

이 학 석 사 학 위 논 문

돈육 단백질소화율에 미치는
잎채소의 영향



2011년 2월

부경대학교 대학원

식품생명과학과

박혜진

이 학 석 사 학 위 논 문

돈육 단백질소화율에 미치는
잎채소의 영향

지도교수 류 홍 수

이 논문을 이학석사 학위논문으로 제출함

2011년 2월

부경대학교 대학원

식품생명과학과

박 혜 진

박혜진의 이학석사 학위논문을
인준함

2011 년 2 월 25 일



주 심 농학박사 남택정 (인)

위 원 이학박사 김재일 (인)

위 원 공학박사 류홍수 (인)

목 차

Abstract	v
I. 서론	1
II. 재료 및 방법	4
1. 실험재료 및 시료의 제조	4
1.1. 실험재료	4
1.2. 조리방법	5
1.3. Casein과 cellulose 및 pectin의 반응조건	5
1.4. 보쌈육 및 채소 반응조건	6
2. 일반성분 및 식이섬유소의 분석	7
2.1. 일반성분	7
2.2. 식이섬유소 함량분석	8
3. 단백질 품질평가	11
3.1. 단백질 소화율(<i>in vitro</i>)	11
3.2. Trypsin 비소화성물질(Trypsin Indigestible Substrates, TIS) 정량	12
3.3. 유리아미노산 정량	12
3.4. 단백질 효율비(Computed Protein Efficiency Ratio, C-PER)	13

III. 결과 및 고찰	15
1. 일반성분 및 식이섬유소 함량	15
1.1 일반성분	15
1.2 식이섬유소 함량	17
2. 식이섬유소와 채소 첨가에 따른 단백질 소화율의 변화	23
2.1. Casein과 정제 식이섬유소의 상호반응	23
2.2. 보쌈육과 잎상치의 상호반응	26
2.3. 보쌈육과 들깻잎의 상호반응	28
2.4. 보쌈육과 쌈배추의 상호반응	30
3. Trypsin 비소화성 물질(TIS)의 생성	32
4. 상호반응에 따른 유리아미노산 총량의 변화	33
5. 단백질 효율비(C-PER)	36
IV. 요약 및 결론	38
V. 참고문헌	41
감사의 글	46

Lists of Tables

<Table 1> Proximate composition of the leafy vegetables used	16
<Table 2> Proximate composition of pork meat(boston butt) used.....	16
<Table 3> Formation of trypsin indigestible substrates(TIS) contents from leafy vegetables-boiled pork meat interaction.....	34
<Table 4> Comparison of total free amino acid contents from leafy vegetables-boiled pork meat interaction determined by OPDA method	35
<Table 5> <i>In vitro</i> protein qualities of boiled pork meat, and interacted boiled pork meat with leafy vegetables.....	37



Lists of Figures

< Figure 1> Relationship of at 10 minutes to purified soybean trypsin inhibitor concentration.....	14
< Figure 2> Content of neutral detergent fiber(NDF) in vegetables.....	19
< Figure 3> Content of acid detergent fiber(ADF) in vegetables.....	20
< Figure 4> Content of water-soluble dietary fiber(SDF) in vegetables	21
< Figure 5> Content of total dietary fiber(TDF) in vegetables.....	22
< Figure 6> Changes in the <i>in vitro</i> protein digestibility of casein reacted with pecti.....	24
< Figure 7> Changes in the <i>in vitro</i> protein digestibility of casein reated with cellulose.....	25
< Figure 8> Changes in the <i>in vitro</i> protein digestibility of freeze-dried boiled pork meat reacted with Korean romaine lettuce expressed as raw material equivalent.....	27
< Figure 9> Changes in the <i>in vitro</i> protein digestibility of freeze-dried boiled pork meat reacted with perilla leaf expressed as raw material equivalent.....	29
< Figure10> Changes in the <i>in vitro</i> protein digestibility of freezed-dried boiled pork meat reacted with Korean cabbage expressed as raw material equivalent	31

Effect of Leafy Vegetables on the Pork Protein Digestibility

Hye-Jin Park

Department of Food and Life Science
Graduate School, Pukyong National University

Abstract

To know the effect of leafy vegetables on the protein quality of pork meat, changes in trypsin indigestible substrates(TIS) and computed protein efficiency ratio(C-PER) were studied as regards the eating style(meat and vegetables taken at the same time, eating vegetables after and/or before pork meat). The freeze dried leafy vegetables used in this experiment was Korea romaine lettuce, perilla leaf and Korean cabbage.

The total dietary fiber(TDF) content was in the range from 32.32%(Korean cabbage) to 27.39%(Korean romaine lettuce), acid detergent fiber(ADF) was in the range from 13.26%(Korean romaine lettuce) to 11.57%(Korean cabbage), neutral detergent fiber(NDF) was in the range from 20.67%(perilla leaf) to 13.29%(Korean cabbage) and soluble dietary fiber(SDF) was in the range from 9.1%(Korean cabbage) to 7.13%(Korea romaine lettuce) in 100g of solid.

The *in vitro* digestibility of pork protein was lowered with increasing fiber addition. For casein digestibility in the presence of fiber constituents, pectin(1.68% ~7.36%) was more effective in lowering digestibility than cellulose(0.13% ~6.47%).

From 0.83%(boiled pork-Korean romaine lettuce simultaneously intake) to 7.5%(taking Korean cabbage before boiled pork) of digestibility was decreased when the freeze dried boiled pork and leafy vegetables powder were reacted at 37°C for two hours. If boiled pork and leafy vegetables were taken at the same time, the decreased in digestibility was ranked in the following order : Korean

cabbage(2.72%~6.05%)>perilla leaf(1.93%~3.34%)>Korean romaine lettuce(0.83%~7.63%). And boiled pork were taken before vegetables, the decreased in digestibility was decreased as follows : Korean cabbage(3.24%~4.82%)>perilla leaf(3.2%~4.86%)>Korean romaine lettuce(2.9%~5.66%).

When leafy vegetables were taken prior to boiled pork , the digestibility was decreased as follows : Korean cabbage(6.32%~7.5%)>Korean romaine lettuce(5.77%~6.45%)>perilla leaf(5.74%~6.33%).

From 42.48 mg/g(Korean romaine lettuce) to 71.81%(Korean romaine lettuce and perilla leaf) of TIS(trypsin indigestible substrate) was formed as added dietary fiber source vegetables reacted with boiled pork protein<regarded as taking at the same time>.

Free amino acids contents expressed as DL-leucine equivalents was decreased as increasing quantities of leafy vegetables. From 18.10mg/100g(boiled pork-perilla leaf taken simultaneously) to 12.36mg/100g(boiled pork-Korean romaine lettuce taken simultaneously) of free amino acid were released after reacting pork meat with dietary fiber source vegetables.

Computed protein efficiency ratio(C-PER) was also decreased as increasing quantities of leafy vegetables. From 3.18(boiled pork-Korean romaine lettuce taken simultaneously) to 3.04(taking Korean cabbage before boiled pork) of C-PER was calculated whereas boiled pork meat showed C-PER of 3.20.

From the results above, the decrease *in vitro* protein digestibility was ranked in the following order: eating meat after vegetables intake>eating meat before vegetables intake>meat and vegetables taking simultaneously. This means that the *in vitro* pork protein digestibility depends on eating styles. When boiled pork-vegetables taking at the same time, Korean cabbage was the found to have the most effect on digestibility of pork meat and perilla leaf have the least effect on digestibility of pork meat. This was evidenced by TIS and total free amino acid contents recored.

I. 서 론

우리나라의 급속한 경제성장과 식습관의 변화로 인해 곡류, 서류의 소비율은 크게 증가하지 않은 반면 과일과 육류, 우유, 달걀 등의 축산물의 소비는 크게 증가하였다(Lee 1990). 그 중 돼지고기의 1인당 연간소비량은 1990년에 11.8kg에서 2003년도의 16.9kg, 2007년에는 18.64kg을 소비하여 지속적인 증가 추세를 보여주고 있으며 이러한 증가 추세는 앞으로도 계속될 것으로 전망되고 있다(한국농촌 경제 연구원 2009). 국민 1인당 축산물 소비총량 중 돼지고기가 53.7%를 차지하며, 외식 시 돼지고기를 선택하는 비율은 59.9%으로 알려져 있다(농림수산식품부 2008). 돼지고기는 쇠고기나 닭고기에 비해 리놀레산등의 불포화지방산 비율이 높기 때문에 중성지방이 콜레스테롤로 전환될 가능성이 낮으며 또한 당질이 분해될 때 조효소 역할을 하는 비타민B₁이 쇠고기와 비교하여 약 10배정도 풍부하게 포함되어 돼지고기 약 120g이면 60kg체중의 성인 1일 단백질 권장량이 채워진다(Kang 2004). 또한 쇠고기와 닭고기에는 전혀 함유되어 있지 않은 비타민 C도 가식부 100g당 0.3mg을 함유하고 있고, 필수아미노산 함량은 가식부 100g당 6,330mg으로 쇠고기와 비슷한 정도로 함유하고 있다. 그러나 돼지고기는 지질함량이 가식부의 부위에 따라 매우 다르지만 전체 가식부 100g당 평균 약 17.5g으로 쇠고기나 닭고기에 비하여 약 1.5배 정도 많기 때문에 돼지고기의 잦은 섭취 및 과다섭취는 혈중 중성 지방과 유해 콜레스테롤 함량을 높일 수 있으므로 그 섭취를 제한해야 한다는 문제가 제기되고 있다(양종범, 고명수 2010).

Choi와 Chin(2002)은 현대 사회의 육류 섭취량 증가와 영양소의 과잉섭취로 인한 성인병 및 각종 만성질환의 발생이 높아지는 추세이므로 비만, 고혈

압 및 관상동맥 질환 등을 발생시키는 고지방 육제품에 대한 소비자의 반응이 민감하기 시작하여 식이섬유의 중요성이 한층 고조되어 있다고 하였다. 따라서 식이섬유는 생리 기능적 측면에서 중요하게 평가받고 있으며 생리활성 인자로서 뿐만 아니라 단백질이나 지방함량이 높은 육류의 영양성에 크게 영향을 미친다고 할 수 있다.

식이섬유(dietary fiber)란 인체의 소화관에서 분비되는 효소에 의해서는 가수분해 되지 않는 식물의 세포벽을 구성하는 물질들, 즉 cellulose, hemicellulose, pectin, lignin 뿐만 아니라 gum, mucilages 같은 세포내 다당류(intracellular polysaccharides)의 복합체로서 정의되며(Trowell 1978, Spiller 1986), 이 중 cellulose 및 일부 hemicellulose와 리그닌은 불용성 섬유소(Insoluble dietary fiber, IDF)이고 일부 hemicellulose, pectin, gum, mucilage 들은 수용성 섬유소(soluble dietary fiber, SDF)들이다. 특히 pectin, gum 등과 같은 수용성 섬유소는 높은 수분 보유능(water holding capacity, WHC)을 가지는데 이로 인해 gel matrix를 형성하여 장내 내용물의 점도를 증가시키며, 소화관 내용물의 충전성을 높이며 부피가 커진 대변이 대장벽을 자극하여 대장 연동성을 높여 대변을 쉽게 하는 기능이 있다. 이러한 dietary fiber는 인체의 소화관에서 소화 흡수되지 못하므로, 에너지원으로서의 영양적 가치는 없지만 이들의 다양한 물리 화학적 특성으로 인한 여러 가지 생리적 효과-변비, 다발성 게실증(diverticulosis), 치질, 당뇨, 심장혈관계 질환, 비만, 대장암 등의 예방내지 치료에 관한 연구들이 (IFT 1979, Vahouny 1986)보고됨에 따라 의학자, 임상영양학자들 뿐만 아니라 일반 대중의 관심이 집중되고 있다.

Cofrades 등(2000)은 육제품에 식이섬유를 첨가하면 수분과 지방과의 결합력을 높여주어 가열수율과 조직 감을 개선시켜줄 뿐만 아니라 수분과 지방, 무기질 이외에도 기타 성분을 흡수 또는 흡착하는 성질을 이용할 수 있다고

하였다. 이와 같이 식이 섬유소는 여러 가지 유익한 물리, 화학적 특성 및 생리적 효과를 가지는 반면, 양이온 교환능력(cation exchange capacity)으로 인해 무기질, 비타민류 같은 미량 영양소들과 결합함으로써 그들의 흡수나 생체 유용성(bioavailability)을 저하시킨다고 보고되고 있다(Cummings 등 1978). 또한 단백질, 지질, 당질의 소화나 흡수를 지연시키거나 감소시킬 수 있는데(Nomani 등 1979, Kelsay 1981, Farness and Schneeman 1982, Acton 등 1982, Gagne and Acton 1983, San Miguel 등 1990) 이러한 식이섬유의 소화저해 메커니즘은 섬유소 매트릭스나 섬유소의 불특정 결합에서 효소의 흡수 때문에 기인된다고 알려져 있다.

지금까지의 dietary fiber에 의한 단백질 소화율 변화에 관한 보고는 주로 단백질 급원으로서 casein 을 이용한 것이었고, muscle foods 즉 육류나 어류들을 이용한 보고는 San Miguel 등(1990)에 의한 것 뿐이었다. 그러나 dietary fiber의 섭취형태 및 양에 따른 연구는 발표되지 않아 본 연구에서는 돼지고기 섭취 시 같이 상식하게 되는 잎채소 종류와 양, 취식방법(돈육과 채소를 동시에 섭취, 돼지고기 취식 후 채소섭취, 채소취식 후 돼지고기 섭취)에 따라 과연 이들이 얼마나 돼지고기 단백질소화율에 영향을 미치는지를 조사하였다. 잎채소는 가용성섬유함량이 많은 잎상치(Korean romaine lettuce)와 배추(Korean cabbage) 그리고 난용성섬유함량이 많은 것으로 알려진 들깻잎(perilla leaf)을 선택하여 이들 채소가 대표적인 돼지고기 섭취 형태인 보쌈육의 단백질 소화율에 미치는 영향을 섬유소와 돼지고기 단백질 소화율과의 상호반응을 통해 검토하였다. 단백질품질 특성측정에 사용되는 표준 단백질인 casein과 시판용 두 가지 정제 dietary fiber(cellulose, pectin)의 반응량을 고정시킨 상태에서 반응순서에 따른 소화율의 변화를 측정함으로써 본 실험의 타당성 여부를 살펴보았다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료 및 시료의 제조

1.1. 실험재료

본 실험에 사용한 보쌈용 원료 육은 돼지목살로 2009년 8월에 부산시 남구 소재 대형마트에서 구입하였고, 한국인이 상용하는 야채(잎상치, 들깻잎, 배추)는 같은 대형마트에서 신선한 상태로 구입하여 세척하고, 모든 시료를 세절하여 진공 동결 건조기(EYELA FDU-2000)로 동결, 건조하여 dietary fiber 정량용은 60mesh로 분쇄하고, 소화율 첨가용으로는 80mesh 로 분쇄한 뒤 -20℃ 냉동실에서 보관하면서 실험하였다. 또한 시판용 정제 dietary fiber(cellulose, pectin)는 Sigma제를 사용하였다.

1.2. 조리방법

1) 보쌈제조

돼지고기 수육의 부위에 따른 지질함량 차이에 의한 오차를 최소화하기 위해 지질이 비교적 적은 목살을 선택하였다.

돼지 목살 260g을 물로 씻어 핏기를 제거한 후, 물 600 mL에 대파 1뿌리(46.20g), 된장 한 스푼(38g), 양파 1/2(65g), 통마늘 5개(31g), 통후추 16개(0.5g), 생강 1톨(12g), 파인애플 1조각(88.5g), 배 1조각(100.3g)를 첨가하여

익혔다. 가열 후 끓기 시작하면(약 20분) 중불로 낮춰 약 45분간 더 끓인 뒤 상온에서 식히고 -70°C 초저온동결고(ULTRA-LOW SW-UF-200)에서 동결하였다. 동결한 보쌈육은 진공 동결 건조기(EYELAFDU-2000)로 건조하여 80 mesh로 분쇄한 후 -20°C 냉동고에서 보관하면서 일반성분 분석 및 시료로 사용하였다.

1.3 Casein과 cellulose 및 pectin의 반응조건

본 실험에 앞서, casein과 cellulose, pectin의 단백질 소화율 변화를 살펴보기 위해 선행논문(Acton 등 1982)을 참고하여 세 가지의 잎채소와 돈육의 취식방법과 같은 형태로 실험하였다. Casein과 fiber의 비율은 1:0.32, 1:0.64 그리고 1:0.96(w/w)으로 고정시킨 뒤에 충분한 수화시간을 감안하여 2시간동안 수화시킨 후 소화율을 측정하였다. 먼저, casein과 fiber를 같이 반응시키는 경우에 각각의 비율대로 혼합한 후 2시간 동안 수화시킨 후 아래와 같은 단백질분해효소로 가수분해하여 소화율을 측정하였다. Casein과 효소를 먼저 반응시킨 뒤 fiber를 첨가하는 경우에는 α -chymotrypsin(41 units/mg solids, SIGMA), trypsin (17,600 BAEE units/mg solid, SIGMA) 및 peptidase (102 units/mg solid, SIGMA) 혼합효소액 1 mL를 가하여 37°C 에서 10분간 가수분해시킨 뒤, *Streptomyces griceus* protease(4.5 units/mg solid, SIGMA) 효소 용액 1 mL를 추가로 가하여 55°C 에서 10분간 다시 가수분해 시킨 다음 fiber 분말용액을 혼합한 뒤 37°C 에서 2시간 반응 시킨 다음 pH를 측정하여 소화율을 계산하였다. 그리고 fiber를 효소와 먼저 반응시킨 후 casein에 첨가 한 경우에는 fiber 분말과 효소 용액을 37°C 에서 10분간 먼저 반응시킨 뒤, casein에 효소+fiber 혼합액을 1 mL씩을 가하여 20분간 가수분해시킨 다음 pH를 측정하여 소화율을 계산하였다.

1.4 보쌈육 및 채소의 반응조건

Casein과 정제 dietary fiber의 반응 결과를 참고하여, 잎채소가 돼지고기단백질의 소화율에 얼마나 영향을 미치는지 실험하였다. 돼지고기와 채소를 동시에 섭취하는 경우에는 적정량의 돼지고기 분말과 잎채소 분말을 섞어 37°C에서 2시간 반응 시킨 뒤 아래의 네 가지 혼합 효소액 1 mL씩을 가하여 20분간 가수 분해시킨 다음 pH를 측정하고 소화율을 계산하였다. 돼지고기 취식 후 채소를 섭취하는 경우에는 진공 동결 건조한 돈육 분말에 α -chymotrypsin(41 units/mg solids, SIGMA), trypsin (17,600 BAEE units/mg solid, SIGMA) 및 peptidase (102 units/mg solid, SIGMA) 혼합 효소액 1mL를 가하여 37°C에서 10분간 가수 분해시킨 뒤, *Streptomyces griseus* protease(4.5 units/mg solid, SIGMA) 효소 용액 1 mL를 추가로 가하여 55°C에서 10분간 다시 가수분해 시킨 다음 진공동결 건조한 잎채소 분말을 넣어 37°C에서 2시간 더 반응 시킨 다음 pH를 측정하여 소화율을 계산하였다. 채소 취식 후 돼지고기를 섭취하는 경우에는 먼저 잎채소 분말과 상기의 네 가지 혼합 효소액을 37°C에서 10분간 반응 시킨 뒤 돼지고기 분말용액에 상기(효소액+채소분말) 혼합액 1 mL씩 가하여 20분간 반응 시킨 뒤 pH를 측정하고 소화율을 계산하였다.

단백질 소화율 변화 실험에 사용된 잎채소와 돼지고기의 시료량은 다음과 같이 계산하였다. 일반적으로 보쌈을 섭취했을 경우 돼지고기 보쌈육 한 점의 무게를 약 15g으로 본다면 보쌈육의 조단백질 함량은 20.48%이므로 보쌈육 한 점에 함유된 단백질량은 3.072g이라고 할 수 있다. 또한 잎상추로 보쌈육을 싸서 먹을 경우 채소 한 장의 무게는 약 3g에 해당되며 잎상추의 총식이섬유소함량은 1.87%이므로 상추 한 장에 함유된 총식이섬유소의 함량

은 0.056g이 된다. 들깨잎과 찜배추도 같은 방법으로 계산되었고 실제 섭취하는 단백질 양과 총 식이섬유소량의 비율은 각각 55:1(w/w), 32:1(w/w), 30:1(w/w)로 구해진다. 단백질 소화율 실험에 사용 될 진공동결 건조 보쌈육의 무게는 0.1062g이며 잎상추와의 반응 비율은 55:1이므로 진공동결 건조된 잎상추 한 장의 무게는 0.0041g이 되며 이 속에는 총 식이섬유소 1.12mg이 함유되어 있다고 할 수 있다. 마찬가지로, 들깨잎의 경우 생깨잎 한 장은 약 2g에 해당되어 보쌈과 들깨잎의 반응 비율은 32:1(w/w)이므로 진공 동결 건조 들깨잎 한 장의 무게는 0.0063g이 해당되며 이 속에는 총 식이섬유소 1.92mg가 함유되어 있다. 찜배추 경우 생 찜배추 한 장의 무게는 약 4g에 해당되며 보쌈육과 찜배추의 반응 비율은 30:1(w/w)로 진공동결 건조된 찜배추 한 장의 무게는 0.0063g이고 이 속에는 2.05mg의 총 식이섬유소가 함유되어 있다고 볼 수 있다.

2. 일반성분 분석 및 식이섬유소의 분석

2.1. 일반성분 분석

AOAC법에 따라 수분은 상압가열건조법, 조단백은 semi-micro Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet법, 회분은 건식회화법으로 정량하였고(AOAC, 1990), 탄수화물은 시료 전체 무게(%)에서 수분, 조단백질, 조지방, 회분을 뺀 나머지 값을 %로 표시하였다.

2.2. Dietary Fiber 함량 분석

1. 효소중량법에 의한 식이섬유 분석

(1) 총 식이섬유 (Total Dietary Fiber, TDF)

총 식이섬유(Total dietary fiber, TDF) 함량은 Proskey(Proskey 등 1998) 법에 따라 정량하였다. 즉 시료를 1g 씩 두 개의 비커에 취하고 0.05 N-인산 완충용액(pH 6.0)을 40 mL씩 가한 후 내열성 α -amylase를 50 μ L 가하고 95°C water bath에서 15분간 교반한 다음 25분 간 정치하였다. 그 다음 60°C 로 냉각 후 0.17 N-NaOH로 pH 7.5 로 조정하여 protease를 100 μ L 씩 가하고 60°C 항온수조에서 교반하면서 30분간 반응시켰다. 여기에 0.5 N-HCl 5 mL 가하여 혼합하고 60°C에서 pH 4.5~4.7로 조정한 다음 amyloglucosidase solution 300 μ L 넣고 60°C에서 30분간 교반시켰다. 반응이 끝난 비커에 95% 에탄올 4배량을 가하여 60분간 방치한 다음 여과하였다. 잔사를 75% 에탄올, 95% 에탄올 그리고 아세톤을 각각 15 mL로 세척 한 후 105°C 건조기에서 하룻밤 건조시키고 무게를 달았다. 두 개의 시료 중 하나는 단백질 정량, 하나는 회분 정량을 하여 제한 양을 총 식이섬유량으로 하였다. 함량 계산은 다음과 같이 하였다.

$$\text{총식이섬유량 (\%)} = \frac{\text{잔사무게(mg)} - \text{단백질량(mg)} - \text{회분량(mg)} - \text{blank}}{\text{평균 시료량(mg)}} \times 100$$

(2) 수용성 식이섬유 (Soluble Dietary Fiber, SDF)

수용성 섬유소(soluble dietary fiber)는 Rogett and Brassard(1986)의 방법에 의해 정량하였다. 즉, 시료 0.2g(80 mesh)에 증류수(95~100℃) 20 mL를 가해 열탕 water bath에서 15분간 가열시킨 후 55℃ water bath 중에서 15분간 냉각시켜, 0.5 mL의 amyloglucosidase(Sigma, EC 3.2.1.3)를 가한 후 다시 55℃에서 1시간 30분 동안 가온시켰다. 열탕 water bath 중에서 30분간 재가열 한후 1G-3 glass filter에 여과시킨 여액에 0.5 mL의 amyloglucosidase 가한후, 55℃에서 1시간 30분간 가온한 뒤, 실온에서 1시간 동안 방치한 후, 4배량의 ethyl alcohol로 추출한다. 이것을 glass filter에 다시 여과하여, 75% ethyl alcohol과 재증류 aceton으로 충분히 씻은 뒤, 100℃에서 건조시킨 후 이를 525℃에서 4시간 동안 회화시켰다. 가용성 섬유소량은 위의 건조시킨 후의 무게에서 회화시킨 후의 무게 차이로 계산하였다.

2. 화학적 방법에 의한 식이섬유 분석

(1) 중성세제섬유(Neutral Detergent Fiber, NDF)

NDF는 Van Soest와 Wine(1976)의 방법으로 분석하였다. 중성세제 용액은 1L 증류수에 sodium lauryl sulfate 30g, disodium EDTA 18.6g, sodium hydrogen phosphate 4.56g을 녹인 후 2-ethoxy ethanol 10 mL를 더하고 H₃PO₄용액으로 pH를 6.9~7.1로 조절하여 만들었다. 시료 0.5g을 칭량하여 플라스크에 넣고 중성세제 용액 100 mL와 2 mL의 decanhydronaphthalene을

차례로 더한 후 0.5g의 sodium sulfate를 이 용액에 완전히 녹인 후 boiling water bath에서 60분간 가열한 후 여과하였다. 그 후 20mL의 뜨거운 증류수로 detergent를 두번 세척한 후 20 mL의 acetone으로 두번 씻어냈다. 시료의 NDF가 들어있는 glass filter를 105°C drying oven에서 12시간 건조시킨 후 decicator에서 방냉하여 0.1mg까지 정확히 칭량하였다(W1). 이것을 525°C 회화로에서 3시간 회화시키고 무게를 칭량하였다(W2).

$$\text{NDF}(\%) = \frac{W1 - W2}{S} \times 100$$

S : 시료의 무게

W1 : 건조 후의 무게

W2 : 회화 후의 무게

(2) 산성세제섬유 (Acid Detergent Fiber, ADF)

ADF는 AOAC법에 의해 분석하였다. 시료 0.5g을 칭량하여 플라스크에 담고 1N H₂SO₄ 1 L에 20g의 acetyl trimethylammonium bromide를 녹인 산성 세제용액 100 mL를 넣고 boiling water bath에서 60분간 가열한 후 감압여과하고, 뜨거운 증류수로 세제용액을 완전히 씻어낸 후 acetone으로 씻어낸다. 그 후 105°C drying oven에서 건조시킨 다음 항량을 측정하였다(W1). 산성 세제리그닌(acid detergent lignin, ADL)은 ADF를 구한 시료가 들어있는 glass filter에 잔사의 표면이 덮힐 정도로 72% H₂SO₄를 부어 유리봉으로 저

으면서 덩어리를 부순 다음, 72% H₂SO₄를 2/3정도 붓고 1시간마다 저으면서 3시간 동안 정치시켰다. 이를 감압여과한 후 100 mL의 뜨거운 증류수로 씻어 내어 산을 완전히 제거한 후 105°C drying oven에서 건조시킨 후 함량을 측정하고(W2), 550°C 회화로에서 회화한 후 무게를 칭량하였다(W3).

$$\text{ADF}(\%) = W1 - W3$$

$$\text{ADL}(\%) = W2 - W3$$

3. 단백질 품질 평가

3.1 단백질 소화율(*in vitro*)

단백질 소화율(*in vitro* protein digestibility)은 Satterlee 등의 방법 (Satterlee 등 1979)을 수정한 AOA방법(AOAC, 1982)으로 측정하였다. 대조 단백질로는 ANRC sodium caseinate를 사용하였으며, α-chymotrypsin(41 units/mg solid, SIGMA), trypsin (17,600 BAEE units/mg solid, SIG MA) 및 peptidase (102 units/mg solid, SIGMA) 혼합효소 1 mL를 가하여 37°C에서 10분간 가수 분해시킨 뒤, *Streptomyces griceus* protease(4.5 units/mg solid, SIGMA)로 55°C에서 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) 정량

시료의 TIS 함량은 Rhinehart법(1975)을 개량한 Ryu(1983)의 방법으로 측정하였다. 즉, 시료를 0.2g 취하여 재증류수 10 mL를 가해 실온에서 2시간동안 수화시킨 후, 이 용액을 2 mL 취하였다.

ANRC casein에 trypsin inhibitor 용액 0.25, 0.5, 0.75, 1.00 mL를 각각 가한 후, pH 8.0으로 맞춘 뒤, trypsin 용액(Sigma제, 14,600 BAEE units/mg solid, 14.6mg/10ml) 1 mL를 가하여 10분간 가수분해 시켰을 때의 pH와 정제 soybean trypsin inhibitor량과의 관계로써 표준곡선을 작성하였다(Fig. 1).

이때 표준곡선의 회귀방정식은 $Y = 0.9165X - 6.2887$ ($r^2=0.9891$)이었으며, X는 10분 뒤의 pH이고 Y는 정제 soybean trypsin inhibitor의 양으로, TIS의 함량 표시는 시료 g당 정제 soybean trypsin inhibitor의 mg에 해당하는 양으로 하였다.

3.3 유리아미노산 총량 정량

유리아미노산 총량을 정량하기 위해서는 OPDA(o-phthaldialdehyde spectrophotometric assay)를 이용한 Rowlet와 Murphy(1981) 및 Church(1983) 등의 방법을 사용하였으며, 결과는 DL-leucine과 DL-lysine 당량으로 표시하였다. OPDA용액은 ethanol에 녹인 1% OPDA 용액 0.4 mL과 ethanol에 녹인 1% mercaptoethanol 0.4 mL을 25 mL 0.05M borate buffer(pH 9.7)에 혼합하여 사용하였다. 시료 1g을 정확히 칭량하여 삼각플라스크에 담고 100ml 증류수를 첨가하여 water bath상에서 서서히 끓이다가 100°C가 되면 3분간

더 끓인다. 여과 한 후 여액 2 mL와 OPDA 용액 2 mL를 혼합하여 10분간 방치한 후 340nm에서 흡광도를 재었다. 표준곡선 방정식에 따라 DL-lysine은 $Y = 0.0394X - 0.0004308$, DL-leucine은 $Y = 0.0848X - 0.00056$ 이었으며, X는 흡광도 측정치이다.

3.4. 단백질 효율비(Computed Protein Efficiency Ratio, C-PER)

계산단백효율비(computed protein efficiency ratio, C-PER)는 *in vitro* 단백질 소화율과 구성 아미노산 조성을 토대로 단백질의 품질을 예측할 수 있는 AOAC(AOAC, 1982, 1990)방법에 따라 계산하였다.



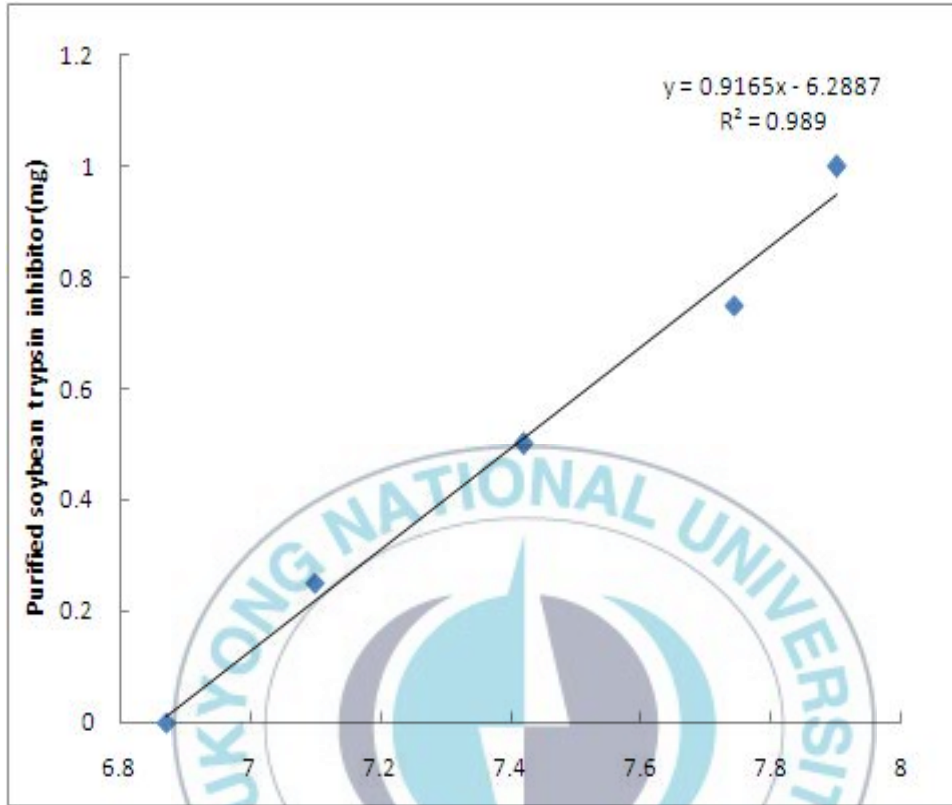


Figure 1. Relationship of at 10 minutes to purified soybean trypsin inhibitor concentration.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 일반성분 및 식이섬유 함량

1.1 일반성분

본 실험에 이용된 잎상추(Korean romaine lettuce), 들깨잎(perilla leaf), 쌈배추(Korean cabbage)의 수분, 조단백, 조지방, 회분의 함량은 Table 1과 같다. 식품성분표(2001)와 비교해보면 수분의 함량은 잎상추를 제외하고는 1.17%~1.72%정도 낮았고, 단백질의 함량은 전 시료가 1.39%~1.82%정도 높았으며 조지방과 회분 함량은 비슷한 결과를 나타냈다. 이와 같이 일반성분에 있어 약간씩 차이가 나는 것은 토양이나 재배조건, 기후, 품종 등의 여러 조건에 기인된 것이라 생각된다.

보쌈용 돼지고기 수육(보쌈육)의 수분, 조단백, 조지방, 회분의 함량은 Table 2 와 같다. 식품성분표(2001)와 비교해보면 생 돼지고기의 목살함량에 비해, 수분은 9.72% 낮았고 지방의 함량은 4.97%, 회분함량은 0.27%, 단백질은 12.82% 로 높게 나타났다. 보쌈육의 낮은 수분함량은 육단백질의 변화로 단백질과 물분자 사이의 결합력의 변화로 수분을 잃게 된 결과로 여겨진다 (Lopez-Bote 등 1989). 한편 보쌈용 수육 제조시 수용성단백질의 유실 및 부유성 지질이 육으로부터 나와 단백질과 지질의 함량은 낮아질 수 있으나 그보다 수분함량이 낮아지면서 지방과 단백질의 함량은 상대적으로 높아지게 되는 현상이 월등한 결과로 생각된다.

Table1. Proximate composition of the leafy vegetables used.

Sample	g/100g sample(g/100g solid)			
	Moisture	Crude Protein	Crude Fat	Ash
Korean romaine lettuce	93.42±0.33	3.22±0.67 (48.93)	0.53±0.5 (8.05)	0.99±0.2 (15.04)
Perilla leaf	85.03±0.02	4.21±0.61 (28.12)	0.45±0.4 (3.0)	1.42±0.14 (9.49)
Korean cabbage	92.58±0.3	2.69±0.01 (36.25)	0.13±0.12 (1.75)	1.1±0.3 (14.82)

Table 2. Proximate composition of pork meat(Boston butt) used.

Sample	g/100g sample(g/100g solid)			
	Moisture	Crude protein	Crude fat	Ash
Row	61.4	17.1 (44.30)	20.1 (52.07)	0.8 (2.07)
Boied	51.68±0.01	29.92±1.5 (61.92)	15.13±1.7 (31.31)	0.53±0.01 (1.10)

1.2 식이섬유소(dietary fiber) 함량

식이섬유소의 정량법에는 총 식이섬유 정량법(Proskey 등 1998, AOAC 1990)과 cellulose, lignin같은 불용성섬유소(Insoluble dietary fiber)와 hemicellulose, pectins, gums, mucilages같은 수용성 섬유소(soluble dietary fiber)로 구분하여 정량하는 방법(Asp 등 1983, Rogett and Brassard 1986)과 중성세제(neutral detergents)나 산성세제(acid detergents)로써 추출하는 방법(Van Soest and Wine 1976, AOAC 1990) 등이 있다. 앞의 두 방법은 효소에 의해 단백질을 분해시키는 방법이고, 세 번째 방법은 세제(detergents) 용액에 의해 섬유 이외의 물질은 분해시키고 남은 잔사를 정량하는 방법이다. 첫 번째로 개발된 방법이 Van Soest and Wine(1976)의 세제 추출법으로 당질, 질소함유 화합물 및 지방질이 세제용액에 녹는 성질을 이용한 것이다. 이는 산성세제추출법과 중성세제추출법의 두 가지 부류로 나누는데 ADF(acid detergent fiber)에는 cellulose, lignin 같은 불용성 섬유소(IDF)가 속하고, NDF(neutral detergent fiber)에는 불용성과 수용성 섬유소가 모두 포함되지만, pectins, gums 같은 수용성 섬유소(SDF)가 다량 함유되어 있는 시료일 경우, 이들의 일부 소실로 인해 total dietary fiber(TDF)보다는 낮게 정량될 수 있다. 또한 hemicellulose는 NDF-ADF로 계산이 되어 질 수 있는데 중성세제 추출법으로 인한 SDF의 소실로 인해 hemicellulose의 함량이 낮게 나타날 수도 있겠고, pectins, gums의 함량이 특히 많은 경우에는 오히려 음의 값이 나타날 우려도 있을 것 같다. 그러나 이 방법은 효소를 이용한 방법보다 간단하고 시간을 적게 요하므로 널리 이용되고 있다.

본 실험에서도 채소류는 당질, 지질, 단백질의 함량이 높지 않으므로 세제 용액에 의해 NDF, ADF, SDF 그리고 TDF를 나누어 정량하였는데 그 결과는 Fig. 2~5 에 나타난 바와 같다.

잎상치의 경우 NDF 17.52%, ADF 13.51%, SDF 7.13% TDF 27.29%로 나타났고, 들깻잎의 경우 NDF 20.67%, ADF 12.75%, SDF 8.7% TDF 30.45%, 배추의 경우 NDF 13.29%, ADF 11.57%, SDF 9.1% TDF 32.41%로 나타났다. TDF의 함량에 대한 SDF의 함량의 비율은 잎상추, 들깻잎, 배추는 각각 1:3.8, 1:3.5, 1:3.56(w/w)으로 잎상추가 가장 큰 비율을 차지했다.

잎상추 TDF의 함량은 Ryu 등(1992), 이경숙 등(1993), 윤수현 등(1999)의 연구결과와 비슷했고, 나머지는 조금씩 낮은 결과를 나타내었다. 배추의 TDF 함량은 이경숙 등(1993)의 연구결과와 비슷하였고, 김성호 등(2000), 이서래 등(1998), 박원기 등(1991)의 연구결과에 비해 2.47~9.67% 정도 낮았다. 들깻잎은 황설희 등(1996)의 TDF 결과에 비해 3.7% 낮았고, Ryu 등(1991)의 연구결과에 비해 NDF를 제외하고 0.78%~2.49% 정도 낮은 결과를 보였다. 이렇게 다른 결과를 나타내는 것은 아마도 시료로 사용한 채소의 품종 차이, 잎의 부위, 재배시기 등이 다르기 때문 인 것으로 생각된다.

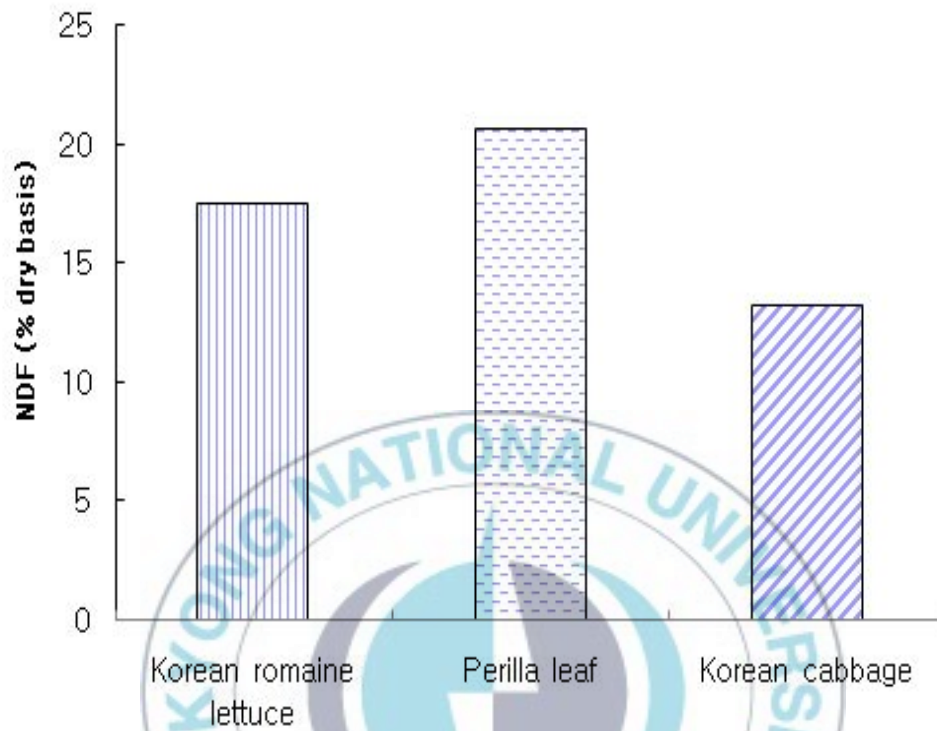


Figure 2. Contents of neutral detergent fiber(NDF) in vegetables

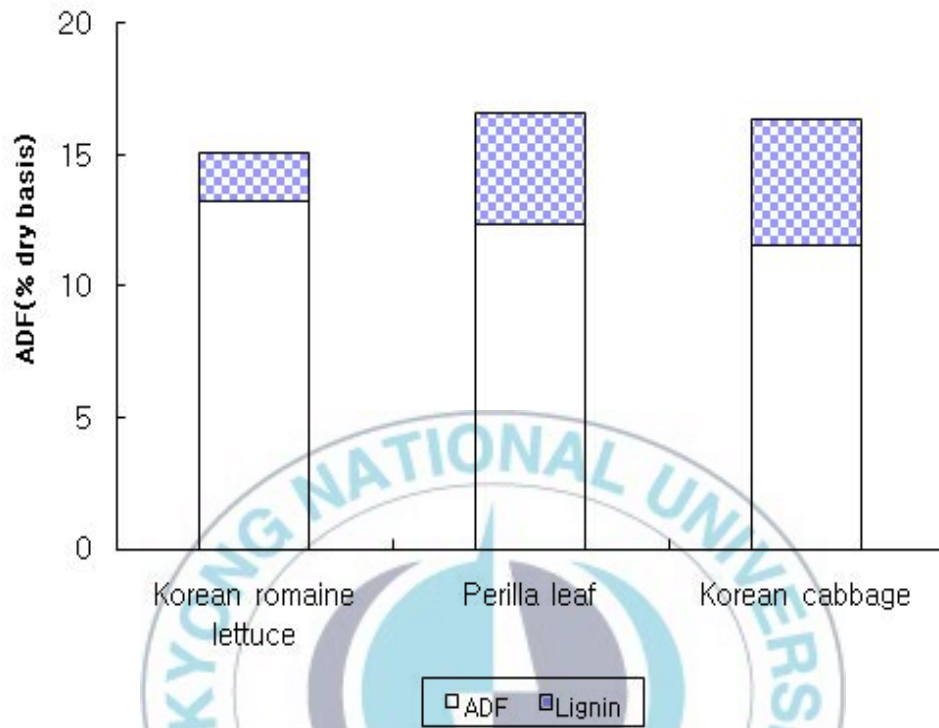


Figure 3. Content of acid detergent fiber(ADF) in vegetables

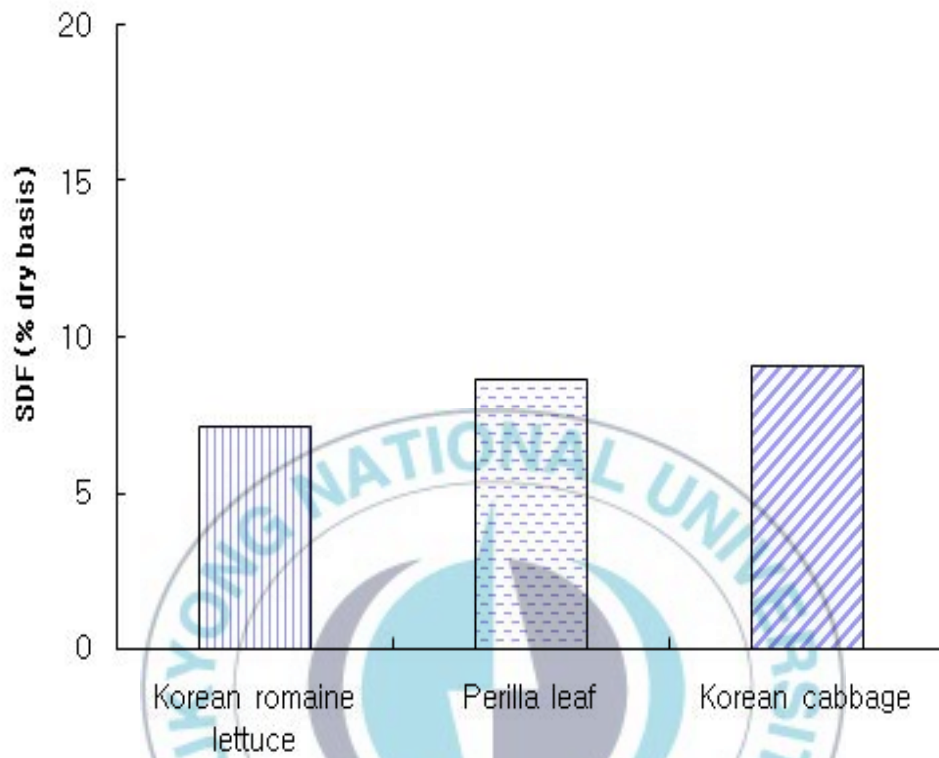


Figure 4. Content of water-soluble dietary fiber(SDF) in vegetables

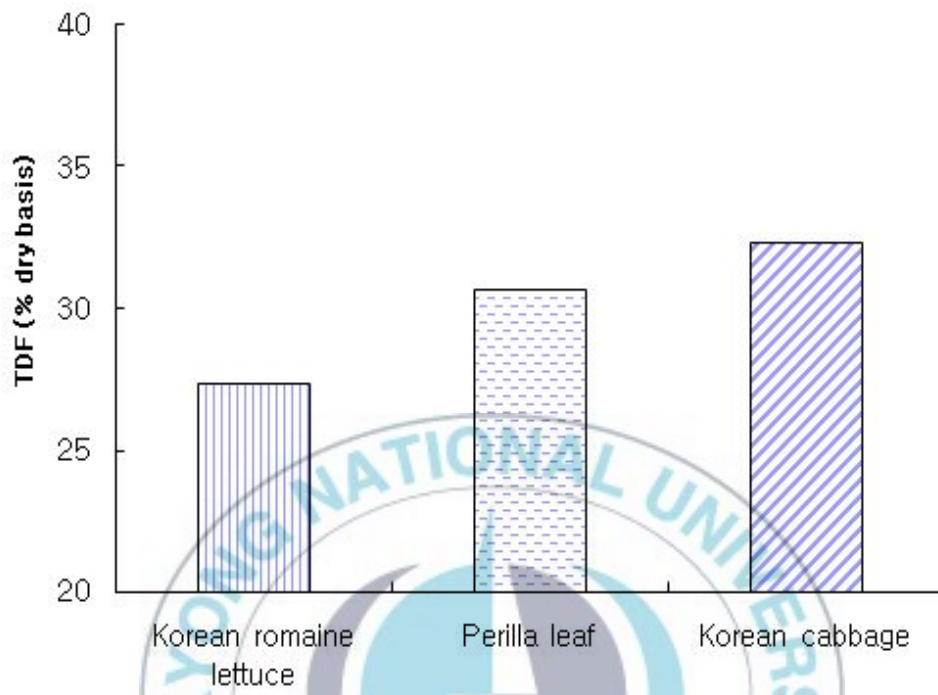


Figure 5. Content of total dietary fiber(TDF) in vegetables

2. 식이섬유소(dietary fiber)와 채소첨가에 따른 단백질 소화율(*in vitro* protein digestibility)의 변화

식이섬유소는 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(Acton 등 1982, Gagne와 Acton 1983). 반응시간은 앞서의 실험방법에서 서술했듯이 dietary fiber의 충분한 수화를 도모하기 위해 문헌(Acton 등 1982, Gagne와 Acton 1983)에 따라 2시간으로 정하였다. 정제 dietary fiber를 첨가하지 않은 casein 소화율과 dietary fiber를 첨가하지 않은 돼지고기 단백질의 소화율에 비해서, 시판용 정제 dietary fiber나 추출 dietary fiber를 첨가시킨 경우, 단백질 소화율이 유의적으로 감소하는 경향을 보였다.

2.1. Casein과 시판용 정제 dietary fiber의 상호반응

정제 dietary fiber를 casein에 1:0.32(w/w), 1:0.64(w/w), 1:0.96(w/w)의 비율로 세 가지 유형(casein과 동시에 반응, casein 반응 후 정제 dietary fiber 첨가, 정제 dietary fiber 반응 후 casein 첨가)에 따른 소화율 변화를 측정 한 결과는 Fig. 6~7과 같다.

정제 dietary fiber를 첨가하지 않은 casein의 소화율은 90%이고 정제 dietary fiber의 양을 늘릴 수록 유의성은 없었지만 casein의 소화율이 감소하는 것을 알 수 있었다. 시판용 정제 dietary fiber와 동시에 반응시켰을 경우에 cellulose는 casein의 소화율을 0.13%~2.02%, pectin은 1.68%~2.84%로 감소시켰고 casein을 먼저 효소로 가수분해 시킨 후 정제 dietary fiber를 첨

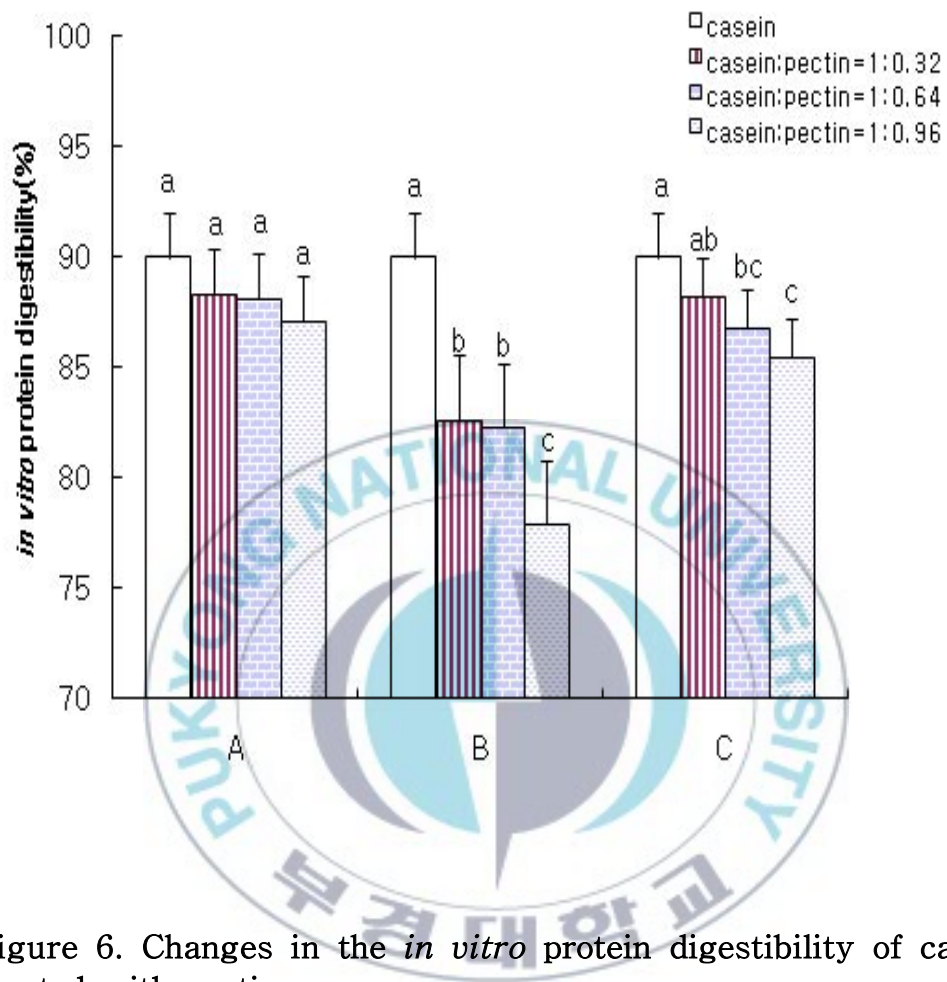


Figure 6. Changes in the *in vitro* protein digestibility of casein reacted with pectin

A : Interacted casein with pectin was digested by enzyme at the same time.

B : Pre-digested casein by enzyme was reacted with pectin.

C : Casein was digested by pre-reacted enzyme with pectin.

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

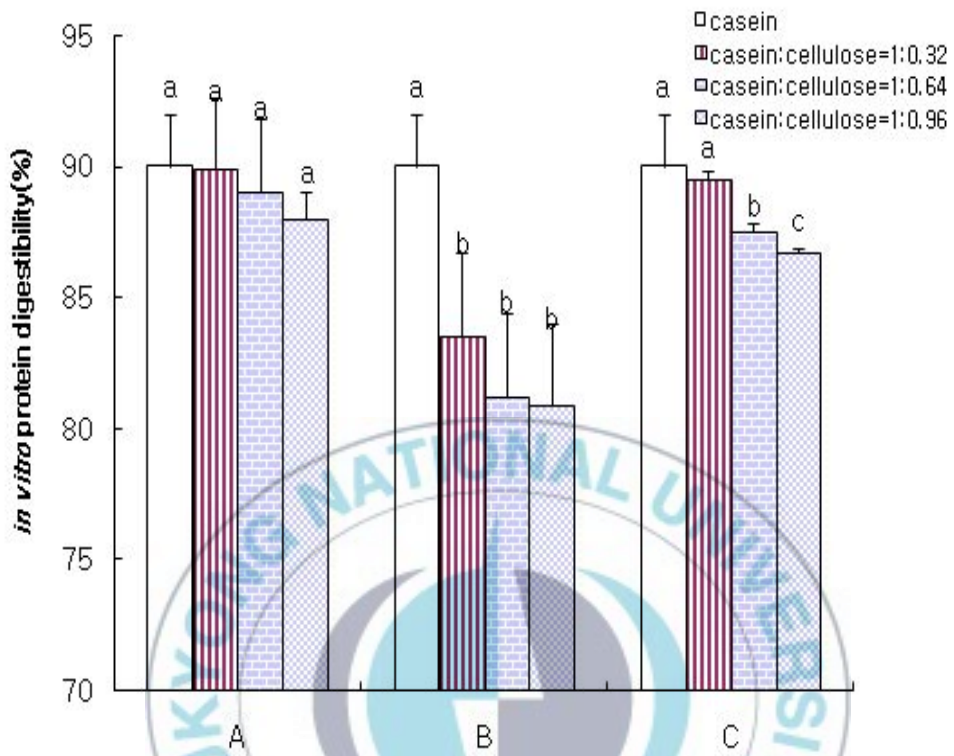


Figure 7. Changes in the *in vitro* protein digestibility of casein reacted with cellulose

Interpretation in this Figure is as same as Fig.6

가하였을 경우, cellulose는 casein의 소화율을 6.47%~8.07%, pectin은 7.36%~12.1% 소화율을 감소시켰다. 그리고 정제 dietary fiber를 반응시킨 후 casein을 첨가시켰을 경우 cellulose는 0.53%~3.32%, pectin은 1.72%~4.46% 감소시켰다.

Cellulose의 첨가(0.13%~8.07%)에 비해 pectin을 첨가(1.68%~12.1%)할 경우 casein 소화율에 있어서 더 많은 영향을 미쳤는데 이는 cellulose가 β -1,4 glucose units로 구성된 직선상의 구조이고, microfibrils의 형태로 존재하며, 불용성이고, 정전기적인 side group의 부족으로 인해 단백질이나 기타 다른 물질과의 반응성이 낮음에 기인되며(Acton 등 1982), pectin에 의한 casein 소화율의 저하는 수용성이며 분자내의 uronic acid기와 단백질 분자와의 정전기적 상호결합과 아울러 pectin gel matrix 내로 효소나 단백질 가수분해물들이 포집(trapping) 되어 소화율 감소를 가져온다고 알려져 있다(Sheldon 1987, Schneeman 1986). 이 결과는 ANRC casein을 이용한 Acton 등 (1982), Gagne와 Acton(1983), 그리고 Hur 등(2009)의 결과와 비슷하다.

2.2. 보쌈육과 잎상추의 상호반응

잎상추에 의한 보쌈육의 소화율 변화를 알아보기 위해 진공 동결 건조한 돼지고기와 잎상추 분말을 이용하여 단백질 소화율 변화를 실험한 결과는 Fig. 8에 나타내었다.

진공 동결 건조한 잎채소를 첨가하지 않은 보쌈의 단백질 소화율은 93.64%이지만 식이성 섬유소 급원인 채소와 같이 먹는 경우에는 단백질 소화율의 변화가 일어났다. 즉 보쌈과 잎상추를 같이 취식하는 경우의 단백질

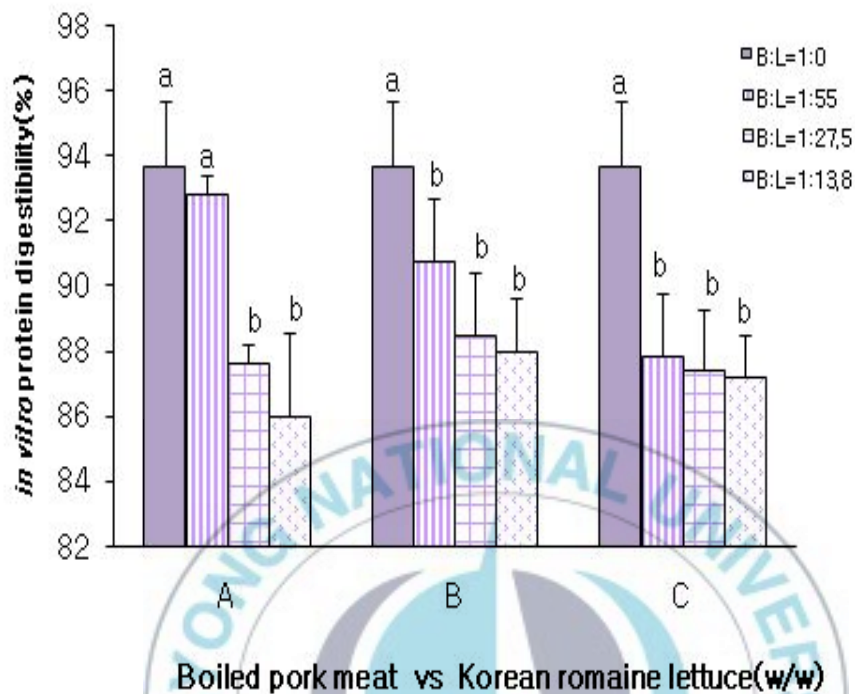


Figure 8. Changes in the *in vitro* protein digestibility of freeze dried boiled pork meat reacted with Korean romaine lettuce expressed as raw material equivalent.

- A: Interacted boiled-pork meat with vegetables was digested by enzyme. Those was regarded as eating vegetable and boiled-pork meat at same time.
- B: Pre-digested boiled-pork meat by enzyme was reacted with vegetables. Those was regarded as eating vegetable after boiled-pork meat.
- C: Boiled-pork meat was digested by the pre-reacted enzyme with vegetable powder. Those was regarded as eating vegetable before boiled-pork meat.
- a-c Superscripts letters indicate significant different at p=0.05 by Duncan's multiple range test.

소화율 변화를 알아보기 위해 실험방법에서도 기술 했듯이 진공 동결 보쌈 건조분말 0.1062g에 잎상추 분말 0.0041g을 섞어 2시간 반응시킨 후 보쌈육 단백질 소화율을 측정하였다. 잎상추의 양을 1배, 2배, 3배로 늘려감에 따라 단백질 소화율은 각각 0.83%, 6.0%, 7.63% 가량 감소하였다.

보쌈 육을 먼저 취식 한 뒤에 채소를 먹는 경우, 먼저 진공 동결 건조한 보쌈 육 분말에 네 가지 혼합 효소 액을 1mL씩 가하여 20분간 가수 분해시킨 뒤, 진공 동결 건조한 잎 상추 분말 용액을 넣어 2시간 반응 시킨 후 pH를 측정하여 단백질 소화율의 변화를 측정하였다. 보쌈 육을 먼저 섭취하고 어느정도 소화된 뒤 잎 상추를 먹게 되면 취식량을 1배, 2배, 3배로 늘려감에 따라 각각 2.9%, 5.18%, 5.66%의 소화율이 떨어졌다.

잎 상추를 먼저 취식한 후 보쌈 육을 섭취하였을 경우에는 네 가지의 효소 용액과 잎 상추 분말을 먼저 가수 분해시킨 후, 20분간 가수 분해시킨 보쌈 육에 1mL씩 첨가시킨 후 pH를 측정하여 단백질 소화율의 변화를 알아보았다. 이 경우에는 잎 상추 양을 1배, 2배, 3배로 늘려감에 따라 단백질 소화율은 각각 5.77%, 6.25%, 6.45%가량 떨어져 세 가지 방법의 섭취형태 중 가장 큰 감소폭을 나타내었다.

2.3 보쌈육과 들깨잎의 상호반응

보쌈육 섭취시 들깨잎을 곁들여 먹는다면 돈육의 단백질 소화율이 어떻게 변하는지를 상기의 잎상추 실험에서와 같은 방법으로 실험하여 그 결과를

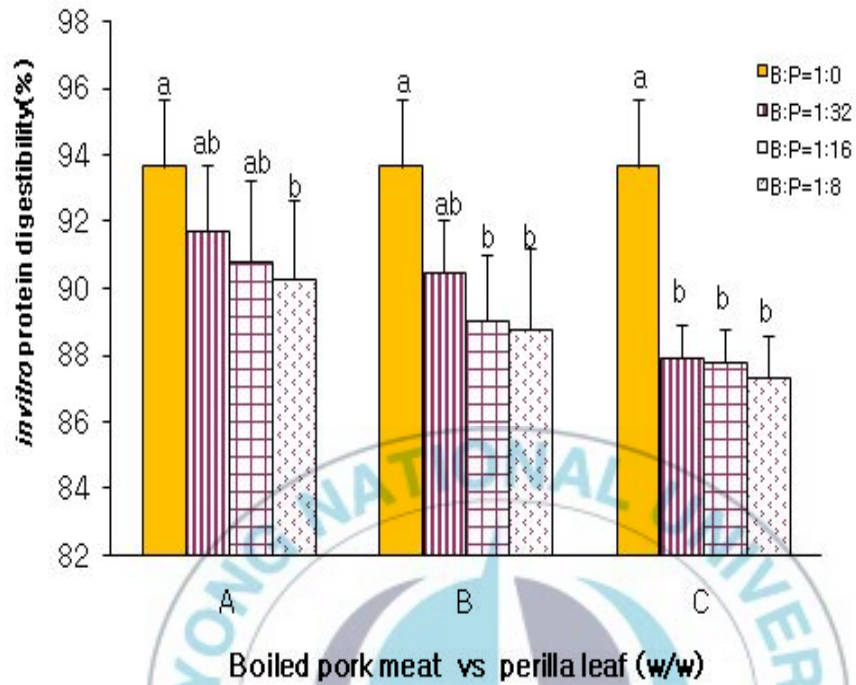


Figure 9. Changes in the *in vitro* protein digestibility of freeze dried boiled pork meat reacted with perilla leaf expressed as raw material equivalent.

Interpretation in this Figure is as same as Fig.8

Fig. 9에 나타내었다.

보쌈과 들깻잎을 같이 섭취하였을 경우 채소의 양을 1배, 2배, 3배로 늘려감에 따라 단백질 소화율은 각각 1.93%, 2.82%, 3.34%가량 떨어졌으며 보쌈 육을 먼저 취식한 후 들깻잎을 섭취하였을 경우, 단백질 소화율은 각각 3.2%, 4.6%, 4.86% 감소시켰다. 들깻잎을 먼저 취식한 후 보쌈 육을 취식했을 경우에는 각각 5.74%, 5.86%, 6.33%의 단백질 소화율이 떨어져 잎상치와 마찬가지로 세 가지 섭취 형태 중 가장 큰 감소폭을 나타내었다.

2.4 보쌈육과 쌈배추의 상호반응

쌈배추를 보쌈육과 곁들여 먹었을 때의 단백질 소화율 변화를 알아본 결과는 Fig. 10에 나타내었다.

보쌈육과 쌈배추를 같이 취식 했을 경우, 배추의 양을 1배, 2배, 3배로 늘려감에 따라 보쌈육 단백질 소화율은 각각 2.72%, 3.51%, 6.05%가량 감소하였고, 보쌈 육을 쌈배추보다 먼저 취식했을 경우 단백질 소화율은 각각 3.24%, 3.58%, 4.82% 떨어졌다. 쌈배추를 먼저 취식 한 후 보쌈 육을 섭취했을 경우에는 단백질 소화율은 각각 6.32%, 6.45%, 7.5%가량 떨어져 앞서의 잎상추나 들깻잎의 경우와 같이 감소폭이 가장 컸으며 야채 중에서도 단백질 소화율을 가장 심하게 저하시키는 것으로 나타났다.

이상의 결과들을 미루어 볼때 dietary fiber의 급원이 되는 여러 가지 채소 종류에 의해 돼지고기 단백질의 소화율이 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

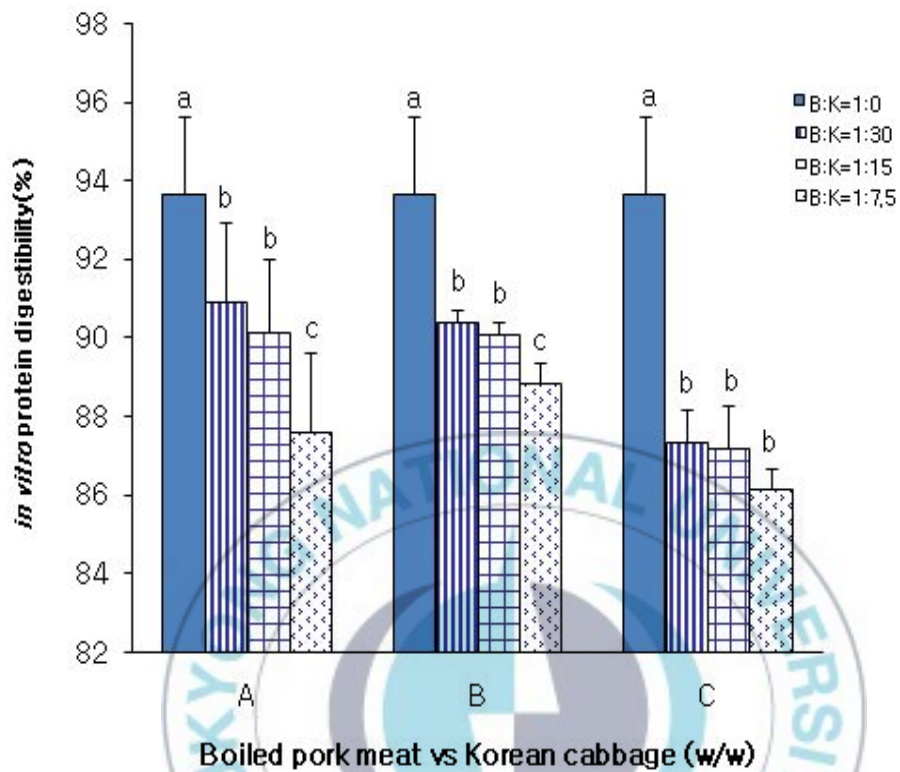


Figure 10. Changes in the *in vitro* protein digestibility of freeze dried boiled pork meat reacted with Korean cabbage expressed as raw material equivalent.

Interpretation in this Figure is as same as Fig.8

좌우된다고 알려져 있다(Ryu 등 1992). 그러나 본 실험의 결과에서 TDF/SDF의 비율이 잎상추(3.85) > 쌈배추(3.56) > 들깻잎(3.5)의 순으로 각각의 총 dietary fiber에 대한 수용성 dietary fiber가 차지하는 비율과 단백질 소화율의 저하 정도 간에 반드시 비례적인 관계를 보이지는 않았다.

실질적인 섭취에서 잎상추 한 장(3g)에 포함되어 있는 총 dietary fiber(TDF)의 함량은 다른 야채의 TDF 수치에 비해 적는데 이것 또한 소화율에 영향을 미친 것이라 생각된다. 잎상추나 들깻잎 같은 엽채류는 waxes로 분류되는 비극성지질의 복합체인 cutin과 suberin 같은 성분들이 소화를 방해한다고 알려져 있으므로(Selvendran 1984) 잎상추의 경우, 총 dietary fiber에 대한 수용성 dietary fiber의 비율이 가장 큰데도 불구하고 돼지고기 단백질의 소화율의 감소정도가 다른 야채들에 비해 작은 것은 위의 성분이 어느 정도 관여했으리라 생각된다. 쌈배추의 경우, 실질적 섭취에서 섭취되는 총 dietary fiber의 함량도 가장 높고, 수용성 dietary fiber에 속하는 pectin의 함량이 많으므로 돼지고기 단백질의 소화율 감소 정도가 가장 크다고 여겨진다.

3. Trypsin 비소화성 물질(Trypsin Indigestible Substrates, TIS)의 생성

Table 3에서 보듯이 trypsin 비소화성 물질은 단백질 소화율이 감소함에 따라 증가하였는데, 진공 동결 건조한 보쌈육 분말과 진공 동결 건조한 잎상추, 들깻잎, 쌈배추의 분말을 반응시켰을 경우, 야채의 양을 1장, 2장, 3장으로 늘려감에 따라 그 함량이 유의적으로 증가함을 알 수 있었다. 야채가 한 장일 경우 잎상추, 들깻잎, 쌈배추는 각각 42.48mg/g, 44.31mg/g, 46.10mg/g

으로 돈육과 배추의 반응에서 가장 높은 함량을 나타내었다. 이것은 야채의 식이섬유소 함량 결과와 어느 정도 일치한다. 들깻잎의 경우 증가폭이 가장 작았다. 이와 같은 결과는 단백질 소화율의 감소정도와 비교적 역상관관계를 보였으며 이는 Ryu 등(1991)의 보고처럼 잎상추, 들깻잎, 쌈배추의 dietary fiber가 돈육 단백질소화율을 감소시키는 것이 dietary fiber가 단백질에 직접 작용하여 비소화성 물질을 형성한 결과라 생각된다.

4. 상호반응에 따른 유리아미노산 총량의 변화

Dietary fiber는 단백질이나 그의 가수 분해물들을 gel matrix 내에 포집시키거나, 단백질분해효소의 활성을 저해시킴으로써 실제 분해되어 유리 될 수 있는 아미노산의 양을 적게 할 수 있다. 진공 동결 건조한 돼지고기 분말에 여러 채소 분말을 첨가, 반응시킨 다음, 이를 효소적으로 가수분해 시킬 때, OPDA법에 따른 총 유리아미노산 조성을 Table 4에 나타내었다.

OPDA법으로 측정된 보쌈육의 유리아미노산의 총량은 1,925mg% (DL-leucine), 892mg%(DL-lysine)이었다. 돈육만 섭취했을 경우에 비해 채소를 1장, 2장, 3장으로 양을 늘려감에 따라 유리아미노산의 함량이 유의적으로 감소함을 알 수 있었다. 측정된 유리아미노산의 함량은 돈육만 섭취했을 경우와 잎상추, 들깻잎, 쌈배추와 함께 섭취했을 경우 간의 차이는 보이지 않았으나 dietary fiber급원이 되는 채소 분말이 돈육의 단백질분해효소의 활성을 저해시켜 유리된 아미노산의 양이 적어지게 됨을 확인할 수 있었다.

Table 3. Formation of trypsin indigestible substrates(TIS) contents from leafy vegetables-boiled pork meat(0.1062g) interaction.

Sample	mg/g solid		
	A	B	C
Korean romaine lettuce	42.48±0.03 ^a	60.81±0.05 ^b	71.81±0.11 ^c
Perilla leaf	44.31±0.12 ^a	58.06±0.06 ^b	71.81±0.04 ^c
Korean cabbage	46.10±0.14 ^a	62.64±0.12 ^b	69.97±0.07 ^c

P<0.001 f value 1465.3***

· All samples used in this experiments were freeze dried product.

A : Korean romaine lettuce(0.0041g), perilla leaf(0.0063g),
Korean cabbage(0.0063g)

B : Korean romaine lettuce(0.0082g), perilla leaf(0.0126g),
Korean cabbage(0.0126g)

C : Korean romaine lettuce(0.0123g), perilla leaf(0.0189g),
Korean cabbage(0.0189g)

Table 4. Comparison of total free amino acid contents from leafy vegetables-boiled pork meat(0.1062g) interaction determined by OPDA method.

Sample		mg/100mg solid			
		A	B	C	
Korean romaine lettuce	(DL-leu)	19.25 ^a	18.00±0.17 ^b	12.36±0.16 ^d	14.43±0.07 ^c
	(DL-lys)	8.92 ^a	8.3±0.04 ^b	5.57±0.07 ^d	6.69±0.03 ^c
Perilla leaf	(DL-leu)		18.10±0.04 ^b	13.66±0.24 ^d	14.88±0.02 ^c
	(DL-lys)		8.4±0.04 ^b	6.32±0.11 ^d	6.89±0.01 ^c
Korean cabbage	(DL-leu)		17.30±0.04 ^b	15.25±0.04 ^d	15.78±0.13 ^c
	(DL-lys)		8.0±0.13 ^b	7.07±0.0 ^d	7.64±0.06 ^c

P<0.001 f value 7461.835***

- All samples used in this experiments were freeze dried product.
- Free amino acid contents of boiled pork meat without leafy vegetables : 19.25±0.02(DL-leu), 8.92±0.04(DL-lys)
- A: Korean romaine lettuce(0.0041g), perilla leaf(0.0063g), Korean cabbage(0.0063g)
- B: Korean romaine lettuce(0.0082g), perilla leaf(0.0126g), Korean cabbage(0.0126g)
- C: Korean romaine lettuce(0.0123g), perilla leaf(0.0189g), Korean cabbage(0.0189g)

5. 단백질 효율비(computed protein efficiency ratio, C-PER)

식품단백질의 영양을 평가하는데 있어서 일반적인 방법인 구성아미노산의 총량과 조성 및 필수아미노산과 비 필수아미노산의 비율 외에도 단백질효율도 중요한 평가방법으로 알려져 있다(Ryu and Lee 1985, Ryu 등 1998). 시료의 아미노산 조성과 *in vitro* 소화율 값을 토대로 계산된 단백질 효율비(computed protein efficiency ratio, C-PER)를 Table 5에 나타내었다. *In vitro* 소화율이 90% 이상인 단백질일 경우 rat-PER에 대한 정확도가 DC-PER이 높지만, 90% 미만일 경우에는 C-PER이 더 정확하다고 한 보고(Ryu and Lee 1985)를 감안하면 본 실험에 사용된 시료들의 *in vitro* 소화율이 90% 미만이거나 조금 높기 때문에 C-PER의 결과들이 유효할 것으로 생각되었다. 그 결과 보쌈육의 단백질 효율비(C-PER) 값은 3.20를 나타내었다. 측정된 C-PER은 돈육만 섭취했을 경우와 잎상추, 들깨잎, 쌈배추와 함께 섭취했을 경우 간의 차이는 많이 보이지 않았으나 야채를 먼저 섭취하고 보쌈육을 섭취했을 경우에 가장 낮은 단백질 효율비를 나타내었다. 잎채소 중에서는 쌈배추가 3.04로 가장 낮았고 이는 앞서 실험한 소화율, TIS, 유리아미노산 정량의 실험결과와 어느 정도 일치한다고 보여 진다. 이 결과는 잎채소에 의해 *in vitro* 소화율이 낮아진 결과 때문이라고 생각된다(문정혜 1991, 박희영 2006, 주경진 2009).

Table 5. *In vitro* protein qualities of boiled pork meat, and interacted boiled pork meat with leafy vegetables.

Sample		<i>In vitro</i> digestibility(%)	C-PER*
BP		93.64	3.20
BP+L	A	92.81	3.18
	B	90.74	3.12
	C	87.87	3.05
BP+P	A	91.71	3.15
	B	90.44	3.11
	C	87.90	3.05
BP+K	A	90.92	3.13
	B	90.40	3.11
	C	87.32	3.04

C-PER*: computed protein efficiency ratio

BP : boiled pork meat(0.1062g)

BP+L : boiled pork meat with Korean romaine lettuce(0.0041g)

BP+P : boiled pork meat with perilla leaf(0.0063g)

BP+K : boiled pork meat with Korean cabbage(0.0063g)

A : eating vegetable and boiled-pork meat at same time

B : eating vegetable after boiled-pork meat taken

C : eating vegetable before taking boiled-pork meat

IV. 요약 및 결론

단백질소화율에 미치는 dietary fiber의 영향에 대하여 알아보기 위해, 보쌈용 돼지고기(보쌈육) 섭취 시 같이 곁들여 먹는 잎채소 종류(잎상추, 들깻잎, 쌈배추)의 양, 취식방법에 따라 과연 이들이 얼마나 돼지고기 단백질소화율을 비롯한 트립신 비소화성 물질생성, 유리아미노산, 단백질 효율비등의 단백질품질에 미치는 영향을 검토한 결과는 다음과 같다.

1. 보쌈용 생육은 수분 61.4%, 조단백질 17.1%, 조지방 20.1%이었지만 보쌈용 삶은 돼지고기(수육)의 경우는 수분 51.68%, 조단백질 29.92%, 조지방 15.13%, 회분 0.53%으로 나타나 가열에 의한 수분유출로 단백질이 낮아지고 지방질이 빠지는 결과를 보였다.

2. 각 시료의 중성세제 추출섬유소(neutral detergent fiber) 함량은 13.29%(쌈배추)~20.67%(들깻잎)의 범위였고, 산성세제 추출섬유소(acid detergent fiber)함량은 11.57%(쌈배추)~13.26%(잎상추)의 범위였으며, 수용성 섬유소 함량은 7.13%(잎상추)~9.1%(쌈배추)의 범위였으며, 총 섬유소(total dietary fiber)의 함량은 27.39%(잎상추)~32.32%(쌈배추)의 범위였다.

3. 시판용 정제 dietary fiber(cellulose, pectin)를 보쌈육 섭취형태에 따라 (돼지고기 취식 후 채소 섭취, 돼지고기와 채소를 동시에 섭취, 채소취식 후 돼지고기섭취) casein에 첨가·반응시켜 보았다. Casein과 시판용 정제 dietary fiber의 반응 비율은 1:0.32, 1:0.64, 1:0.96(wt/wt)로 하고, 37°C에서 2시간 동안 반응시켰을 때, casein을 정제 dietary fiber보다 먼저 반응시켰을 경우 소화율 감소는 6.47%(cellulose)~12.1%(pectin)로 세 가지 형태 중 가장 큰 폭

으로 감소하였고 cellulose(0.13%~6.47%)보다 pectin(1.68%~7.36%)이 casein의 소화율에 더 많은 영향을 미쳤다.

4. 진공 동결 건조한 보쌘육 분말과 진공 동결 건조한 잎채소 분말을 동시에 섭취할 경우 단백질 소화율은 0.83%~7.63%로 2, 3장에 비해 1장 섭취할 경우에 감소폭이 컸고, 보쌘육을 잎상추보다 먼저 취식했을 경우에는 2.9%~5.66%, 잎상추를 보쌘육보다 먼저 취식했을 경우는 5.77%~6.45%로 세 가지 형태 중 가장 소화율의 감소폭이 컸다.

보쌘육 분말과 들깻잎 분말을 동시에 섭취했을 경우에 단백질 소화율은 1.93%~3.34%로 미미한 변화를 나타내었다. 돈육을 들깻잎 보다 먼저 섭취했을 경우에는 3.2%~4.86%가량 단백질 소화율이 감소하였다. 들깻잎을 보쌘육보다 먼저 섭취할 경우에는 5.74%~6.33%로 가장 큰 감소폭을 나타내었다.

돈육분말과 쌈배추 분말을 동시에 섭취했을 경우에 단백질 소화율은 2.72%~6.05%로 감소하였고, 돈육을 쌈배추보다 먼저 취식했을 경우는 3.2%~4.86%, 쌈배추를 돈육보다 먼저 취식했을 경우에는 6.32%~7.5%로 가장 큰 감소폭을 나타내었으며 잎채소 중에서도 가장 크게 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

5. Trypsin 비소화성 물질은 단백소화율이 감소함에 따라 유의적으로 증가하여, 42.48mg/g(보쌘육 + 잎상추)~71.81mg/g(보쌘육 + 들깻잎)으로 나타났다.

6. 진공동결 건조한 보쌘육분말의 유리아미노산의 반면 돈육분말에 야채의 총량은 1,925mg%(DL-leu)였던 양을 더할수록 그 함량이 유의적으로 감소하

였고,쌈배추(17.30mg/100g~15.25mg/100g,DL-leu)>잎상추(18mg/100g~12.36mg/100g, DL-leu)> 들깻잎(18.10mg/100g~13.66mg/100g,DL-leu) 순으로 나타났다. 이는 단백질 소화율과 TIS의 결과와 비슷하였다.

앞의 실험 결과를 토대로 볼 때 잎채소에 의한 돼지고기 단백질 소화율의 변화는 섭취 형태에 따라 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

보쌈육 섭취시, 야채를 보쌈육 보다 먼저 섭취하게 되면 단백질소화율 감소가 컸으며 야채 중 쌈배추를 먼저 섭취 할 때 소화율에 가장 큰 영향을 미치며, 들깻잎은 소화율에 가장 영향을 덜 미치는 것으로 나타났다. 이것은 쌈배추를 섭취할 때 상추, 깻잎에 비해 실질적으로 섭취하는 총 dietary fiber의 함량이 가장 클 뿐 아니라 수용성 섬유소와 총 섬유소의 함량에서도 가장 높은 함량을 나타내었다. 또한 쌈배추에는 수용성 섬유소인 pectin의 함량 또한 높은 것이 영향을 미쳤으리라 생각된다. 이와같은 결과는 TIS와 유리아미노산 총량, 단백질 효율비의 결과로도 확인 할 수 있었다.

섭취 형태에 따른 단백질 소화율의 변화 결과로 살펴보면 향후 돼지고기를 취식 할 때 다이어트를 고려하는 사람이라면 고기보다 야채를 먼저 섭취함으로써 돼지고기의 소화율을 떨어트려 체중증가에 영향을 덜 미치게 해야 할 듯하며 더 나아가 이런 습관은 비만 등에 따른 성인병을 어느 정도 예방할 수 있을 것으로 보여 진다.

돼지고기 섭취 형태에 따른 소화율의 변화에 관한 연구나 여러 가지 식이 섬유소 급원이 될 수 있는 다양한 야채와의 연관성에 관한 연구는 우리나라에서는 아직 미흡한 실정이다. 앞으로 상추, 깻잎, 배추의 3가지의 야채 뿐 아니라 같이 곁들여 먹는 마늘이나 양파와 같은 다양한 야채뿐 아니라 쌈장 등의 소스와의 연관성에 관한 새로운 접근이 활발히 이루어지기를 기대해본다

V. 참고 문헌

- AOAC. 1975. Official Methods Analysis 12th ed., Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.
- AOAC. 1982. Calculated protein efficiency ratio(C-PER and DC-PER), Official first action. J. AOAC. 65:496
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.
- Acton J. C., Breyer L. and Satterlee L.D. 1982. Effect of dietary fiber constituents on the *in vitro* digestibility of casein, J. Food Sci., 47, 556-560
- Asp Nils-G., Claes-G J. Hakan H. and Siljestrom M. 1983. Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. J. Agric. Food Chem., 31, 476-482
- Bookwalter. G.N. Kirleis. A.W. and Merts. E.T. 1987. *In vitro* digestibility of protein in milled sorghum and other processed cereals with and without soy-fortification, J. Food Sci. 52, 1577-1579
- Back J.H. and Cha T.Y. 2010. *In vitro* and *in vivo* physiological characteristics of dietary fiber from by-product of aloe vera gel processing. Food Engineering Progress 14. 2, 173-182
- Church. F.C., Swaisgood H.E., Porter D.H. and Catignani, G.L. 1983. Spectrophotometric assay using o-phthaldialdehyde for determination of proteolysis in milk and isolated milk protein, J. Dairy Sci., 66, 1219-1227
- Cumming J. H. 1978. Nutrition implications of dietary fiber, Am. J. Clin. Nutr., 31, S21-S29
- Farness P. L. and Schneeman B. O. 1982. Effects of dietary cellulose, pectin and oat bran on the small intestine in the rat, J. Nutr., 112, 1315-1319

- Floyd D. N. and Robert L. O. 1984. Effect of rice Hemicelluloses on Pancreatic Lipase Activity in vitro. *J. Food Sci.* 49, 956-957
- Gagne C.M. and Acton. J.C 1983. Fiber constituents and fibrous food residue effects on the in vitro enzymatic digestion of protein, *J of Food Sci.* 48,. 734-738
- Hur S.J, Lim B. O., Park G.B., and Joo S.T. 2009. Effect of various fiber addition on lipid digestion during in vitro digestion of beef patties. *J. Food Sci.*, 74, c635-c657
- IFT. 1979. Dietary fiber, *Food Tech.*, (1), 35-39
- Kang M. K. 2004. Effects of various marinates and marinating conditions on the palatability of pork hind legs. Master's thesis Graduate School of Joongbu University.
- Kelsay L., Willa M. C. Barbara J. H. and Prather. E. S. 1981. Nutrient utilization by human subjects consuming fruits and vegetables as sources of fiber, *J. Agric. Food Chem.*, 29, 461-465
- Lee J. M. 1990. An Analysis of characteristics in food balance and dietary patterns under the economic growth. *Korean J. Soc. Food Sci.*, 6(4) 41-50.
- Nomani M. Z.A., Ehteram F.F., Davis G.K. and Bradac C.J. 1979. Influence of dietary fiber on the growth and protein metabolism of the rat, *J. Food Sci.*, 44, 745-747
- Olof T. and Westerlund E. A. 1986. Studies on dietary fiber. 3. Improved procedures for analysis of dietary fiber. *J. Agric. Food Chem.*, 34, 330-336
- Prosky L., Asp N.G., Schweizer T.F., Dervies J.W., and Furda I. 1988 Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in food and food products, Interlaboratory study. *J. AOAC* 71:1017
- Rogett M. and Brassard R. 1986. A rapid method for the determination of soluble and insoluble dietary fiber. *J. Food Sci.*, 51, 1333-1336
- Ryu, H.S., Park, N.E., Lee, K.H. 1992. Effect of dietary fiber on the in vitro digestibility of fish protein

- Ryu, H.S., Cho, H.K., Hwang, E.Y., Moon, J.H. 1999. Protein nutritional qualities of fish meat extracts and their residues, *J. Korean Soc. Food Sci Nutr.*, 28(2), 277-284
- Ryu, H.S., Lee, Moon, J.H., Lee, K.H. 1988. Condition of quantitative analysis for free amino acid in fermented protein. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 17(2) 136-143
- Ryu, H.S. and Lee, K.W. 1986. Predicting the nutritional value of seafood proteins as measured by newer in vitro model. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 19(3), 219-226
- Ryu, H.S. and Moon, S.K. 1997. Changes in the contents of dietary fibers and pectic substances during fermentation of Baik-kimchi. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 26(6). 1006-1012
- Rhinehart, D. 1975. A nutritional characterization of the distiller's grain protein concentrates, MS thesis of Univ. of Nebraska-Lincoln, 29
- Rowlet, R. and Murphy, J. 1981. A convenient spectrophotometric method for the kinetic analysis of the enzymic hydrolysis of N-acyl peptides using phthalaldehyde *Analytical Biochem.* 112, 163
- San Miguel R. I., Kunkel, M. E., Bridges JR. W.C., Dick R. L. and Acton. J.C. 1990. Protein quality of selected muscle foods as affected by the exchange of dietary wheat bran for cellulose *J. Food Sci.*, 55(4), 885-887
- Satterlee L. D., Kendrick J. G and Miller G. A. 1979. Rapid in vitro assay for estimating protein quality, *Food Tech.*, 31, 78-81
- Schneeman B.O. 1986. Effect of plant fiber on lipase, trypsin and chymotrypsin activity, *J. Food Sci.*, 43, 634-635
- Selvendran R. R. 1984. The plant cell wall as a source of dietary fiber: chemistry and structure, *Am. J. Clin. Nutr.*, 39, 320-337
- Sheldon R. 1987. Metabolic effects of dietary pectins related to human health, *Food Tech.*, 2, 91-99
- Spiller G. A. 1986. Definition of dietary fiber, *Handbook of dietary fiber in human nutrition*, Chapter 2.1, Boca Raton, 15-18
- Trowell H. 1978. The development of the concept of dietary fiber in human nutrition, *Am. J. Clin. Nutri.*, 31, S3-S11

- Van Soest P. J and Wine. R.H. 1976. Use of detergent in the analysis of fibrous feeds, IV.Determination of plant cell-wall constituents, J. AOAC 50(1), 50-54
- Vahouny G.V. and David K. 1986. Dietary fiber, plenum press, New York, 35-48
- 김계용. 김석은. 2009. 국내소비자의 돼지고기 선호도와 소비행태 분석
공주대학교 동물자원학과. 한국동물자원과학회지 51(1) 81-90
- 김선임. 2009. 녹차추출물 첨가 돈육 및 조리제품의 이화학적,관능적 품질특성에 관한 연구. 세종대 대학원. 박사학위논문
- 김선희. 박희연. 박원기. 1988. 해조가공품의 Dietary Fiber 함량과 물리적 특성. 조선대학교. 한국영양학회지 17(4) 320-325
- 김성호. 2000. 근채류와 엽채소류의 종류별 식이섬유 함량비교. 동아대학교 대학원 석사학위논문
- 계수경. 1995. 조리방법에 따른 채소의 불용성 식이섬유 함량 변화에 관한 연구. 한국영양학회지 8(2) 116-127
- 문정혜. 류홍수. 이강호. 1991. 쇠고기에 첨가한 마늘의 소화효과. 한국영양식품학회지 20(5). 447-454
- 박원기. 김선희. 1991. 채소류의 식이섬유 함량 및 물리적 특성. 조선대 식품영양학과. 한국영양학회지 20(2), 167-172
- 박희영. 2006. 인삼과 마늘이 닭고기 단백질 품질에 미치는 영향. 부경대.대학원 석사학위논문
- 백진홍. 차태양. 허진철. 등 2010. 알로에 베라 유래 식이섬유의 *in vitro* 및 *in vivo* 생리기능 특성. 김정문 알로에 과학연구소. 경북대 식품생물산업연구소. 한국산업식품공학회 14(2) 173-182
- 서효정. 윤형식. 1989. 채소류의 식이성 섬유소의 함량과 이화학적 특성.
경북대. 한국영양학회지 18(4), 403-409
- 신미영. 2010. 어육 단백질소화율에 미치는 잎채소의 영향. 부경대. 교육대학원. 석사학위논문.
- 양종범. 고명수. 2010. 가열조리방법에 따른 돼지고기 목심의 이화학적 특성 변화. 한국식품저장유통학회 17(3) 351-357
- 윤수현. 1999. 상치, 부추의 DF의 정량분석 방법간의 비교연구. 동아대.

대학원 석사학위논문

- 이희섭. 이철호. 이귀주. 1987. 배추의 염장과정 중 성분변화와 조직감의 변화. 한국영양학회지 3(1), 64-70
- 이경숙. 이서래. 1987. 과일, 채소중 식이섬유의 분석법 검토 및 함량 분석. 한국영양학회지 19(4)
- 이경숙. 이서래. 1993. 국내산 식물성 식품중 식이섬유 함량의 분석. 한국영양학회지 25(3) 225-231
- 정인철. 문윤희. 강세주. 2004. 썩 분말 첨가가 돼지고기 수육의 이화학적 및 관능적 특성에 미치는 영향. 한국축산식품학회. 24(1) 15-22
- 주경진. 2009. 인삼과 마늘분말이 닭고기 Nugget의 식품학적 품질에 미치는 영향. 부경대학교 대학원 석사학위논문
- 조상훈. 정장호. 2010. 증제육차분말 및 생 찻잎분말을 첨가한 돈육 패티의 품질특성. 한국식품조리과학회. 26(5), 567-574
- 최윤상. 정종연. 최지훈 등. 2008. 미강에서 추출한 식이섬유첨가가 유화형 소시지의 품질특성에 미치는 영향. 한국축산식품학회. 28(1) 14-20
- 황선희. 김정인. 1996. 채소류, 버섯류, 과일류 및 해조류 식품의 식이섬유 함량 한국식품영양학회. 29(1), 89-96
- 황은영. 류홍수. 문정혜 등. 1999. 향신채소를 첨가한 어육 고음 추출물의 단백질 품질평가. 한국수산물과학회 32(2), 211-216
- 식품 성분표. 1991. 제 4개정판. 농촌 진흥청 농촌 영양 개선 연구원
- 식품 성분표. 2001. 농촌 진흥청 농촌 영양 개선 연구원
- 식품 성분표. 2006. 제 7 개정판, 농촌 진흥청 농촌자원개발연구소
- 한국 농촌 경제 연구원. 2009. Available from:<http://krei.re.kr>

감사의 글

본 논문이 완성되기 까지 많은 분들의 도움과 관심이 있었기에 가능했습니다. 이 자리를 빌어 도와주신 많은 분들께 감사의 마음을 전합니다.

2년 동안의 대학원 생활을 돌아보면 힘든 날도 있었지만 많은 것을 배우고, 좋은 사람들을 만나고, 또 한 단계 발전할 수 있었던 소중한 시간들이었습니다. 졸업을 앞둔 지금 후련한 마음과 함께 아쉬운 마음도 큼니다.

실험실 생활 동안 부족한 저에게 자신감과 용기를 주시고, 변함없는 관심과 가르침으로 이끌어 주시고 항상 든든한 힘이 되어 주신 류홍수교수님께 진심으로 감사드립니다. 많은 것을 배웠습니다. 늘 인자하신 남택정 교수님과 멋진 김재일 교수님, 늘 아름다우신 류은순 교수님께 감사드립니다. 대학원 과정에서 많은 가르침을 주셨던 최재수 교수님, 김형락 교수님, 변대석 교수님께 감사드립니다.

2년 동안 실험실 생활을 함께 하면서 많이 정든 동생들에게 감사의 마음을 전합니다. 아낌없는 지원과 도움을 준 미미, 초롱, 정민, 민주와 새롭게 시작할 남도, 기정, frieda와 대학원 생활동안 많은 충고를 해준 경진이, 동생이지만 언니같이 많이 챙겨준 혜령에게 고마운 마음을 전합니다. 든든하게 나의 짜증과 하소연을 들어주고 나에게 힘이 되어준 태준오빠에게도 고마운 마음을 전합니다. 경기도에 혼자 떨어져 많이 외로울 정은이와 결혼해서 행복하게 잘 살고 있는 주현이. 귀여운 유진이. 듬직한 수정언니, 은영이, 재근, 승민, 효원에게도 고마운 마음을 전합니다.

마지막으로 철없고 부족한 딸을 항상 격려해 주시고 믿어주신 부모님, 지금은 떨어져 살지만 항상 보고 싶고 그리운 언니, 오빠처럼 듬직한 동생에게도 고마운 마음을 전합니다. 긴 시간 동안 믿음과 사랑으로 지켜봐 주셔서 감사

드립니다. 자랑스러운 딸이 되도록 노력하겠습니다.
사랑합니다.

2011년 2월
박혜진

