)
Fluoride (mg)	2.75 (-2.34-10.32)
Manganese (mg)	4.29 (3.58-5.08)
Iodine (μ g)	297.22 (256.50-480.43)
Selenium (μ g)	80.11 (67.50-99.65)
Isoflavone (mg)	25.82 (14.65-41.04)

Table 13. Comparison of nutritional analysis between elderly and adults groups

	Mean±SD or Median (25-75%)		<i>P</i> -value
	Elderly (N=110)	Adults (N=68)	
Total energy (kcal)	1596.6±295.3	1647.8±348.6	0.33
Carbohydrate (%)	65.38±4.88	58.25±7.10	<0.01
Fat (%)	18.63±4.15	26.09±6.27	<0.01
Protein (%)	15.99±2.44	15.66±2.01	0.39
Cholesterol (mg)	220.2±125.1	224.5±136.3	0.85
Total Fiber (g)	31.25 (27.53-35.46)	24.08 (20.37-27.92)	<0.01
Vitamin A (μ RE)	967.49 (757.18-1301.59)	836.8±251.8	<0.01
Vitamin D (μ g)	2.26 (1.07-4.47)	1.98 (1.19-4.03)	0.99
Vitamin E (mg α -TE)	14.52±5.74	19.55±21.94	0.10
Vitamin K (μ g)	273.75 (207.57-373.80)	196.44 (150.82-228.78)	<0.01
Vitamin C (mg)	107.88 (87.92-137.95)	83.24±25.30	<0.01
Vitamine B ₁ (Thiamine, mg)	1.13 (1.03-1.25)	1.19±0.24	0.34
Vitamine B ₂ (Rivoflavin, mg)	1.04 (0.95-1.13)	1.01 (0.91-1.17)	0.88
Vitamine B ₃ (Niacin, mg NE)	13.96±3.25	13.42±2.83	0.43
Vitamine B ₆ (mg)	5.27 (5.08-5.54)	11.01±48.91	<0.01
Folate (μ g DFE)	588.62 (527.12-682.50)	460.9±112.4	<0.01
Vitamine B ₁₂ (μ g)	8.34 (5.12-10.35)	7.74±4.67	0.23
Pantothenic acid (mg)	4.37±0.96	4.41±2.45	0.90
Biotin (μ g)	18.20 (14.32-21.60)	24.56±46.84	0.51
Calcium (mg)	546.40 (447.71-620.98)	474.32 (369.29-564.33)	0.02
Phosphorus (mg)	1087.7±229.4	1047.8±467.9	0.55
Sodium (mg)	4856.2±1226.6	4209.6±906.9	<0.01
Potassium (mg)	2996.5 (2423.6-3730.4)	2845.2±754.4	0.02
Magnesium (mg)	73.07 (55.77-92.42)	61.16 (49.88-90.86)	0.18
Iron (mg)	15.78±4.67	14.74 (12.24-16.03)	0.24
Zinc (mg)	10.45 (8.80-11.61)	9.49±2.09	0.04
Copper (mg)	1.37±0.35	1.54±3.18	0.47
Fluoride (mg)	1.96 (-2.33-7.11)	5.85 (-2.46-17.97)	0.32
Manganese (mg)	4.56±1.29	5.04±9.02	0.47
Iodine (μ g)	303.93 (257.20-470.55)	294.10 (251.43-484.26)	0.62
Selenium (μ g)	84.29±25.03	85.99±37.86	0.64
Isoflavone (mg)	25.70 (14.20-41.04)	28.94 (14.85-40.64)	0.86

P-values were calculated by t-test or Wilcoxon rank sum test

6. 인지기능(MMSE-K) 및 삶의 질(SF-36) 설문 검사

노인의 인지기능 선별검사에서 모두 24점 이상으로 치매가 의심되는 연구대상자는 없었다. 삶의 질 설문 검사 결과는 표 14에 제시하였다.

Table 14. Quality of life using SF-36 among elderly participants

	Median (25-75%)
Physical function (score)	54.9 (50.7-57.0)
Role-physical (score)	56.9 (54.4-56.9)
Bodily pain (score)	55.4 (46.1-62.1)
general health (score)	45.8 (40.1-52.9)
Vitality (score)	61.5 (52.1-64.6)
Social functioning (score)	56.8 (56.8-56.8)
Role-emotional (score)	55.9 (55.9-55.9)
Mental health (score)	55.6 (50.0-58.5)
Physical component summary (score)	52.8 (47.1-55.9)
Mental component summary (score)	58.0 (52.9-61.4)

제2절 발효식품 섭취 수준

1. 총발효식품 섭취수준

가. 연령에 따른 총발효식품 섭취 수준

발효식품 섭취는 어떤 방법으로 분석하더라도 노인에서 월등히 많은 것으로 나타났다(표 15).

Table 15. Fermented food intake according to age group

	Total subjects (N=178)	Elderly (N=110)	Adults (N=68)	<i>P</i> - value
FFI by 24-hr recall method (g)	484.23±228.63	533.1±238.1	383.3±169.5	<0.0001
FFI by 24-hr recall method (serving size)	10.96±5.05	12.58±8.19	8.19±3.47	<0.0001
FFI by frequency questionnaire (g)	171.00±115.64	208.1±129.6	118.2±66.23	<0.0001

P-values were calculated by t-test between elderly and adult groups

FFI: Fermented food intake

나. 성별에 따른 총발효식품 섭취 수준

24시간 회상법이나 섭취빈도 조사를 이용한 총발효식품 섭취량에서는 성별 차이를 보이지 않았지만 1회 제공량 단위로 분석했을 때는 남성의 섭취가 많았다(표 16).

Table 16. Fermented food intake according to sex

	Male (N=71)	Female (N=107)	<i>P</i> - value
FFI by 24-hr recall method (g)	519.5±241.6	465.5±220.5	0.18
FFI by 24-hr recall method (serving size)	12.32±5.35	10.23±4.77	0.01
FFI by frequency questionnaire (g)	168.7±98.00	172.7±127.5	0.84

P-values were calculated by t-test

FFI: Fermented food intake

다. 연령과 성별에 따른 발효식품 섭취 수준

연령과 성별에 따른 발효식품 섭취 수준은 표 17에 제시하였다. 노인 남성, 노인 여성, 성인 남성, 성인 여성의 순으로 발효식품을 많이 섭취 하는 것으로 나타났다.

Table 17. Fermented food intake according to age and sex group

	Elderly male (N=39)	Elderly female (N=71)	Adult male (N=32)	Adult female (N=36)	<i>P</i> - value
FFI by 24-hr recall method (g)	586.84±262.43	509.07±224.28	418.48±167.75	357.28±170.66	<0.001
FFI by 24-hr recall method (serving size)	14.08±5.16	11.63±4.93	8.99±3.78	7.53±3.15	<0.001
FFI by frequency questionnaire (g)	209.92±100.94	206.99±144.44	125.97±75.09	110.37±46.15	0.0001

P-values were calculated by ANOVA

FFI: Fermented food intake

2. 총발효식품 섭취 수준 평가 방법 간 상관관계

총발효식품 섭취 수준 평가 방법 간 상관관계를 살펴보았을 때 전체 피험자를 대상 시에는 모두 유의한 양의 상관관계를 나타내었지만(표 18), 성인군에서는 총발효식품 섭취 수준 평가 방법 간 상관관계를 보이지 않았다(표 20). 노인군과 성별에 따른 총발효식품 섭취 수준 평가 방법 간 상관관계 결과는 표 19, 표 21, 표 22에 제시하였으며, 24시간 회상법과 섭취빈도 조사를 이용한 총발효식품 섭취량은 모두 유의한 양의 상관관계를 나타내었다.

Table 18. Correlation between the fermented foods intake methods among study subjects

	Method 1		Method 2		Method 3	
	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>
Method 1			0.31	0.0003	0.37	<0.0001
Method 2					0.26	0.007

P-values were calculated by Pearson's correlation

Method 1: Fermented food intake by 24-hr recall method (g)

Method 2: Fermented food intake by 24-hr recall method (serving size)

Method 3: Fermented food intake by frequency questionnaire (g)

Table 19. Correlation between the fermented foods intake methods among elderly subjects

	Method 1		Method 2		Method 3	
	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>
Method 1			0.27	0.008	0.34	0.003
Method 2					0.18	0.14

P-values were calculated by Pearson's correlation

Method 1: Fermented food intake by 24-hr recall method (g)

Method 2: Fermented food intake by 24-hr recall method (serving size)

Method 3: Fermented food intake by frequency questionnaire (g)

Table 20. Correlation between the fermented foods intake methods among adults subjects

	Method 1		Method 2		Method 3	
	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>
Method 1			-0.10	0.50	0.10	0.48
Method 2					-0.03	0.84

P-values were calculated by Pearson's correlation

Method 1: Fermented food intake by 24-hr recall method (g)

Method 2: Fermented food intake by 24-hr recall method (serving size)

Method 3: Fermented food intake by frequency questionnaire (g)

Table 21. Correlation between the fermented foods intake methods among female subjects

	Method 1		Method 2		Method 3	
	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>
Method 1			0.39	0.0002	0.40	0.0004
Method 2					0.20	0.10

P-values were calculated by Pearson's correlation

Method 1: Fermented food intake by 24-hr recall method (g)

Method 2: Fermented food intake by 24-hr recall method (serving size)

Method 3: Fermented food intake by frequency questionnaire (g)

Table 22. Correlation between the fermented foods intake methods among male subjects

	Method 1		Method 2		Method 3	
	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>
Method 1			0.16	0.283	0.34	0.015
Method 2					0.38	0.013

P-values were calculated by Pearson's correlation

Method 1: Fermented food intake by 24-hr recall method (g)

Method 2: Fermented food intake by 24-hr recall method (serving size)

Method 3: Fermented food intake by frequency questionnaire (g)

3. 연구대상자의 발효식품별 섭취량

가. 24시간 회상법을 이용한 발효식품별 섭취량

(1) 연구대상자의 발효식품별 섭취량

연구대상자들이 주로 섭취하는 발효식품은 김치류, 간장류, 된장류, 고추장류 순이었으며, 발효식품별 섭취량은 표 23에 제시하였다.

표 23. 발효식품별 섭취량 (N=178)

발효식품	중앙값(25-75%)
김치류	245 (135-360)
간장류	27 (17-41)
고추장류	10.0 (1.5-20.0)
된장류	15.25 (0-32.15)
쌈장류	0 (0-0)
청국장	0 (0-0)
요거트	0 (0-0)
젓갈류	0 (0-5)
장아찌류	0 (0-20)
발효곡주	0 (0-0)
발효과실주/즙	0 (0-0)
치즈	0 (0-0)
식초	0 (0-5)

(2) 연령에 따른 발효식품별 섭취량

노인군에서 성인군에 비해 김치류, 간장류, 된장류, 젓갈류, 장아찌류를 많이 섭취하는 것으로 조사되었다(표 24).

표 24. 노인군과 성인군의 발효식품별 섭취량 비교

발효식품	노인군(N=110)	성인군(N=68)	P-값
	중앙값(25-75%)	평균±표준편차 또는 중앙값(25-75%)	
김치류	275 (160-390)	216.7±139.5	0.02
간장류	32 (18.0-51.5)	24.35±14.50	0.01
고추장류	10.0 (1.5-20.0)	10 (1.25-20.00)	0.89
된장류	20.0 (1.5-40.0)	10 (0-24)	0.001
쌈장류	0 (0-0)	0 (0-0)	0.09
청국장	0 (0-0)	0	0.06
요거트	0 (0-0)	0 (0-32.5)	0.46
젓갈류	1.1 (0-8.5)	0 (0-0)	<0.0001
장아찌류	0 (0-20.0)	0 (0-0)	0.01
발효곡주	0 (0-0)	0 (0-0)	0.57
발효과실주/즙	0 (0-0)	0 (0-0)	0.05
치즈	0 (0-0)	0 (0-0)	0.10
식초	0.6 (0-5.0)	0 (0-4.75)	0.15

P-값은 윌콕슨 순위합 검정으로 분석하였다.

(3) 성별에 따른 발효식품별 섭취량

성별에 따른 발효식품별 섭취량을 살펴보았을 때 남성이 여성에 비해 김치류를 많이 섭취하는 것으로 조사되었다(표 25).

표 25. 성별에 따른 발효식품별 섭취량

발효식품	남성(N=71)	여성(N=107)	P-값
	평균±표준편차 또는 중앙값(25-75%)	중앙값(25-75%)	
김치류	294.9±178.4	240 (120-310)	<0.05
간장류	33.46±21.88	25.5 (17.5-36.5)	0.21
고추장류	10.5 (0-26)	10 (3-18)	0.30
된장	18 (0-33)	15 (0-31)	0.93
쌈장류	0 (0-0)	0 (0-0)	0.79
청국장	0 (0-0)	0 (0-0)	0.76
요거트	0 (0-0)	0 (0-0)	0.39
젓갈류	0 (0-3.5)	0 (0-5)	0.53
장아찌류	0 (0-20)	0 (0-15)	0.64
발효곡주	0 (0-0)	0 (0-0)	0.99
발효과실주/즙	0 (0-0)	0 (0-0)	0.14
치즈	0	0 (0-0)	0.11
식초	0 (0-4.4)	0 (0-0)	0.42

P-값은 윌콕슨 순위합 검정으로 분석하였다.

나. 발효식품 섭취빈도 조사지를 이용한 발효식품별 섭취량

(1) 연구대상자의 발효식품별 섭취량

연구대상자들이 주로 섭취하는 발효식품은 김치류, 요거트, 간장류, 된장류, 고추장류 순이었으며, 발효식품별 섭취량은 표 26에 제시하였다.

표 26. 발효식품별 섭취량 (N=178)

발효식품	중앙값(25-75%)
김치류	118.46 (76.15-177.69)
간장류	5.70 (2.85-8.00)
고추장류	1.14 (1.14-2.85)
된장	2.85 (1.14-5.70)
요거트	12.74 (5.34-37.40)
젓갈류	0 (0-0.66)
장아찌류	0.25 (0-1.75)
막걸리	0 (0-0)

(2) 연령에 따른 발효식품별 섭취량

노인군에서 성인군에 비해 김치류, 된장류, 젓갈류, 장아찌류, 막걸리의 섭취가 많은 것으로 조사되었다(표 27).

표 27. 연령에 따른 발효식품별 섭취량

발효식품	중앙값(25-75%)		P값
	노인군(N=110)	성인군(N=68)	
김치류	126.92 (101.54-177.69)	84.62 (42.31-118.46)	<0.0001
간장류	5.70 (2.85-8.00)	5.70 (2.85-5.70)	0.19
고추장류	2.85 (1.14-2.85)	1.14 (1.14-2.85)	0.22
된장류	5.70 (2.85-8.00)	1.14 (1.14-2.85)	<0.0001
요거트	16.66 (5.34-55.20)	12.74 (5.10-22.08)	0.09
젓갈류	0.19 (0-1.14)	0 (0-0.19)	0.01
장아찌류	0.76 (0.21-3.07)	0 (0-0.31)	<0.0001
막걸리	0 (0-2.33)	0 (0-0)	0.02

P값은 윌콕슨 순위합 검정으로 분석하였다.

(3) 성별에 따른 발효식품별 섭취량

발효식품 섭취빈도 조사지를 이용한 발효식품별 섭취량은 성별에 따라 차이가 없었다(표 28).

표 28. 성별에 따른 발효식품별 섭취량

발효식품	중앙값(25-75%)		P-값
	남성(N=71)	여성(N=107)	
김치류	118.46 (76.15-152.31)	101.51 (67.69-177.69)	0.53
간장류	5.70 (2.85-8.00)	5.70 (2.85-8.00)	0.75
고추장류	1.14 (1.14-2.85)	1.14 (1.14-2.85)	0.93
된장	2.85 (1.14-5.70)	2.85 (2.56-5.70)	0.23
요거트	12.74 (4.35-35.79)	14.47 (5.34-41.32)	0.67
젓갈류	0.09 (0-1.14)	0 (0-0.61)	0.55
장아찌류	0.25 (0-1.01)	0 (0-1.77)	0.77
막걸리	0 (0-0)	0 (0-0)	0.31

P-값은 윌콕슨 순위합 검정으로 분석하였다.

4. 평가 방법 간 발효식품별 섭취량의 상관관계

24시간 회상법과 섭취빈도 조사법 간 발효식품별 섭취량은 장아찌류의 섭취에서만 유의한 양의 상관관계를 나타내었다(표 29).

표 29. 평가 방법 간 발효식품별 섭취량의 상관관계

발효식품	<i>r</i>	P-값
김치류	0.13	0.17
간장류	0.002	0.98
고추장류	-0.01	0.90
된장	-0.01	0.92
요거트	0.01	0.90
젓갈류	0.17	0.07
장아찌류	0.28	0.002
막걸리	-0.02	0.84

P-값은 스피어맨 순위 상관분석으로 산출하였다.

제3절 정상, 골감소증, 골다공증군 간의 발효음식 섭취 수준

1. 모든 연구대상자의 정상, 골감소증, 골다공증군 간의 발효음식 섭취 수준

정상, 골감소증, 골다공증군 간의 발효음식 섭취량은 차이가 없었지만, 1회 제공량으로 분석한 발효식품 섭취 수준은 골감소증군이 정상군에 비해 높은 것으로 나타났다(표 30).

Table 30. Fermented food intake according to T-score of study participants

	Normal (T>-1.0) (N=85)	Osteopenia (-2.5<T≤-1.0) (N=50)	Osteoporosis (T≤-2.5) (N=43)	P-value
FFI by 24-hr recall method (g)	448.44±190.66	504.60±256.56	506.97±238.80	0.35
FFI by 24-hr recall method (serving size)	9.79±4.79	12.54±5.74	11.02±4.38	0.03
FFI by frequency questionnaire (g)	172.14±145.73	167.96±99.00	173.27±92.97	0.98

P-value was calculated by ANOVA.

FFI: Fermented food intake

2. 노인군의 정상, 골감소증, 골다공증군 간의 발효음식 섭취 수준

노인군에서 정상, 골감소증, 골다공증군 간의 발효음식 섭취 수준은 차이가 없었다(표 31).

Table 31. Fermented food intake according to T-score of elderly participants

	Normal (T>-1.0) (N=33)	Osteopenia (-2.5<T≤-1.0) (N=38)	Osteoporosis (T≤-2.5) (N=39)	P-value
FFI by 24-hr recall method (g)	557.72±204.43	544.99±254.50	508.95±241.25	0.71
FFI by 24-hr recall method (serving size)	13.11±5.94	12.87±5.04	11.83±4.35	0.55
FFI by frequency questionnaire (g)	265.98±216.67	189.23±106.18	199.17±84.28	0.15

P-value was calculated by ANOVA.

FFI: Fermented food intake

3. 성인군의 정상, 골감소증, 골다공증군 간의 발효음식 섭취 수준

성인군에서 정상, 골감소증, 골다공증군 간의 발효음식 섭취 수준은 차이가 없었다(표 32).

Table 32. Fermented food intake according to T-score of adults participants

	Normal (T>-1.0) (N=52)	Osteopenia (-2.5<T≤-1.0) (N=12)	Osteoporosis (T≤-2.5) (N=4)	P-value
FFI by 24-hr recall method (g)	384.15±151.69	351.11±210.71	481.21±249.22	0.52
FFI by 24-hr recall method (serving size)	7.99±3.51	8.95±3.70	7.83±2.85	0.70
FFI by frequency questionnaire (g)	128.15±63.67	119.36±58.19	76.15±51.01	0.11

P-value was calculated by ANOVA.

FFI: Fermented food intake

4. 여성의 정상, 골감소증, 골다공증군 간의 발효음식 섭취 수준

정상, 골감소증, 골다공증군 간의 발효음식 섭취량은 차이가 없었지만, 1회 제공량으로 분석한 발효식품 섭취 수준은 골감소증군이 정상군에 비해 높은 것으로 나타났다(표 33).

Table 33. Fermented food intake according to T-score of female participants

	Normal (T>-1.0) (N=40)	Osteopenia (-2.5<T≤-1.0) (N=37)	Osteoporosis (T≤-2.5) (N=30)	P-value
FFI by 24-hr recall method (g)	458.11±228.33	462.42±211.03	476.77±230.58	0.94
FFI by 24-hr recall method (serving size)	8.32±4.07	11.91±5.23	10.86±4.45	0.01
FFI by frequency questionnaire (g)	166.74±190.71	161.03±88.58	198.09±69.98	0.58

P-value was calculated by ANOVA.

FFI: Fermented food intake

5. 남성의 정상, 골감소증, 골다공증군 간의 발효음식 섭취 수준

남성군에서 정상, 골감소증, 골다공증군 간의 발효음식 섭취 수준은 차이가 없었다(표 34).

Table 34. Fermented food intake according to T-score of male participants

	Normal (T>-1.0) (N=45)	Osteopenia (-2.5<T≤-1.0) (N=13)	Osteoporosis (T≤-2.5) (N=13)	P-value
FFI by 24-hr recall method (g)	436.34±134.22	618.16±335.35	574.34±252.29	0.06
FFI by 24-hr recall method (serving size)	11.77±4.93	11.73±4.20	14.06±7.16	0.41
FFI by frequency questionnaire (g)	178.27±69.85	182.29±119.85	145.70±108.66	0.48

P-value was calculated by ANOVA.

FFI: Fermented food intake

제4절 발효음식 섭취 수준과 측정 변수들의 상관관계

1. 발효음식 섭취와 나이, 신체계측, 골밀도, 근력, 신체기능 평가 변수들의 상관관계

가. 전체 연구대상자

발효음식의 섭취 수준은 연령, 대퇴 경부 골밀도와 유의한 양의 상관관계를 나타내었으며, 다른 변수들의 결과는 표 35에 제시하였다.

Table 35. Correlation between age, anthropometric variables and fermented foods intake among study participants

	Fermented food intake (g)		Fermented food intake (serving size)		Frequency of fermented food intake (g)	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Age	0.27	<0.001	0.35	<0.0001	0.51	<0.0001
Body composition						
Height	0.03	0.75	-0.09	0.31	-0.25	0.01
Weight	0.10	0.21	-0.002	0.99	0.01	0.90
Body mass index	0.14	0.09	0.06	0.50	0.22	0.02
Waist-hip ratio	0.20	0.02	0.23	0.01	0.36	<0.01
Total Body fat	-0.04	0.66	-0.07	0.42	0.06	0.48
Total body lean mass	0.08	0.38	-0.03	0.74	-0.12	0.20
ASM	0.07	0.39	-0.01	0.92	-0.07	0.46
SMI-1	0.11	0.19	0.04	0.63	0.07	0.44
SMI-2	-0.01	0.93	-0.001	0.99	-0.12	0.18
Bone density and fracture risk assessment						
Lumbar BMD	0.12	0.18	0.14	0.13	0.23	0.11
Lumbar T-score	0.15	0.09	0.10	0.25	0.13	0.18
Femoral neck BMD	0.38	<0.001	0.23	0.01	0.28	0.003
Femur T-score	0.10	0.26	0.16	0.07	0.18	0.15

Correlation coefficient and P-value were calculated by Pearson's correlation or Spearman's rank correlation test

ASM: appendicular (legs and arms, both) skeletal muscle mass by DEXA

SMI-1: ASM/height²

SMI-2: (ASM/weight)*100

나. 노인군

발효음식의 섭취 수준은 대퇴 경부 골밀도와 유의한 양의 상관관계를 나타내었으며, 일부 발효음식 평가 방법에서 발효음식 섭취는 골절 위험율과 유의한 음의 상관관계를 나타내었다. 발효음식 섭취 수준과 약력 및 하지근력은 상관이 없었으며, 신체기능 검사인 SPPB와는 유의하지는 않지만($P=0.07$) 양의 상관관계의 경향을 나타내었다(표 36).

Table 36. Correlation between age, anthropometric variables and fermented foods intake among elderly participants

	Fermented food intake (g)		Fermented food intake (serving size)		Frequency of fermented food intake (g)	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Age	-0.20	0.05	0.06	0.61	0.03	0.78
Body composition						
Height	0.19	0.07	0.10	0.41	0.09	0.45
Weight	0.14	0.18	0.05	0.65	0.17	0.16
Body mass index	0.05	0.66	-0.03	0.80	0.15	0.21
Waist-hip ratio	-0.02	0.87	0.03	0.82	0.09	0.46
Total Body fat	-0.08	0.43	-0.08	0.52	0.02	0.86
Total body lean mass	0.21	0.04	0.09	0.44	0.17	0.14
ASM	0.19	0.06	0.07	0.53	0.17	0.15
SMI-I	0.17	0.10	0.04	0.76	0.19	0.11
SMI-II	0.11	0.31	0.07	0.55	0.03	0.79
Bone density and fracture risk assessment						
Lumbar BMD	0.05	0.65	0.004	0.97	0.09	0.44
Lumbar T-score	0.02	0.88	0.11	0.38	0.14	0.24
Femoral neck BMD	0.72	<0.001	0.57	<0.001	0.75	<0.001
Femur T-score	0.17	0.12	0.18	0.13	0.20	0.11
10-year major osteoporotic fracture probability	-0.14	0.20	-0.06	0.61	-0.31	0.01
10-year hip fracture probability	-0.14	0.21	-0.10	0.42	-0.29	0.02
Physical performance						
SPPB	-0.01	0.91	0.21	0.07	0.16	0.17
Gait speed	0.02	0.87	-0.20	0.09	-0.16	0.18
Repeated chair stands	-0.01	0.89	0.24	0.04	0.11	0.35
Muscle strength						
Right hand grip strength	0.08	0.43	0.04	0.73	0.11	0.35
Left hand grip strength	0.11	0.32	0.03	0.78	0.01	0.93
Max leg strength/weight						
Extension 60 degree/s, Rt	0.05	0.61	0.06	0.60	-0.09	0.44
Extension 60 degree/s, Lt	0.11	0.31	0.02	0.87	-0.08	0.51
Flexion 60 degree/s, Rt	-0.01	0.95	-0.03	0.83	-0.12	0.31
Flexion 60 degree/s, Lt	0.01	0.90	0.005	0.97	-0.09	0.43
Extension 180 degree/s, Rt	0.09	0.40	0.10	0.41	-0.07	0.58
Extension 180 degree/s, Lt	0.12	0.26	0.06	0.59	-0.06	0.63
Flexion 180 degree/s, Rt	0.04	0.72	-0.01	0.92	-0.11	0.37
Flexion 180 degree/s, Lt	0.02	0.81	-0.05	0.70	-0.18	0.14

Correlation coefficient and P-value were calculated by Pearson's correlation or Spearman's rank correlation test

ASM: appendicular (legs and arms, both) skeletal muscle mass by DEXA

SMI-1: $ASM/height^2$, SMI-2: $(ASM/weight)*100$

SPPB: Short physical performance battery

Fracture probability was calculated using the FRAX[®]

다. 성인군

일부 발효음식 평가 방법에서 발효음식 섭취는 요추 골밀도 및 T-점수와 유의한 음의 상관관계를 나타내었으며, 다른 변수 결과는 표 37에 제시하였다.

Table 37. Correlation between age, anthropometric variables and fermented foods intake among adults participants

	Fermented food intake (g)		Fermented food intake (serving size)		Frequency of fermented food intake (g)	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Age	-0.02	0.91	-0.44	0.001	-0.12	0.39
Body composition						
Height	0.20	0.17	0.003	0.98	-0.28	0.04
Weight	0.07	0.65	-0.20	0.13	-0.33	0.02
Body mass index	-0.04	0.81	-0.32	0.02	-0.26	0.06
Waist-hip ratio	-0.01	0.93	-0.16	0.24	-0.11	0.43
Total Body fat	-0.07	0.64	-0.24	0.08	0.02	0.90
Total body lean mass	0.11	0.46	-0.08	0.58	-0.30	0.03
ASM	0.07	0.66	-0.05	0.75	-0.24	0.10
SMI-I	-0.002	0.99	-0.08	0.55	-0.20	0.16
SMI-II	0.07	0.65	0.19	0.17	-0.01	0.94
Bone density and fracture risk assessment						
Lumbar BMD	-0.12	0.41	0.02	0.88	-0.36	0.01
Lumbar T-score	-0.19	0.20	0.13	0.36	-0.38	0.01
Femoral neck BMD	-0.07	0.65	-0.08	0.58	0.02	0.88
Femur T-score	-0.08	0.58	-0.09	0.53	0.10	0.49

Correlation coefficient and P-value were calculated by Pearson's correlation or Spearman's rank correlation test

ASM: appendicular (legs and arms, both) skeletal muscle mass by DEXA

SMI-1: ASM/height²

SMI-2: (ASM/weight)*100

라. 여성군

발효음식의 섭취는 연령이 증가할수록 많았으며, 대퇴 경부 골밀도와 신체기능 평가 지표인 SPPB 점수와는 유의한 양의 상관관계를 나타내었다. 또한, 일부 발효음식 섭취 평가 방법에서 발효음식 섭취는 골다공증성 골절 및 태퇴 골절 위험도와 유의한 음의 상관관계를 나타내었다 (표 38).

Table 38. Correlation between age, anthropometric variables and fermented foods intake among female participants

	Fermented food intake (g)		Fermented food intake (serving size)		Frequency of fermented food intake (g)	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Age	0.29	<0.01	0.32	<0.01	0.41	0.0001
Body composition						
Height	-0.06	0.59	-0.20	0.08	-0.26	0.02
Weight	0.18	0.09	-0.02	0.83	0.19	0.09
Body mass index	0.21	0.05	0.07	0.54	0.30	0.01
Waist-hip ratio	0.25	0.02	0.25	0.03	0.36	0.002
Total Body fat	0.07	0.50	-0.08	0.48	0.12	0.30
Total body lean mass	0.12	0.25	-0.11	0.34	0.05	0.65
ASM	0.12	0.24	-0.04	0.74	0.10	0.40
SMI-I	0.17	0.11	0.09	0.45	0.27	0.01
SMI-II	-0.11	0.30	-0.01	0.94	-0.17	0.13
Bone density and fracture risk assessment						
Lumbar BMD	-0.10	0.36	0.26	0.22	0.26	0.12
Lumbar T-score	-0.12	0.25	-0.14	0.23	-0.21	0.06
Femoral neck BMD	0.42	<0.001	0.28	0.01	0.46	<0.001
Femur T-score	-0.03	0.75	-0.17	0.13	-0.05	0.64
10-year major osteoporotic fracture probability	-0.21	0.11	-0.17	0.26	-0.35	0.02
10-year hip fracture probability	-0.25	0.06	-0.20	0.19	-0.33	0.03
Physical performance						
SPPB	0.29	0.005	0.38	0.001	0.46	<0.0001
Gait speed	-0.08	0.54	-0.25	0.09	-0.18	0.23
Repeated chair stands	0.09	0.47	0.31	0.03	0.23	0.12
Muscle strength						
Right hand grip strength	0.01	0.89	-0.09	0.46	-0.02	0.85
Left hand grip strength	-0.01	0.95	-0.08	0.48	-0.10	0.39
Max leg strength/weight						
Extension 60 degree/s, Rt	0.02	0.86	0.06	0.70	-0.03	0.86
Extension 60 degree/s, Lt	0.06	0.67	0.01	0.97	-0.01	0.95
Flexion 60 degree/s, Rt	-0.06	0.65	-0.10	0.51	-0.02	0.88
Flexion 60 degree/s, Lt	-0.02	0.91	-0.04	0.79	0.01	0.92
Extension 180 degree/s, Rt	0.07	0.57	0.14	0.36	0.01	0.79
Extension 180 degree/s, Lt	0.08	0.53	0.09	0.53	0.002	0.99
Flexion 180 degree/s, Rt	-0.03	0.84	-0.05	0.73	-0.04	0.80
Flexion 180 degree/s, Lt	-0.04	0.73	-0.08	0.61	-0.14	0.36

Correlation coefficient and P-value were calculated by Pearson's correlation or Spearman's rank correlation test

ASM: appendicular (legs and arms, both) skeletal muscle mass by DEXA

SMI-1: ASM/height², SMI-2: (ASM/weight)*100

SPPB: Short physical performance battery

Fracture probability was calculated using the FRAX[®]

마. 남성군

발효음식의 섭취는 연령이 증가할수록 많았으며, 발효음식 섭취와 신체 기능 평가 지표인 SPPB 점수는 양의 상관관계를 나타내었으나, 일부 발효음식 섭취 평가 방법에서 악력과 유의한 음의 상관관계를 나타내었다(표 39).

Table 39. Correlation between age, anthropometric variables and fermented foods intake among male participants

	Fermented food intake (g)		Fermented food intake (serving size)		Frequency of fermented food intake (g)	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Age	0.30	0.04	0.41	<0.01	0.65	<0.0001
Body composition						
Height	-0.15	0.30	-0.13	0.37	-0.47	<0.01
Weight	-0.12	0.41	-0.07	0.63	-0.12	0.45
Body mass index	-0.03	0.83	0.01	0.96	0.13	0.41
Waist-hip ratio	0.05	0.73	0.20	0.18	0.49	0.001
Total Body fat	-0.05	0.73	-0.02	0.87	-0.05	0.74
Total body lean mass	-0.16	0.27	-0.16	0.27	-0.36	0.02
ASM	-0.23	0.11	-0.14	0.33	-0.19	0.21
SMI-I	-0.17	0.24	-0.09	0.54	0.10	0.52
SMI-II	-0.10	0.49	-0.11	0.46	-0.07	0.67
Bone density and fracture risk assessment						
Lumbar BMD	-0.26	0.09	-0.12	0.46	0.01	0.95
Lumbar T-score	-0.24	0.12	-0.07	0.68	0.06	0.69
Femoral neck BMD	0.27	0.07	0.15	0.34	0.16	0.28
Femur T-score	-0.32	0.03	-0.21	0.14	-0.30	0.05
10-year major osteoporotic fracture probability	0.003	0.99	-0.08	0.72	-0.17	0.40
10-year hip fracture probability	0.04	0.86	-0.02	0.94	-0.14	0.50
Physical performance						
SPPB	0.11	0.44	0.41	0.004	0.45	0.002
Gait speed	0.05	0.80	-0.18	0.36	-0.27	0.20
Repeated chair stands	-0.15	0.43	0.12	0.56	-0.06	0.77
Muscle strength						
Right hand grip strength	-0.30	0.04	-0.17	0.24	-0.32	0.03
Left hand grip strength	-0.22	0.13	-0.18	0.21	-0.35	0.02
Max leg strength/weight						
Extension 60 degree/s, Rt	0.03	0.86	0.05	0.79	-0.26	0.24
Extension 60 degree/s, Lt	0.11	0.57	0.001	0.99	-0.24	0.28
Flexion 60 degree/s, Rt	0.03	0.88	0.08	0.70	-0.30	0.16
Flexion 60 degree/s, Lt	0.03	0.88	0.08	0.70	-0.29	0.18
Extension 180 degree/s, Rt	0.05	0.78	0.04	0.84	-0.27	0.21
Extension 180 degree/s, Lt	0.12	0.53	0.01	0.97	-0.19	0.39
Flexion 180 degree/s, Rt	0.10	0.61	0.03	0.87	-0.25	0.26
Flexion 180 degree/s, Lt	0.07	0.72	-0.02	0.92	-0.29	0.17

2. 발효음식 섭취와 생화학적 변수들과의 상관관계

가. 전체 연구대상자

발효음식 섭취와 BUN은 양의 상관관계를, eGFR과는 음의 상관관계를 나타내었다. 그리고, 발효음식 섭취가 많을수록 텔로미어 길이가 긴 것으로 분석되었다(표 40).

Table 40. Correlation between biochemical variables and fermented foods intake among study participants

	Fermented food intake (g)		Fermented food intake (serving size)		Frequency of fermented food intake (g)	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
White blood cells	0.02	0.79	-0.05	0.58	-0.08	0.35
Hemoglobin	0.07	0.42	-0.03	0.76	-0.13	0.13
BUN	0.20	0.02	0.10	0.24	0.32	<0.001
Creatinine	0.06	0.45	-0.03	0.77	0.08	0.39
Estimated GFR	-0.22	0.01	-0.20	0.02	-0.32	<0.001
AST	0.05	0.51	0.09	0.33	0.03	0.76
ALT	0.17	0.05	0.13	0.14	0.08	0.36
GGT	0.08	0.35	-0.01	0.88	-0.04	0.68
Fasting glucose	0.17	0.13	0.25	0.40	0.24	0.67
Fasting insulin	-0.03	0.70	-0.09	0.33	-0.03	0.76
HOMA	-0.01	0.92	-0.05	0.55	0.03	0.73
hs-CRP	-0.04	0.65	-0.05	0.55	-0.05	0.57
Total cholesterol	0.02	0.80	0.07	0.46	0.07	0.46
LDL-cholesterol	0.01	0.86	0.08	0.38	0.08	0.36
HDL-cholesterol	-0.03	0.98	-0.05	0.56	0.05	0.58
Triglyceride	-0.05	0.58	0.07	0.43	-0.05	0.57
Serum calcium	-0.08	0.32	-0.03	0.78	0.004	0.96
Phosphorus	-0.12	0.17	0.01	0.89	0.04	0.67
25-OH vitamin D	-0.89	0.29	-0.01	0.91	-0.13	0.15
TSH	-0.05	0.59	0.03	0.74	-0.07	0.40
C-telopeptide of collagen type 1	-0.07	0.37	0.07	0.43	-0.05	0.61
Osteocalcin	-0.14	0.09	-0.004	0.99	-0.10	0.26
Osteopontin	0.01	0.91	-0.02	0.98	-0.05	0.60
N-telopeptide of collagen type 1	0.01	0.99	0.03	0.75	0.05	0.57
Urinary calcium	0.08	0.44	0.12	0.27	0.19	0.07
Urinary sodium	0.15	0.112	0.03	0.80	0.15	0.18
Mitochondrial DNA copy number	0.13	0.12	0.12	0.19	0.11	0.21
Telomere length	0.18	0.03	0.38	<0.001	0.12	0.19

Correlation coefficient and P-value were calculated by Pearson's correlation or Spearman's rank correlation test

나. 노인군

노인들에서 발효음식의 섭취가 많을수록 텔로미어 길이가 길었는데 젊은 성인을 포함한 전체 대상자들의 결과 보다 훨씬 강한 효과를 보여주었다(표 41).

Table 41. Correlation between biochemical variables and fermented foods intake among elderly participants

	Fermented food intake (g)		Fermented food intake (serving size)		Frequency of fermented food intake (g)	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
White blood cells	0.03	0.79	-0.03	0.79	-0.003	0.98
Hemoglobin	0.13	0.20	0.02	0.84	0.11	0.33
BUN	0.05	0.64	-0.09	0.42	0.06	0.59
Creatinine	0.05	0.64	-0.07	0.58	0.07	0.54
Estimated GFR	-0.11	0.29	-0.08	0.49	-0.07	0.53
AST	0.10	0.34	0.21	0.07	0.03	0.78
ALT	0.19	0.06	0.18	0.12	0.12	0.33
GGT	0.09	0.36	0.01	0.95	0.05	0.67
Fasting glucose	0.08	0.46	0.19	0.11	0.04	0.76
Fasting insulin	-0.04	0.70	-0.05	0.70	0.01	0.90
HOMA	-0.05	0.60	-0.04	0.76	0.01	0.95
hs-CRP	-0.10	0.35	-0.16	0.17	-0.18	0.13
Total cholesterol	-0.05	0.66	-0.02	0.89	-0.08	0.47
LDL-cholesterol	-0.07	0.49	-0.09	0.46	-0.09	0.43
HDL-cholesterol	0.15	0.14	0.06	0.64	0.05	0.69
Triglyceride	-0.12	0.25	0.08	0.51	-0.04	0.77
Serum calcium	0.04	0.69	0.08	0.50	0.27	0.02
Phosphorus	-0.07	0.52	0.05	0.64	0.08	0.51
25-OH vitamin D	-0.03	0.79	0.09	0.47	-0.05	0.66
TSH	-0.02	0.84	0.03	0.82	-0.07	0.55
C-telopeptide of collagen type 1	-0.14	0.18	0.002	0.98	-0.11	0.36
Osteocalcin	-0.13	0.19	-0.05	0.68	-0.09	0.46
Osteopontin	0.06	0.58	0.03	0.77	-0.04	0.77
N-telopeptide of collagen type 1	-0.05	0.61	-0.12	0.36	-0.03	0.80
Urinary calcium	0.10	0.36	0.12	0.30	0.18	0.13
Urinary sodium	0.14	0.16	-0.03	0.78	0.05	0.69
Mitochondrial DNA copy number	0.15	0.14	0.13	0.26	0.07	0.54
Telomere length	0.49	<0.001	0.52	<0.001	0.55	<0.0001

Correlation coefficient and P-value were calculated by Pearson's correlation or Spearman's rank correlation test

다. 성인군

성인군에서 보이는 발효음식 섭취와 관련된 변수들은 노인군과는 상당히 다른 양상을 나타내었다. 일부 발효식품 섭취 수준 평가 결과에서 발효음식의 섭취가 간손상 지표인 ALT, GGT, 그리고 공복혈당과 유의한 음의 상관관계를 보였으며, HDL-콜레스테롤과 양의 상관관계를 나타내었다(표 42).

Table 42. Correlation between biochemical variables and fermented foods intake among adults participants

	Fermented food intake (g)		Fermented food intake (serving size)		Frequency of fermented food intake (g)	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
White blood cells	0.07	0.66	-0.08	0.56	-0.26	0.06
Hemoglobin	0.13	0.37	0.02	0.86	-0.35	0.01
BUN	0.14	0.36	-0.12	0.37	0.05	0.75
Creatinine	0.10	0.52	-0.05	0.72	-0.07	0.60
Estimated GFR	-0.03	0.86	0.15	0.29	-0.15	0.30
AST	-0.12	0.43	-0.20	0.15	-0.15	0.27
ALT	-0.07	0.65	-0.22	0.10	-0.35	0.01
GGT	0.05	0.76	-0.10	0.446	-0.39	<0.01
Fasting glucose	-0.11	0.47	-0.42	<0.01	-0.04	0.80
Fasting insulin	-0.09	0.55	-0.18	0.18	-0.20	0.16
HOMA	-0.09	0.54	-0.23	0.10	-0.19	0.18
hs-CRP	-0.13	0.39	-0.06	0.65	-0.20	0.16
Total cholesterol	-0.10	0.49	-0.06	0.65	-0.14	0.33
LDL-cholesterol	-0.07	0.63	0.16	0.23	-0.17	0.22
HDL-cholesterol	-0.24	0.10	-0.14	0.32	0.36	0.01
Triglyceride	0.11	0.49	-0.13	0.35	-0.29	0.03
Serum calcium	-0.15	0.30	0.14	0.32	-0.07	0.63
Phosphorus	-0.27	0.07	0.03	0.84	0.04	0.77
25-OH vitamin D	-0.01	0.96	0.07	0.60	0.01	0.97
TSH	-0.03	0.82	0.12	0.38	-0.05	0.72
C-telopeptide of collagen type 1	0.06	0.68	0.16	0.25	-0.10	0.47
Osteocalcin	-0.15	0.32	0.19	0.17	-0.20	0.15
Osteopontin	0.07	0.64	0.09	0.55	0.07	0.65
N-telopeptide of collagen type 1	-0.13	0.41	0.09	0.51	-0.13	0.36
Urinary calcium	-0.16	0.63	0.05	0.86	0.08	0.80
Urinary sodium	-0.22	0.49	0.26	0.35	-0.17	0.55
Mitochondrial DNA copy number	0.01	0.95	0.02	0.88	0.07	0.64
Telomere length	-0.15	0.32	0.76	<0.001	-0.06	0.69

Correlation coefficient and P-value were calculated by Pearson's correlation or Spearman's rank correlation test

라. 여성군

발효음식 섭취와 BUN은 양의 상관관계를, eGFR과는 음의 상관관계를 나타내었다. 그리고, 일부 발효음식 섭취 수준 평가에서 발효음식 섭취와 소변 내 칼슘 배설량, 텔로미어 길이와 유의한 양의 상관관계를 보였다(표43).

Table 43. Correlation between biochemical variables and fermented foods intake among female participants

	Fermented food intake (g)		Fermented food intake (serving size)		Frequency of fermented food intake (g)	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
White blood cells	0.06	0.58	-0.01	0.96	-0.03	0.76
Hemoglobin	0.14	0.17	0.002	0.98	0.02	0.88
BUN	0.24	0.02	0.21	0.06	0.31	<0.01
Creatinine	0.08	0.46	-0.02	0.88	0.07	0.51
Estimated GFR	-0.29	0.01	-0.21	0.06	-0.2	<0.01
AST	0.09	0.41	0.11	0.33	0.02	0.85
ALT	0.22	0.03	0.17	0.13	0.14	0.22
GGT	0.08	0.43	-0.02	0.86	0.09	0.42
Fasting glucose	0.01	0.93	0.02	0.86	0.06	0.60
Fasting insulin	-0.04	0.67	-0.08	0.46	-0.09	0.43
HOMA	-0.04	0.70	-0.08	0.46	-0.06	0.62
hs-CRP	0.01	0.96	-0.06	0.61	-0.07	0.53
Total cholesterol	0.11	0.29	0.12	0.30	0.15	0.17
LDL-cholesterol	0.07	0.49	0.12	0.31	0.14	0.20
HDL-cholesterol	0.10	0.35	-0.04	0.72	0.03	0.77
Triglyceride	0.05	0.64	0.13	0.25	0.05	0.66
Serum calcium	0.01	0.93	0.002	0.99	0.12	0.28
Phosphorus	-0.16	0.13	0.07	0.52	0.16	0.14
25-OH vitamin D	-0.03	0.76	-0.13	0.27	-0.12	0.30
TSH	-0.005	0.96	0.05	0.66	-0.10	0.38
C-telopeptide of collagen type 1	-0.03	0.79	0.16	0.16	0.10	0.36
Osteocalcin	-0.04	0.71	0.08	0.48	0.06	0.58
Osteopontin	-0.01	0.95	0.02	0.87	-0.06	0.59
N-telopeptide of collagen type 1	-0.03	0.80	-0.04	0.70	-0.09	0.45
Urinary calcium	0.03	0.83	0.18	0.17	0.38	<0.01
Urinary sodium	0.04	0.72	0.06	0.66	0.17	0.21
Mitochondrial DNA copy number	-0.11	0.30	-0.09	0.42	-0.06	0.61
Telomere length	0.22	0.03	0.42	0.0001	0.18	0.11

Correlation coefficient and P-value were calculated by Pearson's correlation or Spearman's rank correlation test

마. 남성군

남성군에서는 발효음식의 섭취와 공복혈당이 유의한 양의 상관관계를 나타내었으며, 골대사지표인 오스테오칼신과는 음의 상관관계를 나타내었다. 그리고, 일부 발효음식 섭취 수준 평가에서 발효식품 섭취는 소변 내 나트륨 배설량, 텔로미어 길이와 유의한 양의 상관관계를 보였다 (표 44).

Table 44. Correlation between biochemical variables and fermented foods intake among male participants

	Fermented food intake (g)		Fermented food intake (serving size)		Frequency of fermented food intake (g)	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
White blood cells	-0.11	0.46	-0.18	0.20	-0.17	0.25
Hemoglobin	-0.26	0.07	-0.22	0.12	-0.38	0.01
BUN	0.12	0.41	-0.10	0.49	0.35	0.02
Creatinine	-0.08	0.57	-0.11	0.46	0.16	0.29
Estimated GFR	-0.06	0.66	-0.18	0.21	-0.39	0.01
AST	-0.01	0.93	0.02	0.88	0.04	0.81
ALT	0.04	0.80	0.04	0.81	0.02	0.90
GGT	0.02	0.90	-0.03	0.82	-0.16	0.31
Fasting glucose	0.41	<0.01	0.61	<0.001	0.46	0.001
Fasting insulin	-0.003	0.98	-0.09	0.56	0.06	0.69
HOMA	0.05	0.72	0.02	0.90	0.17	0.26
hs-CRP	-0.17	0.25	-0.04	0.78	-0.01	0.93
Total cholesterol	-0.13	0.35	-0.06	0.68	-0.14	0.35
LDL-cholesterol	-0.07	0.64	-0.01	0.95	-0.05	0.74
HDL-cholesterol	-0.13	0.37	-0.06	0.70	0.06	0.67
Triglyceride	-0.19	0.18	-0.01	0.97	-0.15	0.32
Serum calcium	-0.28	0.07	-0.08	0.59	-0.18	0.25
Phosphorus	0.03	0.82	-0.05	0.75	-0.17	0.26
25-OH vitamin D	-0.23	0.11	0.14	0.34	-0.13	0.38
TSH	-0.20	0.17	-0.05	0.76	-0.05	0.75
C-telopeptide of collagen type 1	-0.16	0.26	-0.09	0.53	-0.24	0.11
Osteocalcin	-0.33	0.02	-0.15	0.31	-0.34	0.02
Osteopontin	0.10	0.49	-0.03	0.83	-0.04	0.80
N-telopeptide of collagen type 1	0.05	0.73	0.16	0.27	0.22	0.15
Urinary calcium	0.16	0.39	-0.01	0.96	-0.15	0.46
Urinary sodium	0.36	0.04	-0.03	0.86	0.08	0.70
Mitochondrial DNA copy number	-0.16	0.28	-0.16	0.27	-0.26	0.09
Telomere length	0.14	0.33	0.34	0.02	0.03	0.86

Correlation coefficient and P-value were calculated by Pearson's correlation or Spearman's rank correlation test

3. 발효음식과 영양소 섭취 수준의 상관관계

가. 전체 연구대상자

발효식품 섭취는 탄수화물, 단백질, 비타민 K, 엽산, 요오드 섭취와 양의 상관관계를 나타내었고, 지방, 불소 섭취와는 음의 상관관계를 보였다. 그리고, 일부 발효음식 섭취 수준 평가에서 발효식품 섭취는 비타민 A, 칼슘, 인, 나트륨, 아연, 이소플라본 섭취와 양의 상관관계를 비타민 B₂ 섭취와는 음의 상관관계를 나타내었다(표 45).

Table 45. Correlation between nutritional variables and fermented foods intake

	Fermented food intake (g)		Fermented food intake (serving size)		Frequency of fermented food intake (g)	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Carbohydrate intake	0.14	0.10	0.20	0.02	0.21	0.02
Fat intake	-0.21	0.01	-0.20	0.02	-0.25	0.005
Protein intake	0.16	0.06	-0.05	0.56	0.08	0.40
Cholesterol	-0.11	0.21	-0.06	0.50	-0.09	0.34
Total Fiber	0.07	0.38	-0.15	0.10	0.02	0.82
Vitamin A	0.13	0.11	0.10	0.26	0.24	0.01
Vitamin D	0.02	0.80	-0.13	0.16	0.003	0.97
Vitamin E	-0.02	0.81	-0.15	0.10	-0.03	0.76
Vitamin K	0.22	0.01	0.15	0.09	0.24	0.01
Vitamin C	0.24	<0.01	0.27	<0.01	0.24	0.01
Vitamine B ₁ (Thiamine)	-0.14	0.10	-0.06	0.48	-0.11	0.23
Vitamine B ₂ (Rivoflavin)	-0.09	0.28	-0.18	0.04	-0.04	0.68
Vitamine B ₃ (Niacin)	0.12	0.14	0.14	0.12	0.09	0.30
Vitamine B ₆	0.01	0.91	-0.17	0.06	-0.03	0.75
Folate	0.29	<0.001	0.26	<0.01	0.39	<0.0001
Vitamine B ₁₂	0.14	0.09	0.02	0.82	0.12	0.19
Pantothenic acid	0.07	0.42	-0.12	0.16	-0.03	0.71
Biotin	0.01	0.89	-0.15	0.09	-0.03	0.74
Calcium	0.15	0.07	0.03	0.74	0.21	0.02
Phosphorus	0.18	0.03	-0.09	0.32	0.13	0.15
Sodium	0.15	0.08	0.09	0.32	0.20	0.03
Potassium	0.13	0.16	0.08	0.42	0.08	0.41
Magnesium	0.16	0.08	0.12	0.21	0.11	0.23
Iron	0.13	0.16	0.04	0.67	0.01	0.89
Zinc	0.29	0.001	0.08	0.39	0.06	0.51
Copper	-0.12	0.19	-0.02	0.87	-0.11	0.23
Fluoride	-0.19	0.04	-0.16	0.10	-0.21	0.02
Manganese	-0.11	0.22	-0.002	0.98	-0.12	0.21
Iodine	0.19	0.03	0.13	0.18	0.19	0.04
Selenium	-0.06	0.47	-0.04	0.66	-0.09	0.33
Isoflavone	0.21	0.03	-0.04	0.73	0.15	0.16

Correlation coefficient and *P*-value were calculated by Pearson's correlation or Spearman's rank correlation test

나. 노인군

일부 발효음식 섭취 수준 평가에서 발효식품 섭취는 엽산과 양의 상관관계를 나타내었으며, 칼슘($P=0.07$), 아연($P=0.06$), 요오드($P=0.07$), 이소플라본($P=0.05$) 섭취와는 양의 상관관계 경향을 보였다(표 46).

Table 46. Correlation between nutritional variables and fermented foods intake among elderly participants

	Fermented food intake (g)		Fermented food intake (serving size)		Frequency of fermented food intake (g)	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Total energy	0.10	0.31	0.05	0.66	0.02	0.87
Carbohydrate	-0.12	0.25	-0.05	0.68	-0.13	0.27
Fat	0.07	0.47	0.12	0.31	0.112	0.31
Protein	0.11	0.29	-0.11	0.37	0.05	0.65
Cholesterol	-0.15	0.16	-0.13	0.30	-0.12	0.31
Total Fiber	0.11	0.30	0.04	0.71	0.10	0.38
Vitamin A	0.04	0.67	0.003	0.97	0.15	0.19
Vitamin D	0.01	0.89	-0.04	0.70	-0.002	0.98
Vitamin E	0.10	0.33	0.16	0.18	0.12	0.30
Vitamin K	0.13	0.21	0.04	0.73	0.10	0.38
Vitamin C	0.09	0.37	0.17	0.14	0.08	0.48
Vitamine B ₁ (Thiamine)	-0.16	0.13	-0.06	0.62	-0.02	0.86
Vitamine B ₂ (Rivoflavin)	0.10	0.33	-0.03	0.81	0.10	0.41
Vitamine B ₃ (Niacin)	0.12	0.23	0.113	0.26	0.10	0.40
Vitamine B ₆	0.11	0.29	0.06	0.61	0.003	0.80
Folate	0.16	0.11	0.12	0.31	0.24	0.04
Vitamine B ₁₂	0.05	0.66	-0.03	0.77	0.05	0.68
Pantothenic acid	0.07	0.47	0.002	0.99	-0.08	0.50
Biotin	0.10	0.31	0.07	0.57	0.04	0.75
Calcium	0.18	0.07	-0.02	0.88	0.09	0.44
Phosphorus	0.15	0.15	-0.01	0.93	0.10	0.38
Sodium	0.07	0.51	-0.03	0.83	0.08	0.52
Potassium	0.06	0.56	0.06	0.65	-0.11	0.35
Magnesium	0.18	0.10	0.12	0.34	0.07	0.55
Iron	0.11	0.31	-0.02	0.85	-0.04	0.77
Zinc	0.20	0.06	0.02	0.90	-0.07	0.59
Copper	0.08	0.47	-0.02	0.89	-0.04	0.76
Fluoride	-0.15	0.17	-0.16	0.19	-0.16	0.19
Manganese	0.09	0.40	0.07	0.55	-0.10	0.39
Iodine	0.20	0.07	0.11	0.39	0.14	0.24
Selenium	-0.01	0.93	-0.08	0.53	-0.04	0.72
Isoflavone	0.23	0.05	<0.01	0.98	0.22	0.12

Correlation coefficient and P-value were calculated by Pearson's correlation or Spearman's rank correlation test

다. 성인군

모든 방법의 발효식품 섭취 수준 평가에서 일관되게 상관성을 보이는 영양소는 없으며, 일부 발효음식 섭취 수준 평가에서 발효식품 섭취는 비타민 C, 비타민 B₁₂, 칼륨, 아연 섭취와 유의한 양의 상관관계를, 지방, 섬유소, 비타민 E, 비타민 B₁₂, 비타민 B₆, 판토텐산, 비오틴, 인 섭취와는 음의 상관관계를 나타내었다(표 47).

Table 47. Correlation between nutritional variables and fermented foods intake among adults participants

	Fermented food intake (g)		Fermented food intake (serving size)		Frequency of fermented food intake (g)	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Total energy	-0.13	0.39	0.09	0.51	0.05	0.71
Carbohydrate	0.20	0.17	0.14	0.31	-0.03	0.82
Fat	-0.30	0.04	-0.15	0.28	0.05	0.71
Protein	0.24	0.11	-0.03	0.81	-0.05	0.71
Cholesterol	0.04	0.78	0.04	0.79	-0.10	0.51
Total Fiber	-0.11	0.47	-0.35	0.01	0.07	0.60
Vitamin A	0.13	0.39	0.06	0.67	-0.05	0.74
Vitamin D	0.10	0.48	-0.24	0.08	0.14	0.32
Vitamin E	-0.13	0.40	-0.33	0.01	0.07	0.61
Vitamin K	0.11	0.48	-0.33	0.83	-0.14	0.31
Vitamin C	0.39	0.01	0.07	0.62	-0.26	0.06
Vitamine B ₁ (Thiamine)	-0.06	0.69	0.03	0.85	-0.22	0.12
Vitamine B ₂ (Rivoflavin)	-0.20	0.17	-0.30	0.03	0.07	0.60
Vitamine B ₃ (Niacin)	0.08	0.58	0.13	0.34	-0.12	0.39
Vitamine B ₆	-0.12	0.41	-0.35	0.01	0.08	0.59
Folate	0.22	0.13	0.02	0.89	-0.13	0.36
Vitamine B ₁₂	0.39	0.01	0.09	0.49	0.03	0.83
Pantothenic acid	-0.09	0.56	-0.35	0.01	0.01	0.93
Biotin	-0.10	0.51	-0.32	0.02	0.09	0.54
Calcium	-0.05	0.73	0.002	0.99	0.19	0.16
Phosphorus	0.03	0.85	-0.30	0.03	0.13	0.35
Sodium	0.13	0.38	-0.002	0.99	-0.04	0.78
Potassium	0.08	0.60	-0.10	0.48	0.32	0.03
Magnesium	-0.14	0.39	-0.04	0.78	-0.02	0.91
Iron	0.03	0.86	0.10	0.48	-0.04	0.78
Zinc	0.40	0.01	-0.07	0.62	0.05	0.73
Copper	-0.27	0.09	0.04	0.76	-0.7	0.25
Fluoride	-0.18	0.27	-0.07	0.63	-0.15	0.30
Manganese	-0.26	0.10	0.05	0.74	-0.46	0.26
Iodine	-0.04	0.81	-0.01	0.96	0.05	0.73
Selenium	-0.14	0.38	0.06	0.70	-0.16	0.28
Isoflavone	0.15	0.39	-0.16	0.29	0.18	0.25

Correlation coefficient and P-value were calculated by Pearson's correlation or Spearman's rank correlation test

라. 여성군

발효식품의 섭취가 엽산과 요오드 섭취와 양의 상관관계를 나타내었으며, 일부 발효음식 섭취 수준 평가에서 발효식품 섭취는 비타민 C, 인, 마그네슘 섭취와 양의 상관관계를 보였다(표 48).

Table 48. Correlation between nutritional variables and fermented foods intake among female participants

	Fermented food intake (g)		Fermented food intake (serving size)		Frequency of fermented food intake (g)	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Total energy	0.05	0.64	0.02	0.84	0.02	0.86
Carbohydrate	0.11	0.28	0.17	0.13	0.08	0.47
Fat	-0.18	0.08	-0.16	0.16	-0.11	0.30
Protein	0.14	0.17	-0.08	0.50	0.07	0.54
Cholesterol	-0.10	0.39	-0.12	0.32	-0.02	0.85
Total Fiber	0.10	0.34	-0.18	0.10	-0.01	0.90
Vitamin A	0.10	0.36	-0.06	0.58	0.10	0.35
Vitamin D	-0.04	0.69	-0.20	0.08	0.01	0.94
Vitamin E	0.06	0.60	-0.17	0.14	-0.03	0.80
Vitamin K	0.09	0.40	-0.01	0.95	0.07	0.55
Vitamin C	0.25	0.02	0.15	0.19	0.10	0.35
Vitamine B ₁ (Thiamine)	-0.06	0.56	-0.09	0.41	-0.03	0.79
Vitamine B ₂ (Rivoflavin)	-0.10	0.32	-0.21	0.06	-0.06	0.57
Vitamine B ₃ (Niacin)	0.11	0.30	0.11	0.33	0.08	0.48
Vitamine B ₆	0.05	0.60	-0.19	0.06	-0.04	0.71
Folate	0.28	0.01	0.16	0.17	0.24	0.03
Vitamine B ₁₂	0.14	0.20	0.05	0.64	0.13	0.25
Pantothenic acid	0.08	0.46	-0.18	0.11	-0.07	0.53
Biotin	0.04	0.69	-0.19	0.10	-0.04	0.72
Calcium	0.10	0.34	-0.003	0.98	0.07	0.52
Phosphorus	0.28	0.01	-0.13	0.26	0.06	0.62
Sodium	0.14	0.16	0.01	0.92	0.14	0.20
Potassium	0.16	0.15	0.06	0.63	0.05	0.65
Magnesium	0.22	0.04	0.10	0.42	0.18	0.12
Iron	0.19	0.09	0.04	0.76	0.11	0.36
Zinc	0.28	0.01	0.09	0.46	0.15	0.21
Copper	-0.16	0.16	-0.02	0.88	-0.17	0.15
Fluoride	-0.13	0.23	-0.19	0.11	-0.10	0.39
Manganese	-0.15	0.19	-0.01	0.99	-0.17	0.16
Iodine	0.25	0.03	0.16	0.18	0.25	0.03
Selenium	-0.14	0.23	-0.06	0.62	-0.17	0.16
Isoflavone	0.10	0.43	0.01	0.93	0.08	0.55

Correlation coefficient and P-value were calculated by Pearson's correlation or Spearman's rank correlation test

마. 남성군

발효식품 섭취와 비타민 A, 비타민 K, 엽산, 아연, 이소플라본 섭취가 유의한 양의 상관관계를 나타내었으며, 지방섭취와는 유의한 음의 상관관계를 보였다. 일부 발효음식 섭취 수준 평가에서 발효식품 섭취는 탄수화물, 칼슘, 인 섭취와 양의 상관관계를 비타민 B₁, 불소와는 음의 상관관계를 나타내었다(표 49).

Table 49. Correlation between nutritional variables and fermented foods intake among male participants

	Fermented food intake (g)		Fermented food intake (serving size)		Frequency of fermented food intake (g)	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Total energy	-0.19	0.20	-0.10	0.51	0.002	0.99
Carbohydrate	0.22	0.13	0.27	0.06	0.40	0.01
Fat	-0.29	0.04	-0.29	<0.05	-0.46	<0.01
Protein	0.16	0.27	-0.01	0.92	0.11	0.48
Cholesterol	-0.16	0.29	0.01	0.93	-0.17	0.28
Total Fiber	-0.06	0.67	0.02	0.88	0.27	0.07
Vitamin A	0.21	0.14	0.39	0.01	0.44	<0.01
Vitamin D	0.12	0.42	0.03	0.84	-0.01	0.97
Vitamin E	-0.21	0.15	-0.09	0.54	-0.04	0.81
Vitamin K	0.40	<0.01	0.35	0.01	0.42	<0.01
Vitamin C	0.23	0.11	0.54	<0.001	0.41	0.01
Vitamine B ₁ (Thiamine)	-0.29	0.04	0.005	0.98	-0.22	0.14
Vitamine B ₂ (Rivoflavin)	-0.08	0.57	-0.10	0.48	0.06	0.71
Vitamine B ₃ (Niacin)	0.16	0.25	0.20	0.18	0.13	0.39
Vitamine B ₆	-0.17	0.24	-0.08	0.59	0.02	0.87
Folate	0.30	0.03	0.47	0.001	0.57	<0.001
Vitamine B ₁₂	0.13	0.36	-0.03	0.86	0.12	0.44
Pantothenic acid	-0.01	0.97	0.10	0.49	0.93	0.54
Biotin	-0.13	0.37	0.01	0.93	0.01	0.96
Calcium	0.23	0.10	0.09	0.52	0.41	<0.01
Phosphorus	-0.01	0.93	0.04	0.77	0.37	0.01
Sodium	0.113	0.35	0.23	0.12	0.28	0.06
Potassium	0.08	0.57	0.12	0.44	0.11	0.48
Magnesium	0.09	0.55	0.14	0.36	0.04	0.82
Iron	0.005	0.97	0.05	0.76	-0.17	0.28
ZInc	0.29	<0.05	0.08	0.61	0.03	0.85
Copper	0.18	0.23	0.03	0.82	0.14	0.38
Fluoride	-0.27	0.06	-0.10	0.52	-0.36	0.02
Manganese	0.17	0.25	0.04	0.78	0.003	0.98
Iodine	0.05	0.73	0.02	0.88	0.08	0.59
Selenium	0.08	0.62	0.01	0.97	0.04	0.81
Isoflavone	0.42	0.01	-0.07	0.65	0.28	0.10

Correlation coefficient and P-value were calculated by Pearson's correlation or Spearman's rank correlation test

4. 노인군에서 발효음식 섭취와 삶의 질 평가 변수들과의 상관관계

노인 여성과 남성에서 발효음식 섭취와 삶의 질 평가 변수들과의 상관관계를 살펴보았는데 일관된 결과를 보이지 않았다. 발효음식 섭취와 삶의 질 평가 변수들과의 상관관계는 표 50과 표 51에 제시하였다.

Table 50. Correlation between quality of life items and fermented foods intake among elderly female participants

	Fermented food intake (g)		Fermented food intake (serving size)		Frequency of fermented food intake (g)	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
	Physical function	0.10	0.45	0.02	0.89	0.17
Role-physical	0.15	0.26	0.20	0.12	0.13	0.42
Bodily pain	0.07	0.57	0.25	<0.05	0.07	0.63
general health	0.19	0.15	0.11	0.39	0.03	0.86
Vitality	-0.04	0.75	-0.24	0.07	-0.13	0.39
Social functioning	0.06	0.62	0.08	0.54	0.15	0.34
Role-emotional	0.19	0.14	0.18	0.16	0.02	0.92
Mental health	-0.18	0.17	-0.31	0.02	-0.22	0.16
Physical component summary	0.20	0.12	0.27	0.03	0.12	0.42
Mental component summary	-0.12	0.36	-0.34	0.01	-0.19	0.22

Correlation coefficient and P-value were calculated by Spearman's rank correlation test

Table 51. Correlation between quality of life items and fermented foods intake among elderly male participants

	Fermented food intake (g)		Fermented food intake (serving size)		Frequency of fermented food intake (g)	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
	Physical function	0.34	0.07	-0.19	0.29	0.17
Role-physical	0.16	0.38	0.07	0.71	0.20	0.31
Bodily pain	0.01	0.96	-0.48	0.01	0.39	<0.05
general health	0.31	0.10	-0.15	0.41	0.17	0.40
Vitality	0.30	0.11	-0.29	0.10	0.02	0.92
Social functioning	0.29	0.12	-0.33	0.06	0.27	0.17
Role-emotional	0.10	0.58	0.12	0.51	-0.11	0.58
Mental health	0.18	0.34	-0.41	0.02	0.16	0.44
Physical component summary	0.21	0.26	-0.26	0.14	0.33	0.10
Mental component summary	0.16	0.41	-0.20	0.26	0.01	0.95

Correlation coefficient and P-value were calculated by Spearman's rank correlation test

제5절 노인에서 equol 생성 능력에 따른 측정 변수 평가

1. Equol 생성자와 비생성자 간의 나이, 신체계측, 골밀도, 근력, 신체기능 평가 변수 비교

Equol 생성자에서 비생성자에 비해 체중, 허리-엉덩이 둘레비, 총체지방량, 요추 및 대퇴 경부 골밀도, 요추 T-점수, 오른손 및 왼손의 악력이 증가되어 있었다. 사지의 골격근량을 합한 ASM은 equol 생성자에서 높은 경향($P=0.06$)을 보였다(표 52).

Table 52. Anthropometry by equol producing ability among elderly participants

	Mean±SD or Median (25-75%)		P value
	Equol producer (N=42)	Non-equol producer (N=68)	
Age (yrs)	69 (27-71)	70 (67-73)	0.81
Body composition			
Height (cm)	159.0±8.48	155.2±8.03	0.04
Weight (kg)	64.35±9.20	58.48±8.65	<0.01
Body mass index (kg/m ²)	25.39±2.55	24.45±2.88	0.07
Waist-hip ratio	0.92±0.05	0.90±0.05	0.03
Total Body fat (%)	32.15±7.29	32.65 (26.40-38.50)	0.83
Total body lean mass (kg)	23.90±4.94	20.4 (18.7-23.1)	0.01
ASM (kg)	17.02±3.87	14.20 (13.37-17.37)	0.06
SMI-I (ASM/height ²) (kg/m ²)	6.65±0.93	6.14 (5.65-6.99)	0.13
SMI-II (ASM/weight)*100 (%)	26.37±3.89	25.40 (23.42-27.92)	0.67
Bone density and fracture risk assessment			
Lumbar BMD (g/cm ²)	1.062±0.205	0.936±0.166	<0.01
Lumbar T-score (score)	-0.84±1.54	-0.51±1.34	0.04
Femoral neck BMD (g/cm ²)	0.883±0.222	0.769±0.182	0.01
Femur T-score (score)	-0.98±0.94	-1.3 (-1.9--0.3)	0.43
10-year major osteoporotic fracture probability (%)	7.25±3.85	8.0 (5.3-12.0)	0.11
10-year hip fracture probability (%)	2.5 (1.2-3.0)	2.9 (0.7-4.9)	0.20
Physical performance			
SPPB (0-12) (points)	9 (7-11)	9 (7-11)	0.75
Gait speed (m/s)	0.83±0.17	0.82±0.17	0.71
Repeated chair stands (s)	8.56±2.49	8.25±1.99	0.53
Muscle strength			
Right hand grip strength (kg)	27.32±9.61	23.75±6.66	<0.05
Left hand grip strength (kg)	26.95±9.33	23.37±7.78	<0.05
Max leg strength/weight (%)			
Extension 60 degree/s, Rt	85.98±48.42	81.9 (34.8-110.8)	0.59
Extension 60 degree/s, Lt	91.20±49.93	84.9 (33.3-116.9)	0.48
Flexion 60 degree/s, Rt	52.43±30.73	41.8 (17.7-66.4)	0.26
Flexion 60 degree/s, Lt	51.67±30.39	43.51±28.26	0.21
Extension 180 degree/s, Rt	57.34±30.49	49.73±33.02	0.29
Extension 180 degree/s, Lt	58.72±32.98	48.78±33.04	0.18
Flexion 180 degree/s, Rt	45.26±22.40	41.34±25.68	0.47
Flexion 180 degree/s, Lt	44.28±23.30	39.44±24.29	0.37

P-values were calculated by t-test or Wilcoxon rank sum test

ASM: appendicular (legs and arms, both) skeletal muscle mass by DEXA

SMI-1: ASM/height²

SMI-2: (ASM/weight)*100

SPPB: Short physical performance battery

Fracture probability was calculated using the FRAX[®]

2. Equol 생성자와 비생성자 간의 생화학적 평가 변수 비교

Equol 생성자에서 비생성자에 비해 BUN, creatinine이 증가되어 있었으며, 텔로미어 길이가 유의하게 길었다(표 53).

Table 53. Biochemical variables of elderly participants by equol producing ability

	Mean±SD or Median (25-75%)		<i>P</i> -value
	Equol producer (N=42)	Non-equol producer (N=68)	
White blood cells (/μL)	5830.6±1240.4	5597.4±1373.2	0.37
Hemoglobin (g/dL)	13.82±1.25	13.44±1.10	0.14
BUN (mg/dL)	18.12±4.87	15.79±4.91	0.03
Creatinine (mg/dL)	0.74±0.16	0.63 (0.56-0.73)	0.03
Estimated GFR (mL/min)	91.38±15.93	96.90±21.37	0.20
AST (IU/L)	24 (21-27)	22 (19-26)	0.28
ALT (IU/L)	19 (12-24)	17 (14-23)	0.27
GGT (IU/L)	190 (15-29)	18 (13-30)	0.66
Fasting glucose (mg/dL)	98 (95-103)	97 (91-106)	0.74
Fasting insulin (mU/L)	6.85±2.96	6.35±2.92	0.44
HOMA	1.71±0.83	1.63±0.81	0.66
hs-CRP (mg/L)	0.62 (0.43-1.27)	0.66 (0.32-1.40)	0.51
Total cholesterol (mg/dL)	192.0±37.65	199.2±41.01	0.42
LDL-cholesterol (mg/dL)	117.1±31.16	121.0±31.52	0.57
HDL-cholesterol (mg/dL)	51.30±10.49	49.61±10.34	0.47
Triglyceride (mg/dL)	112.6±62.02	101 (71-128)	0.86
Serum calcium (mg/dL)	9.21±0.39	9.2 (9.0-9.3)	0.79
Phosphorus (mg/dL)	3.54±0.46	3.51±0.47	0.75
25-OH vitamin D (ng/mL)	12.00 (10.10-18.00)	10.75 (7.70-16.05)	0.22
TSH (uIU/mL)	1.72 (1.05-2.24)	2.29±1.97	0.42
C-telopeptide of collagen type 1 (ng/mL)	0.41±0.223	0.44±0.22	0.58
Osteocalcin (ng/mL)	18.09±6.12	16.70 (13.50-22.66)	0.91
Osteopontin (ng/mL)	5.75 (3.31-14.00)	7.81 (2.445-25.73)	0.26
N-telopeptide of collagen type 1 (nM)	18.81±6.10	18.10 (15.17-23.52)	0.99
Urinary calcium (mg/24hrs)	131.0 (90.1-243.6)	162.8±83.97	0.70
Urinary sodium (mg/24hrs)	170.4±64.48	173.1±76.00	0.87
Mitochondrial DNA copy number	79.28±29.79	76.63±26.57	0.67
Telomere length (T/S)	394.9±112.4	338.9±86.88	0.01
Equol (nmol/L)	219.6±104.9	-	

P-values were calculated by t-test or Wilcoxon rank sum test

3. Equol 생성자와 비생성자 간의 영양 평가 변수 비교

Equol 생성자는 비생성자에 비해 24시간 회상법을 이용한 발효식품 섭취수준이 높았으며, 이소플라본 섭취량 또한 많았다. 이 외에도 구리, 망간의 섭취가 증가되어 있었다(표 54).

Table 54. Nutritional variables of elderly participants by equol producing ability

	Mean±SD or Median (25-75%)		<i>P</i> value
	Equol producer (N=42)	Non-equol producer (N=68)	
Total energy (kcal)	1544.6±280.7	1598.1±284.9	0.40
Carbohydrate (%)	65.00±4.22	65.15±5.07	0.89
Fat (%)	18.56±3.21	18.84±4.64	0.77
Protein (%)	16.43±2.35	15.50 (14.51-17.21)	0.31
Cholesterol (mg)	224.7±118.4	219.7±125.4	0.86
Total Fiber (g)	23.59±23.75	30.75 (27.98-34.03)	0.53
Vitamin A (μ RE)	919.73 (760.03-1327.42)	1036.9±452.4	0.96
Vitamin D (μg)	2.32 (1.43-4.44)	2.09 (1.16-4.51)	0.42
Vitamin E (mg α-TE)	14.22±4.89	14.23±5.43	0.99
Vitamin K (μg)	247.54 (205.68-371.00)	289.49 (216.96)	0.50
Vitamin C (mg)	99.57 (82.16-122.63)	113.7±38.05	0.62
Vitamine B ₁ (Thiamine, mg)	1.12±0.16	1.14 (1.02-1.27)	0.54
Vitamine B ₂ (Rivoflavin, mg)	1.03 (0.97-1.12)	1.05 (0.97-1.13)	0.66
Vitamine B ₃ (Niacin, mg NE)	14.01 (11.68-15.78)	14.01±3.50	0.91
Vitamine B ₆ (mg)	5.29 (5.16-5.57)	5.29 (5.06-5.52)	0.56
Folate (μg DFE)	575.09 (521.03-705.75)	607.0±144.9	0.68
Vitamine B ₁₂ (μg)	8.25 (6.48-11.24)	8.34 (4.67-9.82)	0.26
Pantothenic acid (mg)	4.26±0.78	4.34±1.00	0.71
Biotin (μg)	13.23±11.84	16.06±11.95	0.29
Calcium (mg)	562.6±163.5	525.15 (429.64-576.04)	0.27
Phosphorus (mg)	1109.3±223.3	1082.2±229.8	0.60
Sodium (mg)	4993.9±1120.8	4768.4±1224.4	0.40
Potassium (mg)	3088.48 (2832.42-3961.43)	2941.6±788.0	0.10
Magnesium (mg)	76.96 (63.33-92.22)	76.86±31.58	0.44
Iron (mg)	15.33 (13.83-18.22)	15.00±3.68	0.19
Zinc (mg)	11.17±2.51	9.72 (8.68-11.27)	0.06
Copper (mg)	1.34±0.43	1.13±0.28	0.02
Fluoride (mg)	3.75 (-3.13-7.44)	1.31 (-1.71-9.09)	0.76
Manganese (mg)	5.01±1.51	3.85±1.08	0.03
Iodine (μg)	293.62 (261.45-395.98)	290.20 (247.15-453.32)	0.99
Selenium (μg)	87.12±25.33	81.86±25.52	0.38
Isoflavone (mg)	39.74 (22.45-46.22)	24.55±17.45	0.01
FFI by 24-hr recall method (g)	617.0±261.1	443.04 (325.50-652.45)	0.04
FFI by 24-hr recall method (serving size)	3.09 (1.97-4.02)	2.10 (1.20-3.05)	0.01
FFI by frequency questionnaire (g)	205.56 (148.62-238.59)	194.68±87.07	0.71

P-values were calculated by t-test or Wilcoxon rank sum test

FFI: Fermented food intake

4. Equol 생성자와 비생성자 간의 삶의 질 평가 변수 비교

Equol 생성자와 비생성자 간의 삶의 질 평가는 어느 항목에서도 차이가 없었다(표 55).

Table 55. Quality of life among elderly participants by equol producing ability

	Mean±SD or Median (25-75%)		<i>P</i> value
	Equol producer (N=42)	Non-equol producer (N=68)	
Physical function (score)	54.9 (48.6-57.0)	54.9 (50.7-57.0)	0.68
Role-physical (score)	56.9 (54.4-56.9)	56.9 (56.9-54.4)	0.77
Bodily pain (score)	62.1 (46.1-62.1)	55.4 (46.1-62.1)	0.56
general health (score)	48.2 (44.8-52.9)	45.25±9.22	0.29
Vitality (score)	61.5 (55.2-64.6)	61.5 (52.1-64.6)	0.67
Social functioning (score)	56.8 (56.8-56.8)	56.8 (56.8-56.8)	0.56
Role-emotional (score)	55.9 (52.0-55.9)	55.9 (55.9-55.9)	0.18
Mental health (score)	55.28±6.94	58.5 (52.8-58.5)	0.75
Physical component summary (score)	53.0 (48.8-56.6)	52.6 (46.6-55.6)	0.41
Mental component summary (score)	56.48±6.53	58.1 (53.4-61.4)	0.95

P-values were calculated by Wilcoxon rank sum test

제6절 골밀도와 발효식품 섭취의 독립적인 관련성

1. 노인 요추 골밀도와 발효음식 섭취의 독립적인 관련성을 확인하기 위한 단계적 회귀분석

다양한 모형을 이용하여 단계적 회귀분석 시행 시에 노인의 요추 골밀도는 대부분 발효음식 섭취와는 관련성이 없었으나 알려진 골다공증 인자 외에 이소플라본 섭취와 독립적으로 equol 생성과 양의 상관관계를 보이는 것으로 나타났다. 분석 결과들은 표 56에 제시하였다.

Table 56. Stepwise multiple linear regression analysis to identify independent clinical variables associated with lumbar BMD among elderly

	variables	β	SE	R ²	P
Fermented food intake (g)					
Model 1 (R ² =29.89)	Sex	-0.130	0.039	0.121	0.001
	BMI	0.019	0.06	0.103	0.002
	Physical exercise	0.082	0.036	0.049	0.02
	Age	-0.007	0.004	0.026	0.10
Model 2 (R ² =29.65)	Sex	-0.176	0.048	0.145	0.005
	BMI	0.022	0.008	0.102	0.01
	Vitamin K intake	-0.0002	0.0001	0.049	0.07
Model 3 (R ² =33.69)	Sex	-0.165	0.041	0.165	0.0004
	BMI	0.020	0.007	0.095	0.004
	Vitamin K intake	-0.0003	0.0001	0.042	<0.05
	Age	-0.010	0.005	0.035	0.06
Model 4 (R ² =32.74)	Sex	-0.197	0.049	0.002	0.002
	BMI	0.028	0.008	0.001	0.001
Model 5 (R ² =49.09)	Equol producing	0.125	0.045	0.003	0.003
	Sex	-0.184	0.048	0.01	0.01
	BMI	0.028	0.008	0.002	0.002
	Urinary Ca excretion	-0.001	0.0003	0.09	0.09
Model 6 (R ² =39.36)	Total body lean mass	0.019	0.004	0.204	<0.0001
	Equol producing	0.096	0.038	0.036	0.06
	TSH	0.033	0.017	0.029	0.08
	Insulin	0.012	0.006	0.025	0.10
	Fermented food	-0.0001	<0.001	0.022	0.12
	Age	-0.007	0.004	0.020	0.14
Fermented food intake (serving size)					
Model 1 (R ² =31.31)	Sex	-0.146	0.041	0.141	0.001
	BMI	0.019	0.007	0.103	0.003
	Physical exercise	0.076	0.040	0.39	0.06
	Age	-0.008	0.005	0.030	0.09
Model 2 (R ² =28.81)	Sex	-0.181	0.050	0.140	0.01
	BMI	0.023	0.009	0.105	0.01
	Vitamin K intake	-0.0002	0.0001	0.043	0.10
Model 3 (R ² =35.75)	Sex	-0.173	0.043	0.184	0.001
	BMI	0.020	0.007	0.107	0.004

	Vitamin K intake	-0.0002	0.0001	0.031	0.11
	Age	-0.010	0.005	0.036	0.08
Model 4 (R ² =33.83)	Sex	-0.199	0.048	0.17	0.003
	BMI	0.029	0.009	0.168	0.001
Model 5 (R ² =44.97)	Sex	-0.208	0.049	0.163	0.01
	BMI	0.028	0.009	0.196	0.001
	Equol producing	0.114	0.048	0.054	0.06
	Isoflavone intake	-0.001	0.001	0.036	0.11
Model 6 (R ² =39.51)	Total lean mass	0.023	0.004	0.230	<0.0001
	TSH	0.049	0.018	0.095	0.004
	Vitamin K intake	-0.0002	0.0001	0.041	0.05
	Insulin	0.012	0.007	0.029	0.09
<hr/>					
Frequency of fermented food intake (g)					
Model 1 (R ² =37.38)	Sex	0.020	0.007	0.165	0.001
	BMI	-0.128	0.044	0.298	0.001
	Age	-0.010	0.005	0.334	0.08
	Physical exercise	0.077	0.040	0.374	0.06
Model 2 (R ² =33.35)	Sex	-0.181	0.053	0.168	0.011
	BMI	0.020	0.009	0.126	0.01
	Protein intake	-0.001	0.0004	0.039	0.14
Model 3 (R ² =38.80)	Sex	-0.144	0.045	0.155	0.002
	BMI	0.018	0.007	0.113	0.01
	Age	-0.013	0.005	0.042	0.08
	Vitamin K intake	-0.0002	0.0001	0.042	0.07
	Physical exercise	0.074	0.042	0.037	0.08
Model 4 (R ² =39.80)	Sex	-0.197	0.051	0.200	0.003
	BMI	0.030	0.008	0.198	0.001
Model 5 (R ² =52.58)	BMI	0.031	0.009	0.219	0.003
	Sex	-0.224	0.050	0.268	0.001
	Equol producing	0.084	0.050	0.039	0.10
Model 6 (R ² =37.83)	Total lean mass	0.015	0.004	0.163	<0.01
	TSH	0.051	0.016	0.127	<0.01
	Equol producing	0.070	0.037	0.056	0.04
	Insulin	0.010	0.006	0.032	0.11

Model 1: age, BMI, sex, current smoking, drinking, physical exercise, TSH, diabetes history

Model 2: Model 1 + Nutrition (protein, vitamin K, Mg), serum 25-OH vitamin D, urinary Ca excretion, urinary Na excretion

Model 3: Model 2 + isoflavone intake

Model 4: Model 3 + bone turnover makers (CTx, osteocalcin, osteoponin, NTx)

Model 5: Model 4 + equol producing ability

Model 6: age, sex, BMI, total body lean mass, SPPB, Rt. hand grip strength, Hb, BUN, insulin, 25-OH vitamin D, CTx, equol producing ability, carbohydrate intake, fat intake, fiber intake, vitamin K intake, vitamin C intake, vitamin B₆ intake, folate intake, current smoking, drinking, physical exercise, TSH, diabetes history

2. 노인 대퇴 경부 골밀도와 발효음식 섭취의 독립적인 관련성을 확인하기 위한 단계적 회귀분석

다양한 모형을 이용하여 단계적 회귀분석 시행 시에 노인의 대퇴 경부 골밀도는 알려진 골다공증 인자 외에 발효식품 섭취 및 텔로미어 길이와 독립적인 상관관계를 보이는 것으로 나타났다. 분석 결과들은 표 57에 제시하였다.

Table 57. Stepwise multiple linear regression analysis to identify independent clinical variables associated with femoral neck BMD among elderly

	variables	β	SE	R ²	P
Fermented food intake (g)					
Model 1 (R ² =52.93)	Fermented food intake	0.001	0.0001	0.515	<0.0001
	Age	0.007	0.004	0.018	0.07
Model 2 (R ² =51.90)	Fermented food intake	0.001	0.0001	0.456	<0.0001
	TSH	0.04	0.020	0.042	0.04
	Age	-0.01	0.006	0.021	0.14
Model 3 (R ² =52.12)	Fermented food intake	0.001	0.0001	0.521	<0.0001
Model 4 (R ² =55.22)	Fermented food intake	0.001	0.0001	0.449	<0.0001
	TSH	0.042	0.019	0.055	0.02
	Physical exercise	0.068	0.040	0.026	0.11
	Age	-0.008	0.005	0.022	0.13
Model 5 (R ² =53.34)	Fermented food intake	0.001	0.0001	0.440	<0.0001
	TSH	0.049	0.020	0.067	0.02
	Age	-0.009	0.006	0.026	0.13
Model 6 (R ² =74.74)	Fermented food intake	0.0004	0.0001	0.517	<0.0001
	Telomere length	0.001	0.0002	0.097	<0.0001
	Vitamin C intake	-0.001	0.0004	0.025	0.03
	Age	-0.08	0.004	0.023	0.04
	Current smoking	-0.083	0.038	0.023	0.03
	LDL-cholesterol	-0.001	0.0005	0.012	0.12
	Ca	0.068	0.043	0.014	0.08
	TSH	0.028	0.014	0.013	0.09
	Fat intake	-0.007	0.004	0.012	0.10
	hs-CRP	-0.0024	0.015	0.011	0.11
Fermented food intake (serving size)					
Model 1 (R ² =45.44)	Fermented food intake	0.075	0.011	0.345	<0.0001
	Age	-0.014	0.004	0.089	0.001
	BMI	0.010	0.006	0.021	0.11
Model 2 (R ² =53.36)	Fermented food intake	0.078	0.015	0.367	<0.0001
	Mg intake	0.002	0.001	0.064	0.03
	Age	-0.010	0.006	0.045	0.05
	BMI	0.016	0.008	0.029	0.11
	Protein intake	0.001	0.0003	0.029	0.11
Model 3 (R ² =46.91)	Fermented food intake	0.084	0.012	0.392	<0.0001
	Age	-0.012	0.005	0.057	0.015

	BMI	0.010	0.007	0.020	0.145
Model 4 (R ² =67.44)	Fermented food intake	0.088	0.013	0.403	<0.0001
	Mg intake	0.001	0.001	0.058	0.03
	Age	-0.008	0.005	0.049	0.04
	Exercise	0.131	0.041	0.030	0.10
	Urinary Na excretion	-0.001	0.0002	0.034	0.07
	Isoflavone intake	0.002	0.001	0.032	0.07
	TSH	0.043	0.018	0.047	0.02
	25-OH vitamin D	-0.005	0.003	0.022	0.11
Model 5 (R ² =69.24)	Fermented food intake	0.088	0.013	0.400	<0.0001
	Age	-0.011	0.005	0.062	0.03
	Mg intake	0.001	0.001	0.050	<0.05
	Urinary Na excretion	-0.001	0.0002	0.042	0.06
	Physical exercise	0.123	0.043	0.034	0.08
	Isoflavone intake	0.002	0.001	0.029	0.10
	TSH	0.043	0.018	0.048	0.03
	25-OH vitamin D	-0.006	0.003	0.028	0.09
Model 6 (R ² =73.38)	Telomere length	0.001	0.0002	0.473	<0.0001
	Current smoking	-0.116	0.039	0.109	0.0003
	Age	-0.013	0.004	0.048	0.01
	Fermented food intake	0.032	0.011	0.043	0.01
	Total cholesterol	-0.001	0.0004	0.030	0.02
	Vitamin C intake	-0.001	0.0004	0.018	0.07
	Ca	0.075	0.049	0.012	0.13
<hr/>					
Frequency of fermented food intake (g)					
Model 1 (R ² =67.38)	Fermented food intake	0.073	0.007	0.580	<0.0001
	Age	-0.017	0.004	0.094	0.0001
Model 2 (R ² =77.08)	Fermented food intake	0.079	0.008	0.618	<0.0001
	Age	-0.016	0.005	0.093	0.001
	Mg intake	0.002	0.001	0.037	0.02
	Physical exercise	0.069	0.035	0.023	0.06
Model 3 (R ² =71.10)	Fermented food intake	0.075	0.007	0.601	<0.0001
	Age	-0.015	0.004	0.086	0.0003
	Mg intake	0.001	0.001	0.024	0.04
Model 4 (R ² =74.85)	Fermented food intake	0.074	0.009	0.557	<0.0001
	Age	-0.015	0.005	0.109	0.001
	Mg intake	0.002	0.001	0.056	0.01
	Physical exercise	0.071	0.036	0.027	0.06
Model 5 (R ² =79.20)	Fermented food intake	0.082	0.009	0.572	<0.0001
	Age	-0.015	0.005	0.124	0.001
	Mg intake	0.002	0.001	0.049	0.02
	Drinking	0.071	0.037	0.027	0.06
	TSH	0.028	0.016	0.020	0.10
Model 6 (R ² =72.21)	Telomere length	0.001	0.0002	0.453	<0.0001
	Current smoking	-0.150	0.044	0.090	<0.01
	Fermented food intake	0.0004	0.0001	0.074	<0.01
	Total cholesterol	-0.001	0.0004	0.047	0.01
	Age	-0.010	0.004	0.034	0.03
	Ca	0.107	0.053	0.025	<0.05

Model 1: age, BMI, sex, current smoking, drinking, physical exercise, TSH, diabetes history

Model 2: Model 1 + Nutrition (protein, vitamin K, Mg), serum 25-OH vitamin D, urinary Ca excretion, urinary Na excretion

Model 3: Model 2 + isoflavone intake

Model 4: Model 3 + bone turnover makers (CTx, osteocalcin, osteoponin, NTx)

Model 5: Model 4 + equol producing ability

Model 6: age, sex, WHR, total body lean mass, SPPB, Rt. hand grip strength, Hb, BUN, hsCRP, Total cholesterol, LDL-cholesterol, ca, telomere length, equol producing ability, carbohydrate intake, fat intake, vitamin C intake, current smoking, drinking, physical exercise, TSH, diabetes history

3. 여성 요추 골밀도와 발효음식 섭취의 독립적인 관련성을 확인하기 위한 단계적 회귀분석

다양한 모형을 이용하여 단계적 회귀분석 시행 시에 여성의 요추 골밀도는 알려진 골다공증 인자 외에 이소플라본 섭취와 독립적으로 equol 생성과 양의 상관관계를 보이는 것으로 나타났다. 분석 결과는 표 58에 제시하였다.

Table 58. Stepwise multiple linear regression analysis to identify independent clinical variables associated with lumbar BMD among female

	variables	β	SE	R ²	P
Fermented food intake (g)					
Model 1 (R ² =27.35)	BMI	0.024	0.006	0.246	<0.0001
	Physical exercise	0.052	0.036	0.027	0.14
Model 2 (R ² =29.11)	BMI	0.026	0.007	0.251	0.0002
	Urinary Ca excretion	0.0005	0.0003	0.040	0.11
Model 3 (R ² =27.23)	BMI	0.027	0.008	0.272	0.001
Model 4 (R ² =27.51)	BMI	0.027	0.008	0.275	0.001
Model 5 (R ² =50.61)	BMI	0.025	0.007	0.340	0.0004
	Equol producing ability	0.131	0.041	0.166	0.004
Model 6 (R ² =42.10)	BMI	0.022	0.006	0.261	<0.0001
	Equol producing	0.084	0.034	0.065	0.03
	SPPB	-0.021	0.009	0.060	0.03
	Insulin	0.010	0.006	0.035	0.09
Fermented food intake (serving size)					
Model 1 (R ² =27.27)	BMI	0.028	0.007	0.273	0.0002
Model 2 (R ² =37.90)	BMI	0.033	0.007	0.323	0.0002
	Mg intake	-0.002	0.001	0.056	0.09
Model 3 (R ² =30.90)	BMI	0.029	0.008	0.309	0.002
Model 4 (R ² =30.90)	BMI	0.029	0.008	0.309	0.002
Model 5 (R ² =46.77)	BMI	0.025	0.008	0.288	0.003
	Equol producing ability	0.131	0.045	0.180	0.01
Model 6 (R ² =55.23)	BMI	0.023	0.007	0.267	<0.001
	SPPB	-0.030	0.010	0.077	0.04
	Equol producing ability	0.130	0.038	0.090	0.02
	Current drinking	-0.092	0.043	0.055	0.02
	TSH	0.029	0.017	0.034	0.11

	25-OH vitamin D	-0.06	0.004	0.030	0.13
<hr/>					
Frequency of fermented food intake (g)					
Model 1 (R ² =41.56)	BMI	0.028	0.006	0.326	<0.0001
	Physical exercise	0.069	0.039	0.047	0.09
	Fermented food intake	-0.015	0.009	0.043	0.09
Model 2 (R ² =39.46)	BMI	0.030	0.007	0.299	0.0003
	Fermented food intake	-0.020	0.009	0.044	0.13
	Urinary Ca excretion	0.0004	0.0003	0.051	0.09
Model 3 (R ² =39.81)	BMI	0.027	0.007	0.342	0.001
	Isoflavone intake	0.001	0.001	0.056	0.14
Model 4 (R ² =54.23)	BMI	0.020	0.007	0.348	0.002
	C-telopeptide of collagen type 1	-0.209	0.095	0.071	0.11
	Protein intake	-0.001	0.0003	0.062	0.12
	Isoflavone intake	0.001	0.001	0.062	0.11
Model 5 (R ² =59.27)	BMI	0.026	0.007	0.475	0.0001
	Equol producing ability	0.108	0.043	0.118	0.02
Model 6 (R ² =53.24)	BMI	0.021	0.007	0.290	<0.001
	Equol producing ability	0.127	0.039	0.072	<0.05
	SPPB	-0.025	0.010	0.078	0.03
	Current drinking	-0.078	0.044	0.051	0.07
	TSH	0.032	0.018	0.041	0.09

Model 1: age, BMI, sex, current smoking, drinking, physical exercise, TSH, diabetes history

Model 2: Model 1 + Nutrition (protein, vitamin K, Mg), serum 25-OH vitamin D, urinary Ca excretion, urinary Na excretion

Model 3: Model 2 + isoflavone intake

Model 4: Model 3 + bone turnover makers (CTX, osteocalcin, osteoponin, NTx)

Model 5: Model 4 + equol producing ability

Model 6: age, BMI, total body lean mass, SPPB, Rt. hand grip strength, Hb, BUN, insulin, 25-OH vitamin D, CTx, equol producing ability, carbohydrate intake, fat intake, fiber intake, vitamin K intake, vitamin C intake, vitamin B₆ intake, folate intake, current smoking, drinking, physical exercise, TSH, diabetes history

4. 여성 대퇴 경부 골밀도와 발효음식 섭취의 독립적인 관련성을 확인하기 위한 단계적 회귀분석

다양한 모형을 이용하여 단계적 회귀분석 시행 시에 여성의 대퇴 경부 골밀도는 알려진 골다공증 인자 외에 발효식품 섭취 및 텔로미어 길이와 독립적인 상관관계를 보이는 것으로 나타났다. 분석 결과들은 표 59에 제시하였다.

Table 59. Stepwise multiple linear regression analysis to identify independent clinical variables associated with femoral neck BMD among female

	variables	β	SE	R ²	P
Fermented food intake (g)					
Model 1 (R ² =49.29)	Fermented food intake	0.001	0.0001	0.470	<0.0001
	Age	-0.007	0.005	0.023	0.12
Model 2 (R ² =53.99)	Fermented food intake	0.001	0.0001	0.482	<0.0001
	Protein intake	-0.001	0.0003	0.034	0.07
	Age	-0.009	0.006	0.023	0.13
Model 3 (R ² =58.81)	Fermented food intake	0.001	0.0001	0.363	0.0001
	TSH	0.074	0.023	0.111	0.01
	Age	-0.013	0.006	0.072	0.03
	Isoflavone intake	0.002	0.001	0.042	0.09
Model 4 (R ² =67.53)	Fermented food intake	0.001	0.0001	0.409	<0.0001
	TSH	0.066	0.021	0.101	0.02
	Age	-0.017	0.006	0.063	0.04
	25-OH vitamin D	-0.009	0.004	0.039	0.09
	Vitamin K intake	-0.0002	0.0001	0.034	0.11
	Mg intake	0.001	0.001	0.030	0.12
Model 5 (R ² =66.12)	Fermented food intake	0.001	0.0001	0.425	<0.0001
	TSH	0.052	0.021	0.089	0.03
	Age	-0.017	0.006	0.064	<0.05
	25-OH vitamin D	-0.009	0.004	0.049	0.07
	Vitamin K intake	-0.0002	0.0001	0.035	0.11
Model 6 (R ² =77.10)	Telomere length	0.001	0.0002	0.531	<0.0001
	LDL-cholesterol	-0.001	0.001	0.056	0.03
	Current smoking	-0.152	0.090	0.042	0.04
	Age	-0.014	0.005	0.039	0.04
	Fermented food intake	0.028	0.013	0.028	0.07
	Vitamin C intake	-0.001	0.0004	0.016	0.14
	Physical exercise	0.075	0.038	0.016	0.13
Fermented food intake (serving size)					
Model 1 (R ² =47.90)	Fermented food intake	0.076	0.013	0.324	<0.001
	Age	-0.017	0.006	0.114	0.01
	BMI	0.014	0.008	0.041	0.08
Model 2 (R ² =59.89)	Fermented food intake	0.096	0.015	0.391	<0.0001
	Physical exercise	0.154	0.053	0.090	0.02
	Age	-0.017	0.007	0.071	0.03
	Urinary Na excretion	-0.001	0.0003	0.047	0.06
Model 3 (R ² =73.17)	Fermented food intake	0.070	0.016	0.337	0.001
	Physical exercise	0.194	0.056	0.148	0.01
	25-OH vitamin D	-0.015	0.005	0.087	0.03
	Age	-0.018	0.006	0.065	<0.05
	Vitamin K intake	-0.0003	0.0001	0.060	<0.05
	Mg intake	0.002	0.001	0.034	0.11
Model 4 (R ² =73.17)	Fermented food intake	0.070	0.016	0.337	0.001
	Physical exercise	0.194	0.056	0.148	0.01
	25-OH vitamin D	-0.015	0.005	0.087	0.03
	Age	-0.018	0.006	0.065	<0.05

	Vitamin K intake	-0.0003	0.0001	0.060	0.04
	Mg intake	0.002	0.001	0.034	0.11
Model 5 (R ² =74.44)	Fermented food intake	0.073	0.334	0.334	0.001
	Physical exercise	0.173	0.139	0.139	0.02
	25-OH vitamin D	-0.016	0.094	0.094	0.03
	Age	-0.017	0.074	0.074	0.04
	Vitamin K intake	-0.0003	0.059	0.059	<0.05
	Diabetes	-0.117	0.044	0.044	0.07
Model 6 (R ² =69.25)	Fermented food intake	0.0004	0.0001	0.461	<0.0001
	Telomere length	0.0008	0.0002	0.105	0.001
	Vitamin C intake	-0.001	0.0004	0.046	0.02
	Age	-0.009	0.004	0.035	0.03
	hs-CRP	-0.033	0.015	0.026	0.06
	LDL-cholesterol	-0.001	0.0004	0.020	0.09
<hr/>					
Frequency of fermented food intake (g)					
Model 1 (R ² =65.12)	Fermented food intake	0.069	0.009	0.512	<0.0001
	Age	-0.020	0.005	0.102	0.002
	Current smoking	-0.196	0.095	0.037	<0.05
Model 2 (R ² =78.18)	Fermented food intake	0.076	0.009	0.540	<0.0001
	Age	-0.022	0.005	0.093	0.005
	Current smoking	0.186	0.086	0.036	0.06
	Mg intake	0.002	0.001	0.036	<0.05
	Physical exercise	0.090	0.037	0.025	0.09
	Urinary Na excretion	-0.001	0.0003	0.025	0.08
	Urinary Ca excretion	0.001	0.0003	0.027	0.06
Model 3 (R ² =78.34)	Fermented food intake	0.068	0.011	0.486	<0.0001
	Age	-0.022	0.005	0.151	0.004
	Mg intake	0.003	0.001	0.075	0.02
	Physical exercise	0.118	0.044	0.071	0.01
Model 4 (R ² =86.54)	Fermented food intake	0.071	0.010	0.480	<0.0001
	Mg intake	0.005	0.001	0.153	0.01
	Age	-0.020	0.005	0.124	0.003
	TSH	0.044	0.018	0.062	0.01
	Physical exercise	0.093	0.041	0.025	0.09
	Diabetes	-0.089	0.051	0.022	0.10
Model 5 (R ² =86.67)	Fermented food intake	0.072	0.010	0.490	<0.0001
	Mg intake	0.005	0.001	0.146	0.01
	Age	-0.020	0.005	0.121	0.004
	TSH	0.045	0.018	0.060	0.02
	Physical exercise	0.088	0.042	0.023	0.11
	Diabetes	-0.102	0.054	0.027	0.07
Model 6 (R ² =78.36)	Telomere length	0.001	0.0002	0.461	<0.0001
	Fermented food intake	0.0003	0.0001	0.080	0.02
	Physical exercise	0.100	0.038	0.064	0.03
	LDL-cholesterol	-0.002	0.001	0.057	0.03
	Ca	0.123	0.053	0.048	0.03
	Current smoking	-0.220	0.081	0.045	0.03
	Age	-0.009	0.004	0.029	0.06

Model 1: age, BMI, sex, current smoking, drinking, physical exercise, TSH, diabetes history

Model 2: Model 1 + Nutrition (protein, vitamin K, Mg), serum 25-OH vitamin D,

urinary Ca excretion, urinary Na excretion

Model 3: Model 2 + isoflavone intake

Model 4: Model 3 + bone turnover makers (CTx, osteocalcin, osteoponin, NTx)

Model 5: Model 4 + equol producing ability

Model 6: age, WHR, total body lean mass, SPPB, Rt. hand grip strength, Hb, BUN, hsCRP, Total cholesterol, LDL-cholesterol, ca, telomere length, equol producing ability, carbohydrate intake, fat intake, vitamin C intake, current smoking, drinking, physical exercise, TSH, diabetes history

5. 남성 요추 골밀도와 발효음식 섭취의 독립적인 관련성을 확인하기 위한 단계적 회귀분석

다양한 모형을 이용하여 단계적 회귀분석 시행 시에 남성의 요추 골밀도는 발효음식 섭취와 대부분 상관관계가 없을 뿐만 아니라 여성과 달리 equol 생성과도 상관관계를 보이지 않았다. 분석 결과는 표 60에 제시하였다.

Table 60. Stepwise multiple linear regression analysis to identify independent clinical variables associated with lumbar BMD among male

	variables	β	SE	R ²	P
Fermented food intake (g)					
Model 1 (R ² =33.92)	Age	-0.044	0.014	0.118	0.10
	Fermented food intake	-0.0004	0.0002	0.122	0.08
	Current smoking	-0.186	0.108	0.099	0.10
Model 2 (R ² =29.73)	Vitamin K intake	-0.0005	0.0002	0.180	<0.05
	Age	-0.019	0.010	0.117	0.09
Model 3 (R ² =47.17)	Urinary Na excretion	-0.001	0.001	0.259	0.03
	Age	-0.029	0.012	0.109	0.13
	Fermented food intake	-0.0003	0.0002	0.104	0.12
Model 4 (R ² =31.63)	Urinary Na excretion	-0.002	0.001	0.185	0.09
	BMI	0.033	0.020	0.132	0.12
Model 5 (R ² =25.22)	Urinary Na excretion	-0.002	0.001	0.252	
Model 6 (R ² =83.78)	Vitamin K intake	-0.0004	0.0002	0.197	0.06
	BUN	-0.035	0.007	0.131	0.10
	Insulin	0.056	0.011	0.183	0.03
	Fat intake	-0.023	0.008	0.113	0.06
	Physical exercise	0.178	0.066	0.093	0.06
	Hemoglobin	-0.100	0.044	0.070	0.07
Fermented food intake (serving size)					
Model 1 (R ² =25.22)	Urinary Na excretion	-0.002	0.001	0.252	0.07
Model 2 (R ² =24.24)	Age	-0.019	0.009	0.136	0.06
	Vitamin K intake	-0.0002	0.0001	0.106	0.09
Model 3 (R ² =28.87)	Age	-0.021	0.010	0.128	0.11
	Urinary Na excretion	-0.001	0.001	0.160	0.06
Model 4 (R ² =15.07)	Age	-0.018	0.010	0.151	0.09
Model 5 (R ² =21.09)	BMI	0.048	0.023	0.215	0.06

Model 6 (R ² =43.58)	Age	-0.027	0.010	0.163	0.06
	SPPB	0.043	0.019	0.165	0.04
	Vitamin K intake	-0.0003	0.0001	0.108	0.08
Frequency of fermented food intake (g)					
Model 1 (R ² =12.67)	Age	-0.018	0.012	0.127	0.13
Model 2 (R ² =28.09)	Age	-0.029	0.012	0.127	0.13
	Mg intake	-0.003	0.001	0.154	0.08
Model 3 (R ² =15.27)	Age	-0.021	0.013	0.153	0.13
Model 4 (R ² =18.13)	BMI	0.039	0.023	0.181	0.11
Model 5 (R ² =28.63)	BMI	0.054	0.026	0.286	0.06
Model 6 (R ² =15.38)	Rt. hand grip strength	0.008	0.005	0.154	0.13

Model 1: age, BMI, sex, current smoking, drinking, physical exercise, TSH, diabetes history

Model 2: Model 1 + Nutrition (protein, vitamin K, Mg), serum 25-OH vitamin D, urinary Ca excretion, urinary Na excretion

Model 3: Model 2 + isoflavone intake

Model 4: Model 3 + bone turnover makers (CTx, osteocalcin, osteoponin, NTx)

Model 5: Model 4 + equol producing ability

Model 6: age, BMI, total body lean mass, SPPB, Rt. hand grip strength, Hb, BUN, insulin, 25-OH vitamin D, CTx, equol producing ability, carbohydrate intake, fat intake, fiber intake, vitamin K intake, vitamin C intake, vitamin B₆ intake, folate intake, current smoking, drinking, physical exercise, TSH, diabetes history

6. 남성 대퇴 경부 골밀도와 발효음식 섭취의 독립적인 관련성을 확인하기 위한 단계적 회귀분석

다양한 모형을 이용하여 단계적 회귀분석 시행 시에 남성의 대퇴 경부 골밀도는 알려진 골다공증 인자 외에 발효식품 섭취 및 텔로미어 길이와 독립적인 상관관계를 보이는 것으로 나타났다. 분석 결과들은 표 61에 제시하였다.

Table 61. Stepwise multiple linear regression analysis to identify independent clinical variables associated with femoral neck BMD among male

	variables	β	SE	R ²	P
Fermented food intake (g)					
Model 1 (R ² =58.13)	Fermented food intake	0.001	0.0001	0.581	<0.0001
Model 2 (R ² =71.89)	Fermented food intake	0.001	0.0001	0.586	<0.0001
	Protein intake	0.001	0.0003	0.093	0.03
	Vitamin K intake	0.0002	0.0002	0.039	0.13
Model 3 (R ² =76.06)	Fermented food intake	0.001	0.0001	0.572	0.0003
	Isoflavone intake	-0.002	0.001	0.130	0.02
	Protein intake	0.001	0.0004	0.058	0.09
Model 4 (R ² =65.72)	Fermented food intake	0.001	0.0001	0.501	0.002
	Isoflavone intake	-0.003	0.001	0.156	0.02

Model 5 (R ² =68.21)	Fermented food intake	0.001	0.0001	0.474	0.01
	Isoflavone intake	-0.003	0.001	0.201	0.02
Model 6 (R ² =78.21)	Telomere length	0.002	0.0003	0.697	<0.0001
	Total body lean mass	0.0022	0.009	0.085	0.03
<hr/>					
Fermented food intake (serving size)					
Model 1 (R ² =38.97)	Fermented food intake	0.090	0.022	0.390	0.0004
Model 2 (R ² =71.57)	Fermented food intake	0.079	0.008	0.394	0.001
	Protein intake	0.001	0.0004	0.081	0.07
	Physical exercise	-0.132	0.051	0.081	0.06
	TSH	-0.066	0.024	0.066	0.07
	Age	-0.010	0.007	0.059	0.07
	BMI	0.015	0.009	0.036	0.14
Model 3 (R ² =82.43)	Fermented food intake	0.056	0.023	0.378	0.003
	Protein intake	0.002	0.0004	0.117	0.06
	Physical exercise	-0.1898	0.059	0.107	<0.05
	TSH	-0.102	0.028	0.084	0.06
	Age	-0.018	0.007	0.055	0.10
	Drinking	0.160	0.066	0.041	0.13
	Diabetes	0.230	0.129	0.043	0.10
Model 4 (R ² =63.84)	Fermented food intake	0.097	0.019	0.499	0.001
	25-OH vitamin D	-0.008	0.004	0.067	0.12
	Protein intake	0.001	0.0004	0.072	0.09
Model 5 (R ² =78.42)	Fermented food intake	0.091	0.016	0.497	0.002
	25-OH vitamin D	-0.007	0.004	0.132	0.04
	Protein intake	0.001	0.0004	0.074	0.10
	Physical exercise	-0.127	0.060	0.082	0.05
Model 6 (R ² =60.86)	Telomere length	0.002	0.0003	0.609	<0.0001
<hr/>					
Frequency of fermented food intake (g)					
Model 1 (R ² =81.25)	Fermented food intake	0.085	0.011	0.722	<0.0001
	Age	-0.016	0.006	0.060	0.05
	BMI	-0.016	0.010	0.031	0.14
Model 2 (R ² =88.11)	Fermented food intake	0.075	0.010	0.722	<0.0001
	Mg intake	0.001	0.001	0.073	0.03
	K intake	0.0001	0.0001	0.037	0.09
	Protein intake	0.001	0.0003	0.026	0.13
	Age	-0.010	0.006	0.023	0.14
Model 3 (R ² =85.67)	Fermented food intake	0.083	0.012	0.785	<0.0001
	Mg intake	0.002	0.001	0.044	0.09
	K intake	0.0001	0.0001	0.028	<0.15
Model 4 (R ² =76.45)	Fermented food intake	0.086	0.015	0.706	<0.0001
	Mg intake	0.002	0.001	0.059	0.11
Model 5 (R ² =98.45)	Fermented food intake	0.091	0.006	0.757	0.0001
	Age	-0.027	0.004	0.064	0.09
	Osteocalcin	0.009	0.002	0.048	0.10
	Vitamin K intake	0.0001	0.00004	0.039	0.10
	Drinking	0.134	0.033	0.029	0.12
	25-OH vitamin D	-0.009	0.003	0.023	0.12
	BMI	-0.018	0.006	0.026	0.04
Model 6 (R ² =88.36)	Telomere length	0.001	0.0003	0.630	<0.01
	Fermented food intake	0.002	0.0004	0.103	0.04

Total cholesterol	-0.003	0.001	0.038	<0.15
Current smoking	-0.246	0.087	0.041	0.11
SPPB	-0.027	0.015	0.042	0.09

Model 1: age, BMI, sex, current smoking, drinking, physical exercise, TSH, diabetes history

Model 2: Model 1 + Nutrition (protein, vitamin K, Mg), serum 25-OH vitamin D, urinary Ca excretion, urinary Na excretion

Model 3: Model 2 + isoflavone intake

Model 4: Model 3 + bone turnover makers (CTx, osteocalcin, osteoponin, NTx)

Model 5: Model 4 + equol producing ability

Model 6: age, WHR, total body lean mass, SPPB, Rt. hand grip strength, Hb, BUN, hsCRP, Total cholesterol, LDL-cholesterol, ca, telomere length, equol producing ability, carbohydrate intake, fat intake, vitamin C intake, current smoking, drinking, physical exercise, TSH, diabetes history

제7절 골절 위험도와 발효식품 섭취의 독립적인 관련성

1. 여성 노인의 10년 내 골다공증성 골절 위험도와 발효음식 섭취의 독립적인 관련성을 확인하기 위한 단계적 회귀분석

다양한 모형을 이용하여 단계적 회귀분석 시행 시에 여성 노인에서 골다공증성 골절 위험도와 발효음식 섭취 사이의 관련성은 없었다. 분석 결과들은 표 62에 제시하였다.

Total 62. Stepwise multiple linear regression analysis to identify independent clinical variables associated with the 10-year probability of a major osteoporotic fracture among elderly female

variables	β	SE	R ²	P	
Fermented food intake (g)					
Model 1 (R ² =28.32)	Drinking	-3.272	1.311	0.112	0.02
	Physical exercise	-0.943	1.253	0.075	<0.05
	TSH	-0.647	0.308	0.057	0.07
	Urinary Ca excretion	-0.012	0.007	0.040	0.13
Model 2 (R ² =16.81)	Physical exercise	-3.691	1.430	0.168	0.01
Model 3 (R ² =41.99)	C-telopeptide of collagen type 1	10.585	2.803	0.334	0.0004
	Physical exercise	-2.70	1.276	0.086	0.04
Model 4 (R ² =44.51)	C-telopeptide of collagen type 1	10.180	2.752	0.341	0.001
	Physical exercise	-2.954	1.290	0.104	0.03
Model 5 (R ² =38.51)	Hemoglobin	-0.695	0.576	0.228	0.001
	Telomere length	-0.016	0.006	0.117	0.01
	Osteocalcin	0.105	0.060	0.040	0.09
Fermented food intake (serving size)					
Model 1 (R ² =36.65)	TSH	-0.828	0.306	0.141	0.03
	Physical exercise	-3.519	1.412	0.124	0.03
	Fermented food intake	-0.860	0.385	0.102	0.03

Model 2 (R ² =64.72)	Physical exercise	-6.772	1.474	0.319	0.002
	25-OH vitamin D	0.257	0.133	0.112	0.04
	TSH	-1.402	0.539	0.065	0.10
	Isoflavone intake	-0.057	0.022	0.070	0.07
	Vitamin K intake	-0.008	0.004	0.081	0.04
Model 3 (R ² =58.19)	Physical exercise	-6.077	1.532	0.319	0.002
	C-telopeptide of collagen type 1	8.507	2.952	0.171	0.01
	25-OH vitamin D	0.306	0.136	0.092	0.03
Model 4 (R ² =74.78)	Physical exercise	-5.796	1.332	0.300	0.004
	C-telopeptide of collagen type 1	4.452	2.755	0.179	0.01
	25-OH vitamin D	0.266	0.116	0.103	0.03
	TSH	-1.467	0.528	0.042	0.14
	Isoflavone intake	-0.055	0.020	0.060	0.07
Model 5 (R ² =38.51)	Vitamin K intake	-0.007	0.003	0.064	<0.05
	Telomere length	-0.022	0.006	0.296	0.001
	Hemoglobin	-2.068	0.601	0.194	0.002
Frequency of fermented food intake (g)					
Model 1 (R ² =26.76)	Drinking	-2.851	1.284	0.122	0.03
	25-OH vitamin D	-0.190	0.110	0.092	<0.05
	Mg intake	-0.040	0.025	0.053	0.12
Model 2 (R ² =18.60)	TSH	-1.196	0.677	0.107	0.09
	25-OH vitamin D	-0.203	0.130	0.079	0.13
Model 3 (R ² =38.21)	C-telopeptide of collagen type 1	10.752	2.791	0.382	0.001
Model 4 (R ² =50.39)	C-telopeptide of collagen type 1	10.594	2.557	0.396	0.001
	Diabetes	3.663	1.717	0.108	0.04
Model 5 (R ² =40.84)	Hemoglobin	-2.399	0.627	0.318	0.001
	Telomere length	-0.013	0.006	0.090	<0.05

Model 1: current smoking, drinking, physical exercise, TSH, diabetes history, nutrition (protein, vitamin K, Mg), serum 25-OH vitamin D, urinary Ca excretion, urinary Na excretion

Model 2: Model 1 + isoflavone intake

Model 3: Model 2 + bone turnover makers (CTx, osteocalcin, osteoponin, NTx)

Model 4: Model 3 + equol producing ability

Model 5: Hemoglobin, hs-CRP, CTx, osteocalcin, telomere length, cholesterol intake, TSH, diabetes history

2. 여성 노인의 10년 내 대퇴 골절 위험도와 발효음식 섭취의 독립적인 관련성을 확인하기 위한 단계적 회귀분석

다양한 모형을 이용하여 단계적 회귀분석 시행 시에 대부분의 경우 여성 노인에서 대퇴 골절 위험도와 발효음식 섭취 사이의 관련성은 없었다. 분석 결과들은 표 63에 제시하였다.

Table 63. Stepwise multiple linear regression analysis to identify independent clinical variables associated with the 10-year probability of hip fracture among elderly female

	variables	β	SE	R ²	P
Fermented food intake (g)					
Model 1 (R ² =30.13)	Drinking	-1.852	0.845	0.084	0.04
	Physical exercise	-1.330	0.809	0.090	0.03
	Fermented food intake	-0.003	0.002	0.045	0.11
	TSH	-0.362	0.199	0.041	0.13
	Urinary Ca excretion	-0.008	0.005	0.041	0.12
Model 2 (R ² =18.40)	Physical exercise	-2.568	0.942	0.184	0.01
Model 3 (R ² =38.69)	C-telopeptide of collagen type 1	6.328	1.923	0.279	0.002
	Physical exercise	-2.016	0.875	0.108	0.03
Model 4 (R ² =40.00)	C-telopeptide of collagen type 1	6.125	1.927	0.282	0.002
	Physical exercise	-2.117	0.904	0.118	0.03
Model 5 (R ² =47.46)	Hemoglobin	-1.257	0.354	0.265	<0.001
	Telomere length	-0.013	0.004	0.178	<0.001
	Cholesterol intake	0.005	0.003	0.032	0.12
Fermented food intake (serving size)					
Model 1 (R ² =31.89)	Fermented food intake	-0.575	0.262	0.108	0.05
	Physical exercise	-2.184	0.961	0.102	0.05
	TSH	-0.464	0.208	0.109	0.03
Model 2 (R ² =53.91)	Physical exercise	-4.077	1.120	0.287	0.004
	25-OH vitamin D	0.178	0.102	0.099	0.06
	TSH	-0.903	0.413	0.055	<0.15
	Isoflavone intake	-0.035	0.016	0.098	0.04
Model 3 (R ² =60.13)	Physical exercise	-3.694	1.087	0.287	0.004
	C-telopeptide of collagen type 1	3.934	2.174	0.134	0.03
	25-OH vitamin D	0.174	0.097	0.083	0.06
	Isoflavone intake	-0.031	0.016	0.047	<0.15
	TSH	-0.677	0.412	0.051	0.12
Model 4 (R ² =50.19)	Physical exercise	-3.883	1.154	0.267	0.01
	C-telopeptide of collagen type 1	5.150	2.212	0.141	0.03
	25-OH vitamin D	0.209	0.103	0.094	0.05
Model 5 (R ² =57.76)	Telomere length	-0.018	0.004	0.375	<0.001
	Hemoglobin	-1.386	0.365	0.203	<0.001
Frequency of fermented food intake (g)					
Model 1 (R ² =31.67)	Mg intake	-0.031	0.015	0.125	0.03
	Drinking	-1.773	0.800	0.068	0.09
	Physical exercise	-1.342	0.744	0.076	0.06
	Fermented food intake	-0.281	0.182	0.048	0.13
Model 2 (R ² =11.63)	Physical exercise	-1.843	0.996	0.116	0.08
Model 3 (R ² =40.78)	C-telopeptide of collagen type 1	6.732	1.814	0.341	0.002
	Diabetes	1.790	1.110	0.067	0.12
Model 4 (R ² =45.93)	C-telopeptide of collagen type 1	6.540	1.750	0.351	0.002
	Diabetes	2.415	1.176	0.109	0.05
Model 5 (R ² =66.89)	Hemoglobin	-1.646	0.353	0.342	<0.001
	Telomere length	-0.008	0.004	0.160	0.001
	Cholesterol intake	0.008	0.004	0.043	0.13

NTx	-0.143	0.063	0.042	0.12
Fermented food intake	-0.004	0.002	0.050	0.08
WBC	0.0004	0.0003	0.033	<0.15

Model 1: current smoking, drinking, physical exercise, TSH, diabetes history, nutrition (protein, vitamin K, Mg), serum 25-OH vitamin D, urinary Ca excretion, urinary Na excretion

Model 2: Model 1 + isoflavone intake

Model 3: Model 2 + bone turnover makers (CTx, osteocalcin, osteopontin, NTx)

Model 4: Model 3 + equol producing ability

Model 5: WBC, hemoglobin, BUN, hs-CRP, CTx, osreocalcin, NTx, telomere length, cholesterol intake, TSH, diabetes history

3. 남성 노인의 10년 내 골다공증성 골절 위험도와 발효음식 섭취의 독립적인 관련성을 확인하기 위한 단계적 회귀분석

다양한 모형을 이용하여 단계적 회귀분석 시행 시에 남성 노인에서 발효식품 섭취량은 다수의 모형에서 골다공증성 골절 위험도와 음의 상관성을 나타내었다. 분석 결과들은 표 64에 제시하였다.

Table 64. Stepwise multiple linear regression analysis to identify independent clinical variables associated with the 10-year probability of a major osteoporotic fracture among elderly male

	variables	β	SE	R ²	P
Fermented food intake (g)					
Model 1 (R ² =43.60)	Urinary Na excretion	0.043	0.011	0.368	0.002
	Fermented food intake	-0.005	0.003	0.068	0.13
Model 2 (R ² =47.03)	Urinary Na excretion	0.040	0.012	0.247	0.03
	Fermented food intake	-0.005	0.003	0.139	0.08
	Current smoking	-2.657	0.718	0.085	0.14
Model 3 (R ² =55.11)	Osteopontin	0.219	0.056	0.369	0.01
	Fermented food intake	-0.006	0.003	0.182	0.03
Model 4 (R ² =99.55)	N-telopeptide of collagen type 1	0.574	0.020	0.338	0.03
	Urinary Ca excretion	0.048	0.002	0.143	0.11
	C-telopeptide of collagen type 1	-13.96	0.507	0.384	0.0003
	Equol producing ability	2.025	0.214	0.058	0.03
	Drinking	2.254	0.214	0.050	0.01
	Mg intake	0.017	0.003	0.023	0.001
Model 5 (R ² =12.52)	hs-CRP	1.887	1.088	0.125	0.10
Fermented food intake (serving size)					
Model 1 (R ² =24.28)	Urinary Na excretion	0.014	0.007	0.140	0.06
	Mg intake	-0.026	0.015	0.103	0.09
Model 2 (R ² =23.43)	Urinary Na excretion	0.023	0.010	0.234	0.03
Model 3 (R ² =14.68)	Urinary Na excretion	0.019	0.011	0.147	0.10
Model 4 (R ² =20.52)	Urinary Ca excretion	0.020	0.010	0.205	0.07

Frequency of fermented food intake (g)					
Model 1 (R ² =50.04)	Urinary Na excretion	0.056	0.013	0.357	0.004
	Physical exercise	5.108	2.245	0.144	0.04
Model 2 (R ² =32.53)	Urinary Na excretion	0.052	0.020	0.180	0.09
	Physical exercise	5.274	3.034	0.146	0.10
Model 3 (R ² =59.06)	Osteopontin	0.202	0.061	0.337	0.02
	Fermented food	-0.756	0.387	0.161	0.06
	N-telopeptide of collagen type 1	0.180	0.108	0.094	0.12
Model 4 (R ² =65.64)	N-telopeptide of collagen type 1	0.393	0.120	0.321	<0.05
	Fermented food intake	-0.876	0.345	0.168	0.10
	Osteocalcin	-0.187	0.090	0.167	0.07
Model 5 (R ² =30.42)	Fermented food intake	-0.017	0.010	0.210	0.04
	Cholesterol intake	0.011	0.010	0.094	<0.15

Model 1: current smoking, drinking, physical exercise, TSH, diab-0.876etes history, nutrition (protein, vitamin K, Mg), serum 25-OH vitamin D, urinary Ca excretion, urinary Na excretion

Model 2: Model 1 + isoflavone intake

Model 3: Model 2 + bone turnover makers (CTx, osteocalcin, osteopontin, NTx)

Model 4: Model 3 + equol producing ability

Model 5: Hemoglobin, hs-CRP, CTx, osteocalcin, telomere length, cholesterol intake, TSH, diabetes history

4. 남성 노인의 10년 내 대퇴 골절 위험도와 발효음식 섭취의 독립적인 관련성을 확인하기 위한 단계적 회귀분석

다양한 모형을 이용하여 단계적 회귀분석 시행 시에 남성 노인에서 대부분의 경우 대퇴 골절 위험도와 발효음식 섭취 사이의 관련성은 없었다. 분석 결과들은 표 65에 제시하였다.

Table 65. Stepwise multiple linear regression analysis to identify independent clinical variables associated with the 10-year probability of hip fracture among elderly male

variables		β	SE	R ²	P
Fermented food intake (g)					
Model 1 (R ² =54.65)	Urinary Na excretion	0.039	0.008	0.336	0.003
	Physical exercise	3.993	1.432	0.140	0.03
	Mg intake	-0.019	0.011	0.070	0.09
Model 2 (R ² =30.93)	Urinary Na excretion	0.020	0.009	0.168	0.08
	Current smoking	-2.375	1.313	0.141	0.09
Model 3 (R ² =86.69)	Osteopontin	0.151	0.039	0.290	0.02
	N-telopeptide of collagen type 1	0.234	0.060	0.178	0.04
	Isoflavone intake	-0.062	0.015	0.158	0.03
	Urinary Na excretion	0.027	0.008	0.057	<0.15
	Current smoking	-2.535	0.868	0.086	0.06

	Osteocalcin	-0.133	0.054	0.044	0.14
	Urinary Ca excretion	0.012	0.006	0.054	0.07
Model 4 (R ² =92.86)	N-telopeptide of collagen type 1	0.373	0.050	0.468	0.01
	Urinary Na excretion	0.032	0.005	0.132	0.08
	C-telopeptide of collagen type 1	-7.408	1.347	0.220	0.01
	Drinking	2.136	0.622	0.072	0.04
	Mg intake	0.017	0.008	0.036	0.08
Model 5 (R ² =41.31)	WBC	0.001	0.001	0.206	0.03
	BUN	0.299	0.138	0.113	<0.05
	hs-CRP	1.312	0.770	0.095	0.11
<hr/>					
Fermented food intake (serving size)					
Model 1 (R ² =13.59)	Urinary Ca excretion	0.010	0.005	0.136	0.06
Model 2 (R ² =16.53)	Urinary Ca excretion	0.012	0.006	0.165	0.07
Model 3 (R ² =36.13)	N-telopeptide of collagen type 1	0.134	0.064	0.118	0.14
	Urinary Na excretion	0.025	0.010	0.151	0.08
	Physical exercise	2.042	1.342	0.093	0.15
Model 4 (R ² =41.17)	N-telopeptide of collagen type 1	0.146	0.066	0.255	0.04
	Urinary Ca excretion	0.013	0.007	0.157	0.07
Model 5 (R ² =25.96)	WBC	0.001	0.0004	0.166	<0.05
	Osteocalcin	0.095	0.058	0.094	0.12
<hr/>					
Frequency of fermented food intake (g)					
Model 1 (R ² =56.72)	Urinary Na excretion	0.047	0.010	0.299	0.01
	Physical exercise	5.501	1.648	0.268	0.004
Model 3 (R ² =68.79)	N-telopeptide of collagen type 1	0.194	0.069	0.301	0.03
	Osteopontin	0.131	0.038	0.227	0.03
	Fermented food intake	-0.608	0.245	0.161	0.03
Model 4 (R ² =91.68)	N-telopeptide of collagen type 1	0.378	0.059	0.450	0.01
	Fermented food intake	-1.314	0.236	0.172	0.06
	Diabetes	9.939	2.522	0.085	0.14
	C-telopeptide of collagen type 1	-5.422	1.551	0.088	0.10
	Protein intake	0.028	0.009	0.068	0.10
	Current smoking	-2.485	1.256	0.054	0.10
Model 5 (R ² =49.59)	CTx	9.873	3.430	0.309	0.01
	Cholesterol intake	0.010	0.004	0.187	0.03

Model 1: current smoking, drinking, physical exercise, TSH, diab-0.876etes history, nutrition (protein, vitamin K, Mg), serum 25-OH vitamin D, urinary Ca excretion, urinary Na excretion

Model 2: Model 1 + isoflavone intake

Model 3: Model 2 + bone turnover makers (CTx, osteocalcin, osteopontin, NTx)

Model 4: Model 3 + equol producing ability

Model 5: WBC, hemoglobin, BUN, hs-CRP, CTx, osreocalcin, NTx, telomere length, cholesterol intake, TSH, diabetes history

제8절 골밀도 및 골절 위험도와 발효식품 섭취의 상관성

1. 노인의 골밀도 및 골절위험도와 발효식품별 섭취량과의 상관성

노인의 골밀도 및 골절위험도와 회상법에 의한 발효식품별 섭취량과의 상관성은 표 66에, 섭취 빈도 조사에 의한 발효식품별 섭취량과의 상관성은 표 67에 제시하였다. 회상법 분석 결과 간장류, 요거트, 젓갈류, 곡주 섭취가 요추 골밀도와, 간장류, 된장, 장아찌류 섭취가 대퇴경부 골밀도와 관련되었다(표 66). 섭취빈도 조사 분석 결과 간장류, 된장, 젓갈류, 막걸리 섭취가 대퇴 경부 골밀도와, 간장류, 요거트, 젓갈류 섭취가 골다공증 골절 위험도와, 간장류, 고추장류, 요거트, 젓갈류, 장아찌류가 대퇴 골절 위험도와 상관성을 나타내었다(표 67).

표 66. 노인군의 골밀도 및 골절위험도와 회상법에 의한 발효식품별 섭취량과의 상관성

	요추 골밀도		대퇴경부 골밀도		골다공증 골절위험도		대퇴 골절위험도	
	<i>r</i>	<i>p</i> -값	<i>r</i>	<i>p</i> -값	<i>r</i>	<i>p</i> -값	<i>r</i>	<i>p</i> -값
김치류	0.05	0.66	0.05	0.63	-0.07	0.51	-0.03	0.80
간장류	0.17	0.01	0.17	0.01	0.05	0.64	-0.07	0.53
고추장류	0.06	0.57	0.16	0.14	-0.09	0.38	-0.09	0.38
된장	0.09	0.39	0.39	0.04	0.06	0.57	-0.02	0.88
요거트	0.12	0.05	0.42	0.06	-0.12	0.26	-0.12	0.44
젓갈류	0.22	0.03	0.01	0.90	-0.05	0.65	-0.05	0.95
장아찌류	0.21	<0.05	-0.20	0.04	-0.21	0.08	-0.21	0.10
곡주(막걸리)	0.07	0.50	0.06	0.59	-0.06	0.57	-0.06	0.52

상관계수(*r*)와 *P*-값은 스피어맨 순위 상관분석으로 산출하였다.

표 67. 노인군의 골밀도 및 골절위험도와 섭취 빈도 조사에 의한 발효식품별 섭취량과의 상관성

	요추 골밀도		대퇴경부 골밀도		골다공증 골절위험도		대퇴 골절위험도	
	<i>r</i>	<i>p</i> -값	<i>r</i>	<i>p</i> -값	<i>r</i>	<i>p</i> -값	<i>r</i>	<i>p</i> -값
김치류	-0.03	0.83	0.06	0.66	-0.10	0.43	-0.11	0.39
간장류	0.15	0.21	0.29	0.02	-0.35	0.01	-0.37	<0.01
고추장류	-0.08	0.51	0.20	0.10	-0.24	0.06	-0.32	0.01
된장	0.02	0.85	0.27	0.03	-0.23	0.07	-0.21	0.10
요거트	-0.09	0.44	0.23	0.05	-0.32	0.01	-0.32	0.01
젓갈류	0.23	0.06	0.29	0.02	-0.31	0.01	-0.29	0.02
장아찌류	0.12	0.35	0.22	0.07	-0.19	0.14	-0.30	0.02
막걸리	0.14	0.26	0.25	0.04	-0.10	0.40	-0.17	0.17

상관계수(*r*)와 *P*-값은 스피어맨 순위 상관분석으로 산출하였다..

2. 여성 노인의 골밀도 및 골절위험도와 발효식품별 섭취량과의 상관성

회상법 분석 결과 된장 섭취가 요추 골밀도와, 김치류, 된장 섭취가 대퇴경부 골밀도와 관련되었다(표 68). 섭취빈도 조사 분석 결과 된장섭취가 요추 골밀도와, 막걸리 섭취가 대퇴 경부 골밀도와, 간장류, 된장, 요거트 섭취가 골다공증 골절 위험도와, 고추장류, 요거트 섭취가 대퇴 골절 위험도와 상관성을 나타내었다(표 69).

표 68. 여성 노인의 골밀도 및 골절위험도와 회상법에 의한 발효식품별 섭취량과의 상관성

	요추 골밀도		대퇴경부 골밀도		골다공증 골절위험도		대퇴 골절위험도	
	<i>r</i>	<i>p</i> -값	<i>r</i>	<i>p</i> -값	<i>r</i>	<i>p</i> -값	<i>r</i>	<i>p</i> -값
김치류	0.16	0.08	0.02	0.04	-0.08	0.56	-0.01	0.91
간장류	-0.10	0.34	-0.03	0.76	0.14	0.28	0.17	0.19
고추장류	0.003	0.98	0.11	0.28	-0.21	0.10	-0.20	0.13
된장	0.28	0.01	0.25	0.02	-0.03	0.85	-0.04	0.77
요거트	0.04	0.74	0.12	0.25	-0.14	0.30	-0.07	0.57
젓갈류	-0.27	0.10	-0.17	0.10	0.06	0.65	0.14	0.31
장아찌류	0.05	0.64	0.10	0.32	-0.19	0.16	-0.15	0.27
곡주(막걸리)	0.08	0.47	0.10	0.08	-0.001	0.99	-0.02	0.87

상관계수(*r*)와 *P*-값은 스피어맨 순위 상관분석으로 산출하였다.

표 69. 여성 노인의 골밀도 및 골절위험도와 섭취 빈도 조사에 의한 발효식품별 섭취량과의 상관성

	요추 골밀도		대퇴경부 골밀도		골다공증 골절위험도		대퇴 골절위험도	
	<i>r</i>	<i>p</i> -값	<i>r</i>	<i>p</i> -값	<i>r</i>	<i>p</i> -값	<i>r</i>	<i>p</i> -값
김치류	0.11	0.09	0.26	0.10	-0.02	0.49	-0.06	0.70
간장류	0.10	0.41	0.20	0.10	-0.29	0.04	-0.30	0.05
고추장류	-0.13	0.27	0.16	0.18	-0.20	0.21	-0.32	0.04
된장	0.25	0.04	0.13	0.12	-0.18	0.04	-0.16	0.30
요거트	-0.17	0.16	0.08	0.50	-0.34	0.03	-0.35	0.02
젓갈류	-0.05	0.70	0.11	0.36	-0.21	0.17	-0.12	0.45
장아찌류	-0.20	0.10	0.05	0.65	-0.11	0.49	-0.22	0.15
막걸리	-0.03	0.78	0.08	0.02	-0.04	0.77	-0.09	0.56

상관계수(*r*)와 *P*-값은 스피어맨 순위 상관분석으로 산출하였다.

3. 남성 노인의 골밀도 및 골절위험도와 발효식품별 섭취량과의 상관성

회상법 분석 결과 젓갈류 섭취가 요추 골밀도와, 김치류, 곡주 섭취가 대퇴경부 골밀도와 관련되었다(표 70). 섭취빈도 조사 분석 결과 된장, 장아찌류 섭취가 대퇴 경부 골밀도와, 간장류 섭취가 골다공증 골절 위험도와, 간장류, 고추장류, 장아찌류 섭취가 대퇴 골절 위험도와 상관성을 나타내었다(표 71).

표 70. 남성 노인의 골밀도 및 골절위험도와 회상법에 의한 발효식품별 섭취량과의 상관성

	요추 골밀도		대퇴경부 골밀도		골다공증 골절위험도		대퇴 골절위험도	
	<i>r</i>	<i>p</i> -값	<i>r</i>	<i>p</i> -값	<i>r</i>	<i>p</i> -값	<i>r</i>	<i>p</i> -값
김치류	-0.09	0.51	0.39	<0.01	-0.01	0.95	0.01	0.97
간장류	0.14	0.30	0.12	0.07	-0.07	0.71	-0.07	0.71
고추장류	0.15	0.30	0.01	0.95	0.11	0.57	0.12	0.51
된장	-0.17	0.21	0.21	0.30	0.28	0.13	0.22	0.25
요거트	0.17	0.21	0.09	0.54	-0.14	0.47	-0.08	0.68
젓갈류	-0.33	0.02	-0.20	0.16	-0.22	0.25	-0.20	0.30
장아찌류	-0.10	0.47	-0.17	0.23	-0.23	0.22	-0.23	0.21
곡주(막걸리)	0.03	0.84	0.12	0.04	-0.20	0.30	-0.16	0.40

상관계수(*r*)와 *P*-값은 스피어맨 순위 상관분석으로 산출하였다.

표 71. 남성 노인의 골밀도 및 골절위험도와 섭취 빈도 조사에 의한 발효식품별 섭취량과의 상관성

	요추 골밀도		대퇴경부 골밀도		골다공증 골절위험도		대퇴 골절위험도	
	<i>r</i>	<i>p</i> -값	<i>r</i>	<i>p</i> -값	<i>r</i>	<i>p</i> -값	<i>r</i>	<i>p</i> -값
김치류	-0.02	0.89	0.15	0.32	-0.221	0.34	-0.20	0.38
간장류	-0.02	0.89	-0.11	0.48	-0.52	0.01	-0.56	0.01
고추장류	0.09	0.56	-0.02	0.91	-0.32	0.14	-0.44	0.04
된장	-0.20	0.19	0.32	0.03	-0.30	0.17	-0.30	0.17
요거트	0.05	0.75	0.16	0.10	-0.29	0.18	-0.21	0.34
젓갈류	0.04	0.78	-0.13	0.41	-0.32	0.15	-0.39	0.08
장아찌류	-0.23	0.14	-0.34	0.02	-0.31	0.16	-0.42	<0.05
막걸리	0.14	0.36	0.07	0.06	-0.12	0.59	-0.25	0.25

상관계수(*r*)와 *P*-값은 스피어맨 순위 상관분석으로 산출하였다.

제9절 골밀도 및 골절 위험도와 발효식품 섭취의 독립적인 관련성

1. 노인의 골밀도 및 골절위험도와 발효식품별 섭취량과의 독립적인 관련성을 확인하기 위한 단계적 회귀분석

된장과 요거트 섭취는 대퇴경부 골밀도와 독립적으로 유의한 양의 상관관계를 나타내었으며(표 72, 표 73), 간장과 요거트는 골절위험도와 독립적으로 유의한 음의 상관관계를 보였다(표 73). 그리고, 24시간 회상법에서 골절위험도와, 섭취빈도 조사법에서 요추 골밀도와 관련된 발효식품은 없었다(표 72, 표 73).

표 72. 골밀도와 회상법에 의한 발효식품별 섭취량과의 관련성

	변수	β	SE	R ²	P
요추 골밀도 (R ² =7.00)	장아찌류	0.001	0.001	0.030	0.10
	젓갈류	-0.003	0.001	0.040	0.05
대퇴경부 골밀도 (R ² =33.85)	된장	0.063	0.020	0.192	<0.01
	간장	0.113	0.042	0.085	0.01
	요거트	0.080	0.043	0.032	0.10
	장아찌	-0.080	0.047	0.031	0.10

모형=김치류, 젓갈류, 장아찌류, 된장, 고추장류, 간장류, 요거트, 곡주(막걸리)

표 73. 골밀도 및 골절위험도와 섭취 빈도 조사에 의한 발효식품별 섭취량과의 관련성

	변수	β	SE	R ²	P
대퇴경부 골밀도 (R ² =18.98)	막걸리	0.001	0.0002	0.122	<0.01
	된장	0.010	0.006	0.038	0.10
	요거트	0.001	0.001	0.030	0.14
골다공증 골절 위험도 (R ² =17.71)	요거트	-0.026	0.010	0.080	0.02
	간장	-0.259	0.124	0.064	0.04
	젓갈류	-0.185	0.122	0.032	0.13
대퇴골절 위험도 (R ² =16.22)	간장	-0.017	0.007	0.085	0.02
	요거트	-0.198	0.083	0.077	0.02

모형=김치류, 젓갈류, 장아찌류, 된장, 고추장류, 간장류, 요거트, 곡주(막걸리)

2. 여성노인의 골밀도 및 골절위험도와 발효식품별 섭취량과의 독립적인 관련성을 확인하기 위한 단계적 회귀분석

된장 섭취는 요추 골밀도와, 막걸리 섭취는 대퇴경부 독립적으로 유의한 양의 상관관계를 나타내었으며(표 74, 표 75), 요거트 섭취는 골절위험도와 독립적으로 유의한 음의 상관관계를 보였다(표 75). 그리고, 24시간 회상법에서 골절위험도와 관련된 발효식품은 없었다(표 74).

표 74. 골밀도와 회상법에 의한 발효식품별 섭취량과의 관련성

	변수	β	SE	R ²	P
요추 골밀도 (R ² =9.33)	된장	0.0002	0.0001	0.050	0.03
	김치류	0.001	0.001	0.043	0.04
대퇴경부 골밀도 (R ² =16.70)	곡주(막걸리)	0.001	0.0002	0.078	0.01
	된장	0.001	0.001	0.047	0.03
	김치류	0.0002	0.0001	0.042	0.04

모형=김치, 젓갈, 장아찌, 된장, 고추장, 간장, 요거트_액상, 요거트_호상, 막걸리

표 75. 골밀도 및 골절위험도와 섭취 빈도 조사에 의한 발효식품별 섭취량과의 관련성

	변수	β	SE	R ²	P
요추 골밀도 (R ² =9.30)	된장	0.001	0.0003	0.093	0.01
대퇴경부 골밀도 (R ² =9.90)	막걸리	0.001	0.0002	0.099	0.01
골다공증 골절 위험도 (R ² =11.34)	요거트	-0.032	0.014	0.113	0.03
대퇴골절 위험도 (R ² =17.22)	요거트	-0.020	0.009	0.108	0.04
	고추장류	-0.407	0.238	0.064	0.10

모형=김치류, 젓갈류, 장아찌류, 된장, 고추장류, 간장류, 요거트, 곡주(막걸리)

3. 남성노인의 골밀도 및 골절위험도와 발효식품별 섭취량과의 독립적인 관련성을 확인하기 위한 단계적 회귀분석

막걸리 섭취는 대퇴경부 골밀도와 독립적으로 유의한 양의 상관관계를 나타내었다(표 76, 표 77). 그리고, 24시간 회상법에서 골절위험도와, 섭취빈도 조사법에서 요추 골밀도와 관련된 발효식품은 없었다(표 76, 표 77).

표 76. 골밀도와 회상법에 의한 발효식품별 섭취량과의 관련성

	변수	β	SE	R ²	P
요추 골밀도 (R ² =10.76)	젓갈류	-0.001	0.0002	0.108	0.02
대퇴경부 골밀도 (R ² =30.43)	김치류	0.0004	0.0001	0.170	<0.01
	곡주(막걸리)	0.001	0.0002	0.099	0.01
	간장류	0.002	0.001	0.036	0.12

모형=김치류, 젓갈류, 장아찌류, 된장, 고추장류, 간장류, 요거트, 곡주(막걸리)

표 77. 골밀도 및 골절위험도와 섭취 빈도 조사에 의한 발효식품별 섭취량과의 관련성

	변수	β	SE	R ²	P
대퇴경부 골밀도 (R ² =18.88)	된장	0.027	0.010	0.072	0.08
	막걸리	0.002	0.001	0.069	0.08
	요거트	0.001	0.001	0.048	0.13
골다공증 골절 위험도 (R ² =11.79)	간장류	-0.343	0.210	0.118	0.12
대퇴골절 위험도 (R ² =13.62)	장아찌류	-0.247	0.139	0.136	0.09

모형=김치류, 젓갈류, 장아찌류, 된장, 고추장류, 간장류, 요거트, 곡주(막걸리)

제 10 절 분변 세균 조성 분석

1. 분변 DNA 분리

본 연구에서 사용된 분변 샘플과 추출된 DNA 량은 표 78과 같다.

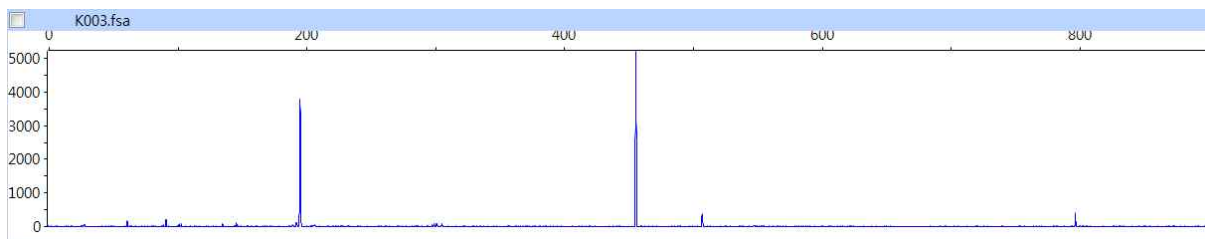
Table 78. fecal DNA samples used for T-RFLP in this study

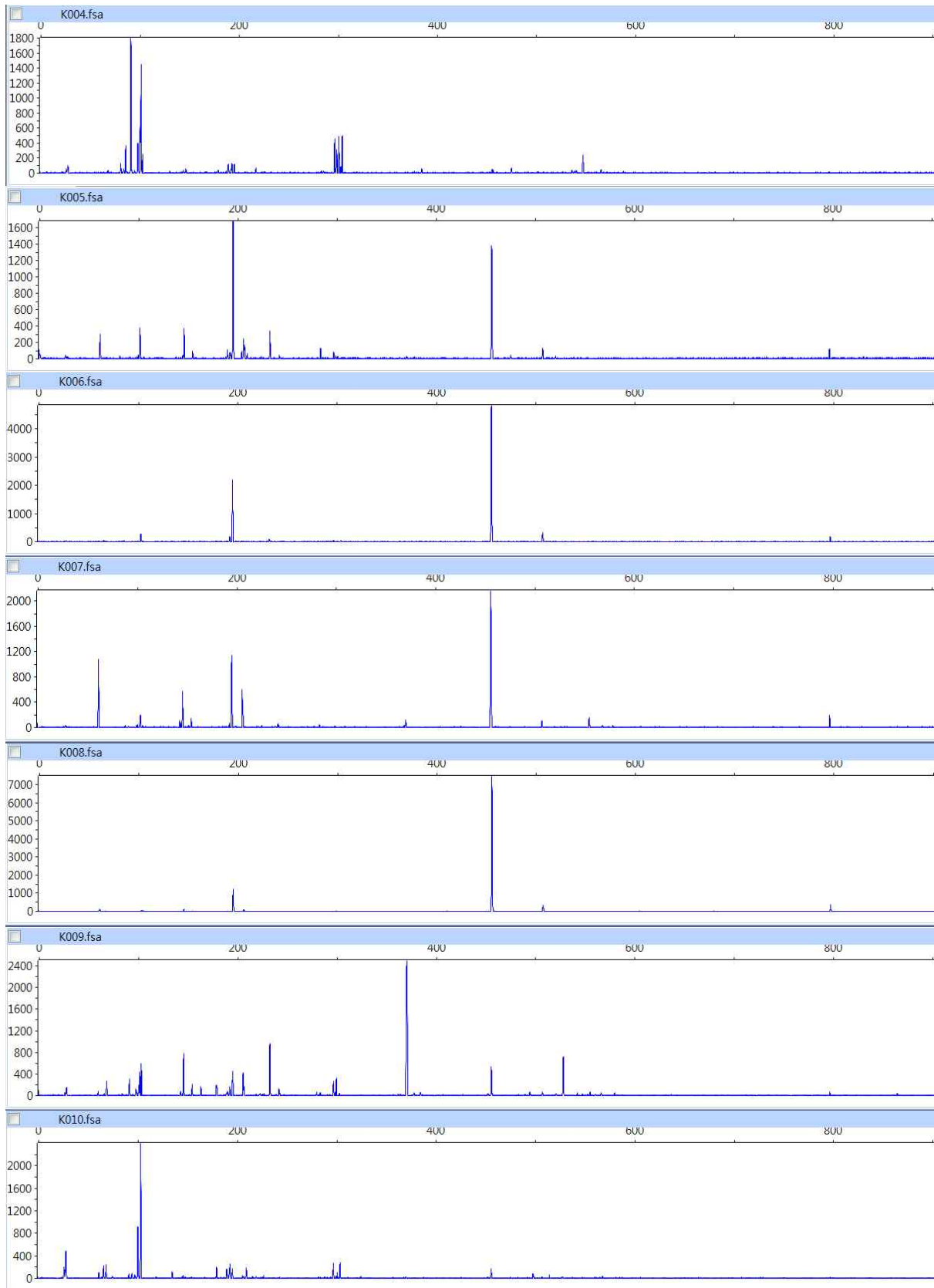
Code	Feces weight (g)	DNA concentration	Code	Feces weight (g)	DNA concentration
K001	0.37	376.422	K057	0.2	254.003
K002	0.35	270.413	K058	0.32	229.079
K003	0.35	302.676	K059	0.3	330.423
K004	0.31	281.394	K060	0.29	291.228
K005	0.28	281.224	K061	0.3	36.172
K006	0.34	295.125	K062	0.33	129.497
K007	0.34	153.507	K063	0.31	150.882
K008	0.32	174.299	K064	0.34	372.202
K009	0.3	374.61	K065	0.35	418.304
K010	0.32	336.82	K066	0.31	143.154
K011	0.35	43.657	K067	0.3	101.38
K012	0.36	476.231	K068	0.3	128.715
K013	0.33	338.906	K069	0.35	98.91
K014	0.32	197.665	K070	0.3	201.198
K015	0.32	207.791	K071	0.3	283.389
K016	0.32	256.536	K072	0.35	75.596
K017	0.37	694.312	K073	0.3	216.885
K018	0.35	318.512	K074	0.3	115.377
K019	0.3	408.758	K075	0.3	306.438
K020	0.28	345.856	K076	0.3	193.521
K021	0.36	333.927	K077	0.34	198.002
K022	0.33	555.159	K078	0.3	196.718
K023	0.3	190.991	K079	0.4	196.976
K024	0.27	166.876	K080	0.3	193.997
K025	0.34	364.109	K081	0.35	406.825
K026	0.34	334.31	K082	0.35	341.575
K027	0.32	288.87	K083	0.34	122.283
K028	0.35	166.807	K084	0.3	195.165
K029	0.35	163.617	K085	0.3	243.713
K030	0.34	105.618	K086	0.15	62.618
K031	0.28	313.209	K087	0.33	144.057
K032	0.32	333.508	K088	0.36	465.809

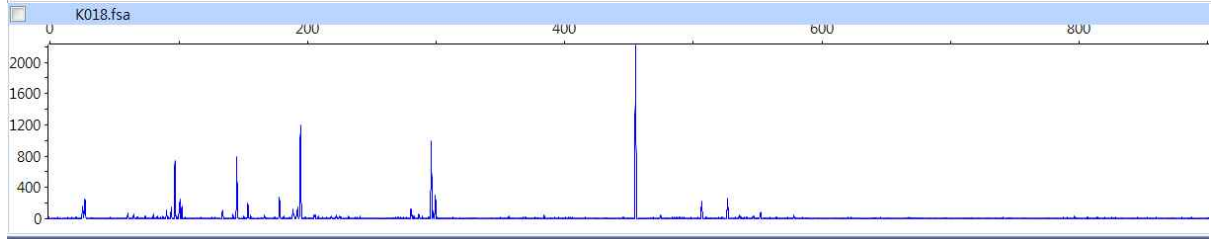
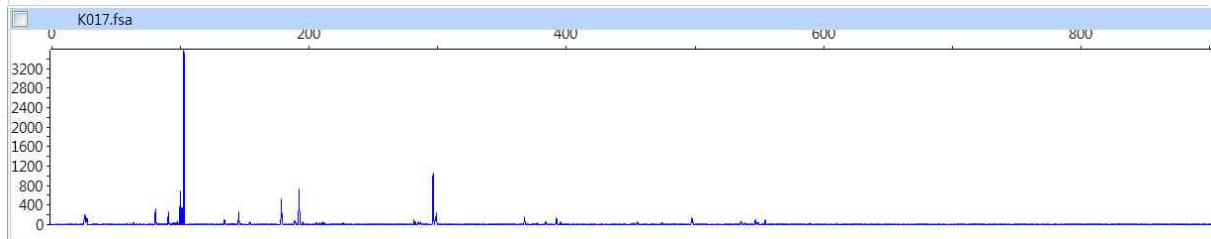
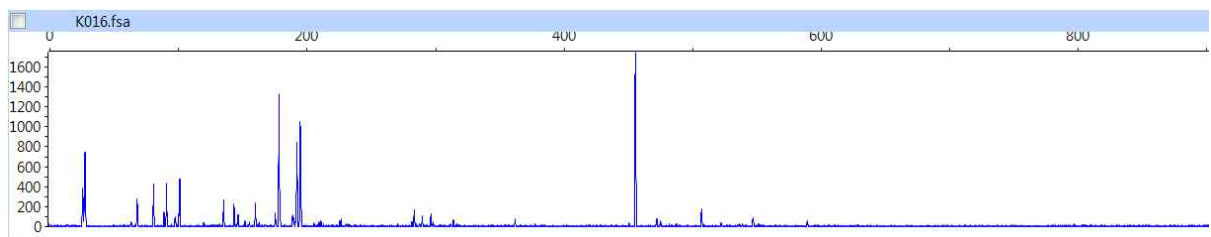
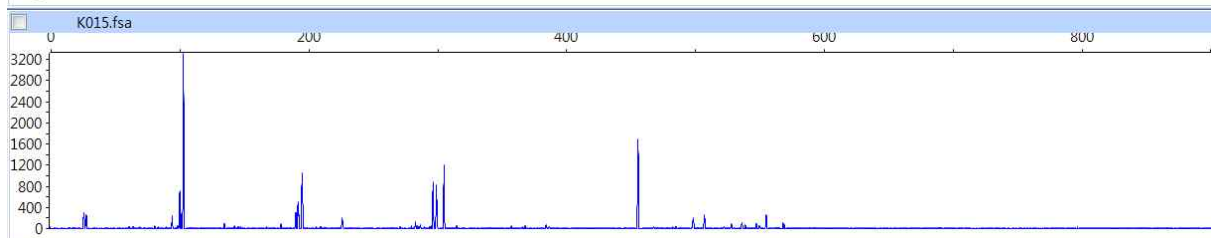
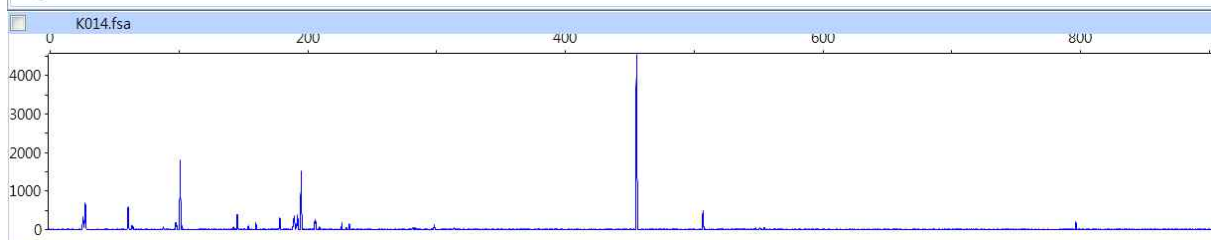
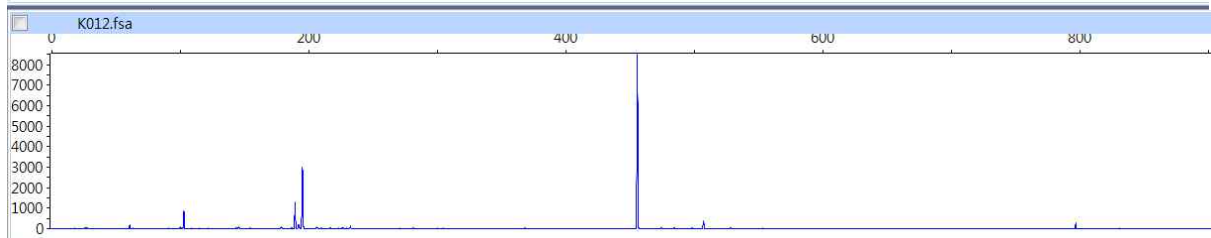
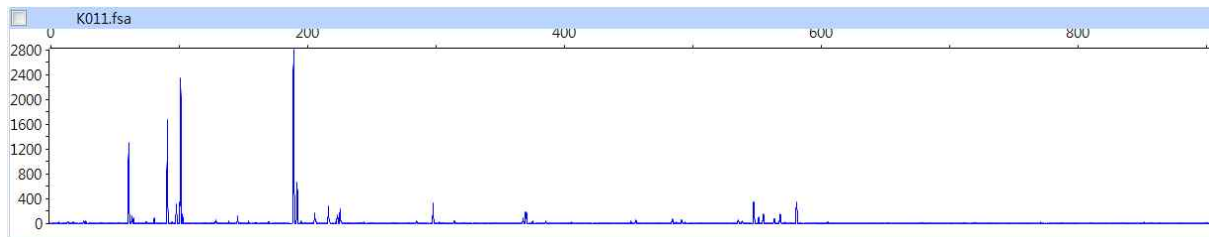
K033	0.3	160.186	K089	0.34	312.019
K034	0.29	225.951	K090	0.34	195.607
K035	0.25	288.88	K091	0.3	391.963
K036	0.33	117.832	K092	0.35	563.42
K037	0.3	331.203	K093	0.32	304.942
K038	0.26	217.903	K094	0.3	202.924
K039	0.29	378.307	K095	0.3	442.461
K040	0.26	304.161	K096	0.36	631.04
K041	0.24	262.737	K097	0.37	260.393
K042	0.25	235.46	K098	0.3	168.294
K043	0.3	359.983	K099	0.33	600.334
K044	0.22	241.165	K100	0.3	414.295
K045	0.35	303.47	K101	0.3	370.914
K046	0.3	167.789	K102	0.3	169.363
K047	0.3	210.941	K103	0.27	50.819
K048	0.34	289.27	K104	0.34	209.536
K049	0.35	177.663	K105	0.33	180.599
K050	0.27	270.933	K106	0.3	149.895
K051	0.25	221.363	K107	0.27	135.283
K052	0.27	113.227	K108	0.3	316.26
K053	0.33	469.091	K109	0.35	147.319
K054	0.26	274.322	K110	0.35	199.453
K055	0.3	343.028	K111	0.3	238.87
K056	0.3	264.011	K112	0.3	180.402

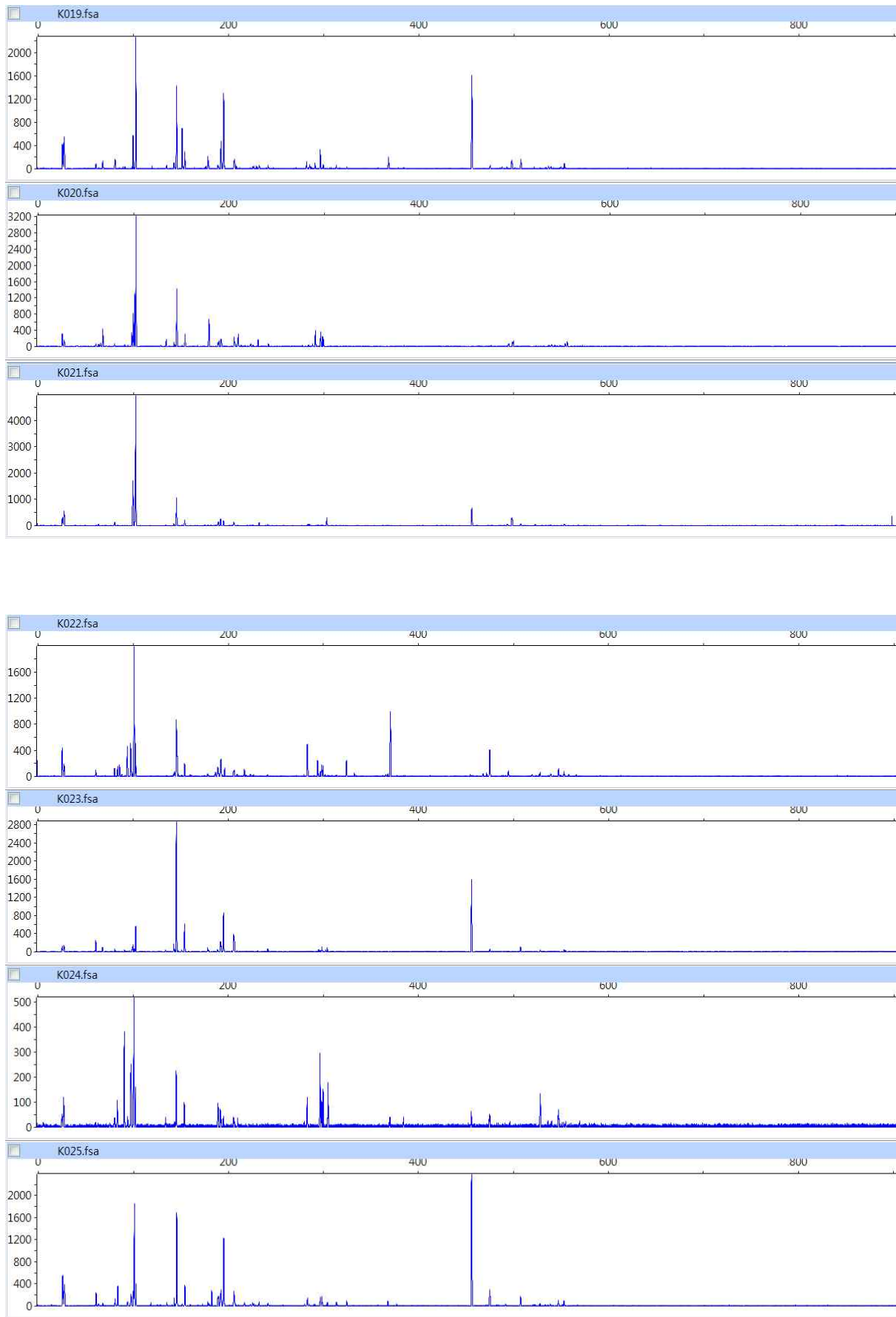
2. Terminal-restriction fragment length polymorphism (T-RFLP) 분석

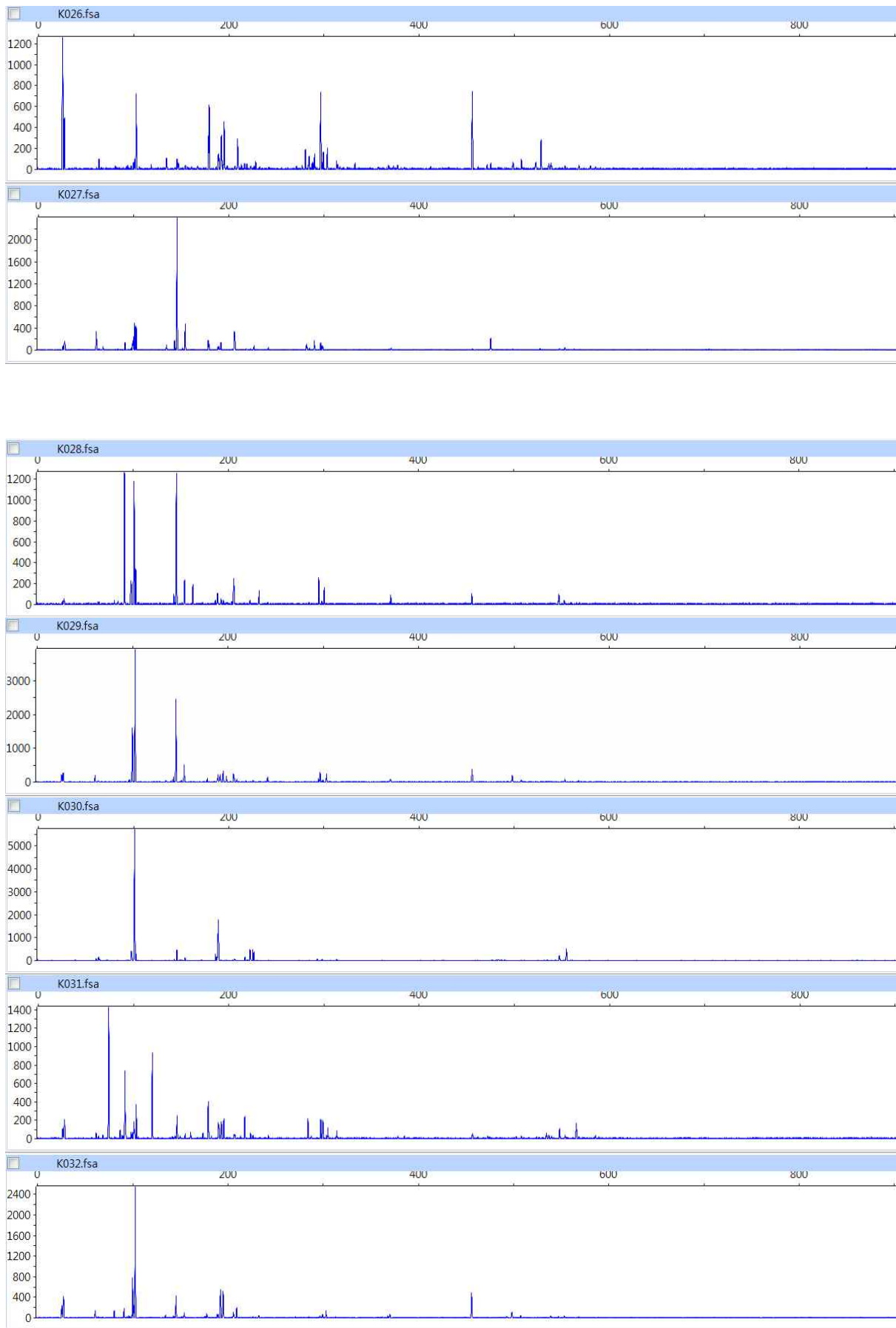
- Capillary electrophoresis 결과는 그림 2 에서 제시하였다.
- Capillary electrophoresis 에 의해 결정된 DNA 절편들의 크기들을 샘플 간에 가장 근접한 크기로 정렬하여 OTU 를 결정한 결과는 그림 3 에 제시하였다.

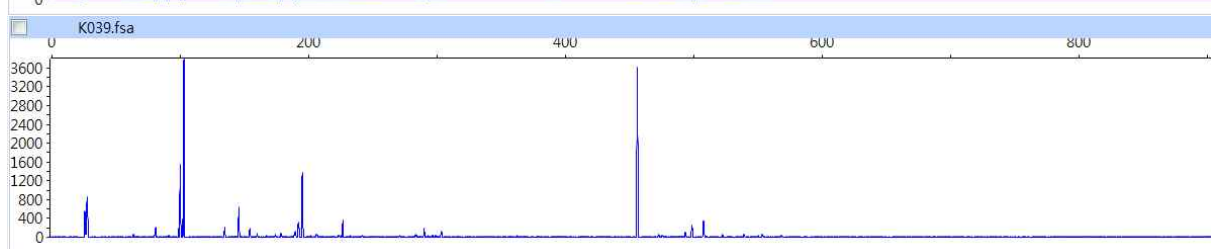
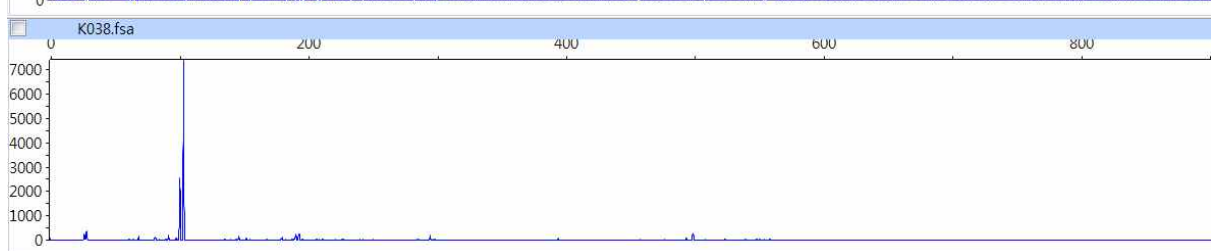
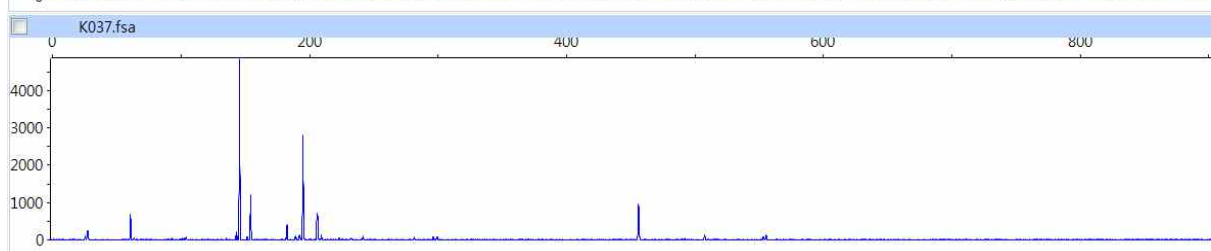
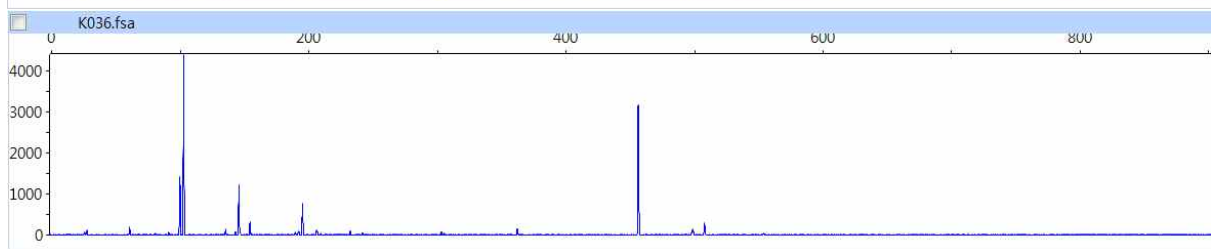
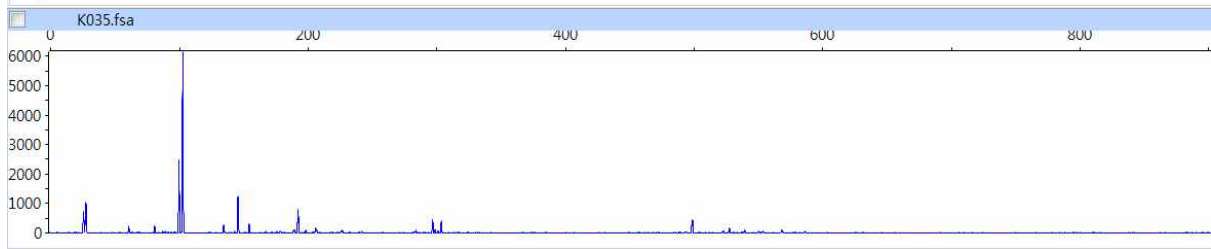
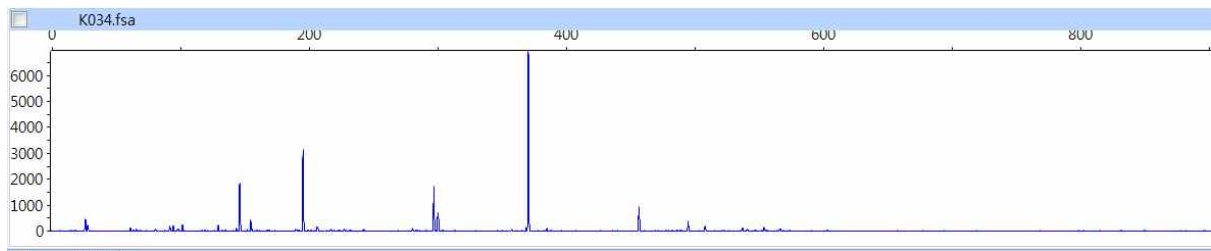
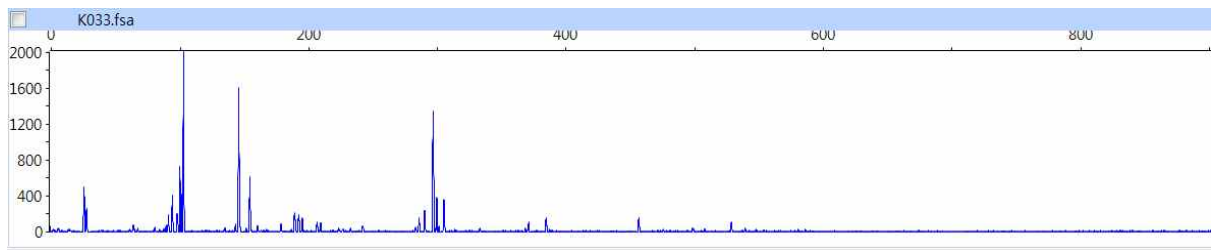


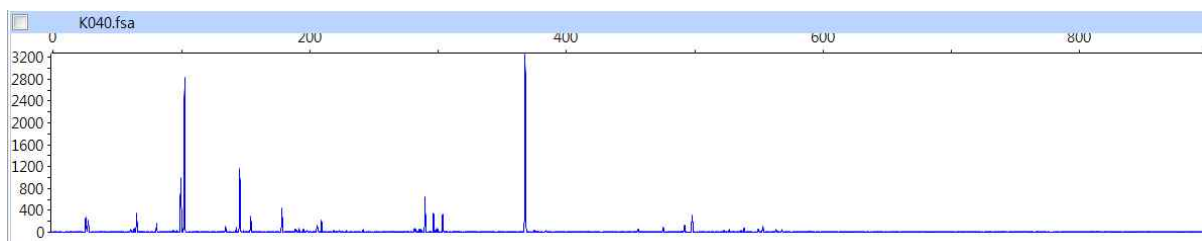


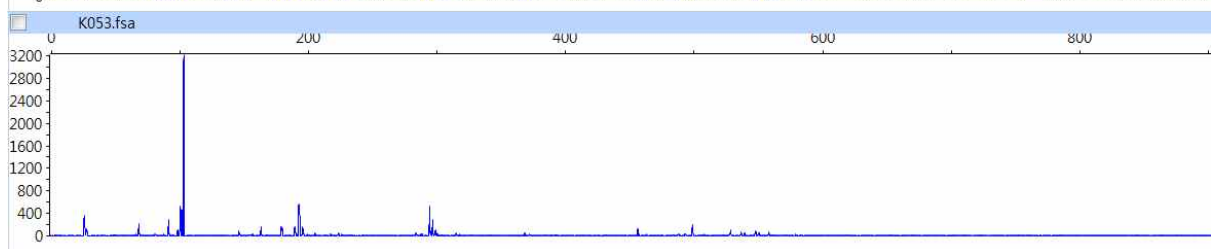
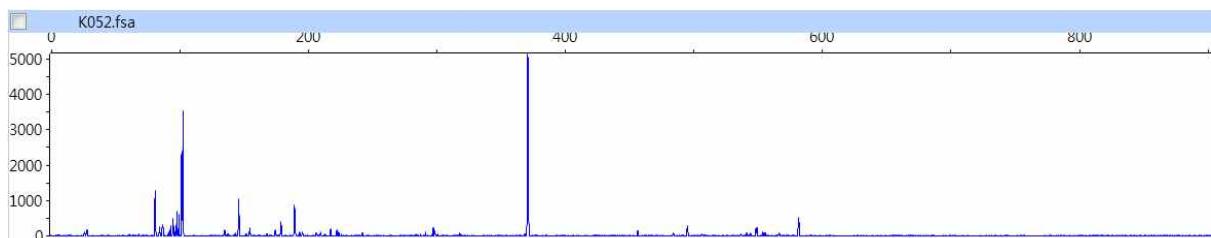
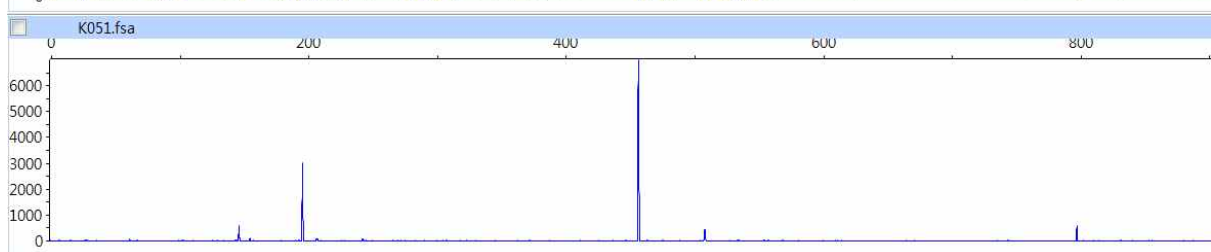
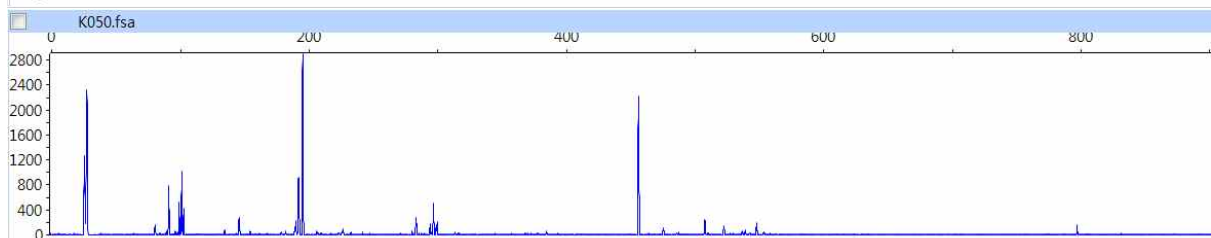
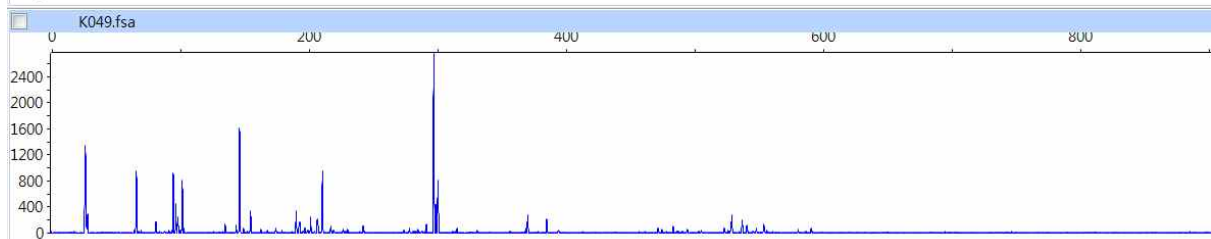
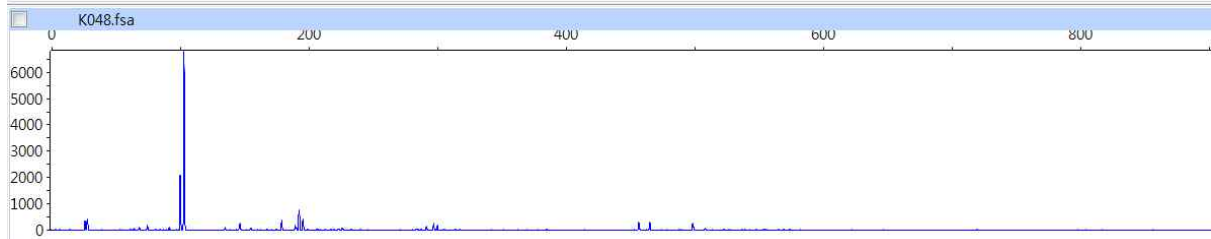
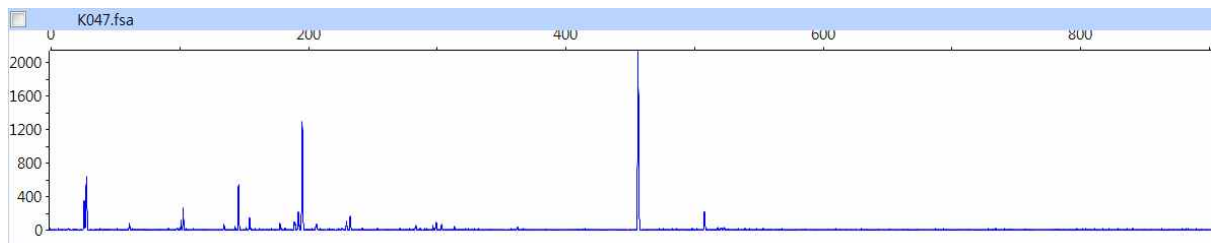


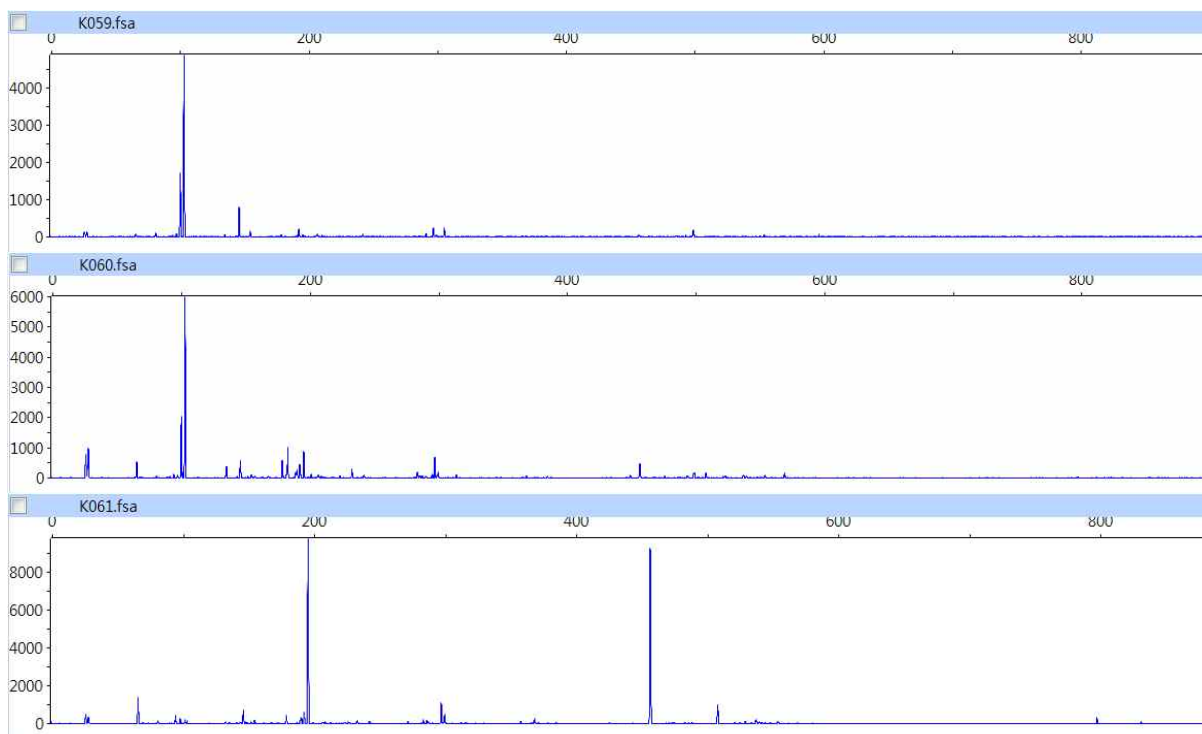
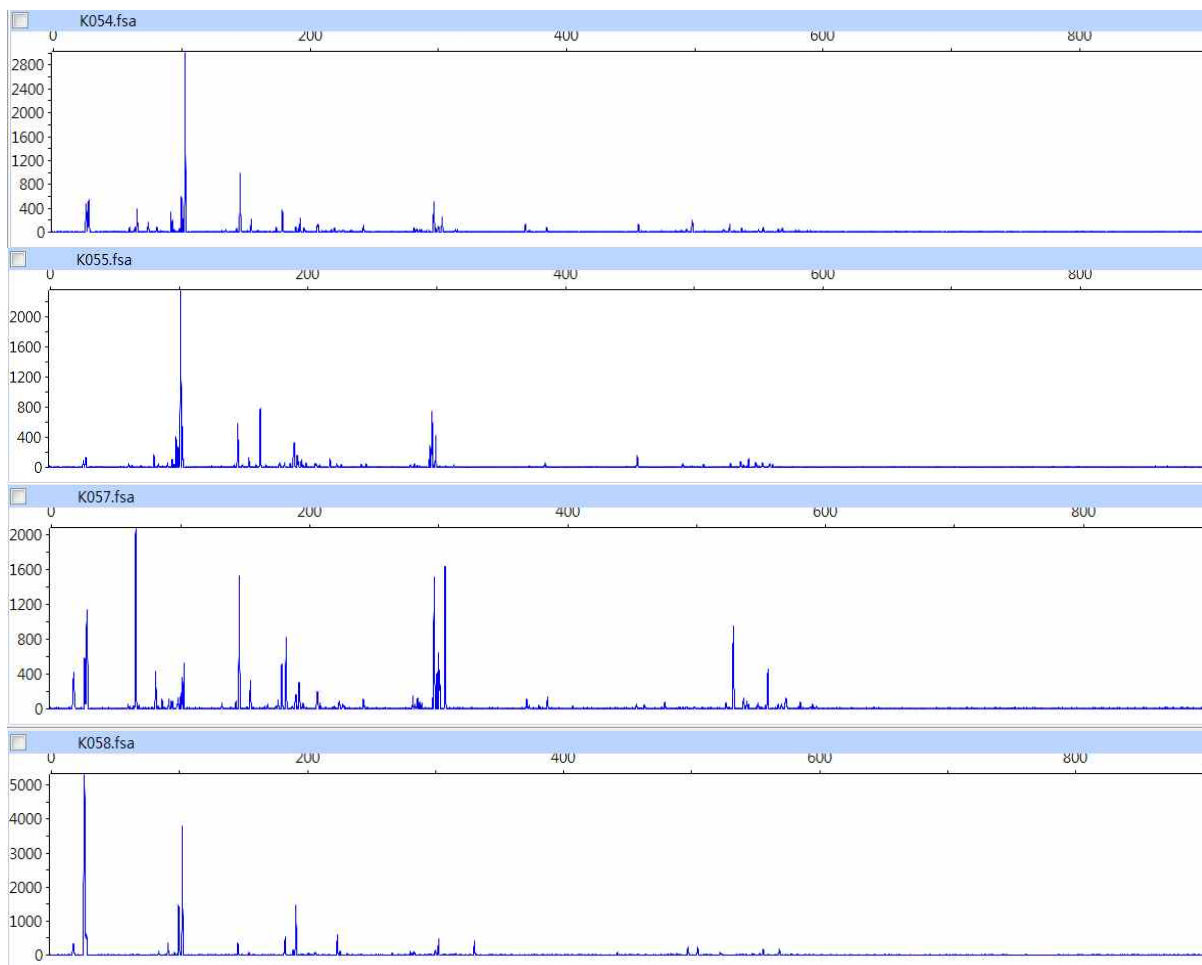


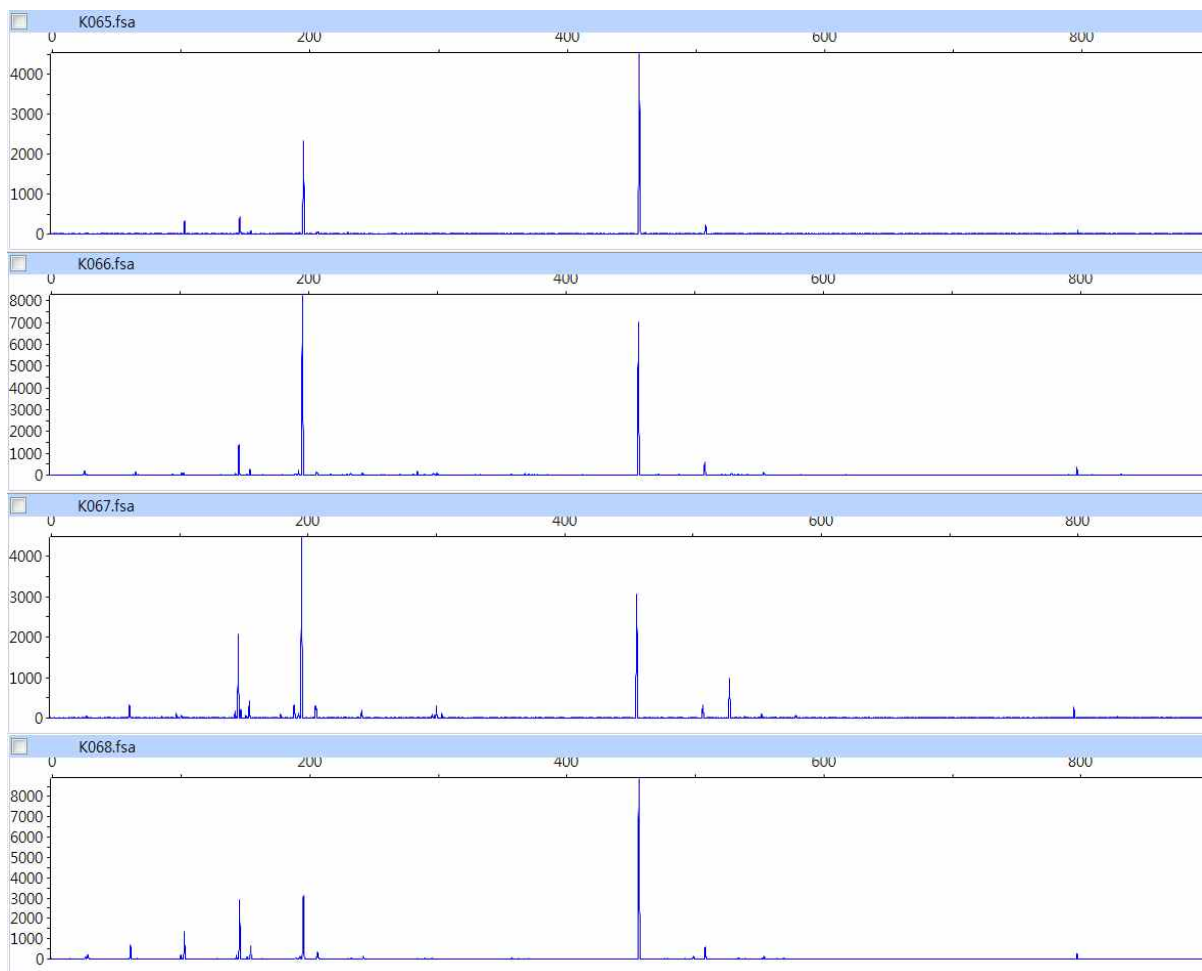
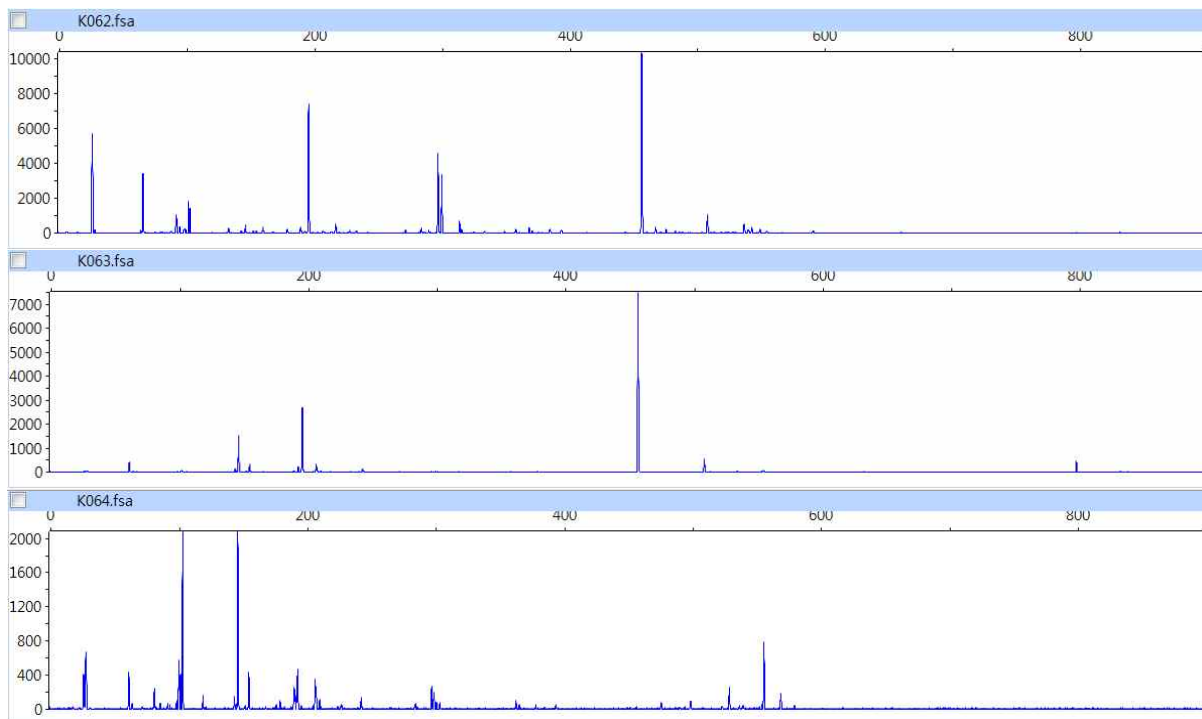


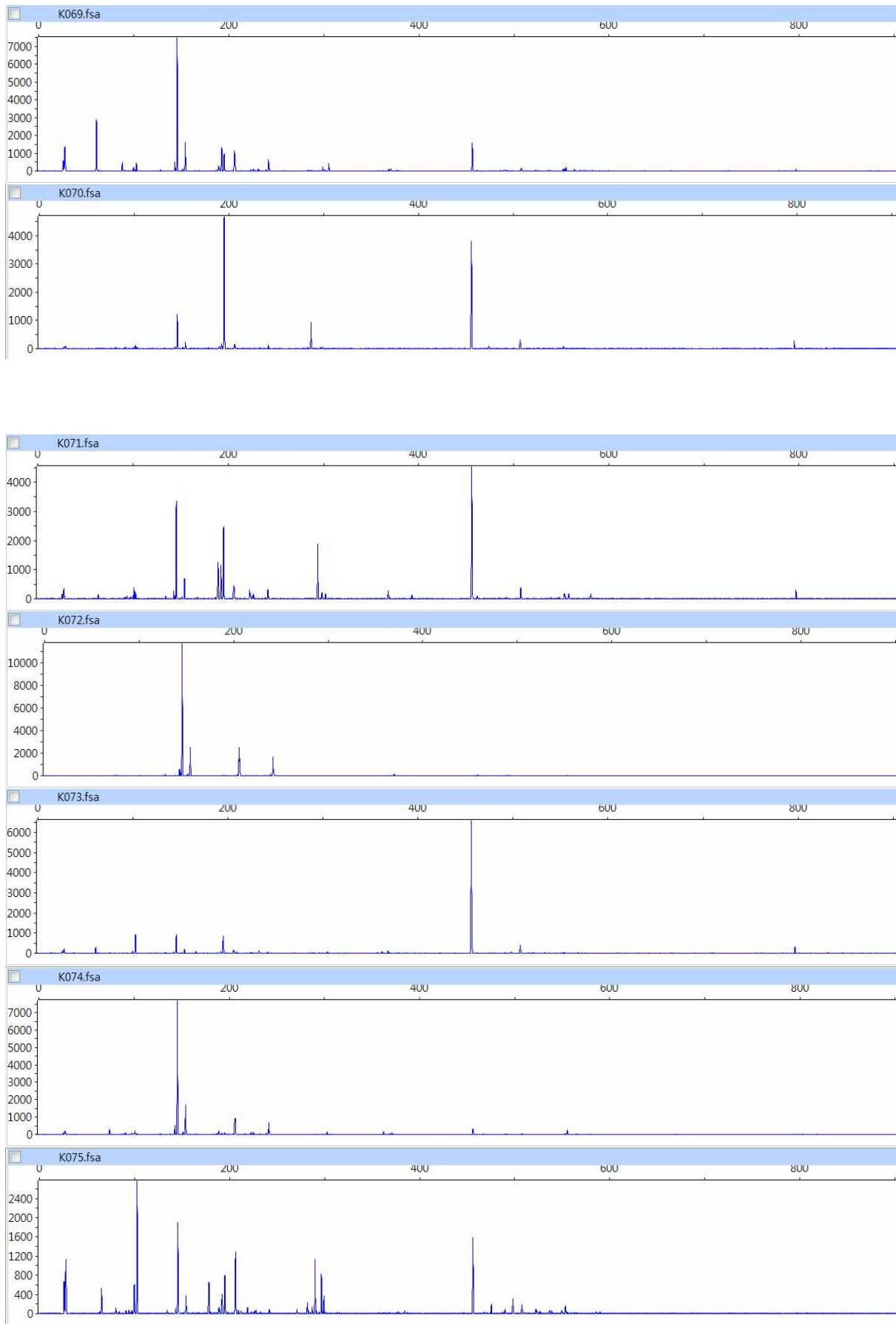


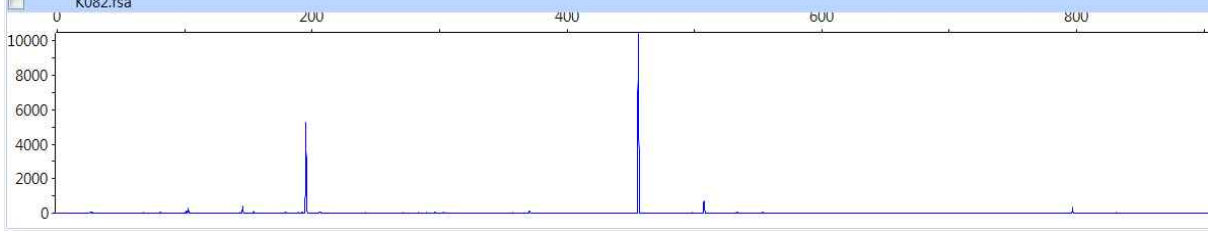
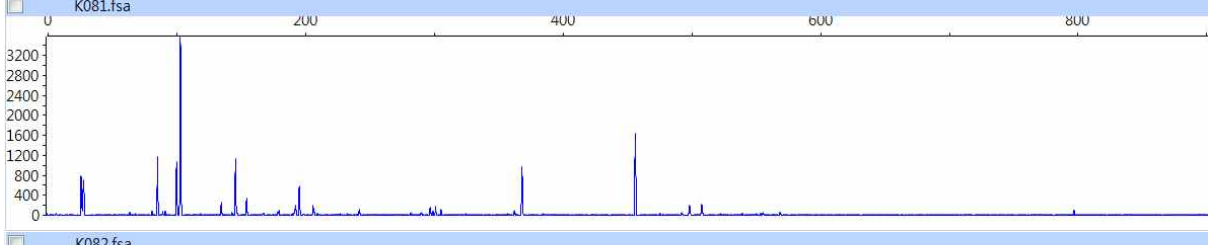
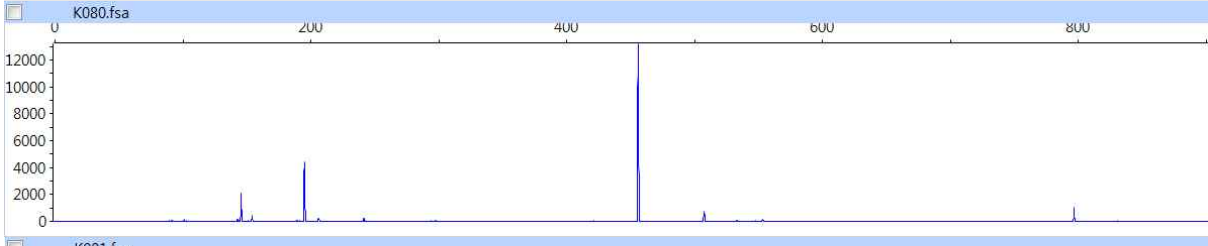
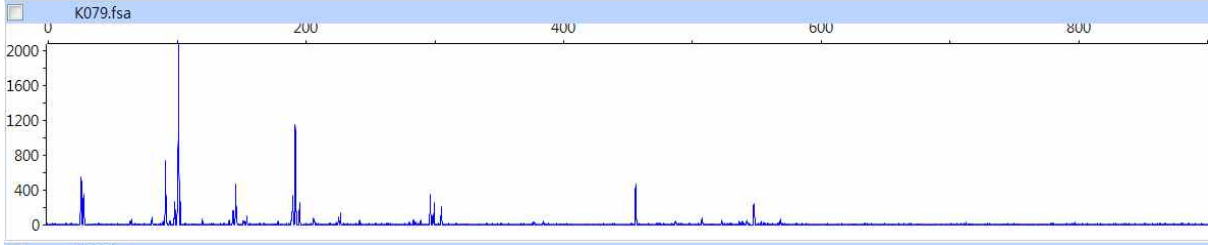
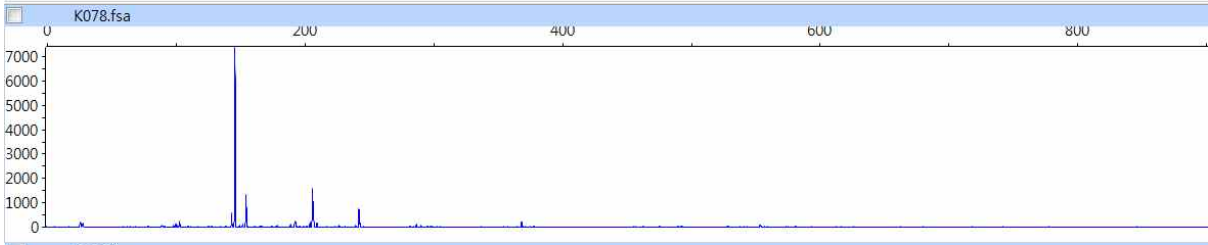
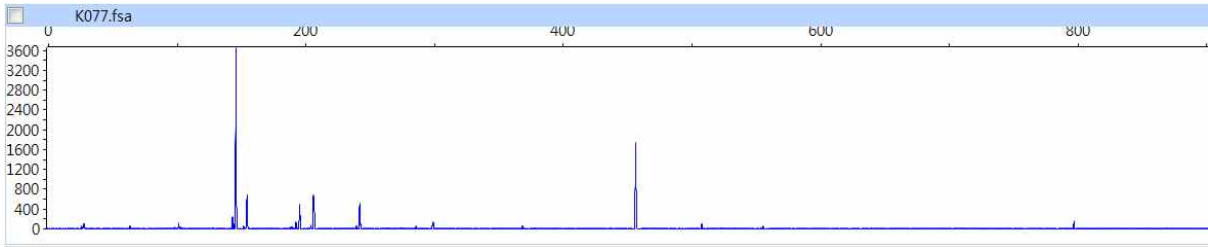
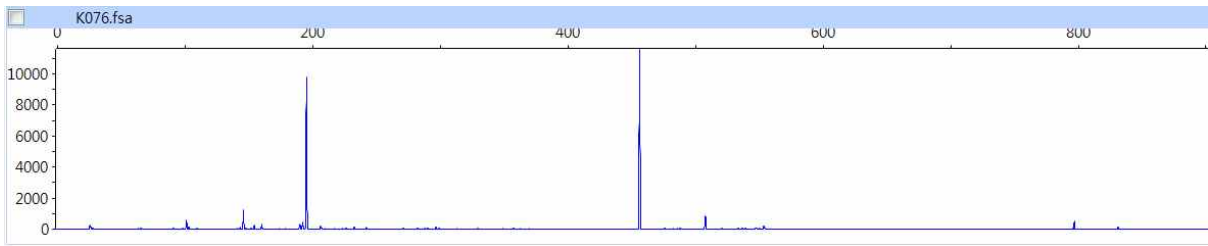


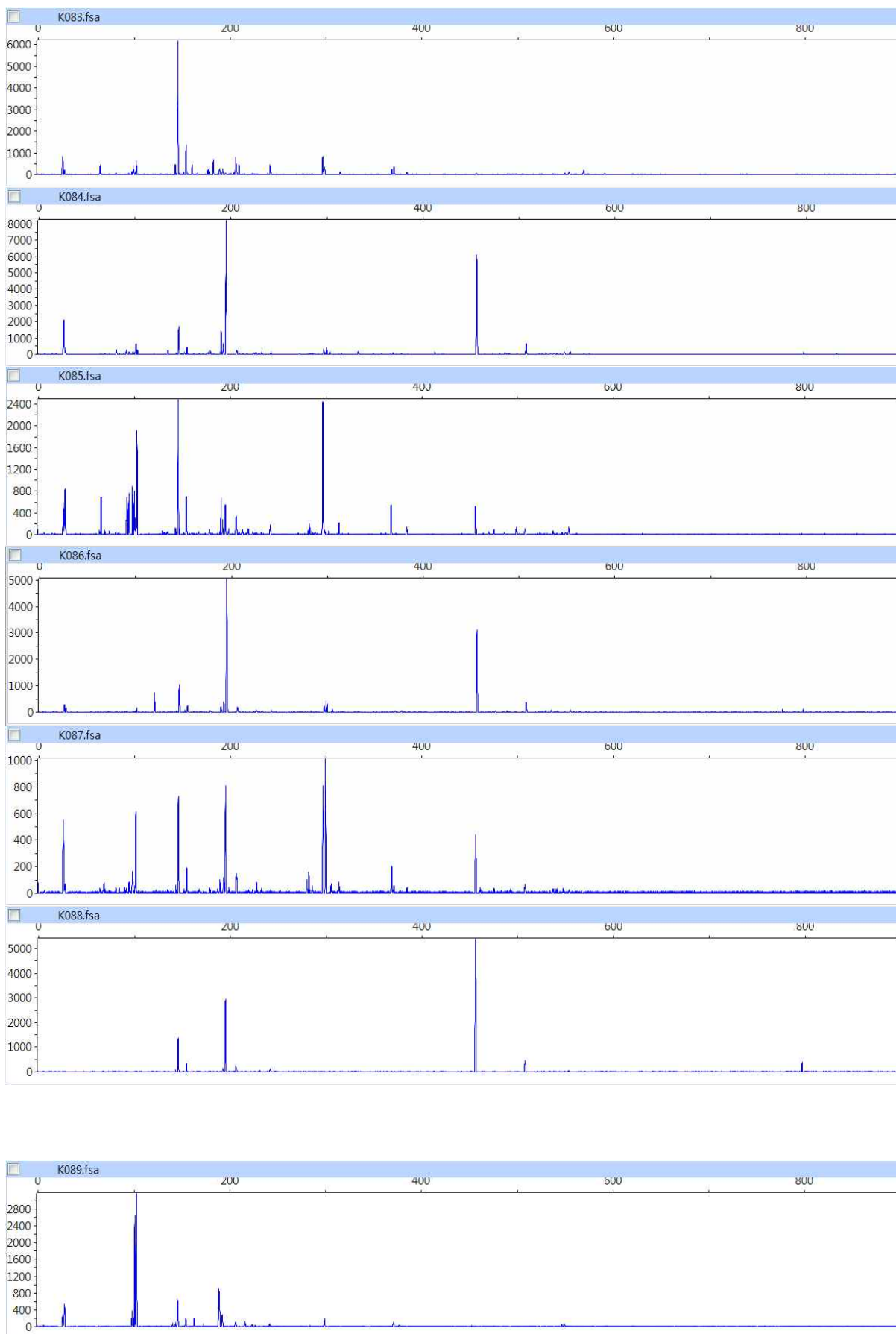


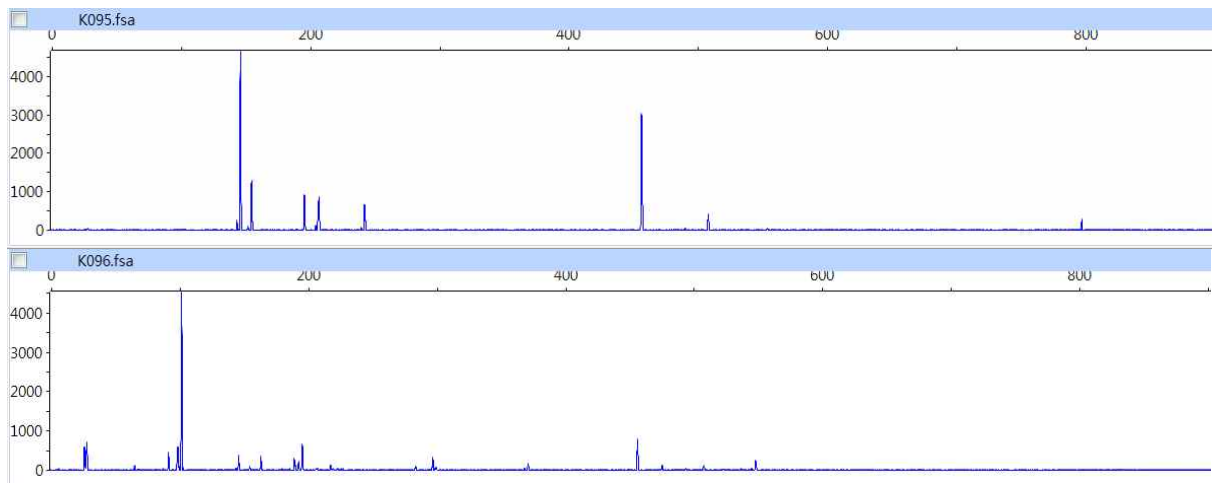
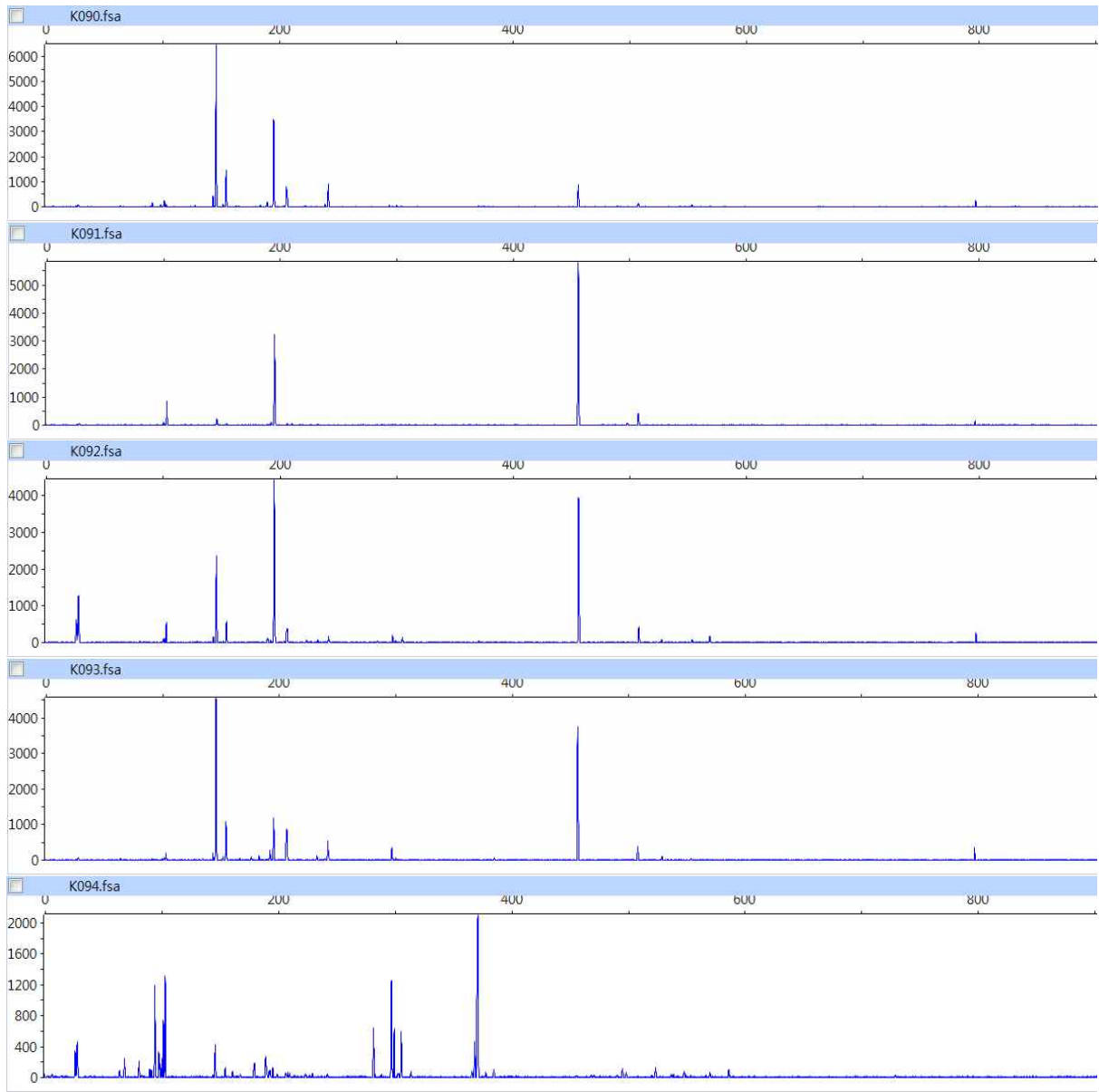


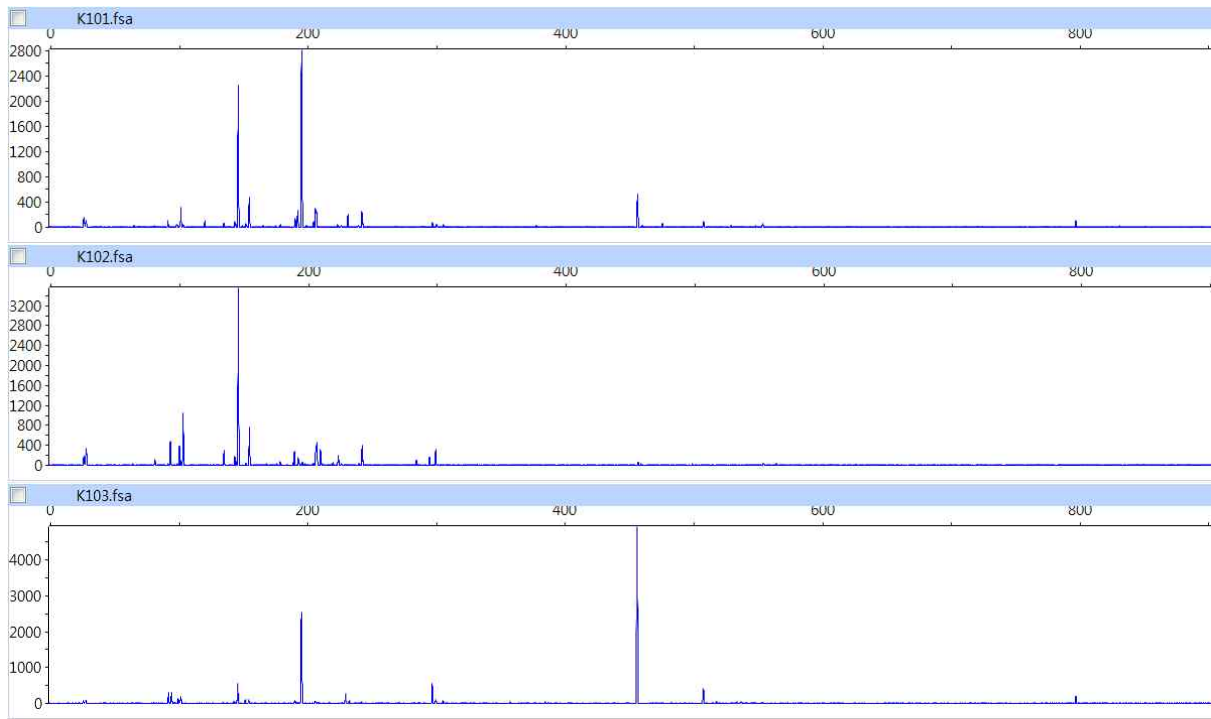
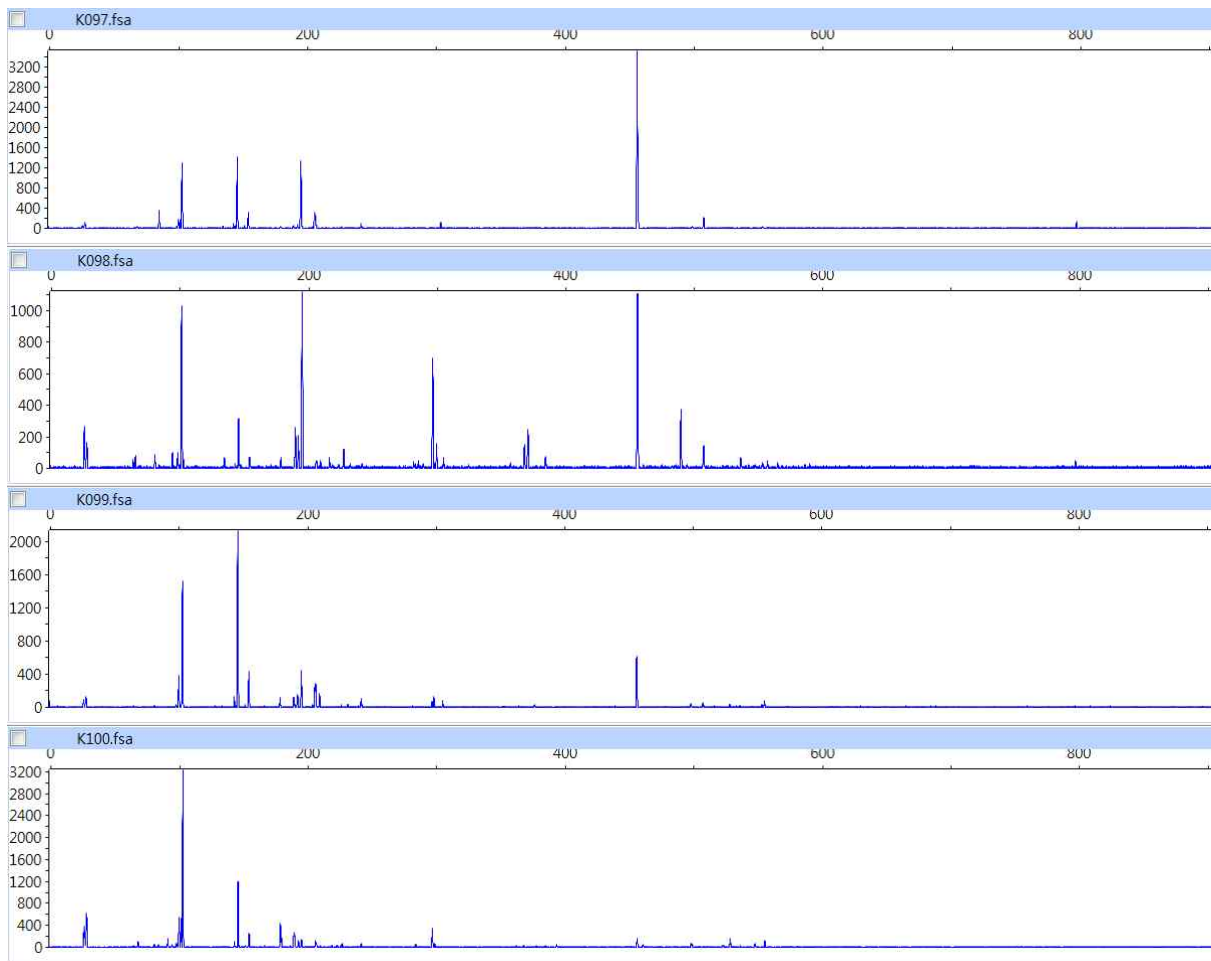


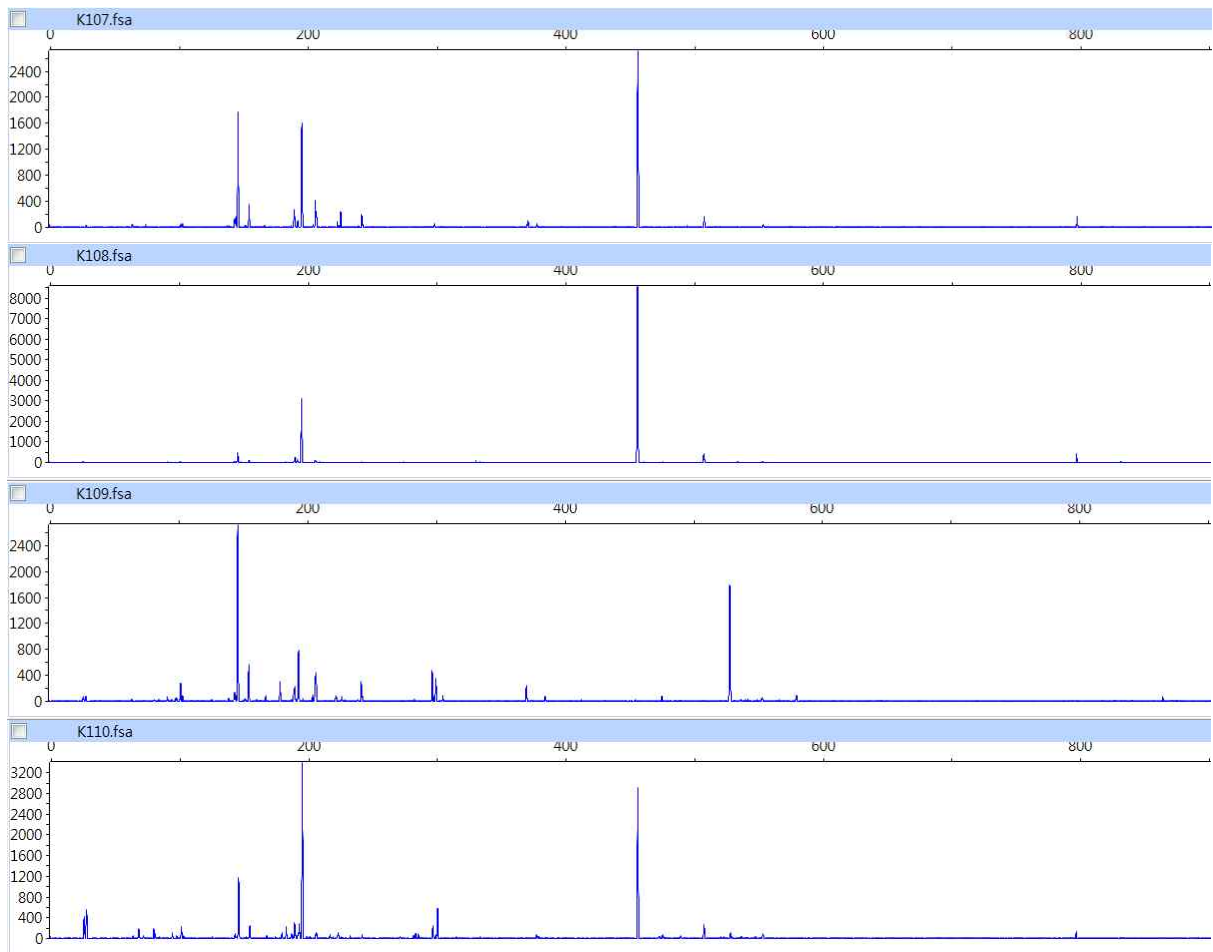
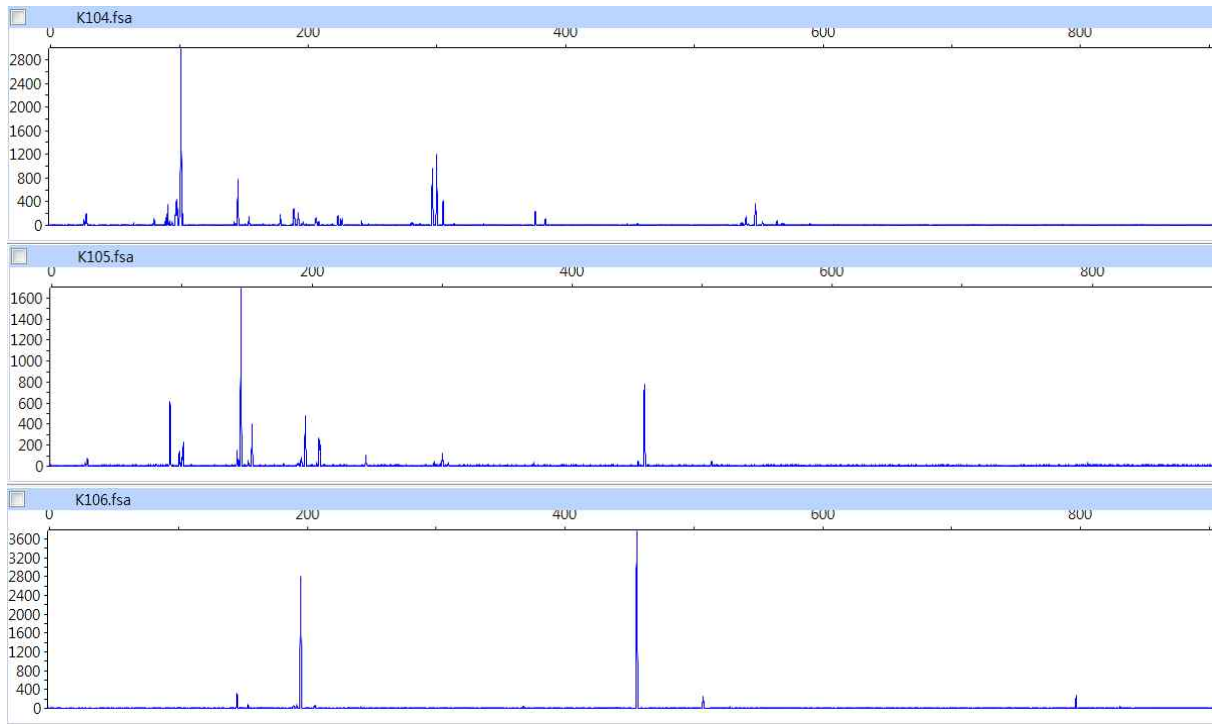












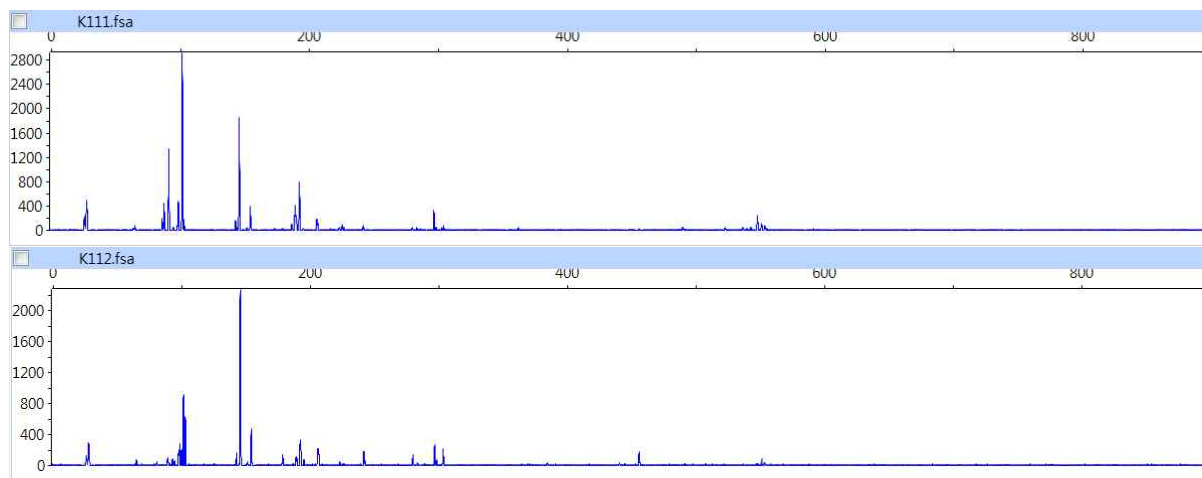


Fig 2. Capillary electrophoresis T-RF electropherograms of 16S rRNA gene fragments amplified from fecal sample DNAs

OTU	K085	K086	K087	K088	K089	K090	K091	K092	K093	K094	K095	K096	K097	K098	K099	K100
25.9	2.96	1.44	6.04		1.97			2.63		1.65		3.67	0.98	2.45	0.91	3.26
27.2	3.6	0.78	0.61		4.26	0.43	0.98	5.94	0.96	2.37		4.5	0.83	1.47	1.45	5.51
60.4																
63.9		0.97								0.58					0.56	
64.9	3.14												0.79	0.79		
67.6				1.02						1.59						1.01
74		0.29														
80.9		0.23								1.81				0.93		
83.5																0.52
85.1														2.58		
90.9		0.94				0.82				0.54		3.92				1.47
92.6	4.02															
93.8	3.83		1.14							7.95				1.12		
97.4	3.92		1.98		3.06	0.62				2.84		6.24		1.32		0.44
99.6	3.43	0.18	0.32		1.29		0.63	0.47		1.98			1.66		5.14	6.58
101	1.93	0.84	7.09		20.84	1.46	0.21	0.53	0.51	3.79		38.47	1.24	12.89		4.85
102.4	9.15				29.8	0.4	5.77	2.59	1.06	7.58		0.29	12.99	0.35	20.33	30.97
119.5		4.04														
134.4	0.352								0.29						0.79	
142.6	0.4	0.17	0.51	0.96		2.01		0.6	0.84		1.18		0.55		1.35	0.8
143.8	0.16				0.8				0.14				0.99	0.96		
145.4	10.66	6.44	8.14	8.63	7.02	33.98	1.7	11.56	25.3	2.52	29.28	2.83	10.84	9.29	25.16	10.72
151.2		0.99				0.52		0.24	0.43			0.55	0.53			
154	3.52	1.63	2.33	2.32	2.15	8.18	0.45	2.9	6.72	0.88	8.84	0.86	2.63	0.81	5.22	2.45
162.6					1.93								2.42			
178.1	0.42	0.26								0.48					0.78	1.33
179.1										1.19						1.37
182.4									0.72							
189	0.13	1.61	1.47		13.59	1.32		0.97		2.29		2.24	0.67	3.16	1.62	5.21
190.4	3.28															
192	1.17	2.23		1.1	3.88		0.84	0.95	1.7	0.67		1.82	0.58	2.35	2.79	1.53
194.8	3.27	35.5	11.56	29.04		21.92	25.79	27.16	8.06	0.76	6.66	6.28	12.26	15.67	6.37	1.59
205.3	0.84		1.14	1.54	0.66	4.24					4.12		2.51		3.21	1.15
206.2	2.11	1.76	1.95	1.23	1.15	4.38	0.28	2.36	6.43	0.34	6.33	0.33	2.4		4.28	0.87
209.3	0.22						0.31			0.32					2.09	
216.4					1.28								1.07		0.46	
222.6	0.24							0.5					0.4		0.66	
225.2																
226.5		0.72	1.03									0.33		1.99		0.63
232.1		0.4							0.39	0.77						
241.4	1.12	0.46		1.08	0.82	5.39		0.99	3.94		5.8		0.72		1.53	0.77
242.4						0.97			0.73							
281.1	0.29		1.71							4.68						
283.3	0.96												1.17			
285	0.54		0.65												0.61	
286.7																
290.3						0.32										
293.9																
294.9																
296.5	16.4	1.5	14.15					1.07	2.93	10.68		3.06		11.2	0.98	3.87
297.8															2.09	
298.8	0.25	2.41	11.64		2.63			0.24		3.98		0.19		1.88		0.86
299.8		1.63	7.48			0.43			0.98			0.37		1.88		
303.4	0.39												1.06			
304.7		0.98	0.9					0.92		4.24				0.86	1.1	
313.5	1.98		1.14							0.53						
368	3.2		4.06							3.05		0.31		1.92		
370.3		0.31	0.65					0.24		22.54		1.95		3.65		
384.2	0.9								0.43	0.9				1.19		
455.7	3.74	26.07	7.28	50.7		6.82	56.14	29.7	30.4		28.85	8.66	40.87	17.44	10.65	2.26
475.2	0.73	0.26										1.46				
498	1.15															
507.3	0.9	3.34	1.19	4.8		1.25	4.77	3.13	3.13		4.1	1.34	2.41	2.32	0.91	0.57
528		0.34						0.51	0.89							2.12
536.3	0.22													1.1		
539.5		0.33														
547.3					0.79					0.7		3.1				0.87
553.1	1.09	0.64		0.41		0.69		0.65	0.3							
554.3															1.25	1.32
568.3								1.23								
580.5																
736.7		1.94		4.41		2.35	1.96	2.14	3.48		3.13		1.92	0.88		

OTU	K020	K021	K022	K023	K024	K025	K026	K027	K028	K029	K030	K031	K032	K033	K034	K035		
25.9	2.18	1.94	3.25	1.09	1.18	3.41	11.79							1.26	2.31	3.18	1.84	3.21
27.2	0.98	3.97	1.9	1.18	2.69	2.08	3.89		0.75	1.78		2.49	4.59	1.42	0.78	4.94		
30.4	0.59		0.87	2.37		1.52		4.81		1.34	0.57	0.83	1.56		0.49	1.16		
33.3	0.48						1.04				1.15			0.75				
34.9	0.68										0.31				0.27			
37.6	3.21			1.02		0.32		0.9										
74												17.38						
80.9	0.54	0.95	1.01	0.48		0.76							1.79	0.35	0.36	1.26		
83.5			1.25		2.74	2.26												
85.1			1.43									1.09						
90.9					9.93			1.94	18.27			10.14	2.06	1.98	0.91			
92.6																		
93.8			4.32			0.67										3.54	0.8	
97.4	2.62		5.58		11.86	2.52			5.76		5.55	0.88				2.91	0.24	
99.6	6.52	16.63		1.58	1.46	0.56	3.72		13.96				8.13	4.85		14.92		
101	9.54		17.7	0.53	16.81	11.61	0.85	5.84	20.8		44.92	1.26	3.23	2.27	1.17			
102.4	23.88	40.9	3.59	5.52	3.77	1.96	7.59	6.09	5.15	28.96	1.54	4.08	29.81	14.24				35.42
113.5												10.88						
134.4	1.44					0.54	1.44	1.52		0.38			0.53		0.21	1.59		
142.6	0.64	0.54		1.41		0.88		1.98	1.16	0.91	0.24			0.6	0.45	0.24		
143.8			0.65	0.26														
145.4	10.38	7.75	9.93	26.84	5.98	10.4	0.79	31.64	18.06	16.74	3.24	3.2	4.88	18.7	8.42	6.58		
151.2				0.5											0.27	0.29		
154	2.27	1.74	1.66	6.03	2.48	2.35		6.61	6.64	3.68	0.33	0.62	1.12	5.63	1.85	1.66		
162.6									2.68									
178.1				1		0.47	2.76	2.48		0.72		5.18		0.83		0.4		
179.1	5.8						5.78	1.14				0.72						
182.4						1.67												
189	2.04	1.65	2.08		3.36	1.56	2.8	1.9	2.39	2.21	19.83	2.42	1.04	2.82	0.4	1.14		
190.4										0.38								
192	1.97	1.87	3.72	3.79	2.17	3.26	5.42	2.41	0.31	2.01		3.38	9.56	2.35		5.94		
194.8		1.92		10.22		10.13	5.67			2.81		2.87	8.02	1.49	14.56			
205.3	1.62	0.95	0.48	3.52		1.66		4.68	4.07	1.8	0.42	0.54	1.32	0.38	0.52	1.14		
206.2	1.06	0.92	1.12	4.04		1.48		5.09	2.52	1.54	0.28		0.76	1.15	0.64	0.78		
209.3	2.89						3.15			0.65			2.53	0.86				
216.4			0.96			0.48	0.69				1.15	3.03			0.42			
222.6	0.69										3.81	1.06						
225.2						0.36					3.06						0.32	
226.5								1.06		0.47	2.18				0.33	0.52		
232.1		0.84				0.6			1.88									
241.4	0.45	0.97		0.69		0.31		0.78		1.05				0.92	0.27	0.37		
242.4																		
281.1							2.16	2.18										
283.3		0.4	5.97		3.61	1.21	0.5					3.07		0.64	0.28	0.44		
285		0.45					1.18							1.58				
286.7							0.43											
290.9	3.48						1.54	2.89						2.36				
293.9			2.07						3.84	0.79								
294.9				0.52						2.75								
296.5	3.69		0.55		8.58	1.27	9.39	2.13						14.92	9.3	3.12		
297.6						0.57	1.12				0.4							
298.8	3		2.01	1.17	3.63	1.25	1.71	0.75				3.86	0.92	3.94	2.1	0.63		
299.8	1.18		1.18		3.68		1.71				0.4		0.92	3.34	4.04			
303.4		2.48		0.92		0.45	2.17			2.03			1.46	1.94		2.98		
304.7					5.39										3.72			
313.5						0.54	0.92					1.14						
368						0.63										0.48		
370.3			12.88						1.21	1.12			1.26	1.1	33.49			
384.2														1.8	0.56			
455.7		6.82		21.88	2.16	21.79	10.39		1.91	4.02	0.57		8.19	1.8	5.97			
475.2			4.88	0.76	1.99	2.94	0.82	4.42										
498	1.1	4.43					1.12			2.64			2.65			4.37		
507.3		0.78		1.57		1.65	1.34			0.65					1.22			
528			0.61		4.86		3.8							1.25		1.94		
536.3							0.4								0.81			
539.5	0.49		0.34				1.04								0.18	0.84		
547.3			1.38		3.17	0.78			2.47		2.39	2.08						
553.1	0.72	0.7	0.9	0.68		0.88				0.94					0.34	0.61		
554.9	1.18										5.38							
566.3																		1.08
580.5																		
796.7																		

OTU	K036	K037	K038	K039	K040	K041	K042	K043	K044	K045	K046	K047	K048	K049	K050	K051
25.9	0.95	0.54	1.42	2.4	1.62	2.89	0.98	4.99	1.47	4.02	6.87	3.23	1.8	7.49	6.04	
27.2	0.59	1.58	2.98	4.02	1.18	3.4	1.75	11.82	2.99	1.07	0.61	6.25	2.15	1.28	11.84	0.3
60.4	1.18	4.04			0.54		1.41					0.94	0.92			0.9
63.9		0.97		0.91	0.47				0.91	0.87	0.9		0.42	0.22		0.9
64.9					2.19	12.82		7.42	0.48	1.88				5.13		
67.6			0.92		0.78				0.64	0.4			0.57			
74								7.53	2.42				1.08			
80.9			1.08	1.98	0.98	1.72		1.99	3.07	1.82				0.96	0.91	
83.5																
85.1									0.47							
90.9	0.49		1.42							0.86	0.28		0.56		4.19	
92.6		0.26														
95.8						1.44		4.01		1.21	6.09			4.95		
97.4					0.52						0.97			1.64		
99.6	10.87		20.66	8.54	9.17	3.73	8.94	9.89	6.27	4.96			14.47			
101		0.91		1.11	0.25	0.91	8.79	1.48	0.64		3.59	0.98		4.62	5.97	
102.4	30.31	0.9	54.5	20.6	20.04	12.73	22.73	16.04	25.65	25.58			2.94	44.85	0.9	2.11
119.5																
134.4	0.92	0.91	0.99	1.2	0.84		0.96			1.79	2.75	0.79	0.75	0.76	0.5	
142.6	0.28	0.95			0.46		0.17		0.29					0.58		
143.8		0.41									7.01					
145.4	7.5	30.3	1.29	3.16	7.28	6.8	7.29	2.41	5.64	7.61	4.93	6.02	2.46	8.37	1.66	3.45
151.2		0.59	0.45													
154	1.87	7.95	0.37	1.07	1.8	2.99	1.88	2.03	1.49	2.13		1.87		1.82	0.26	0.68
162.6														0.3		
173.1				0.54	3.13				0.93	10.27			2.68		0.3	
179.1			1.12			3.24										
182.4		2.4						3.74								
189	0.48	0.7		1.29	0.93		1.4	2.86	0.47		6.47	1.32	1.19	2.07	1.88	
190.4										1.23						
192	0.96	1.9	2.11	2.58	0.62	3.59	4.61	6.25	2.69	2.56		3.77	7.52	0.89	6.02	
194.8	6.09	20.81		8.59	0.4	0.72	0.41	3.58	6.86	2.87	2.68	18.98	3.21		18.26	20.2
205.9	0.69	4.32	0.4	0.23	0.72		1.89		1.18			0.71	0.96		0.46	
208.2	0.78	4.87		0.47	0.62		1.98		5.73	1.09	0.2	0.82		1.28	0.91	0.6
209.9		0.85			1.25			3.68		0.95	1.44			5.03		
216.4														0.66		
222.6		0.4								4.68						
225.2													0.59		0.29	
226.5			0.42	1.82						0.52				0.95	0.52	
232.1	0.74	0.49										2.46				
241.4		0.74			0.92		0.28							0.57		0.42
242.4																
281.1		0.58			0.44											
289.9				0.46				0.23		1.09	0.5	0.49	0.28	2.95		
286					0.48		0.65	0.97		0.77						
286.7																
290.9			1.49	1.15	4.56			1.98			0.46		1.01	0.74		
293.9															0.89	
294.9															0.25	
298.5		0.65		0.65	2.62	10.26	0.5	1.02	1.26	6.99	21.46	0.63	2.2	17.84	3.24	
297.6														2.42		
298.8		0.62			0.23		0.4		4.38	2.59	1.79	1.55	1.12		0.68	
299.8		0.62			0.29		3.53		2.59			1.55	1.12	6.82	1.19	
303.4	0.26		1.06	2.98			0.53					1.3				
304.7	0.99					5.47				6.03						
313.5											1.26					
368					25.84	23.54								0.34		
370.3								0.54	1.31					1.99		
384.2										1.59				1.55	0.97	
455.7	28.88	9.5		28.15	0.54			8.42	11.92	4.63	6.2	37.27	2.91		17.69	62.78
475.2					0.75					1.08	1.21				1.02	
498	1.45		3.75	2.37	3.46	0.53			2.64	2.26			2.81			
507.9	2.75	1.31		2.88				2.91	1.66			0.98	3.89	0.59	2.04	4.19
528					0.41	1.32			0.52			0.43				
536.9												0.49		2.15		
539.5				0.5	0.74				0.78			0.64		1.62	0.29	
547.9												0.84		1.03	0.63	
559.1		0.68		0.91	1.04				0.89		0.16			0.48	1.54	
564.9		1.18					9.06							1.08	0.41	
568.9							13.73									
580.5																
796.7														0.95	1.55	6.58

OTU	K101	K102	K103	K104	K105	K106	K107	K108	K109	K110	K111	K112
25.9	1.54	1.41	0.99	0.64					0.57	2.29	1.63	1.27
27.2	0.99	3.19	0.57	1.96	1.08				0.54	3.03	3.68	3.17
60.4												
63.9										0.32		
64.9											0.51	0.8
67.6										1.19		
74												
80.9		1.36		1.07						0.51		
83.5												
85.1											1.32	
90.9	0.89		2.05	2.53	10.25				0.58		10.3	
92.6		4.45		0.65								0.84
93.8			2.24	0.61						0.61	0.43	0.68
97.4				7.05	2.89					0.62	4.56	7.09
99.6	0.41	3.61			1.25				0.57	0.32	0.13	2.29
101	3.32	0.66	1.85	26.42	4.1		0.96		2.69	1.71	25.84	11.32
102.4				1.26			0.5			0.7	0.22	7.91
119.5	1.04											
134.4	0.71	3.07										
142.6	0.61	1.43	0.35	0.41	2.26		0.79	0.21	0.89	0.48	0.95	1.56
143.8	0.59	0.32			0.6				1			
145.4	21.73	31.8	3.6	5.93	26.99	2.92	15.78	2.54	22.53	7.24	13.84	25.44
151.2	0.54		0.63		0.93							0.53
154	5.08	7.05	0.86	1.24	6.46	0.86	3.17	0.52	4.47	1.5	3.05	5.53
162.6												
178.1				1.44								1.7
179.1												
182.4										0.77		
189	1.48	2.66	0.77	3.68		0.5	3.32		1.93	2.56	6.02	2.22
190.4												
192	2.83	1.65		2.99	1.98	0.7	0.91	0.79	6.95	2.52	7.42	5.83
194.8	32.21	0.51	22.71		10.45	34.61	18.34	19.65		26.47		1
205.3	2.94	3.35	0.34	0.76	4.69	0.43	3.61	0.44	2.91	0.68	1.34	2.42
206.2	2.97	5.47	0.44	1.96	3.75	0.58	2.49	0.29	4.43	0.59	1.16	3.12
209.3		3.08										
216.4										0.4		
222.6		2.18		1.46			0.7		1.07	0.88	0.5	0.71
225.2				0.77			2.03				0.6	
226.5				0.74					0.59		0.37	
232.1			0.48							0.33		
241.4	3.01	3.92		0.69	1.6		1.86		2.46	0.55	0.61	2.19
242.4		0.79							0.51			0.48
281.1												
283.3		0.95								0.37		
285										0.77		
286.7										0.64		
290.3												
293.9		1.54										
294.9												
296.5	1.02		4.03	10.52					4.38	1.94	2.66	4.18
297.6							0.66		0.43	0.27	0.35	0.71
298.8		3.37	1.03						3.9	0.27		
299.8			1.03	9.85	3.07				3.9	4.14		
303.4											0.63	2.83
304.7			0.57	3.58					0.83			
313.5												
368												
370.3							1.38		2.67			
384.2				1.42					0.76			
455.7	7.98	0.72	47.84		17.67	51.56	37.03	65.92		24.5		3.04
475.2	0.87								0.9	0.71		
498												
507.3	1.57		4.17			3.64	2.11	3.63		2.47		
528									22.12	1.14		
536.3											0.5	
539.5				1.7								
547.3				4.86							2.68	
553.1	0.98			0.72					0.51	1.05	0.91	
554.9												
568.3												
580.5									1.17			
796.7	1.89		2.39			4.2	2.71	4.37		1.37		

OTU	K069	K070	K071	K072	K073	K074	K075	K076	K077	K078	K079	K080	K081	K082	K083	K084
25.3	2.02	0.32	0.5		0.67	0.47	2.78	0.75	0.38	1.45	4.82		3.91	0.21	3.8	6.42
27.2	4.97	0.52	1.29		1.22	1.91	4.92	0.11	1.04	0.78	2.58		3.48	0.26	0.82	0.5
60.4	10.73				1.88											
63.3			0.59						0.48				0.33			
64.9							2.38	0.15			0.59				2.4	
67.6																
74						1.93										
80.3							0.64				0.85		0.48		0.46	0.85
83.5																0.2
85.1													6.14			
90.9		0.96	0.23			0.5	0.29	0.19			7.14	0.33	0.37			0.81
92.6			0.21													
93.8			0.53					0.43							0.44	0.53
97.4			0.19			0.74	0.21	0.15		0.34	2.77				0.46	0.42
99.6	0.78		0.3		0.8	0.52	3.76			1.09			7.44		0.95	
101		0.77	1.45			1.98		1.81	1.11	0.39	23.07	0.39		0.43	0.37	2.15
102.4	1.63	0.37	0.72		6.64	0.39	14.99			1.61	1.89	0.15	24.63	1.49	4.2	0.65
119.5											0.49					
134.4			0.48				0.3						1.56			0.94
142.6	1.53	0.44	0.9	2.2	0.44	2.53	0.44	0.23	1.85	2.99		0.41	0.23		1.83	0.17
143.8	0.33		0.19	0.82		0.33			0.56	0.47	1.81	0.15			0.12	
145.4	26.91	7.07	12.44	51.14	5.82	48.96	8.71	3.24	32.09	45.04	4.58	6.13	6.5	1.69	30.19	5.21
151.2		0.5	0.28	0.81		0.77		0.14	0.52	0.71	0.47				0.59	0.33
154	5.83	1.55	2.64	11.6	1.24	10.5	1.69	0.71	6.47	8.5			1.32	2.08	0.4	6.86
162.6																
178.1		0.38					5.52	0.2		0.48			0.34	0.21	2.15	0.64
179.1													0.51			
182.4															3.42	
189	1.66	0.39	7.19	0.26		1.57	0.61	1.12		0.78	4.51	0.24			2.32	4.83
190.4																
192	5.8	1.95	4.97	0.23	0.66	0.72	2.78	1.51	1.91	2.53	11.22		1.66		1.72	1.78
194.8	4.23	32.85	10.9		6.76	0.65	4.84	23.81	5.92	2.63	17.89	4.03	24.89	0.27	27.85	
205.3	4.45	0.98	1.83	12.23	0.98	5.4		0.45	6.79	11.11	0.83	0.62	1.06	0.22	6.25	0.68
206.2	3.83	1.06	1.8	7.91	0.58	7.12	7.18	0.53	3.56	6.15	0.66	0.65	0.77			0.6
209.3					0.38		0.3			1.07					2.13	0.23
216.4										0.38						
222.6	0.27		1.91			0.73									0.26	
225.2	0.4		0.35			0.74										0.28
226.5	0.29		0.7			0.91	0.27			0.52	0.95	1				0.33
232.1		0.36			1.19			0.43								0.54
241.4	2.48	0.73	1.24	8.09	0.39	4.55	0.46	0.32	4.78	5.01	0.5	0.73	0.9		2.5	0.35
242.4	0.59		0.26	1.46		0.79			0.84	0.99		0.14			0.56	
281.1							1.2						0.34			
283.3		0.35					0.16				0.8					0.25
285									0.53							
286.7		6.4					0.71			0.77						
290.3							5.15	0.19		0.5			0.4			0.11
293.9			7.8													
294.9										0.35						
296.5		0.44	0.14				5.14	0.42			3.86		1.23		5.52	1.27
297.6																
298.8	0.91		1.2				1.62	0.11	2.02		3.14		0.71		3.01	0.28
299.8											2.25					1.12
303.4						1.24										0.39
304.7	1.73				0.49						2.38		0.75			
313.5																
368	0.46		1.5		0.88				0.77	1.54			7.72		1.8	
370.3	0.7		0.17	0.9		0.52								0.91	2.44	
384.2							0.18				0.48				0.74	
455.7	8.02	34.76	24.88		30.04	2.68	10.21	45.82	23.06		5.71	30.53	13.99	32.19		27.96
475.2							1.16	0.27								
498					0.7		2.24						1.89			
507.3	1.03	3.03	2.19		3.65		1.21	3.62	1.19		1.03	3.69	2.02	4.36		3.33
528							0.28									0.27
536.3							0.47	0.14								0.14
539.5							0.33									0.11
547.3									0.39		4.21					0.69
553.1	0.72	0.8	1.4		0.36	0.36	1.19	0.82		0.86	0.53	0.76			1.11	0.85
554.9	0.9					2.3			0.49				0.4			
568.3												0.8	0.52		1.61	
580.5			0.33													
796.7	0.74	3.39	2.08		3.42			2.43	2.42			5.94	0.93	2.75		0.37

OTU	K003	K004	K005	K006	K007	K008	K009	K010	K011	K012	K014	K015	K016	K017	K018	K019
25.9		0.57	0.49				0.99	2.27			1.74	1.7	2.64	2.15	1.16	2.68
27.2	0.96	1.01					0.96	6.09		0.22	9.74	1.27	5.62	1.25	1.94	3.59
60.4	1.09		3.74		12.22	0.9		1.99	8.2	0.76	9.95				0.57	0.65
69.9										0.88						
64.9				0.58				3.07			0.65				0.51	
67.6							1.73	3.29			0.42		2.24			1.03
74																
80.9		1.4							0.57				3.97	3.07	0.46	1.49
83.5		0.75														
85.1		3.86		0.51												
90.9	1.97	19.79					1.87	0.9	10.29				3.4	2.46	0.82	
92.6																
99.8								1.36				1.97				1.27
97.4		6.49					0.95	2.84			1.15	0.21	0.95	0.43		6.19
99.6	0.25	7.98					1.09	19.48	1.54	0.97		4.53	0.72	5.98		4.94
101	0.57	16.08	5.66				2.98	17.2			19.04	1.12	4.51	3.01	2.1	0.96
102.4	0.98	2.21		2.66	3.16		3.42	32.85	0.84	4.65	0.51	20.14		30.68	1.24	15.95
119.5																
134.4	0.67							1.59					0.55	2.08	1.15	1.27
142.6					0.99		0.5				0.98	0.27	1.74		0.42	0.59
143.8			0.37		0.5											
145.4	0.65	0.64	4.67		6.21	0.96	4.69	0.59	0.79	0.57	2.38		1.18	2.48	6.6	9.5
151.2													0.41			4.68
154			1.12		1.62			1.26				0.52		0.64	1.72	2
162.6								1.02								
178.1								1.56								
179.1									3.05		0.44	1.86	0.6	12.92	5.91	2.38
182.4																1.48
189	0.55	1.92	1.58				0.22	3.17	23.07	7.04	3.74	1.79	1.06	0.91	1.67	0.59
190.4													0.65	0.92		
192	1.11	2.42	1.71	2.11	0.67		1.18	5.27	4.68	1.3	2.75	5.24	8.11	7.62	0.72	3.92
194.8	31.71	1.84	28.69	22.61	16.95	11.47	3.92	2.88		20.49	10.56	8.47	11.47	0.6	14.11	11.42
205.9			3.15		6.63	0.61	2.44	0.57	1.47	0.26	1.05				0.4	0.79
206.2			2.76		2.77		0.73			0.44	1.84					1.54
209.9			0.77					3.01		0.34	0.46					
216.4		0.97							1.89	0.36						
222.6									1.24							
225.2									1.71				1.81	0.42		
226.5													0.55			
232.1			4.86	0.89			6.63			0.61	0.87					0.49
241.4					0.7		0.82									0.45
242.4							0.29									
281.1														1.01	1.58	
289.9			1.94		0.56		0.94				0.44		1.72	0.33		
285														0.59		0.58
286.7									0.92				0.51	0.59	0.62	
290.9																0.77
293.9														0.9		
294.9												0.22				
296.5		5.9	1.44				2.4	4.45				6.1	1.19	19.89	10.78	2.84
297.6	0.29						0.29		2.4					1.57	0.89	
298.6	0.51	4.5					2.26				0.95	7.72		2.45		0.73
299.8	0.93	7.91						1.19							2.76	0.73
303.4		6.12		0.46				4.18								
304.7	0.59											8.09				
313.5													0.62			0.42
368									0.69		0.32			1.73		1.73
370.3					1.88		37.9		1.19							
384.2		0.83					0.38						0.55	0.85		
455.7	50.86	0.55	28.99	63.09	36.62	77.58	4.64	3.2	0.58	56.14	37.37	14.63	21.43	0.76	27.18	16.48
475.2		1.28											0.53	0.58	0.31	
498								1.71					2.21		2.32	2.07
507.9	3.81		2.87	4.32	1.74	3.76	0.63			2.81	3.98		2.31	2.08	2.84	1.74
528							6.84			0.28			0.74		3.12	
536.9													1.08	1.14	0.53	0.49
539.5													0.93			
547.9		4.14							0.42	3.7			0.9	1.23	1.48	
559.1															1.08	0.95
554.9					2.75		0.6		1.64		0.51			1.8		
568.9									1.78				0.52			
580.5							0.46		3.96							
796.7	4.48		2.98	2.76	4.07	4.71	0.51				2.12	2.02				

OTU	K052	K053	K054	K055	K057	K058	K059	K060	K061	K062	K063	K064	K065	K066	K067	K068
25.9	0.42	3.73	3.64	0.68	2.42	29.01	1.16	3.04	1.13	9.5		2.73		0.74		0.35
27.2	0.56	1.08	4.14	1.19	5.08	2.68	1.18	4.1	0.71	0.16	0.27	4.57				0.76
60.4				0.54								2.23			1.85	2.81
63.9			0.69							0.22		0.53				
64.9			3.31		9.9			2.22	3.44	5.44				0.54		
67.6	0.22	2.61								0.07						
74			1.49							0.08						
80.9	5.16		0.95	1.6	1.98		1.09	0.37	0.47			2.16				
83.5	0.96			0.56		0.55				0.12						
85.1					0.55					0.07						
90.9	0.39	2.91	2.41	0.64	0.52	1.83		0.2	0.12	2.24		0.51				
92.6	1.08		1.49		0.36							0.53				
93.8	1.94		0.4	0.97	0.45		0.55	0.72	1.22		0.76					
97.4	2.32	1.14		3.6	0.25	0.2	0.74	0.47	0.65	0.26		0.6			0.64	
99.6		4.77	5.51	0.62	0.59	8.78	17.42	9.89				5.04				1.12
101	9.28	4.5	1.56	27.36	1.77	0.39	0.84	0.54	2.62	0.57		2.81		0.33	0.48	
102.4	12.24	31.18	25.08	4.78	2.4	19.08	50.81	27.32	0.31	1.77		15.69	3.09	0.35		5.77
119.5																
134.4	0.69						0.49	2.4		0.1						
142.6	0.4		0.51		0.37			0.18	0.1	0.16	0.59	0.36		0.29	0.72	0.65
143.8								0.18	0.18		0.15	0.6			0.18	0.1
145.4	4.24	1.22	8.6	5.56	7.3	1.74	6.92	2.9	1.82	0.78	7.62	14.71	3.88	5.3	11.14	10.89
151.2	0.29							0.22	0.25	0.2			0.33			0.36
154	0.97		1.77	1.32	1.71	0.38	1.62	0.62	0.41	0.21	1.72	3.26	0.74	1.14	2.39	2.41
162.6		1.48		7.68												
178.1	1.72	1.58	3.14		2.49		0.69	3.16	1.13	0.46		0.79			0.57	
179.1		1.92														
182.4						2.64		4.24								
189	4.41	2.6	0.9	5.02	0.85	0.68		0.94	0.4	0.74	0.22	2.07		0.22	2.51	0.2
190.4			0.39			7.21	0.52					1.6				
192		11.59	2.2	1.78	1.88		2.38	2.31	1.91	0.28	1.11	5.82		0.76	0.21	0.81
194.8	0.48	2.48	1.11	1.25	0.3		0.5	4.75	28.6	14.41	16.74		26.41	38.63	29.14	15.78
205.3		0.48	1.08	0.42	0.85	0.52	0.56	0.46	0.16		1.83	2.61		0.44	1.66	1.17
206.2	0.29		1.05	0.62	1.15	0.23	0.82	0.4	0.22	0.32	0.33	2.29		0.56	1.48	1.33
209.3	0.44						0.49	0.26			0.3	0.77				
216.4				1.1						1.14				0.21		
222.6	0.58				0.6	3.02		0.49	0.28							
225.2					0.26	0.62			0.28							
226.5									0.09	0.07		0.47				
232.1									0.52	0.31				0.5		
241.4	0.35		1.1		0.54		0.68	0.52	0.22	0.07	0.74	1.07		0.35	1.18	0.52
242.4															0.25	
281.1			0.63		0.35	0.29										
283.3	0.27	0.42		0.52	1.07	0.47		1.5	0.52	0.81		0.65				
285					0.42			0.35	0.52							
286.7			0.52		0.34			0.38	0.35							
290.9	0.48						0.72	0.54								
293.9		5.45		0.66				0.29								
294.9		0.72		2.23	0.39			0.53								
296.5	0.72	3.02	5.65	10.21	8.86		3.01	3.99	3.95	9.12		2.08		0.48	0.6	
297.6	1.51															
298.8		1.79	0.64	4.3	2.17		0.65	0.58	1.68	8.45		2.08		0.26	0.37	
299.8			0.77	3.94	3.18	0.99		0.99		6.42		0.72		0.23	1.88	
303.4			2.67									0.72			0.71	
304.7					9.1		2.8		0.14							
313.6			0.48					0.55		1.21						
368	0.27	0.65	1.54		0.78			0.38	0.81					0.35		
370.3	29.49									0.52						0.23
384.2			0.9	0.82	0.92			0.42	0.23	0.5						
455.7	0.83	1.39	1.57	2.26				3.13	33.87	23.8	56.55		60.78	39.32	25.14	48.14
475.2					0.55			0.33		0.42						
498		3.2	3.04			1.73	3.23	0.84				0.36				0.68
507.3								0.84				0.48				
528		2.7	1.41	0.68	6.59			1.18	3.32	2.55	4.03		3.26	3.54	3.04	3.33
536.3	0.22	1	0.83	1.4	1			0.43	0.11			2.48		0.43	7.78	
539.5		0.34			0.55			0.88	1.36							
547.3	0.35	1.58		0.43	0.46		0.28	0.48	0.4	0.57						
553.1	0.57		0.91	0.98			0.19									
554.9	0.45				3.12	1.25		0.73	0.42	0.14	0.5	0.48		0.73	0.73	0.67
568.3			0.98		0.71	1.25				0.15		7.03				
580.5	3.32				0.45			1.14	0.16			2.12				
796.7									1.62	0.17	3.97		1.5	2.45	2.68	1.63

Fig 3. Operational taxonomic units (OTUs) of fecal samples determined by T-RFLP analysis

2. 한국 발효식품 섭취 수준에 따른 분변 세균 조성 차이 분석

가. 분변 세균 조성의 차이 조사 (One-way analysis of similarity, ANOSIM)

(1) Global test

- Sample statistic (Global R): 0.027

- Significance level of sample statistic: 7.4%

발효식품 섭취 수준에 따라 구분한 4 그룹들 간의 전체적인 분변세균 조성의 유사성 검사

(Global test) 결과는 global R 값이 0보다 크므로 유의 있는 차이가 있는 것으로 해석되지만 유의성 수준이 7.4%로 $P < 0.05$ 수준 밖으로 유의 있는 차이로 결정을 짓기에는 약간 벗어난 결과를 보였다.

(2) Pairwise tests

발효식품 섭취 수준에 따라 구분한 4 그룹들 중에서 두 개 그룹간의 분변 세균 조성의 차이를 비교해본 결과는 표 79에서 보는 바와 같이 Q1과 Q3, Q1과 Q4 간에 $P < 0.05$ 유의수준으로 유의 있는 차이의 결과를 보였다.

Table 79. ANOSIM pairwise test of fecal bacterial profile similarity in groups of people consuming fermented food products

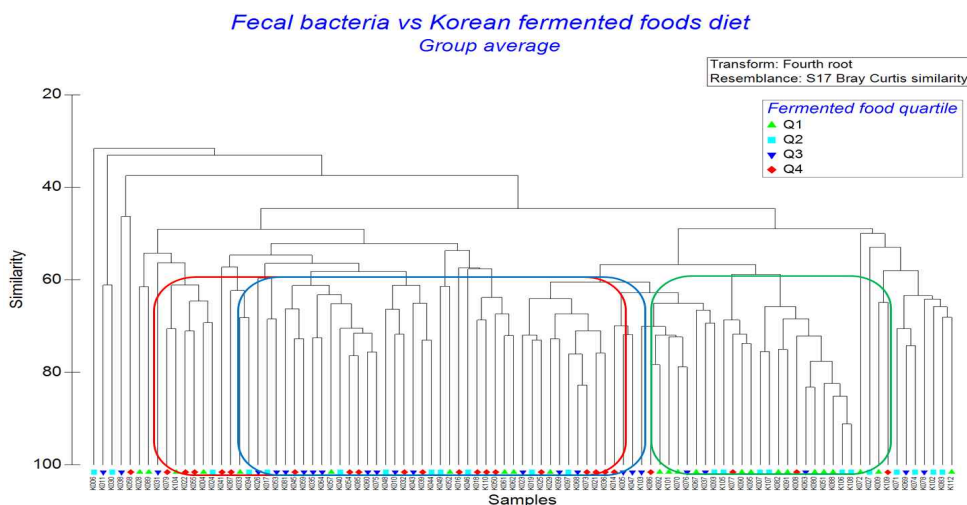
Groups	R Statistic	Significance Level (%)
Q1, Q3	0.078	2.3
Q1, Q2	-0.008	52.5
Q1, Q4	0.073	1.8
Q3, Q2	0.007	31.4
Q3, Q4	-0.010	61.6
Q2, Q4	0.020	19.0

Boldfaces indicate the significant difference between the groups ($p < 0.005$)

(3) 분변 세균 조성의 군집 분석 (Cluster analysis)

발효식품 섭취 수준에 따른 샘플들의 관계를 보고자 군집분석을 시행한 결과 그림 4에서 보는 바와 같이 발효식품을 적게 섭취하는 사람들이 서로 이웃하게 위치하고 많이 섭취하는 사람들은 많이 섭취하는 사람들끼리 서로 이웃하게 위치하며 두 그룹은 다른 위치에 분리되어 존재하고 있는 소견을 보였다.

Fig 4. Cluster analysis of fecal bacteria profiles of 95 samples in four groups of different levels of fermented food intake



(4) 샘플관계 2차원적 그래픽 분석 (nonmetric multidimensional scaling, nMDS)

분석에 사용된 모든 샘플들의 샘플간의 유사성에 따라 상대적 거리를 2차원적으로 표시하여 집단의 전체적 양상을 보고자 nMDS 분석을 한 결과 발효식품 섭취량이 가장 적은 그룹 Q1과 상대적으로 발효식품 섭취량이 많은 그룹 Q3, Q4가 분리된 분포 양상을 보였다 (그림 5).

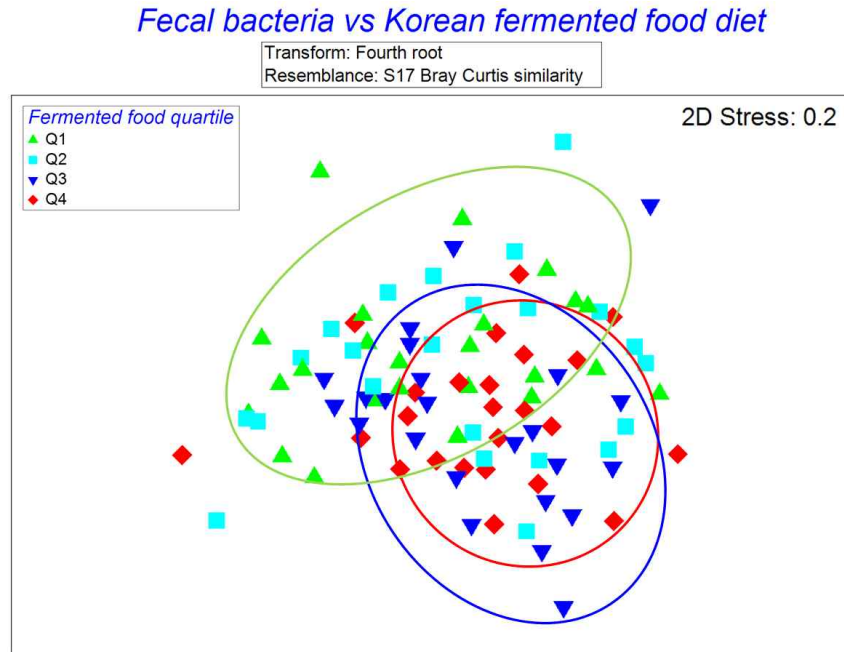


Fig 5. nMDS ordination of fecal bacterial communities from the feces of people taking various levels of fermented food intake

(5) 분변 세균 조성의 차이에 기여한 세균 추정 (Similarity percentages, SIMPER 분석)

발효식품 섭취 정도에 따른 분변 세균 조성에 유의 있는 차이를 보인 사분위 그룹에서 그 차이에 기여한 세균을 추정하기 위해 SIMPER 분석한 결과는 표 80, 81과 같다. 그리고, 강하게 발효식품 섭취와 관련된 OTU들은 표 82와 같다. 자체 개발한 16S rRNA gene T-RFLP in silico 데이터베이스에 기초한 OTU들의 세균 추정은 표 83과 같다.

Table 80. OTU contribution to the dissimilarity in bacterial communities associated with fermented diet between the 1st quartile (Q1) and the 4th quartile of fermented food intake

OTU	Average abundance		Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Q1	Q4				
455.7	1.64	1.66	1.79	1.15	3.47	3.47
102.4	1.02	1.29	1.64	1.21	3.19	6.65
194.8	1.49	1.42	1.49	1.27	2.89	9.54
296.5	0.78	0.95	1.41	1.21	2.73	12.27
101	1.05	1.12	1.4	1.22	2.72	14.99

99.6	0.49	0.83	1.37	1.14	2.66	17.65
25.3	0.66	1.19	1.25	1.17	2.42	20.08
796.7	0.72	0.36	1.24	1.07	2.41	22.48
241.4	0.86	0.4	1.19	1.22	2.3	24.78
299.8	0.44	0.66	1.16	1.12	2.25	27.04
298.8	0.45	0.72	1.16	1.16	2.25	29.28
97.4	0.64	0.62	1.15	1.16	2.23	31.51
90.9	0.61	0.55	1.13	1.1	2.18	33.7
507.3	0.8	0.8	1.13	1.1	2.18	35.87
192	0.81	1.14	1.08	1.09	2.1	37.98
80.3	0.29	0.63	1.02	1.17	1.97	39.95
178.1	0.49	0.53	1.01	1.09	1.96	41.91
189	0.87	0.88	0.99	1.07	1.92	43.83
27.2	0.81	1.18	0.98	1.09	1.89	45.72
370.3	0.47	0.29	0.96	0.84	1.85	47.57
205.3	0.87	0.82	0.89	1.14	1.72	49.29

Table 81. OTU contribution to the dissimilarity in bacterial communities associated with fermented diet between the 1st quartile (Q1) and the 3rd quartile of fermented food intake

OTU	Average abundance		Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Q1	Q3				
455.7	1.64	1.48	1.92	1.19	3.67	3.67
102.4	1.02	1.53	1.83	1.25	3.5	7.17
194.8	1.49	1.33	1.63	1.19	3.12	10.3
99.6	0.49	1.05	1.61	1.22	3.07	13.37
101	1.05	0.71	1.38	1.26	2.64	16.01
296.5	0.78	0.87	1.31	1.25	2.51	18.52
796.7	0.72	0.34	1.27	1.08	2.42	20.94
507.3	0.8	0.76	1.18	1.09	2.26	23.19
25.3	0.66	1.07	1.16	1.21	2.22	25.42
90.9	0.61	0.49	1.16	1.07	2.21	27.63
60.4	0.12	0.64	1.15	0.99	2.19	29.81
298.8	0.45	0.63	1.09	1.22	2.09	31.9
192	0.81	1.28	1.09	1.08	2.08	33.98
97.4	0.64	0.33	1.07	1.1	2.04	36.02
241.4	0.86	0.57	1.06	1.13	2.01	38.03
27.2	0.81	1.12	1.04	1.16	1.99	40.03
189	0.87	0.93	1.02	1.06	1.95	41.98
206.2	1	0.82	1.01	1.17	1.92	43.9
178.1	0.49	0.57	0.99	1.16	1.9	45.8
145.4	1.7	1.59	0.97	1.28	1.85	47.64
498	0.08	0.53	0.94	0.89	1.79	49.43

Table 82. Identification of OTUs showing strong association with fermented food intake

High degree of Korean fermented food intake (Q3, Q4)
25.3, 27.2, 60.4, 80.3, 99.6, 102.4, 192, 298.8, 299.8
Low degree of Korean fermented food intake (Q1)
97.4, 101, 241.4, 796.7

Table 83. Estimation of bacteria of OTUs showing strong association with fermented food intake

Bacteria estimation based on 16S rRNA gene T-RFLP database	
<i>Abundant OTUs in subjects taking fermented food</i>	
25.3	Burkholderiaceae, Lactobacillus fermentum, Myroides sp., Pseudomonas putida, Pseudoxanthomonas sp., Shewanella sp., Solwaraspora sp., Streptomyces griseus, Acidobacteria, Actinobacterium, alpha proteobacterium, beta proteobacterium, delta proteobacterium, epsilon proteobacterium, gamma proteobacterium, Methylophilaceae, Selenomonas sp., Sinorhizobium sp., Verrucomicrobia, Vibrio sp.
27.2	uncultured Neisseriaceae bacterium
60.4	alpha proteobacterium, Bacillus sp., Lactobacillus sp., Lactococcus lactis, Rhizobium sp., Sinorhizobium sp.
80.3	alpha proteobacterium, Azospirillum sp., Bacillus sp., Capnocytophaga sp., Erythrobacter sp., Leptospirillum sp., Magnetospirillum sp., Novosphingobium sp., Parabacteroides sp., Pseudomonas sp., Sphingomonas sp., Streptococcus dysgalactiae, Streptococcus sp.
99.6	Arcobacter sp., Bacteroides sp., Prevotella sp., Sphingobacterium sp.,
102.4	Uncultured bacterium
192	Clostridium sp.
298.8	Selenomonas sp., uncultured bacterium
299.8	Selenomonas sp., uncultured bacterium
<i>Reduced OTUs in subjects taking fermented food</i>	
97.4	Bacteroides sp., Porphyromonas, Prevotella
101	Arcobacter, Candidatus, Prevotella buccalis, proteobacterium, Sphingobacterium, Bacteroidetes, epsilon proteobacterium, eubacterium
241.4	Paenibacillus, uncultured bacterium
796.7	Unknown

3. 골밀도에 따른 분변 세균 조성 차이 분석

가. 분변 세균 조성의 차이 조사 (One-way analysis of similarity, ANOSIM)

(1) Global test

- Sample statistic (Global R): -0.019
- Significance level of sample statistic: 91.6%

골밀도에 따라 구분한 4개 그룹들 간의 전체적인 분변세균 조성의 유사성 검사(Global test) 결과는 global R 값이 0보다 작아 유의 있는 차이가 없는 것으로 해석되었다. 유의수준도 0.91로 차이가 없는 것으로 나타났다.

(2) Pairwise tests

골밀도 수준에 따라 구분한 4개 그룹들 중에서 두 개 그룹간의 분변 세균 조성의 차이를 비교해본 결과는 표 84에서 보는 바와 같이 어떠한 그룹 간에도 유의 있는 차이가 없었다.

Table 84. ANOSIM pairwise test of fecal bacterial profile similarity in groups of people of different levels of bone density

Groups	R Statistic	Significance Level (%)
Q3, Q1	-0.020	76.9
Q3, Q4	-0.007	55.0
Q3, Q2	-0.032	92.7
Q1, Q4	-0.007	56.0
Q1, Q2	-0.028	87.5
Q4, Q2	-0.022	76.0

(3) 골밀도군에 따른 분변 세균총의 군집 분석 (Cluster analysis)

골밀도 수준에 따른 샘플들의 관계를 보고자 군집분석을 시행한 결과 그림 6에서 보는 바와 같이 분리되는 그룹이 없이 서로 섞여 혼재되어 있는 결과를 보였다.

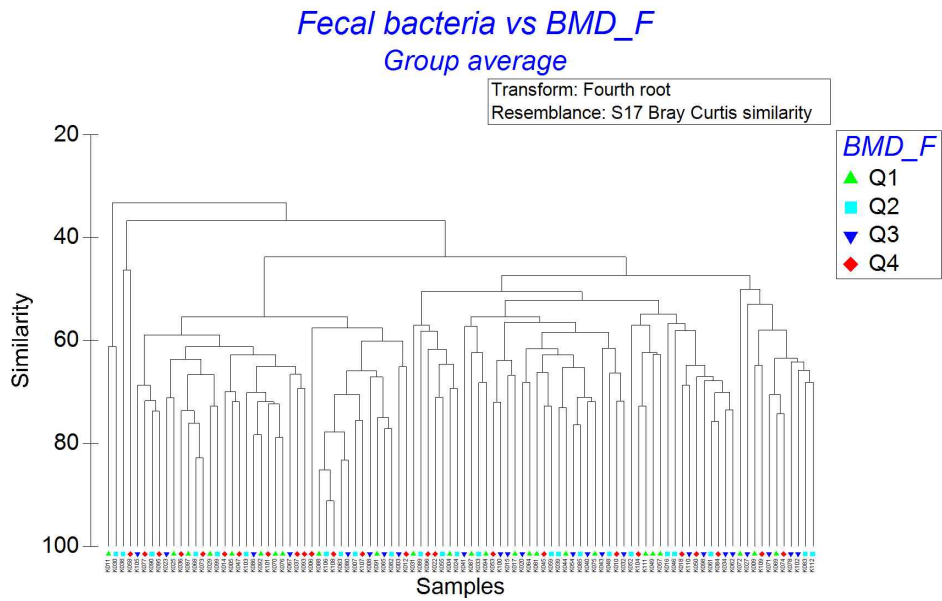


Fig 6. Cluster analysis of fecal bacteria profiles of four groups of different levels of bone mineral density

(4) 샘플관계 2차원적 그래픽 분석 (nonmetric multidimensional scaling, nMDS)

골밀도에 따른 분변세균 조성분석에 사용된 모든 샘플들의 샘플간의 유사성에 따라 상대적 거리를 2차원적으로 표시하여 집단의 전체적 양상을 보고자 nMDS 분석을 한 결과 그룹간에 혼재되어있고 분리될 수 있는 특정 그룹이 없었다(그림 7).

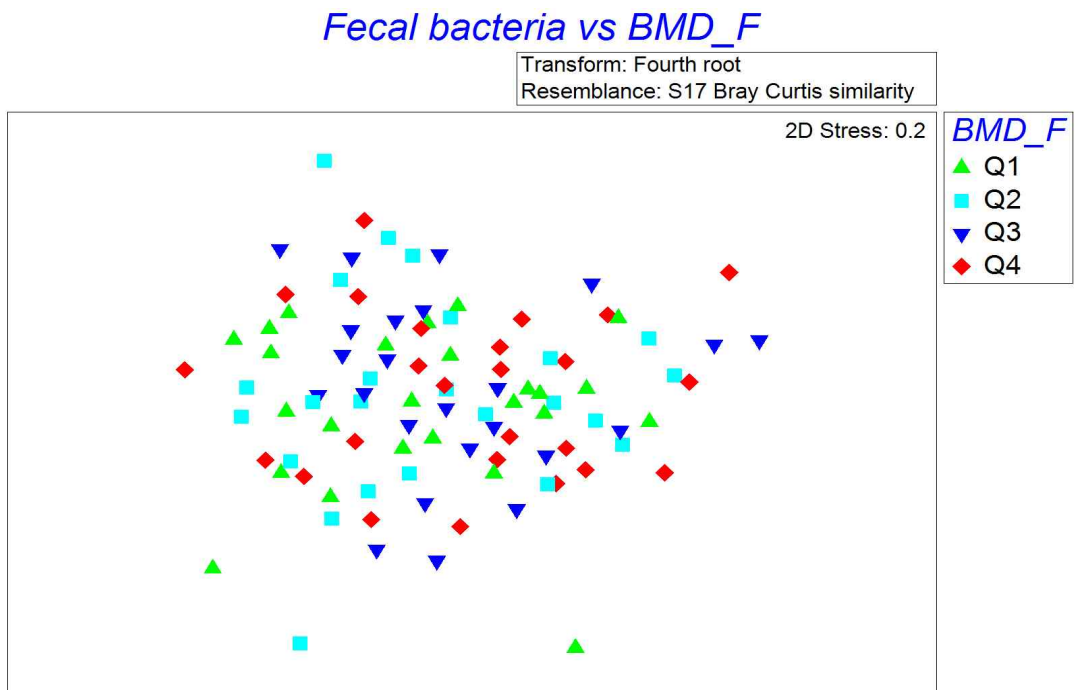


Fig 7. nMDS ordination of fecal bacterial communities from the feces of people of different levels of bone mineral density

4. 텔로미어 길이에 따른 분변 세균 조성 차이 분석

가. 분변 세균 조성의 차이 조사 (One-way analysis of similarity, ANOSIM)

(1) Global test

- Sample statistic (Global R): -0.07
- Significance level of sample statistic: 64.6%

텔로미어 길이에 따라 구분한 4 그룹들 간의 전체적인 분변세균 조성의 유사성 검사(Global test) 결과는 global R 값이 0보다 작아 유의 있는 차이가 없는 것으로 해석되었다. 유의수준도 0.646으로 차이가 없는 것으로 나타났다.

(2) Pairwise tests

텔로미어 길이 수준에 따라 구분한 4 그룹들 중에서 두 개 그룹간의 분변 세균 조성의 차이를 비교해본 결과는 표 85에서 보는 바와 같이 어떠한 그룹 간에도 유의 있는 차이가 없었다.

Table 85. ANOSIM pairwise test of fecal bacterial profile similarity in groups of people of different levels of telomere length

Groups	R Statistic	Significance Level (%)
Q1, Q4	-0.028	93.7
Q1, Q2	-0.006	51.9
Q1, Q3	0.009	30.7
Q4, Q2	-0.024	85.4
Q4, Q3	0	42.8
Q2, Q3	0.009	28.7

(3) 텔로미어 길이 수준에 따른 분변 세균총의 군집 분석 (Cluster analysis)

텔로미어 길이 수준에 따른 샘플들의 관계를 보고자 군집분석을 시행한 결과 그림 8에서 보는 바와 같이 분리되는 그룹이 없이 서로 섞여 혼재되어 있는 결과를 보였다.

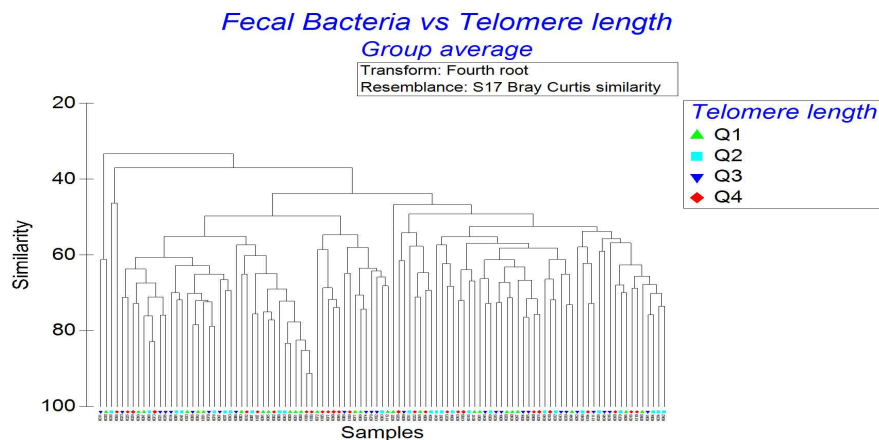


Fig 8. Cluster analysis of fecal bacteria profiles of four groups of different levels of telomere length

(4) 샘플관계 2차원적 그래픽 분석 (nonmetric multidimensional scaling, nMDS)

텔로미어 길이 수준에 따른 분변세균 조성분석에 사용된 모든 샘플들의 샘플간의 유사성에 따라 상대적 거리를 2차원적으로 표시하여 집단의 전체적 양상을 보고자 nMDS 분석을 한 결과 그룹간에 혼재되어있고 분리될 수 있는 특정 그룹이 없었다(그림 9).

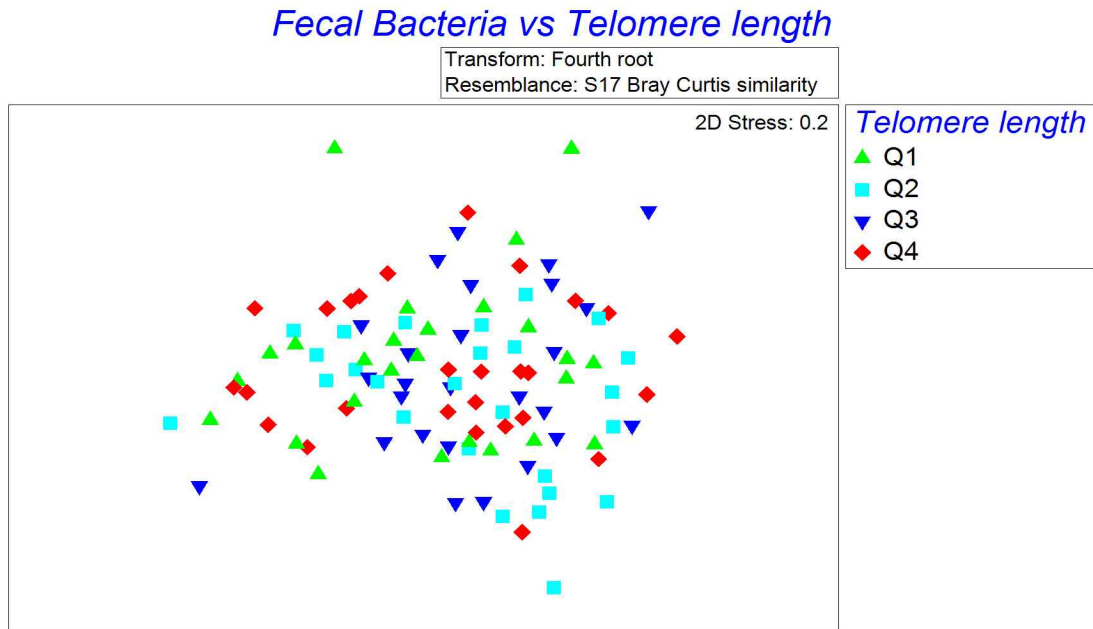


Fig 9. nMDS ordination of fecal bacterial communities from the feces of people of different levels of telomere length

제4장 연구성과 활용계획

제1절 연구성과 발표 및 향후 연구 계획 수립

1. 연구성과 발표

- 가. 연구논문: 향후 2년 내 2편
- 나. 학술발표: 향후 1년 내 4회

2. 향후 연구 계획 수립

- 가. 신뢰도 및 타당도 검증을 통한 발효식품섭취 빈도 조사지 개발
- 나. 국민건강영양조사자료를 이용한 연구 결과의 재확인
- 다. 발효식품 섭취에 의한 건강 효과 검증을 위한 임상시험(clinical trial) 수행
- 라. 발효식품 섭취와 관련되어 건강 효과가 기대되는 특정 장 내 세균 동정
- 마. 발효식품 섭취가 골다공증을 예방/개선시키는 기전을 실험실적으로 규명
- 바. 발효식품별 미생물 조성 및 영양성분 데이터화 및 표준화
- 사. 소아·청소년 및 젊은 성인 등 한식 저섭취 예상 집단의 발효식품 섭취 실태조사 시행
- 아. 골다공증 및 골다공증 골절 예방 식단 개발

제2절 정책 활용 및 대국민 홍보

1. 정책 활용

- 가. 국민 건강 향상을 위한 보건 정책 수립의 기초 자료로 활용
- 나. 발효식품 세계화를 위한 R & D 방향 제시
- 다. 발효식품, 레시피 종류에 따른 미생물 조성 및 영양성분 데이터화 및 표준화 필요성 제기
- 라. 발효식품 산업화를 위한 근거로 활용

2. 대국민 홍보

- 가. 연구목표에 부합하는 결과 도출 시 연구책임자의 적극적인 언론 홍보 시행
- 나. 병원/보건소 내 건강강좌 등을 통해 골다공증 예방 대국민 교육 시행

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 한국의 발효음식섭취와 골다공증 및 골다공증 대퇴골 골절 관련성 규명		
	(영문) Association between intake of Korean fermented food and osteoporosis/osteoporotic femur fracture		
연 구 기 관	중앙대학교 산학협력단	연 구 자	(소속) 의과대학
참 여 기 관	중앙대학교 의과대학	책 임 자	(성명) 김 정 하
연 구 비	계	175,000,000	총 연 구 기 간
			2011. 12 30.~2012. 12 29.(12개월)
참 여 연 구 원	12 명 (연구책임자: 4 명, 책임연구원: 4 명, 연구원: 4 명, 연구보조원 0 명)		

○ 연구개발 목표 및 내용

1. 목표: 한국의 발효음식 섭취 및 장내세균 구성과 골다공증/골다공증 골절의 관련성을 규명한다.

2. 내용

- 24시간 회상법과 발효식품 섭취 빈도조사지를 이용하여 총발효식품 및 발효식품별 섭취 수준을 평가한다.
- 정상, 골감소증, 골다공증군 간의 발효음식 섭취 수준을 평가한다.
- 발효음식 섭취 수준과 신체검사, 임상적 건강지표, 영양섭취 수준의 상관관계를 평가한다.
- 노인에서 equol 생성률을 알아보고, equol 생성 유무에 따라 신체검사, 임상적 건강지표, 영양섭취 수준의 차이를 평가한다.
- 골밀도 및 골절위험도와 발효식품 섭취의 독립적인 관련성을 평가한다.
- 골밀도 및 골절위험도와 발효식품별 섭취 수준과의 상관관계, 독립적인 관련성을 평가한다.
- 발효식품 섭취, 골밀도, 텔로미어 길이에 따른 장내 세균총 구성을 평가한다.

○ 연구결과

65세 이상 노인에서 성인에 비해 발효식품의 섭취가 많았으며, 연령이 증가할수록 발효음식 섭취가 증가하였다. 김치, 간장, 된장, 고추장 순으로 발효식품을 섭취하였으며, 빈도 조사법 이용 시에는 요거트의 섭취가 포함되었다. 발효식품 섭취는 대퇴경부 골밀도와 유의한 양의 상관관계를, 노인에서는 골절위험도와 음의 상관관계를, 그리고, 여성에서는 신체기능 평가 지표(SPPB) 점수와 양의 상관관계를 나타내었다. 발효음식 섭취가 많을수록 텔로미어 길이가 길었다. 또한, 발효음식 섭취와 탄수화물, 단백질, 비타민 K, 엽산, 요오드 섭취는 양의 상관관계를, 지방 섭취는 음의 상관관계를 보였다. 독립적인 관련성을 확인하기 위해 알려진 위험인자와 관련 변수를 포함한 단계적 회귀 분석에서 발효식품 섭취는 노인의 대퇴경부 골밀도와 양의 상관관계를 나타내었다. 발효식품별로 분석 시에 막걸리 섭취가 대퇴경부 골밀도와 독립적으로 유의한 양의 상관관계를 보였다. 또한, 발효식품 섭취 수준에 따라 분변 세균의 구성이 달라 섭취 최하위 사분위와 최상위 및 차상위 사분위 세균 구성에 차이가 있었다. 골밀도와 텔로미어 길이에 따른 분변 세균 조성의 차이는 발견되지 않았다. 노인의 equol 생성률은 약 38%였고, equol 생성자에서 제지방량, 요추 및 대퇴 경부 골밀도, 악력이 증가되었으며, 텔로미어 길이가 길었다. 또한, 발효식품 섭취와 이소플라본 섭취가 equol 생성자에서 높았다. Equol 생성은 요추 골밀도와 독립적으로 유의한 양의 상관관계를 나타내었다.

○ 연구성과 및 성과활용 계획

논문과 학술발표를 통해 연구성과를 발표하고, 본 연구를 바탕으로 향후 연구계획을 수립할 수 있다. 또한, 발효식품 세계화를 위한 R&D 방향 결정 및 산업화 정책에 활용할 수 있다. 그리고, 연구 결과를 언론과 건강강좌 등을 통해 적극적으로 홍보한다.