



저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

교 육 학 석 사 학 위 논 문

어육 단백질소화율에 미치는 잎채소의 영향



2010년 8월

부경대학교 교육대학원

영 양 교 육 전 공

신 미 영

교 육 학 석 사 학 위 논 문

어육 단백질소화율에 미치는 잎채소의 영향

지도교수 류 홍 수

이 논문을 교육학석사 학위논문으로 제출함.



2010년 8월

부경대학교 교육대학원

영 양 교 육 전 공

신 미 영

신미영의 교육학석사 학위논문을
인준함.

2010 년 8 월



주 심 농학박사 남택정 (인)

위 원 이학박사 류은순 (인)

위 원 공학박사 류홍수 (인)

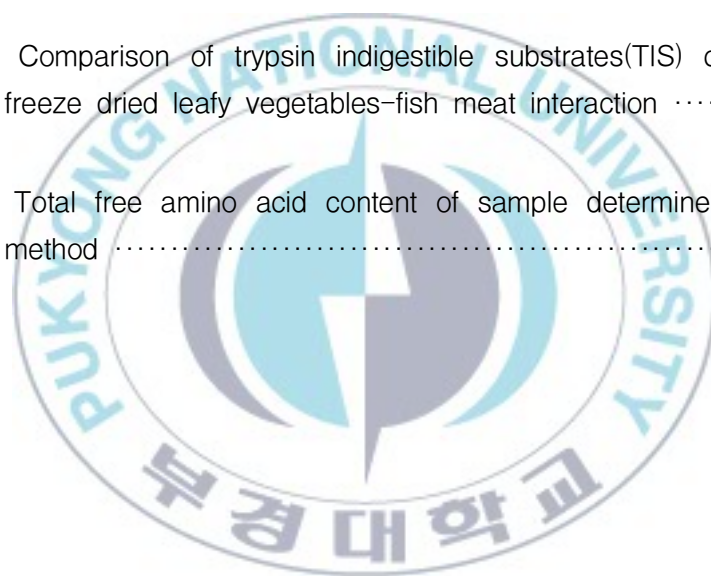
목 차

Abstract	v
I. 서론	1
II. 재료 및 방법	4
1. 재료 및 시료의 제조	4
1.1. 재료 및 시료	4
1.2. 어육 및 채소의 반응 조건	4
2. 일반성분 및 식이섬유소의 분석.....	6
2.1. 일반성분 분석	6
2.2. 총 식이섬유 함량 분석	7
3. 단백질 품질 평가	8
3.1. 단백질 소화율(<i>in vitro</i>)	8
3.2. Trypsin 비소화성물질(Trypsin Indigestible Substrates, TIS)의 정량.....	9
3.3. 유리아미노산 총량 정량	9

III. 결과 및 고찰	11
1. 일반성분 분석 및 총 식이섬유 함량	11
1.1. 일반성분	11
1.2. 총 식이섬유 함량	15
2. Dietary Fiber Source가 되는 잎채소 첨가에 의한 단백질 소화율 의 변화	17
2.1. 어육과 잎상치의 상호반응	17
2.2. 어육과 들깻잎의 상호반응	22
2.3. 어육과 백김치의 상호반응	26
3. Trypsin 비소화성물질(Trypsin Indigestible Substrates, TIS)의 생성	31
4. 상호반응에 따른 유리아미노산 총량의 변화.....	33
IV. 요약 및 결론	35
V. 참고문헌	38
감사의 글	42

Lists of Tables

<Table 1> Proximate composition of the leafy vegetables used	13
<Table 2> Proximate composition of fish meats used	14
<Table 3> Total dietary fiber content of the vegetables used	16
<Table 4> Comparison of trypsin indigestible substrates(TIS) content from freeze dried leafy vegetables–fish meat interaction	32
<Table 5> Total free amino acid content of sample determined by OPDA method	34



Lists of Figures

< Figure 1 > Relationship of pH at 10 minutes to purified soybean trypsin inhibitor concentration	10
< Figure 2 > Changes in the <i>In vitro</i> protein digestibility of freeze dried bastard halibut meat reacted with Korean romaine lettuce expressed as raw material equivalent	20
< Figure 3 > Changes in the <i>In vitro</i> protein digestibility of freeze dried bluefin tuna meat(red muscle) reacted with Korean romaine lettuce expressed as raw material equivalent	21
< Figure 4 > Changes in the <i>In vitro</i> protein digestibility of freeze dried bastard halibut meat reacted with perilla leaf expressed as raw material equivalent	24
< Figure 5 > Changes in the <i>In vitro</i> protein digestibility of freeze dried bluefin tuna meat(red muscle) reacted with perilla leaf expressed as raw material equivalent	25
< Figure 6 > Changes in the <i>In vitro</i> protein digestibility of freeze dried bastard halibut meat reacted with fermented Korean cabbage expressed as raw material equivalent	29
< Figure 7 > Changes in the <i>In vitro</i> protein digestibility of freeze dried bluefin tuna meat(red muscle) reacted with fermented Korean cabbage expressed as raw material equivalent	30

Effects of leafy vegetables on the fish protein digestibility

Mi Young Shin

*Major in Nutrition Education, Graduate School of Education
Pukyong National University*

Abstract

The effect of freeze dried leafy vegetables(dietary fiber source) on the protein digestibility of fish meat(bastard halibut and bluefin tuna) was studied on the regard of eating style(having vegetables after fish taking, fish and vegetables simultaneously taken, and eating fish after vegetables taking). The leafy vegetables used in this experiment was Korean romaine lettuce, perilla leaf and fermented Korean cabbage. The total dietary fiber(TDF) content was in the range from 33.55%(Korean romaine lettuce) to 18.48%(fermented Korean cabbage) in 100g of solid. When the freeze dried fish meat and leafy vegetables powder were reacted at 37°C for two hours, the protein digestibility was decreased to 0.30%(bastard halibut, Korean romaine lettuce first)~8.73%(bastard halibut-Korean romaine lettuce simultaneously taken). And when taking fish meat with perilla leaf, the protein digestibility was drop to 0.05%(taken bluefin tuna meat with perilla leaf at same time)~6.56%(taken perilla leaf prior to halibut meat). In case of fermented

Korean cabbage, the 0.21% lower protein digestibility was showed in taking bluefin tuna meat prior to fermented cabbage. When bastard halibut was taken after fermented cabbage, 13.27% of digestibility was decreased. The trypsin indigestible substrate(TIS) content was increased as decreasing protein digestibility. 113.24(mg/g solid) of TIS was formed when reacted bastard halibut meat with perilla leaf, and 158.16(mg/g solid) in bluefin tuna(red muscle) with fermented Korean cabbage. The smaller free amino acid was released from the reacted fermented cabbage with fish meat when compared with Korean romaine lettuce and perilla leaf with fish meat. From the results of above, the more quantity of leafy vegetables resulted the lower protein digestibility when eating fish after taking vegetables. But when fish was taken prior to vegetables, there was low impact on protein digestibility even though leafy vegetables were eaten more. Therefore, eating manner such as taking vegetables before raw fish could has a possibility to prevent adult diseases such as obesity, high cholesterol, sclerosis of the arteries, high blood pressure, and diabetes.

I. 서 론

전통적인 수산물 선호국으로 알려진 우리나라의 대표적인 해수양식어종인 넙치(*Paralichthys olivaceus*)는 흔히들 광어라 불리며, 품미 및 조식감이 뛰어나 도미류와 함께 횡감용으로 이용되어지는 최고급 어종이다. 한국 해양수산개발원 수산업관측센터에서 조사된 올 상반기 넙치 생산량은 2만 5,393톤으로 작년 상반기보다 12.4% 증가했으며 이 양은 최근 3년 내 같은 기간 생산량 중 가장 많은 양이다. 넙치는 가을부터 겨울에 이르는 동안 맛이 가장 좋아진다고 알려져 있으며, 어린이의 발육에 필요한 라이신이 특히 많아 어린이나 노인 또는 회복기에 있는 사람에게 훌륭한 식품으로 권장되고 있다(1). 또한 원양산 어류로서 남너노소 누구나 좋아하고 즐겨먹는 참다랑어(*Thunnus thynnus*)는 농어목 고등어 과의 바닷물고기로 북반구에 서식하는 북방 참다랑어와 3대양의 남부에만 서식하는 남방 참다랑어 2종으로 나뉜다. 세계 참다랑어 소비량은 일본 47만t을 비롯해 유럽연합 29만t, 미국 26만t, 한국 2만6000t 등으로 연간 100만t을 상회하고 있다. 참다랑어는 지방함량이 높아지는 12월~2월에 가장 맛이 좋아 회, 초밥 등으로 즐겨 먹으며, 육질이 곱고 맛이 매우 좋은 것이 특징이다.

한국인은 회의 형태로 어육을 취식할 때 상치를 비롯한 잎채소를 곁들여 찜의 형태로 이용하는 것이 일반적이다. 이러한 잎채소에는 식이섬유소가 다량 함유되어있어 인체의 소화관에서 소화·흡수되지 못하므로, 에너지원으로서의 영양적 가치는 없지만 이들의 다양한 물리화학적 특성으로 인한 여러 가지 생리적 효과 - 변비, 다발성 게실증, 치질, 당뇨, 심장

혈관계 질환, 비만, 대장암 등의 예방 또는 치료 - 에 관한 연구들이(2-3) 보고됨에 따라 의학적 및 영양학적으로 중요한 식품성분으로서 관심을 모으게 되었다. Trowell(4)과 Southgate(5)등은 식이섬유소를 “ 인간의 소화관에서 분비되는 효소에 의하여 소화되지 않는 세포벽 물질로서 식물성 다당류와 리그닌(lignin)의 합 ”으로 정의하였다. 즉, 식이섬유소란 cellulose와 hemicellulose, pectin, gum, mucilage와 같은 다당류와 리그닌으로 된 복합물질이며, 이중 cellulose 및 일부 hemicellulose와 리그닌은 불용성 식이섬유소(insoluble dietary fiber, IDF)이고 일부 hemicellulose, pectin, gum, mucilage 들은 수용성 식이섬유소(soluble dietary fiber, SDF)들이다. 특히 pectin, gum 등과 같은 수용성 식이섬유소는 높은 수분 보유능(water holding capacity, WHC)을 가지는데 이로 인해 gel matrix를 형성하여 장내 내용물의 점도를 증가시키며, gastric emptying이 더디어지고(6), 대변의 부피를 증대시켜 발효능을 높이이고 한다. 불용성 식이섬유소 중 리그닌은 담즙산의 배설을 증가시키고 혈장 콜레스테롤 저하 효과를 가져와 동맥경화증, 고지혈증 등의 성인병의 예방이나 치료에 효과적인 것으로 알려져 있다(9-10). 이와 같이 식이섬유소는 여러 가지 유익한 물리적 생리적 효과를 가지는 반면 양이온 교환능력(cation exchange capacity)으로 인해 무기질, 비타민류 같은 미량 영양소들과 결합함으로써 그들의 흡수나 생체 유용성(bioavailability)을 저하시킬 뿐만 아니라(11) 단백질, 지질, 당질의 소화나 흡수를 지연시키거나 감소시킨다(12-17). 현재 우리나라도 국민소득의 향상과 더불어 식생활 양상의 변화로 식이에너지 섭취량이 증가하면서 비만, 고지혈증, 동맥경화, 고혈압 및 당뇨 등의 성인병 발생이 점점 증가하는 추세이며(18) 최근 들어 식이섬유가 인체 내에서 유익한 기능성 성분으로 알려짐에 따라 2005년 한국인 영양섭취기준이 새로이 책정되면서

식이섭유에 대한 충분섭취량으로 모든 연령에 대해 12g/1000kal를 설정하였다. 이에 따라 성별, 연령별로 평균 에너지 필요추정량을 토대로 식이섭유 충분섭취량이 제시되었다.

지금까지 발표된 식이섭유소에 의한 단백질 소화율 변화에 관한 보고는 주로 단백질 급원으로서 casein을 이용한 것이었고 육류 및 어류들을 이용한 보고는 San Miguel(17) 등과 Ryu 등(27)에 의하여 섭유소와 단백질의 직접적인 결합에 관련된 연구에 국한되고 있다. 그러나 dietary fiber의 섭취형태 및 양에 따른 연구는 발표되지 않아 본 연구에서는 어류 섭취 시 같이 상식하게 되는 잎채소 종류와 양, 취식방법(어육 취식 후 채소섭취, 어육과 채소를 동시에 섭취, 채소취식 후 어육섭취)에 따라 과연 이들이 얼마나 어육단백질소화율에 영향을 미치는지를 조사하였다. 잎채소는 가용성섭유함량이 많은 잎상치(Korean romaine lettuce)와 난용성섭유함량이 많은 것으로 알려진 들깻잎(perilla leaf) 그리고 배추백김치(fermented Korean cabbage)를 선택하여 이들 채소가 대표적인 백색육 어회인 넙치(bastard halibut)와 참다랑어 적색육(bluefin tuna<red muscle>)의 단백질 소화율에 미치는 영향을 섭유소와 어육단백질소화율과의 상호반응을 통해 검토하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료 및 시료의 제조

1.1 재료 및 시료

본 연구에서 사용한 제주도산 넙치(bastard halibut)는 2010년 01월 제주광어 클러스터 사업단에서 제공받았으며, 동년 04월 동원산업(주)에서 참다랑어(bluefin tuna<red muscle>)를 fillet의 형태로 ice box에 빙장시켜 운반하였다. 또한 2009년 10월 부산시 진구 소재 대형 H마트에서 상치, 갯잎, 백김치를 구입하여 세척하고 모든 시료를 세절하여, 진공 동결 건조기(EYELA FDU-2000)로 동결, 건조하여 80 mesh로 분쇄한 뒤 -20℃ 냉동실에 보관하면서 실험하였다.

1.2 어육 및 채소의 반응조건

잎채소와 어육의 취식 방법은 세 가지로 나누어 실험하였다. 어육 취식 후 채소를 섭취하는 경우에는 진공동결 건조한 어육 분말에 α -chymotrypsin(41 units/mg solid, SIGMA), trypsin (17,600 BAEE units/mg solid, SIGMA) 및 peptidase (102 units/mg solid, SIGMA) 혼합효소액 1ml를 가하여 37℃에서 10분간 가수 분해시킨 뒤, *Streptomyces griseus* prttease

(4.5 units/mg solid, SIGMA) 효소 용액 1ml를 추가로 가하여 55℃에서 10분간 다시 가수분해 시킨 다음 진공동결 건조한 잎채소 분말을 넣어 37℃에서 2시간 더 반응 시킨 다음 pH를 측정하였다. 어육과 채소를 동시에 섭취하는 경우에는 섞인 어육과 잎채소를 37℃에서 2시간 반응 시킨 뒤, 네 가지 혼합효소액 1ml 씩을 가하여 20분간 가수 분해시킨 다음 pH를 측정하였다. 채소 취식 후 어육을 섭취하는 경우에는 먼저 잎채소 분말을 넣어 20분간 반응 시킨 뒤, 어육을 넣어 2시간 더 반응시킨 다음 네 가지 혼합효소액 1ml 로 가수 분해시켜 pH를 측정하였다.

단백질 소화율 변화 실험에 사용 될 잎채소와 어육의 취식 양은 다음과 같다. 실생활에서 넙치와 참다랑어를 생육으로 섭취했을 경우 어육 한 점의 무게는 각 3g에 해당되고 잎상치의 생으로 취식했을 경우 채소 한 장의 무게는 11.8g에 해당된다. 그러나 단백질 소화율 실험에 이용되는 시료는 진공동결 건조된(% 100g solid) 넙치 분말과 잎상치 분말이 사용됨으로 구해진 단백질의 양에 단백계수를 나눠 어육과 채소의 반응 비율을 구하였다. 단백질 소화율 실험에 사용 될 넙치의 무게는 0.0870g이며 잎상치와의 반응 비율은 12:1이므로 잎상치 한 장의 무게는 0.0163g이 된다. 마찬가지로 참다랑어의 무게는 0.0692g이며 잎상치와의 반응 비율은 36:1이므로 잎상치 한 장의 무게는 0.0052g이 된다.

넙치와 참다랑어를 생육으로 섭취했을 경우 어육 한 점의 무게는 각 3g에 해당되고 들깻잎을 생으로 취식했을 경우 채소 한 장의 무게는 5.5g에 해당된다. 실험에 이용 될 진공동결 건조된 넙치와 참다랑어의 무게는 앞서 제시한 바와 같다. 넙치와 들깻잎과의 반응 비율은 15:1로 들깻잎 한 장의 무게는 0.0168g이 되며 참다랑어와 반응 비율은 44:1로 0.0055g에 해당된다.

넙치와 참다랑어의 생육 한 점의 무게는 각 3g이며 백김치를 생으로 취식했을 때 채소 한 장의 무게는 11.2g에 해당된다. 백김치 또한 진공동결 건조된 어육의 무게는 앞서 제시한 바와 같으며 어육이 넙치인 경우 백김치와의 반응 비율은 7:1로 채소 한 장의 무게는 0.0490g이 된다. 참다랑어의 경우에는 반응 비율이 20:1로 백김치 한 장의 무게는 0.0165g이다.

2. 일반성분의 및 식이섬유소의 분석

2.1 일반성분 분석

일반성분은 AOAC법에 따라 수분함량은 105℃ 상압가열건조법으로, 회분함량은 550℃ 건식회화법을 사용하여 분석하였으며, 조단백질 함량은 semi-micro Kjeldahl법으로, 조지방은 Soxhlet법으로 추출하였다(19). 탄수화물은 시료 전체 무게(%)에서 수분, 회분, 조단백, 조지방을 뺀 나머지를 %로 표시하였다.

2.2 총 식이섬유 함량 분석

식이섬유 분석은 Prosky(20)법에 따라 정량하였다. 즉 시료를 1g씩 두 개의 비커에 취하고 0.05M-인산완충용액(pH 6.0)을 40ml씩 가한 후 내열성 α -amylase 를 50 μ l 가하고 95℃ water bath에서 15분간 교반한 다음 25분간 정치하였다. 그 다음 60℃로 냉각 후 0.17N-NaOH로 pH7.5로 조정하여 protease를 100 μ l씩 가하고 60℃ 항온수조에서 교반하면서 30분간 반응시켰다. 여기에 0.5N-HCl 5ml 가하여 혼합하고 60℃에서 pH4.5 ~ 4.7로 조정한 다음 amyloglucosidase solution 300 μ l 넣고 60℃에서 30분간 교반시켰다. 반응이 끝난 비커에 95% 에탄올 4배량을 가하여 60분간 방치한 다음 여과하였다. 잔사를 78% 에탄올, 95% 에탄올 그리고 아세톤을 각각 15ml로 세척한 후 105℃ 건조기에서 하룻밤 건조시키고 무게를 달았다. 두 개의 시료 중 하나는 단백질 정량, 하나는 회분 정량을 하여 제한량을 총 식이섬유량으로 하였다. 함량 계산은 다음과 같이 하였다.

$$\text{총 식이섬유량(\%)} = \frac{\text{잔사무게(mg)} - \text{단백질량(mg)} - \text{회분량(mg)} - \text{blank}}{\text{평균 시료량(mg)}} * 100$$

3. 단백질 품질 평가

3.1 단백질 소화율 (*in vitro*)

어육의 단백질 소화율(*in vitro* protein digestibility)은 Satterlee 등의 방법을 수정한 AOAO법(21)으로 측정하였다. 대조단백질로는 ANRC sodium caseinate를 사용하였으며, α -chymotrypsin(41 units/mg solid, SIGMA), trypsin (17,600 BAEE units/mg solid, SIGMA) 및 peptidase (102 units/mg solid, SIGMA) 혼합효소 1ml를 가하여 37℃에서 10분간 가수 분해시킨 뒤, *Streptomyces griceus* protease(4.5 units/mg solid, SIGMA)로 55℃에서 10분간 다시 가수분해 시켰을 때의 pH를 측정하고 다음 식에 의해 계산하였다.

$$\% \text{ digestibility} = 234.84 - 22.56X$$

X: 효소 가수분해 20분후의 pH

3.2 Trypsin 비소화성물질(Trypsin Indigestible Substrates, TIS)의 정량

시료의 TIS 함량은 Rhinehart법(22)을 개량한 Ryu(23)의 방법으로 측정하였다. 즉, 세 가지 시료의 dietary fiber 0.3g을 취하여 재증류수 10ml를 가해 실온에서 2시간 동안 수화시킨 후, 이 용액을 2ml 취하였다. 정제 soybean trypsin inhibitor(Sigma제, 10,000 BAEE units/mg solid) 용액은 15.6mg/5ml 재증류수로 만들었다. ANRC casein에 trypsin inhibitor 용액 0.25, 0.5, 0.75, 1.00ml를 가한 후, pH 8.0으로 맞춘 뒤, trypsin 용액(Sigma제, 14,600 BAEE units/mg solid, 14.6mg/10ml) 1ml를 가하여 10분간 가수분해 시켰을 때의 pH와 정제 soybean trypsin inhibitor량과의 관계로서 표준곡선을 작성하였다(Fig.1). 이 때 상관계수는 0.9883이었고, 직성방정식은 다음과 같았다.

$$Y = 1.3865X - 8.8384$$

(X = 10분 때의 pH / Y = 정제 soybean trypsin inhibitor의 량)

TIS의 함량 표시는 시료 g당 정제 soybean trypsin inhibitor의 mg에 해당하는 량으로 하였다.

3.3 유리아미노산 총량 정량

유리아미노산 총량을 정량하기 위해서는 Rowelt와 Murphy(24) 및 Church 등(25)의 OPDA법을 사용하였으며, 결과는 DL-leucine과 DL-lysine 당량으로 표시하였다.

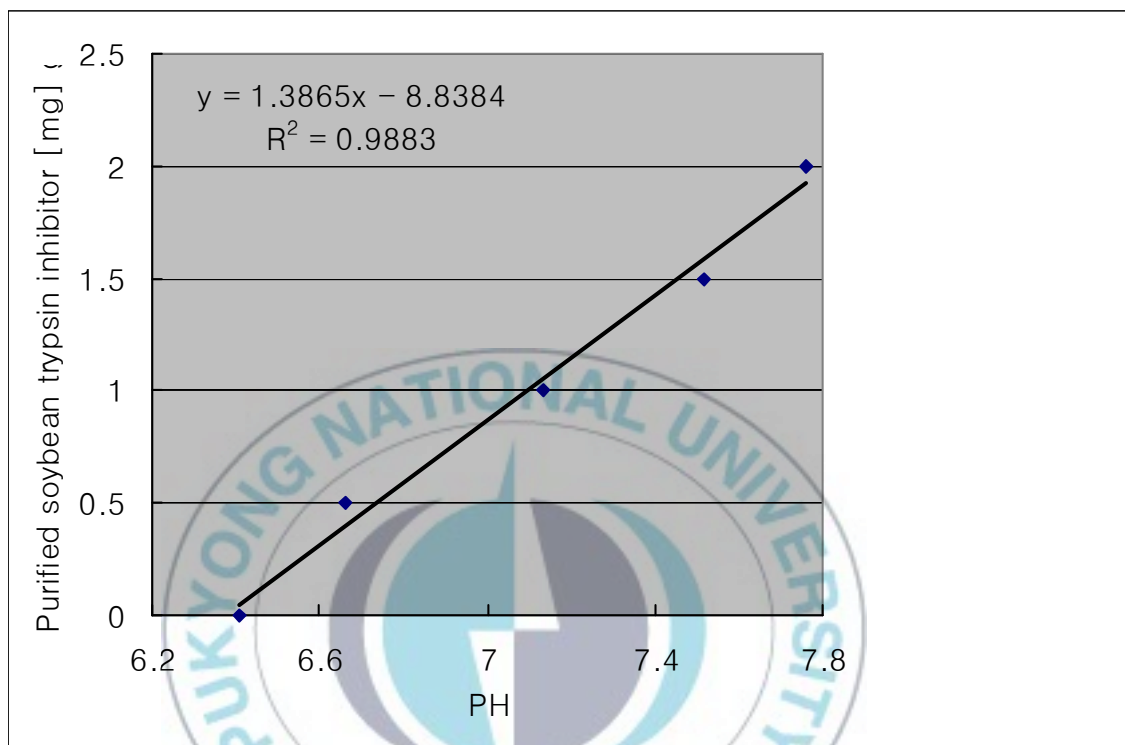


Figure 1. Relationship of pH at 10 minutes to purified soybean trypsin inhibitor concentration.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 일반성분 분석 및 총 식이섬유 함량

1.1 일반성분

본 실험에 이용된 잎상치(Korean romaine lettuce), 들깻잎(perilla leaf), 백김치(fermented Korean cabbage)의 수분, 조단백, 조지방, 회분의 함량은 Table 1.과 같다. 식품성분표(26)와 비교해보면 상치의 경우 수분함량과 조단백의 함량은 비슷했고 조지방은 약 1/2 가량 함량이 낮았으며 회분은 2배 이상의 높은 함량이 나타났다. 들깻잎의 경우 다른 식이섬유소 보다 수분함량은 낮았고 조단백질은 높게 나타났다. 이는 식품성분표(26)와 비교 시 수분함량과 회분의 함량은 비슷했으며 조지방의 함량은 47.5% 조단백의 함량은 29% 정도 높게 나타났다. 백김치의 경우도 다른 식이섬유소 보다 단백질 함량은 낮고 조지방 함량이 높게 나타났는데 식품성분표(26)와 비교해보면 수분함량을 제외한 나머지 조단백, 회분의 함량은 1/2 가량 낮게 나왔으며 조지방은 2배 이상 높은 함량이 나왔다. 이와 같은 결과는 식품의 토양이나 재배조건, 기후, 품종 및 제조방법 등의 여러 조건에 기인된 것이라 사료된다.

넙치(bastard halibut)와 참다랑어(bluefin tuna<red muscle>)의 수분, 조단백, 조지방, 회분의 함량은 Table 2.와 같다. 넙치의 경우 수분함량은 식품성분표(26)와 한국수산식품표(32)를 비교해봤을 때 5%정도 낮게 나타났

으며 나머지 조단백, 회분의 함량은 2.3%~8% 가량 높게 나왔다. 특히 조지방의 함량이 56% 가량 높게 나타났는데 이러한 결과는 실험에 사용된 넙치의 부위에 따른 차이라고 생각된다. 참다랑어의 수분함량은 식품성분표(26)와 한국수산식품표(32) 비교 시 거의 같았으며 조단백과 조지방이 10% 이상 낮게 나타났다.



Table 1. Proximate composition of the leafy vegetables used.
% 100g sample (% 100g solid)

Composition		Moisture	Crude protein	Crude fat	Carbohy- drate	Ash
Korean romaine lettuce	Raw	93.29	2.12(31.59)	0.18(2.68)	2.55(38.00)	1.86(27.71)
	Freeze dried	9.71	26.80(29.68)	6.45(7.14)	37.73(41.78)	19.31(21.38)
Perilla leaf	Raw	85.13	4.78(32.14)	0.59(3.96)	7.44(50.03)	2.06(13.85)
	Freeze dried	5.39	29.44(31.11)	4.00(4.22)	49.78(52.61)	10.95(11.57)
Fermented Korean cabbage	Raw	92.72	0.56(7.69)	0.80(10.98)	4.32(59.34)	1.59(21.84)
	Freeze dried	6.40	13.48(14.40)	8.30(8.86)	48.43(51.74)	23.39(24.98)

Table 2. Proximate composition of fish meats used.

% 100g sample (% 100g solid)

	Sample	Moisture	Crude protein	Crude fat	Ash
Raw	Bastard halibut	72.44	22.12(80.26)	2.66(9.65)	1.33(4.82)
	Bluefin tuna (red muscle)	73.47	21.79(82.13)	0.49(1.84)	1.69(6.37)
Freeze dried	Bastard halibut	4.92	68.25(71.78)	19.81(20.83)	4.45(4.68)
	Bluefin tuna (red muscle)	8.39	82.73(90.30)	0.47(0.51)	6.23(6.80)

1.2 총 식이섬유 함량

잎상치(Korean romaine lettuce), 들깻잎(perilla leaf), 백김치(fermented Korean cabbage)의 총 식이섬유의 함량은 Table 3.과 같다. Total dietary fiber(TDF)함량은 잎상치가 33.55%로 가장 높게 나타났고, 백김치가 18.48%로 가장 낮게 나타났다. 식이섬유는 소화기관 내에서 유용한 물질로서 특히 보수력, 흡수력, 양이온 교환력이 대표적인 특성이며, 혈중 콜레스테롤을 저하시키고, 섬유소 자체의 수분 보유력으로 대장의 운동을 촉진하여 배변작용을 용이하게 하며, 식후 혈당을 낮게 유지하는 역할을 한다. 이러한 식이섬유소가 소화기관을 통과할 때 섬유질의 특성이 인체 내에서의 소화, 흡수 과정에 영향을 주어 생리작용에 영향을 미치게 된다. 본 실험 결과 중 들깻잎의 TDF값은 Ryu 등(27)의 결과와 거의 비슷한 경향을 보였고, 잎상치는 2배가량 높았으며 백김치의 TDF값은 Moon과 Ryu(28) 보다 건물기준 약 11% 적은 함량을 보였다. 이는 식품의 제조방법이나 재배 조건 등의 여러 조건 차이에서 온 것이라 생각된다.

Table 3. Total dietary fiber content of the vegetables used.
% 100g sample (% 100g solid)

Samples	Total dietary fiber
Korean romaine lettuce	2.251(33.55)
Perilla leaf	3.693(24.84)
Fermented Korean cabbage	1.345(18.48)

2. Dietary Fiber Source가 되는 잎채소 첨가에 의한 단백질 소화율의 변화

식품단백질의 영양을 평가하는데 있어서 일반적인 방법인 구성 아미노산의 총량 외에도 단백질 소화율(*in vitro* protein digestibility)도 중요한 평가방법으로 알려져 있다. 특히 dietary fiber는 단백질의 소화나 흡수를 방해하거나 지연시켜, 단백질의 생체 유용성(bioavailability)을 저하시키는데, 그 정도는 섬유소의 종류나 양에 따라 좌우되며, 각 성분의 분자내의 결사슬(branching)의 분포 정도, uronic acid기의 존재, gel 형성능에 기인된다고 알려져 있다(15-16). 반응시간은 앞서의 실험방법에서 서술했듯이 dietary fiber의 충분한 수화를 도모하기 위해 문헌(15-16)에 따라 2시간으로 정하였다.

2.1. 어육과 잎상치의 상호반응

잎상치는 한국인 생선회를 먹을 때 가장 많이 곁들여 먹는 채소이다. 따라서 이에 의한 생선회 소화율 변화를 알아보기 위하여 진공동결 건조한 어육과 채소 분말을 이용하여 단백질 소화율 변화를 실험한 결과를 Fig. 2와 3에 나타내었다.

진공동결 건조한 잎채소를 전혀 첨가하지 않은 넙치의 단백질소화율은 93.21%이었으며 91.01%의 참다랑어 소화율보다 2.2% 높았다. 이는 Ryu 등(29)의 넙치의 생육 *in vitro* 단백질소화율보다 3% 이상 높은 수치로 Ryu와 Lee(30)의 어류단백질의 *in vitro* 소화율은 89% 이상이라는 보고와 일치하였다.

넙치를 먼저 취식 한 다음 채소를 먹는다면 소화율이 어떻게 변하는가를 알아보기 위하여, 먼저 진공동결 건조한 넙치육 분말에 네 가지 혼합효소액 1ml씩을 가하여 20분간 가수 분해시킨 뒤, 진공동결 건조한 잎상치 분말을 넣어 2시간 반응 시킨 후 pH를 측정하여 단백질 소화율의 변화를 측정하였다. 넙치를 먼저 취식했을 경우 잎상치의 양을 1배, 2배, 3배로 늘려감에 따라 단백질소화율은 각각 2.17%, 2.35%, 2.37% 로 떨어졌다. 이는 넙치를 먼저 취식한 후 20분이 지나 채소를 섭취하게 되면 단백질소화율 감소에 아주 미비한 영향을 미치며 채소의 양과도 크게 상관이 없음을 알 수 있었다.

넙치를 잎상치와 같이 취식했을 경우의 단백질 소화율 변화를 알아보기 위하여 실험 방법에서도 기술했듯이 진공동결 넙치 분말 0.0870g에 잎상치 분말 0.0163g을 섞어 2시간 반응시킨 후 넙치육 단백질 소화율을 측정하였다. 잎상치의 양을 1배, 2배, 3배로 늘려감에 따라 단백질소화율은 각각 2.19%, 4.43%, 8.73% 로 떨어졌다.

잎상치를 선 취식한 후 넙치를 섭취했을 경우에는 효소용액에 첨가하는 잎상치 양을 1배, 2배, 3배로 늘려감에 따라 단백질소화율은 각각 0.30%, 2.71%, 7.59%로 떨어짐을 알 수 있었다. 따라서 어육과 채소를 같이 섭취하는 경우와 채소를 먼저 먹고 어육을 뒤에 먹는 두 가지 경우 모두 채소의 양이 늘어남에 따라 단백질소화율이 유의적으로 감소함을 알 수 있었다. 동시 취식과 채소 선 취식 간의 감소율을 놓고 비교해보면 이 두 가지 방법에 큰 차이는 없었으나 넙치와 채소를 같이 취식하는 것이 채소를 먼저 취식한 후 넙치를 취식한 경우보다 단백질소화율 감소가 조금 더 큰 것으로 나타났다.

참다랑어 적색육과 잎상치를 같이 먹는 경우의 소화율 변화를 알아보기 위해 앞의 넙치-잎상치 실험과 같은 요령으로 실험하였다.

어육을 잎상치 보다 먼저 취식했을 경우 채소의 양을 1배, 2배, 3배로 늘려감에 따라 단백질소화율이 각각 1.38%, 1.52%, 2.04% 로 떨어졌는데 참다랑어를 먼저 취식한 후 20분이 지나 채소를 섭취하는 것은 단백질소화율 감소에 큰 영향을 미치지 않았다.

참다랑어를 잎상치와 같이 취식했을 경우 채소의 양을 1배, 2배, 3배로 늘려감에 따라 단백질소화율은 각각 1.66%, 4.43%, 5.32% 로 떨어져 앞서 참다랑어를 잎상치와 같이 취식하는 경우와 마찬가지로 단백질소화율감소에는 유의적인 변화가 없었다.

잎상치를 먼저 취식한 후 참다랑어를 취식했을 경우에는 채소의 양을 1배, 2배, 3배로 늘려감에 따라 각각 0.97%, 4.09%, 5.00% 로 단백질소화율이 유의적으로 감소함을 알 수 있으며 세 가지 섭취형태 중 가장 단백질소화율 감소폭이 큼을 알 수 있었다.

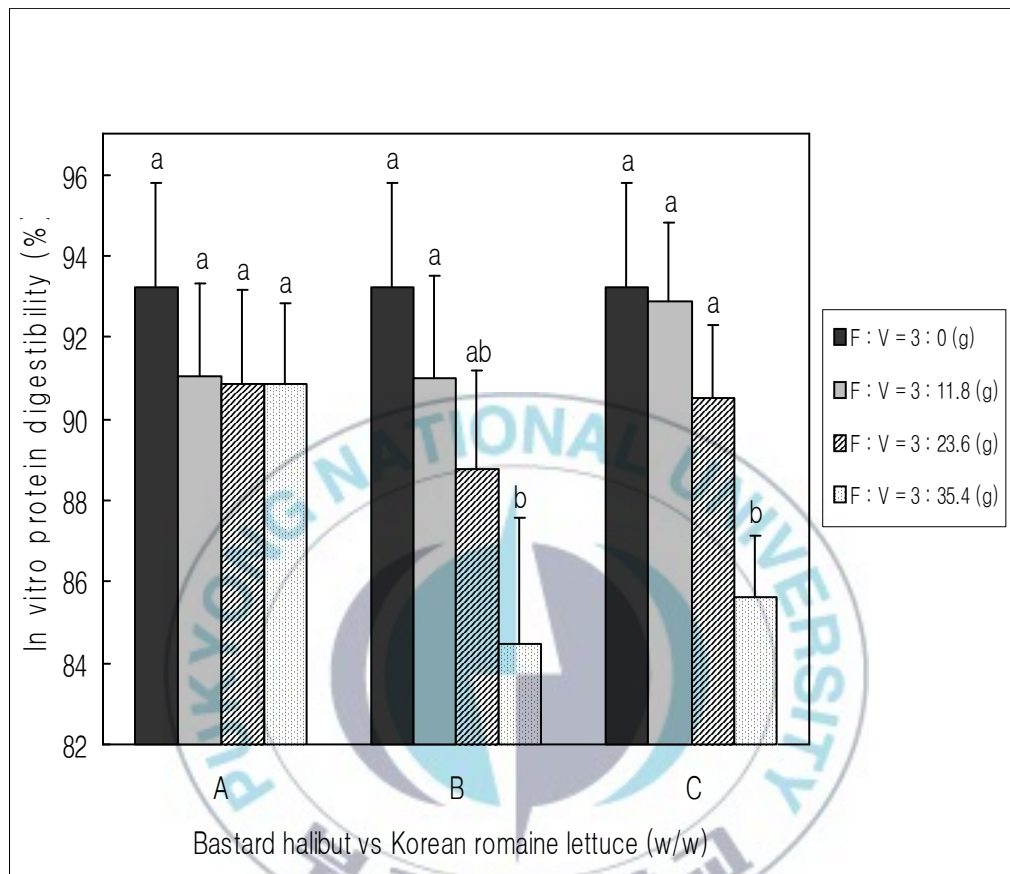


Fig. 2. Changes in the *In vitro* protein digestibility of freeze dried bastard halibut reacted with Korean romaine lettuce expressed as raw material equivalent.

A : Pre-digested fish meat was reacted with vegetables. Those was regarded as eating fish meat prior to vegetables.

B : Interacted fish meat with vegetables was digested by enzyme. Those was regarded as eating vegetables and fish meat at same time.

C : Fish meat was digested by the pre-reacted enzyme with vegetable powder. Those was regarded as eating vegetables prior to fish meat.

F : Fish meat, V : Vegetable

a-c Superscripts letters indicate significant different at $p=0.05$ by Ducan's multiple range test.

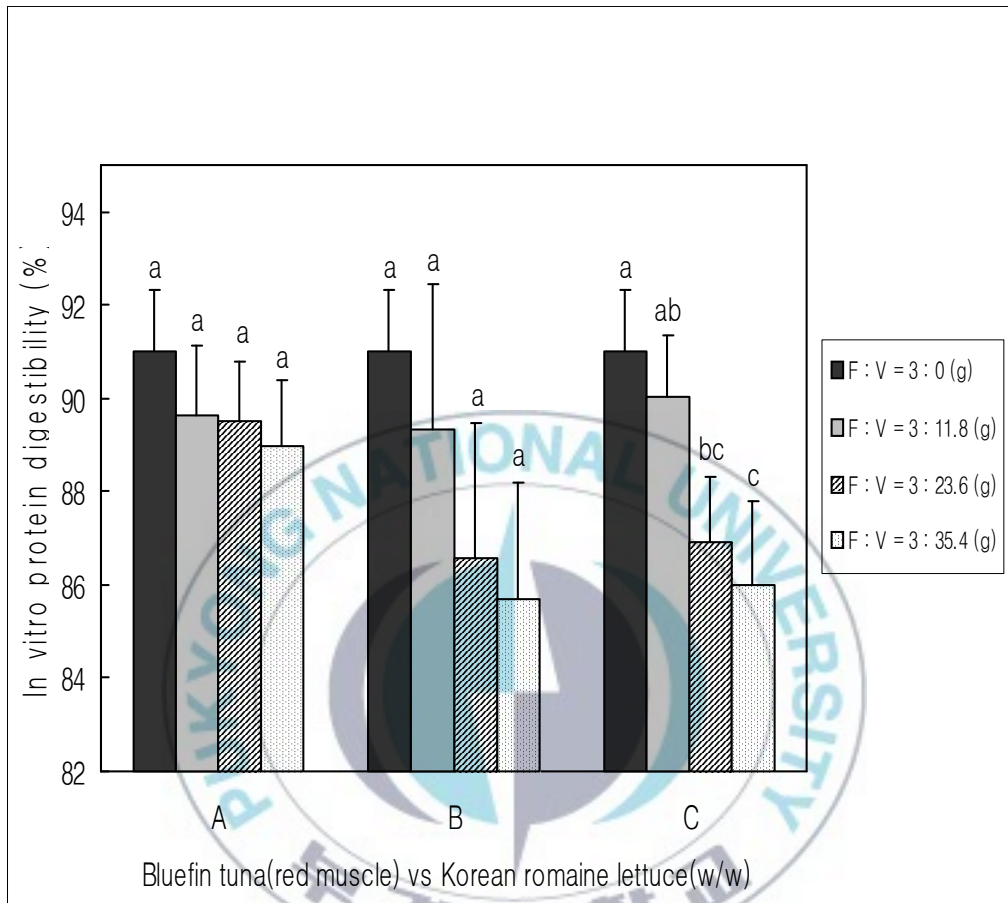


Fig. 3. Changes in the *In vitro* protein digestibility of freeze dried bluefin tuna (red muscle) reacted with Korean romaine lettuce expressed as raw material equivalent.

Interpretation in this Figure is as same as in Fig. 2.

2.2. 어육과 들깻잎의 상호반응

들깻잎은 세계에서 유일하게 우리나라에서 채소로 이용되고 있으며 들깻잎 고유의 독특한 향미로 인해 비린내가 많이 나는 어육 취식이나 조리
에 널리 사용된다. 특히 생선회 취식 시에 거의 필수적이라고 볼 수 있다.
따라서 생선회 취식 시 들깻잎을 곁들여 먹는다면 어육 소화율이 어떻게
변화하는지를 상기의 넙치 또는 참다랑어 어육과 잎상치 실험에서와 같은
방법으로 실험하여 그 결과를 Fig. 4와 5에 나타내었다.

넙치를 들깻잎보다 먼저 취식했을 경우 채소의 양을 1배, 2배, 3배로 늘
려감에 따라 단백질소화율은 각각 1.08%, 1.44%, 4.20%로 가량 떨어졌으며
채소 양에 따른 유의적인 변화는 없었다.

넙치를 들깻잎과 같이 취식했을 경우 채소의 양을 1배, 2배, 3배로 늘려
감에 따라 단백질소화율은 각각 0.42%, 2.34%, 6.26% 로 떨어졌으며 앞서
넙치를 들깻잎보다 먼저 취식하는 경우와 마찬가지로 단백질소화율감소
는 유의적인 변화가 없었다.

들깻잎을 먼저 취식한 후 넙치를 취식했을 경우는 채소의 양을 1배, 2
배, 3배로 늘려감에 따라 각각 3.30%, 3.73%, 6.56% 로 단백질소화율이 유
의적으로 감소함을 알 수 있으며 세 가지 섭취형태 중 가장 단백질소화율
감소폭이 큼을 알 수 있었다. 채소취식 후 어육을 섭취하는 경우 다른 두
가지 섭취형태보다 단백질소화율에 유의적인 감소가 있는 이유는 채소가
우리 인체 내 섭취된 후 수화되어 어육의 유리된 단백질과 반응하기까지
어느 정도의 시간이 걸릴 것이라 예상되며 이러한 시간적인 영향이 어육을
먼저 섭취하거나 어육과 함께 채소를 취식하는 경우 미처 유리된 단백질과
dietary fiber가 서로 반응을 일으키지 못해 단백질소화율감소에 위와 같은

영향을 미쳤을 것이라 생각된다.

참다랑어 어육을 들깻잎보다 먼저 취식했을 경우에도 채소의 양을 1배, 2배, 3배로 늘려감에 따라 단백질소화율이 각각 0.98%, 1.45%, 2.28% 로 떨어졌으며 그 결과 어육을 먼저 취식한 후 20분이 지나 채소를 섭취하는 것은 단백질소화율 감소에 큰 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다.

참다랑어를 들깻잎과 같이 취식했을 경우 채소의 양을 1배, 2배, 3배로 늘려감에 따라 단백질소화율은 각각 0.05%, 1.02%, 5.39% 로 떨어졌지만 참다랑어를 들깻잎보다 먼저 취식하는 경우와 마찬가지로 단백질 소화율 감소에는 유의적인 변화를 주지 않았다.

들깻잎을 먼저 취식한 후 참다랑어를 취식했을 경우는 채소의 양을 1배, 2배, 3배로 늘려감에 따라 각각 2.02%, 2.18%, 5.98% 로 단백질소화율이 유의적으로 떨어지고 있었으며 세 가지 섭취형태 중 가장 단백질소화율 감소폭이 큼을 알 수 있었다.

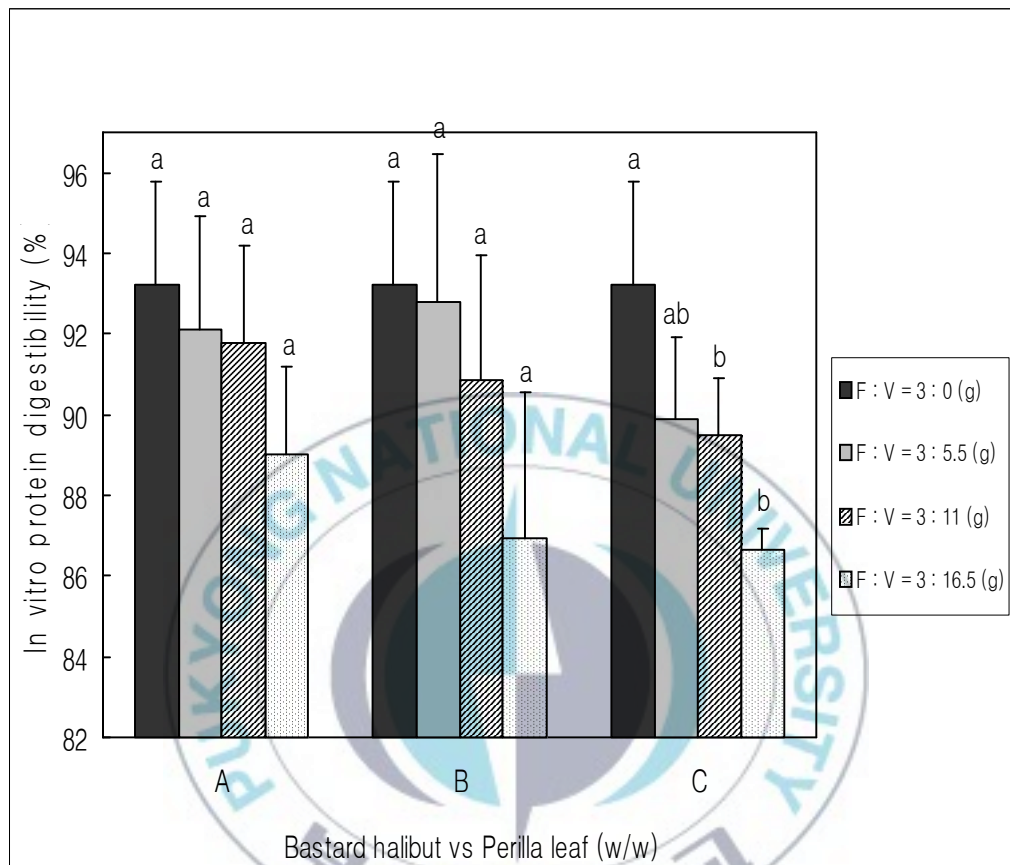


Fig. 4. Changes in the *In vitro* protein digestibility of freeze dried bastard halibut reacted with perilla leaf expressed as raw material equivalent.

Interpretation in this Figure is as same as in Fig. 2.

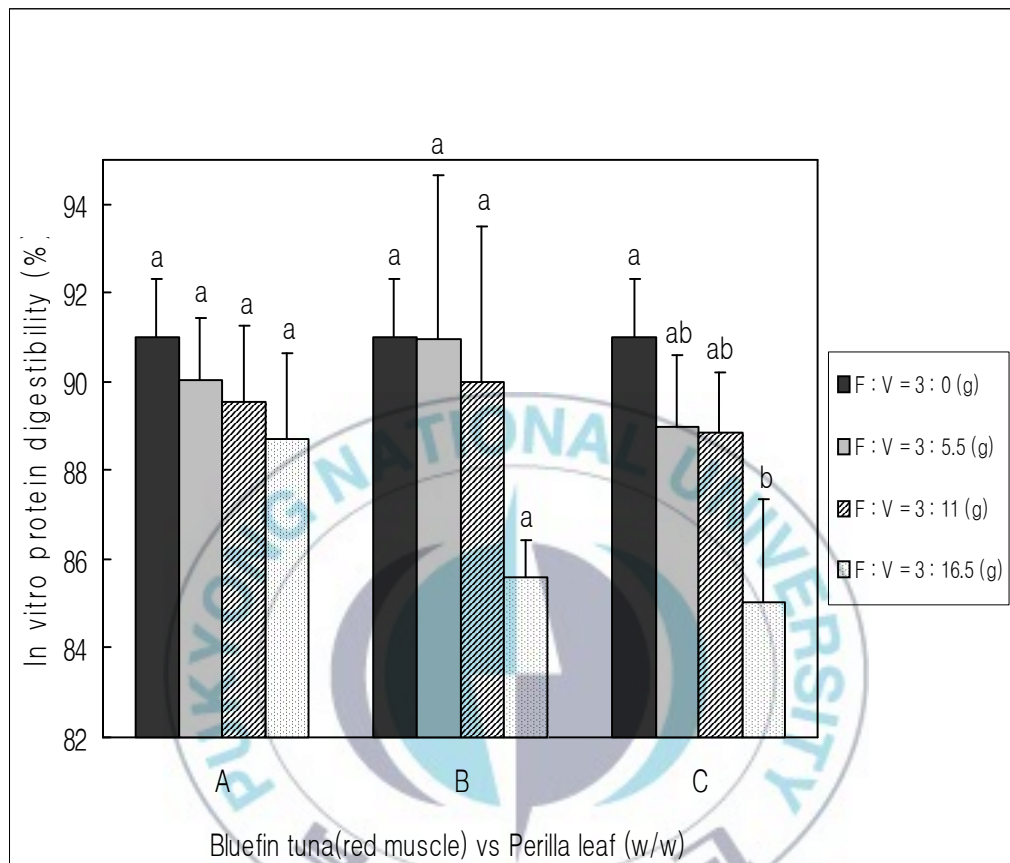


Fig 5. Changes in the *In vitro* protein digestibility of freeze dried bluefin tuna(red muscle) reacted with perilla leaf expressed as raw material equivalent.

Interpretation in this Figure is as same as in Fig. 2.

2.3. 어육과 백김치의 상호반응

고추와 같은 자극성 양념을 되도록 적게 넣어 삭힌 배추 백김치는 남해안 도서 지방 및 경상남도 해안의 횃집에서는 생선회 취식 시 널리 이용되는 채소 반찬이다. 따라서 백김치를 생선회와 곁들여 먹었을 때의 어육 단백질 소화율에 미치는 영향을 다른 채소(잎상치 및 들깻잎)와 비교하고 그 결과를 Figure 6 과 7에 나타내었다.

넙치를 백김치보다 먼저 취식했을 경우 백김치의 양을 1배, 2배, 3배로 늘려감에 따라 단백질소화율은 각각 1.97%, 2.91%, 3.17% 가량 떨어졌는데 넙치를 먼저 취식한 후 20분이 지나 백김치를 섭취하는 경우 단백질소화율 감소가 잘 일어나지 않았으며, 백김치의 양과도 크게 상관이 없음을 알 수 있었다.

넙치를 백김치와 같이 취식했을 경우 백김치의 양을 1배, 2배, 3배로 늘려감에 따라 단백질소화율은 각각 5.08%, 7.42%, 10.59% 떨어졌었고, 백김치를 먼저 취식 한 후 넙치를 취식했을 경우에도 단백질소화율은 각각 10.43%, 11.57%, 13.27%로 떨어졌다. 두 가지 경우 모두 채소의 양이 늘어남에 따라 단백질소화율이 유의적으로 감소함을 알 수 있었다. 특히 채소 취식 후 어육을 취식한 경우의 단백질소화율 감소폭이 더 컸으며 어육 섭취 후 채소를 섭취한 경우와 비교 해보면 약 2배 이상의 감소율을 보였다.

참다랑어 적색육을 백김치보다 먼저 취식했을 경우 백김치의 양을 1배, 2배, 3배로 늘려감에 따라 단백질소화율이 각각 0.21%, 2.11%, 2.45% 적게 떨어져 참다랑어를 먼저 취식한 후 20분이 지나 백김치를 섭취하게 되면 단백질소화율 감소는 거의 일어나지 않음을 알 수 있었다.

참다랑어를 백김치와 같이 취식했을 경우 백김치의 양을 1배, 2배, 3배로 늘려감에 따라 단백질소화율은 각각 1.01%, 4.13%, 7.02%로 크게 감소하였고, 백김치를 먼저 취식한 후 참다랑어를 취식했을 경우에도 백김치의 양을 1배, 2배, 3배로 늘려감에 따라 단백질소화율은 각각 3.74%, 4.04%, 7.94%로 감소다. 두 가지 경우 모두 백김치의 양이 늘어남에 따라 단백질소화율이 유의적으로 감소함을 알 수 있었다. 특히 채소 먼저 취식 후 어육을 섭취한 경우가 어육을 먼저 취식한 후 채소를 섭취한 경우보다 약 4~5배가량의 단백질소화율 감소를 보였다.

이상 dietary fiber의 급원이 되는 여러 가지 채소종류나 김치에 의해 어육 단백질의 소화율이 유의적으로 감소하였고, 취식 방법에 따라서도 영향을 받을 수 있음을 알 수 있었다. 일반적으로 그 감소 정도는 dietary fiber의 조성, 즉 TDF에 대해 차지하는 수용성 dietary fiber의 비율에 따라 좌우된다고 알려져 있다(27). 선행논문(28)에서 살펴 본 백김치의 수용성 dietary fiber의 함량은 1.95%(100g solid)이며 이는 잎상치와 들깻잎의 수용성 dietary fiber의 함량인 4.41%와 6.21%(100g solid)(27)보다 1/2 가량 적은 수치를 나타내었으나 본 실험에서는 가용성 섬유소 함량이 가장 낮은 백김치가 소화율을 가장 크게 떨어뜨렸다. 그러나 실질적으로 본 실험에서 첨가한 백김치나 다른 채소에 들어 있는 수용성 섬유소의 함량 차이는 그리 크지 않았다. 이것은 본 실험을 계획할 때 실질적인 식생활에서는 어육회 한 점(약 3g)에다 깻잎 1장(약 5.5g) 또는 백김치 1장(약 11.2g)을 곁들여 먹기 때문에 수용성 섬유소는 0.02g(백김치)~0.05g(깻잎)으로 계산되기 때문이다. 잎상치나 들깻잎 같은 엽채류는 waxes로 분류되는 비극성 지질의 복합체인 cutin과 suberin 같은 성분들이 소화를 방해한다고

알려져 있으므로(31) 총 dietary fiber에 대한 수용성 dietary fiber의 비율이 낮음에도 불구하고 어육 단백질의 소화율의 감소 정도가 큰 것은 위의 성분이 어느 정도 관여했으리라 생각된다. 또한 가용성 식이섬유소 함량이 가장 낮은 백김치가 단백질소화율을 오히려 크게 감소시키고, 가용성 식이섬유소가 약간 많은(27) 들깨잎(6.21%)이 잎상치(4.41%)보다 소화율을 적게 떨어뜨리는 결과를 보아 단백질 소화율 감소는 가용성 식이섬유소만이 관여하지 않는다고 볼 수 있다. 이러한 결과는 다음에 기술되고 있는 효소 비소화성 물질 형성(TIS, trypsin indigestible substrate) 실험 결과(Table 4)와 어육분말과 채소분말을 반응시킨 물질에서 나오는 유리아미노산 총량 실험(Table 5)에서도 확인할 수 있었다.



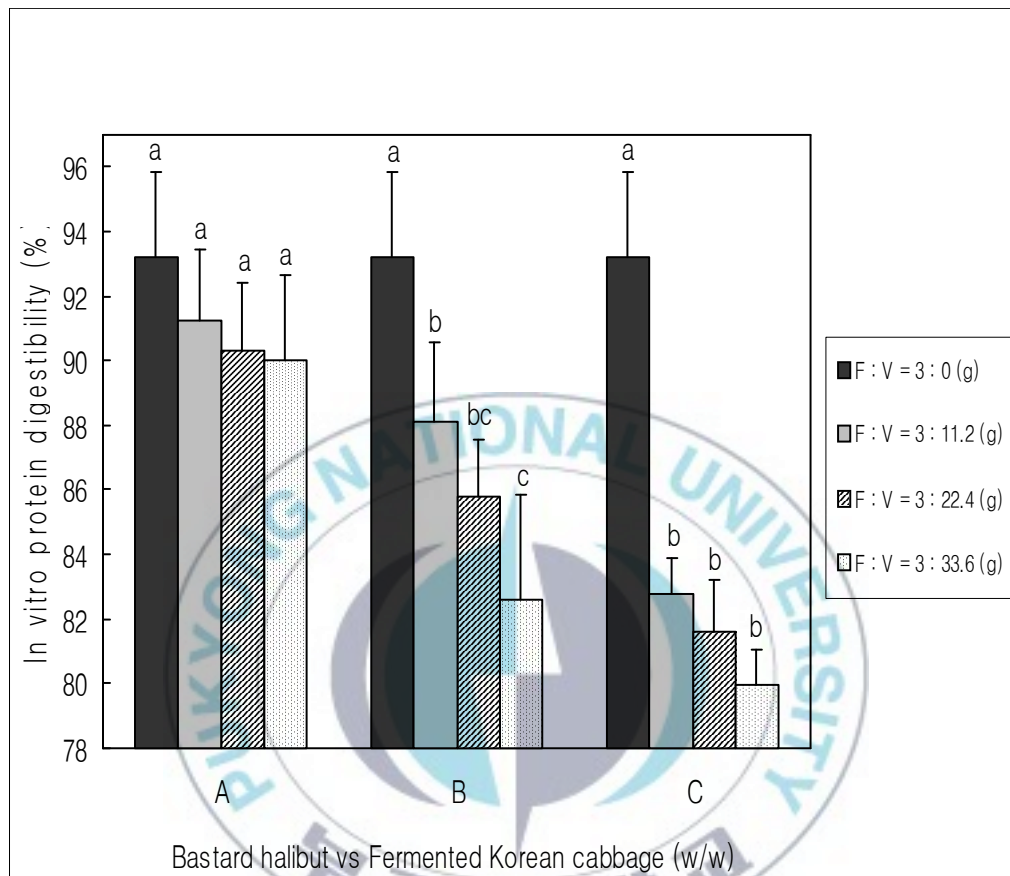


Fig 6. Changes in the *In vitro* protein digestibility of freeze dried bastard halibut reacted with fermented Korean cabbage expressed as raw material equivalent.

Interpretation in this Figure is as same as in Fig. 2.

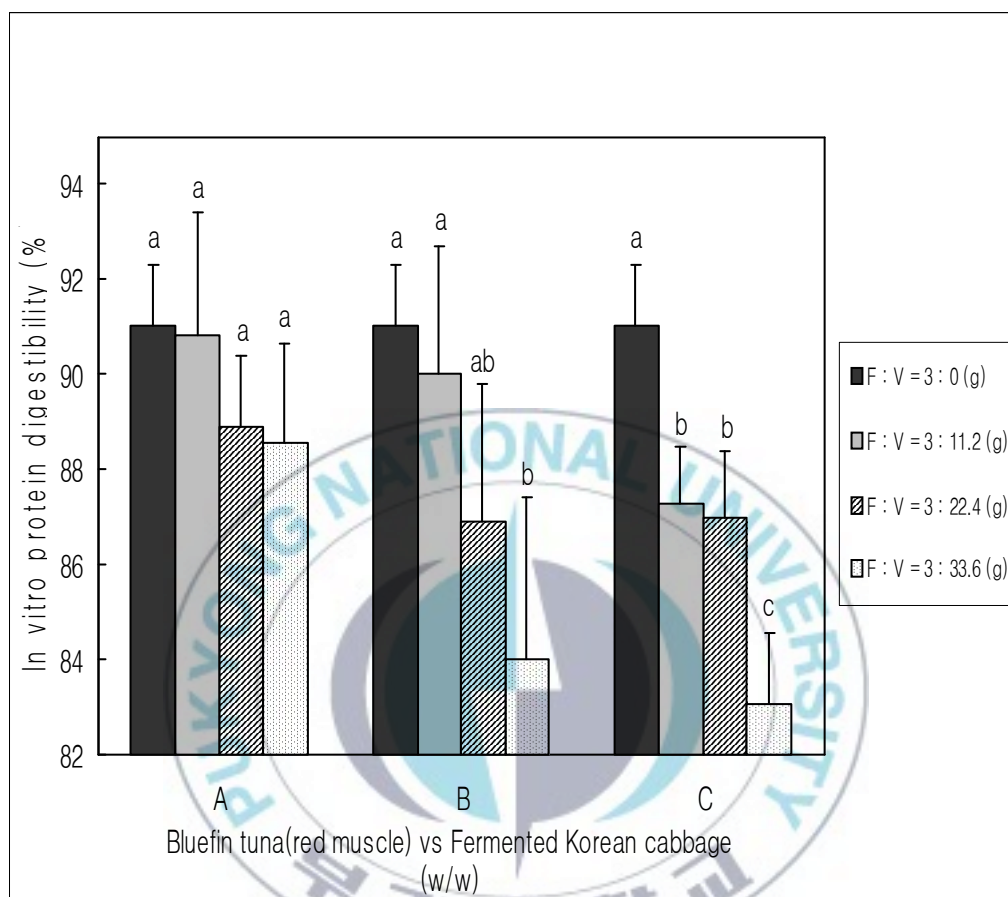


Fig 7. Changes in the *In vitro* protein digestibility of freeze dried bluefin tuna (red muscle) reacted with fermented Korean cabbage expressed as raw material equivalent.

Interpretation in this Figure is as same as in Fig. 2.

3. Trypsin 비소화성물질(Trypsin Indigestible Substrates, TIS)의 생성

Trypsin 비소화성 물질은 단백질 소화율이 감소함에 따라 증가하였는데 진공동결 건조한 어육(넙치, 참다랑어) 분말과 진공동결 건조한 잎상치, 들깻잎, 백김치의 분말을 반응시켰을 경우 넙치는 각각 128.22 mg/g, 113.24 mg/g, 131.82 mg/g, 참다랑어는 각각 153.73 mg/g, 127.94 mg/g, 158.16 mg/g 의 함량이 나타났다(Table 4). 어육과 채소분말을 직접 반응시켰을 경우 이와 같은 결과는 단백질소화율의 감소 정도와 비교적 역상관 관계를 보였으며 이는 Ryu 등(27)의 보고처럼 잎상치, 들깻잎, 백김치의 dietary fiber가 어육 단백질소화율을 감소시키는 것이 dietary fiber가 단백질에 직접 작용하여 비소화성 물질을 형성한 결과라 생각된다. 앞서 실험한 결과 어육과 백김치를 함께 취식하는 경우의 소화율이 나머지 채소들보다 훨씬 유의적으로 감소하였고 TIS의 양도 어육과 백김치를 함께 취식하였을 경우가 나머지 채소들보다 낮게 나타났다. 이상의 결과 TIS 함량과 *in vitro* 소화율과는 역의 상관관계가 있음을 알 수 있었다. 그러나 총 식이섬유소나 가용성식이섬유소 함량과 TIS 생성과의 관계는 아직 불분명하였으므로 이에 대한 면밀한 추후 연구가 필요하리라 생각된다.

Table 4. Comparison of trypsin indigestible substrates(TIS) content from freeze dried leafy vegetables–fish meat interaction.

(mg/g solid)

Vegetables	Trypsin indigestible substrates(TIS) ^a	
	Bastard halibut	Bluefin tuna (red muscle)
Korean romaine lettuce	128.22	153.73
Perilla leaf	113.24	127.94
Fermented Korean cabbage	131.82	158.16

^a : Determined as equivalent of soybean trypsin inhibitor.

4. 상호반응에 따른 유리아미노산 총량의 변화

Dietary fiber는 단백질이나 그의 가수분해 물들을 gel matrix 내에 포집시키거나, 단백분해효소의 활성을 저해시킴으로써 실제 분해되어 유리될 수 있는 아미노산의 양을 적게 할 수 있다. 진공동결 건조한 어육 분말에 여러 채소 분말을 첨가, 반응시킨 다음, 이를 효소적으로 가수분해 시킬 때, OPDA법에 따른 유리아미노산 정량 결과는 Table 5에 나타내었다. 측정된 유리아미노산의 함량은 어육만 섭취했을 경우와 잎상치, 들깻잎, 백김치와 함께 섭취했을 경우 간의 차이는 보이지 않았으나 dietary fiber 급원이 되는 채소 분말이 어육의 단백분해효소의 활성을 저해시켜 유리된 아미노산의 양이 적어지게 됨을 확인할 수 있었다. 채소들 중 백김치가 넉치와 참다랑어와의 반응에서 유리아미노산 함량이 제일 감소함을 알 수 있었으며 이는 앞서 실험한 백김치와 어육의 단백질소화율 감소가 가장 컸던 것과 TIS 형성 실험 결과(Table 4)와 어느 정도 일치한다고 보여 진다.

Table 5. Total free amino acid content of sample determined by OPDA method.

(g/100g solid)		
Sample ^a	DL-leucine	DL-lysine
Bastard halibut	B	2.80
	BK	2.34
	BP	2.54
	BF	2.24
Bluefin tuna (red muscle)	T	2.68
	TK	2.36
	TP	2.56
	TF	2.29

- ^a B : Bastard halibut
BK : Total free amino acid from bastard halibut meat reacted with Korean romaine lettuce powder
BP : Total free amino acid from bastard halibut meat reacted with perilla leaf powder
BF : Total free amino acid from bastard halibut meat reacted with fermented Korean cabbage
T : Bluefin tuna(red muscle)
TK : Total free amino acid from bluefin tuna(red muscle) meat reacted with Korean romaine lettuce powder
TP : Total free amino acid from bluefin tuna(red muscle) meat reacted with perilla leaf
TF : Total free amino acid from bluefin tuna(red muscle) meat reacted with fermented Korean cabbage

IV. 요약 및 결론

어류(넙치, 참다랑어) 섭취 시 같이 상식하게 되는 잎채소 종류(잎상치, 들깻잎, 백김치)와 양, 취식방법(어육 취식 후 채소섭취, 어육과 채소를 동시에 섭취, 채소취식 후 어육섭취)에 따라 과연 이들이 얼마나 어육단백질 소화율에 영향을 미치는지를 조사하였다.

Total dietary fiber(TDF)함량은 잎상치가 33.55%로 가장 높게 나타났고, 백김치가 18.48%로 가장 낮게 나타났다.

진공동결 건조한 어육 분말을 진공동결 건조한 잎상치 분말보다 먼저 취식했을 경우 단백질소화율은 각각 1.38%(참다랑어)~2.37%(넙치)로 감소하였고 잎상치와 같이 취식했을 경우엔 각각 1.66%(참다랑어)~8.73%(넙치)로 감소, 잎상치를 먼저 취식한 후 어육을 취식했을 경우엔 각각 0.30%(넙치)~7.59%(넙치)로 소화율이 감소하였다. 어육을 먼저 취식한 후 잎상치를 섭취하는 것은 단백질소화율 감소에 아주 미비한 영향을 미치며 채소의 양과도 크게 상관이 없었고 넙치의 경우 어육과 채소를 동시에 취식하거나 채소취식 후 어육섭취 하는 경우 채소의 양이 늘어남에 따라 단백질소화율이 유의적으로 감소하였다. 또 단백질소화율 감소에 큰 차이는 없으나 넙치와 채소를 같이 취식하는 것이 채소를 먼저 취식한 후 넙치를 취식한 경우보다 단백질소화율 감소가 조금 더 큰 것으로 나타났다. 참다랑어는 잎상치와 같이 취식했을 경우 단백질소화율감소에는 유의적인 변화가 없었고 잎상치를 먼저 취식한 후 참다랑어를 취식했을 경우 단백질소화

율이 유의적으로 감소하였으며 세 가지 섭취형태 중 가장 단백질소화율 감소폭이 큼을 알 수 있었다.

어육 분말을 들깻잎보다 먼저 취식했을 경우 단백질소화율은 각각 0.98%(참다랑어)~4.20%(넙치)로 감소하였고 들깻잎과 같이 취식했을 경우엔 각각 0.05%(참다랑어)~6.26%(넙치)로, 들깻잎을 먼저 취식한 후 넙치를 취식했을 경우엔 각각 2.02%(참다랑어)~6.56%(넙치)로 소화율이 감소하였다. 어육을 먼저 취식한 후 들깻잎을 섭취하는 것은 단백질소화율 감소에 유의적인 변화가 없었다. 넙치와 참다랑어 모두 들깻잎과 같이 취식했을 경우 단백질 소화율 감소에는 유의적인 변화가 없었으나 들깻잎을 먼저 취식한 후 넙치와 참다랑어를 취식했을 경우엔 단백질소화율이 유의적으로 감소했으며 세 가지 섭취형태 중 가장 단백질소화율 감소폭이 컸다.

어육을 백김치보다 먼저 취식했을 경우 단백질소화율은 각각 0.21%(참다랑어)~3.17%(넙치)로 감소하였고 백김치와 같이 취식했을 경우엔 각각 1.01%(참다랑어)~10.59%(넙치)로 감소, 백김치를 먼저 취식한 후 넙치를 취식했을 경우엔 각각 3.74%(참다랑어)~13.27%(넙치)로 소화율이 감소하였다. 어육을 먼저 취식한 후 들깻잎을 섭취하는 것은 단백질소화율 감소에 유의적인 변화가 없었다. 넙치와 참다랑어는 어육과 채소를 같이 섭취하거나 채소취식 후 어육을 섭취하는 경우 모두 채소의 양이 늘어남에 따라 단백질소화율이 유의적으로 감소했으며 특히 채소 취식 후 어육을 취식한 경우의 단백질소화율 감소폭이 더 컸다. 이는 어육 섭취 후 채소를 섭취한 경우와 비교 해보면 약 2배~5배 정도의 감소율을 보였다.

가용성 식이섬유소 함량이 가장 낮은 백김치가 단백질소화율을 오히려 크게 감소시키고, 가용성 식이 섬유소가 약간 많은 들깻잎이 잎상치 보다 소화율을 적게 떨어뜨리는 결과를 보아 단백질 소화율 감소는 가용성 식이 섬유소만이 관여하지 않는다고 볼 수 있다. 이러한 결과는 다음에 기술되고 있는 효소비소화성 물질 형성(TIS, trypsin indigestible substrate) 실험 결과와 어육분말과 채소분말을 반응시킨 물질에서 나오는 유리아미노산 총량 실험에서도 확인할 수 있었다.

Trypsin 비소화성 물질은 단백질 소화율이 감소함에 따라 증가하여 113.24 mg/g solid(넙치+들깻잎)~158.16 mg/g solid(참다랑어+백김치)으로 나타났다. 진공동결 건조한 어육 분말을 혼합효소액에 의해 가수분해 시킨 후 유리되는 아미노산의 함량 변화를 각종 진공동결 건조한 채소분말 첨가, 반응 시킨 후 비교한 결과 잎상치, 들깻잎, 백김치 간의 별다른 차이는 보이지 않았으나 백김치가 나머지 두 섬유소 보다 조금 더 적은 값이 나왔다. 이는 앞서 실험한 백김치와 어육의 단백질소화율 감소가 가장 컸던 것과 어느 정도 일치한다고 본다.

따라서 앞의 실험한 결과를 토대로 볼 때 채소를 먼저 취식한 다음 어육을 섭취하는 경우 dietary fiber의 양이 많아질수록 단백질소화율 감소가 컸으며 어육을 먼저 취식한 경우에는 dietary fiber의 양을 늘리더라도 단백질소화율에는 큰 영향을 미치지 못했다. 향후 회를 섭취할 때 씹으로 나온 채소나 샐러드 등의 dietary fiber source를 먼저 섭취한 다음 어육을 취식한다면 비만, 고지혈증, 동맥경화, 고혈압 및 당뇨 등의 성인병 발생을 예방할 수 있을 것으로 보여 진다.

V. 참고문헌

1. Oh, K. S., Lee, H. J., Sung, D. W. and Lee, E. H. : Comparison of nitrogenous extractives, amino acids in wild and cultured bastard. *Korea J. Food Sci. Technol.*, 20, 873-877(1988)
2. IFT : Dietary fiber, Food Tech., (1), 35-39(1979)
3. Vahouny George V. and David Kritchevsky : Dietary fiber, Plenum Press, New York, pp.35-48(1986)
4. Trowell, H., Ischemic heart disease and dietary fiber, *Am. J. Clin. Nutr.*, 25:926(1972)
5. Southgate, D.A.T., Hudson, G.J. and Englyst, H., The analysis of dietary fiber-The choices for the analyst. *J. Sci. Food. Agr.*, 29:97(1978)
6. Nalini Shah, Raymond R. Mahoney and Peter L. Pellett : Effect of guar gum, lignin and pectin on proteolytic enzyme levels in the gastrointestinal tract of the rat, *J. Nutr.*, 116, 786-794(1986)
7. Story Jon A., Alan White and Leslie G. West : Adsorption of bile acids by components of alfalfa and wheat bran *in vitro*, *J. Food Sci.*, 47, 1276-1279(1982)
8. Normand Floyd L., Robert L. Ory, and Robert R. Mod : Binding of bile acids and trace minerals by soluble hemicellulose of rice, Food Tech. (2), 86-90(1987)
9. Antti Aro. MD, Matti Uusitupa, MD, Erkki Voutilainen, MD. and Timo Korhonen, MD : Effects of guar gum in male subjects with hypercholesterolemia, *Am. J. Clin. Nutr.*, 39, 911-916(1984)
10. Madambath Indira and parameswara Achutha Kurup : Effects of neutral detergent fiber from blackgram in rats and rabbits, *J.Nutr*

- 119, 1246-1251(1989)
11. Cummings John H., M. Sc. M. B., M. R. C. P : Nutritional implications of dietary fiber, *Am. J. Clin. Nutr.*, 31, S21-S29(1978)
 12. Nomani M. Z. A., Ehteram F. fashandi , G. K. Davis and C.J. Bradac : Influence of dietary fiber on the growth and protein metabolism of the rat, *J. Food Sci.*, 44, 745-747(1979)
 13. Kelsay June L., Willa M. Clark, Barbara J. Herbst, and Elizabeth S. Prather : Nutrient utilization by human subjects consuming fruits and vegetables as sources of fiber, *J. Agric. Food Chem.*, 29, 461-465(1981)
 14. Farness Peggy L. and Barbara O. Schneeman : Effects of dietary cellulose, pectin and oat bran on the small intestine in the rat, *J. Nutr.*, 112, 1315-1319(1982)
 15. Acton J. C., L. Breyer and L.D. satterlee : Effects of dietary fiber constituents on the *in vitro* digestibility of casein, *J. Food Sci.*, 47, 556-560(1982)
 16. Gagne C. M. and J. C. Acton : Fiber constituents and fibrous food residue effects on the *in vitro* enzymatic digestion of protein, *J. Food Sci.*, 47, 734-738(1983)
 17. San Miguel R. I., M. E. Kunkel, W. C. Bridges, JR., R. L. Disk and J. C. Acton : Protein quality of selected muscle foods as affected by the exchange of dietary wheat bran for cellulose, *J. Food Sci.*, 55(4), 885-887(1990)
 18. Yang, E. J., W. Y. Kim and W. O. Song : Health risks in relation to dietary changes in Korean Americans. *Korean J. Dietary Culture.* 16, 515-524(2001)
 19. AOAC : "Official Methods of Analysis", 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.(1990)
 20. Prosky Leon, Nils-Georg Asp, Ivan Furda, Jonathan W. De Vries, Thomas F. Schweizer and Barbara F. Harland : Determination of

- total dietary fiber in foods and food products, J. Assoc. Off. Anal. Chem., 86(4), 677-679(1985)
21. AOAC : Calculated protein efficiency ratio(C-PER and DC-PER), Official First Action, J. of AOAC, 65, 496-499(1982)
 22. Rhinehart, D. : A nutritional characterization of the distiller's grain protein concentrates, MS thesis of Univ. of Nebraska-Lincoln, 29.(1975)
 23. Ryu, H. S. : Nutritional evaluation of protein quality in some seafoods, Ph. D, thesis of Nat. Fish. Univ. of Pusan(1983)
 24. Rowelt, R. and Murphy, J. : A convenient spectrophotometric method for the kinetic analysis of the enzymatic hydrolysis of N-acyl peptidase using o-phthaldialdehyde. *Analytica Biochem.*, 112, 163-167(1981)
 25. Church, F. C., Swaisgood, H. E., Porter, D. H. and Catignani, G. L. : Spectrophotometric assay using o-phthaldialdehyde for determination of proteolysis in milk and isolated milk proteins. *J. Dairy Sci.*, 66, 1219-1227(1983)
 26. Food composition table : Fourth revision, Rural nutrition institute, R.D.A, pp. 56-57, 60-63, 108-109, 138-139(1991)
 27. Ryu, H. S., Park, N. E., Lee, K. H. : Effects of dietary fiber on the *in Vitro* digestibility of fish protein, *J. Korean Soc. Food Nutr.* 21(3), 255-262(1992)
 28. Moon, S. K., Ryu, H. S. : Changs in the contents of dietary fibers and pectic substances during fermentation of Baik-Kimchi, *J. Korean Soc. Food Sci Nutr.* 26(6), 1006-1012(1997)
 29. Ryu, H. S., Cho, H. K., Hwang, E. Y., Moon, J. H. : Protein nutritional qualities of fish meat extracts and their residues, *J. Korean Soc. Food Sci Nutr.* 28(2), 277-284(1999)
 30. Ryu, H. S., Lee, K. H. : Effects of heat treatment on the *in vitro*

- protein digestibility and trypsin indigestible substrate content in some seafoods. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 14, 1-12(1985)
31. Selvendran Robert R : The plant cell wall as a source of dietary fiber : Chemistry and structure, *Am. J. Clin. Nutr.*, 39, 320-337(1984)
32. National Fisheries Research and Development Agency : Supple – mented Chemical Composition of Marine Products in Korea, National Fisheries Research and Development Agency, pp. 26-27, 100-101(1995)



감사의 글

입학한지가 엇그제 같은데 벌써 2년 반이라는 시간이 흘렀습니다. 처음 석사과정을 시작할 때부터 논문이 완성되기까지 많은 어려움이 있었지만 곁에서 묵묵히 응원해주시던 고마운 분들 덕분에 여기까지 올 수 있었습니다. 이 자리를 빌어 감사의 마음을 전합니다.

직장과 학업을 병행하느라 늘 분주하고 부족한 제자를 너그럽이 이해 해 주시고 따스한 마음으로 지도해주신 류홍수 교수님께 먼저 고개 숙여 감사를 드립니다. 인자하시고 온화하신 남택정 교수님과 언제나 상냥한 미소로 반겨주시던 류은순 교수님께 감사드립니다. 석사 과정 동안 열심히 가르쳐주신 최재수 교수님, 김형락 교수님, 변대석 교수님께 감사의 인사드립니다.

많은 것이 서툴렀던 실험실의 생활에 큰 힘이 되었던 실험실 언니, 동생들에게 감사의 마음을 전합니다. 하나하나 실험을 가르쳐주었던 혜진이, 따스한 조언을 아끼지 않았던 현정언니, 학교생활의 활력소가 되어 준 민주, 미미, 정민, 초롱이 에게 고마운 마음을 전합니다.

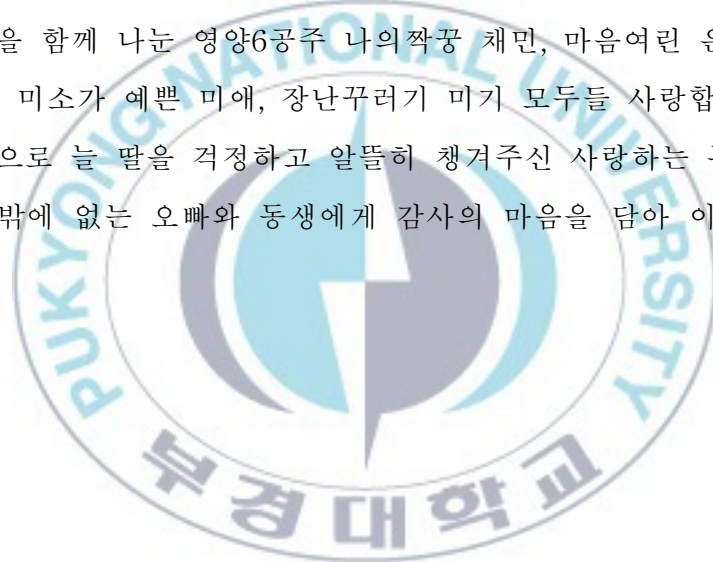
처음과 끝을 함께한 우리 4기 동기들, 함께 하는 것 자체가 누구보다 큰 힘이 되어준 지혜, 현영, 지선 늘 내 편이 되어주는 사랑스런 동기들 에게 감사의 마음을 전합니다.

넓은 세상을 경험 할 수 있도록 물심양면으로 밀어주시고 배려해주신 케이텍맨과워 부산지사 가족들, 든든한 최기성 상무님, 자상한 이천일 소장님, 매너 좋은 공덕호 과장님, 정 많은 장부귀 주임님, 이성원 주임님,

부산지사 에이스 석우씨, 단정한 은석씨, 새신랑 형인씨, 막내 용준씨, 내 단짝친구 영주, 누구보다 오래 함께 한 민정언니, 우유빛깔 연희, 마음 넓은 은정언니, 다 열거할 수 없지만 응원해주신 모든 직원 분들에게 감사의 마음을 전합니다.

이제는 하나씩 애기엄마가 되어가는 내 오래된 친구들 규리엄마 선희, 수현엄마 희숙, 추억이 많은 명욱이, 항상 날 챙겨줬던 미영이, 고딩 친구 효진이, 나의 첫 사회생활 동기인 영주와 정은이 그리고 평생 잊지 못할 추억을 함께 나눈 영양6공주 나의 짝꿍 채민, 마음여린 은아, 쌍둥이 엄마 경화, 미소가 예쁜 미애, 장난꾸러기 미기 모두들 사랑합니다.

마지막으로 늘 딸을 걱정하고 알뜰히 챙겨주신 사랑하는 부모님과 세상에 하나밖에 없는 오빠와 동생에게 감사의 마음을 담아 이 논문을 드립니다.



2010년 8월

신 미 영