

발 간 등 록 번 호

11-1543000-000117-01

생체에너지 이용측면에서의 한식의 우수성 평가연구
(The study on the energy bioavailability to estimate the
quality of Korean traditional food)

농 립 축 산 식 품 부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “생체에너지 이용측면에서의 한식의 우수성 평가연구”에 대한 최종보고서로 제출합니다.

2013 년 6 월 29 일

한 국 식 품 연 구 원

연 구 진

연구기관명 : 한국식품연구원

연구책임자 : 김 은 미

책임연구원 : 홍 상 필

책임연구원 : 곽 창 근

연 구 원 : 김 혜 진

연 구 원 : 서 상 희

요 약 문

I. 제 목

생체에너지 이용측면에서의 한식의 우수성 평가연구

II. 연구개발의 목적 및 필요성(필요에 따라 제목을 달리할 수 있음)

- 한식은 다양한 식재료를 활용하여 건강학적 우수성을 갖고 있고 한식세계화 R&D분야에서도 한식에 대한 우수성 규명을 위한 일부 연구가 진행되고 있으나 현재까지 임상연구, 영양역학적인 연구로 실제적인 결과를 도출하는데 한계성이 있음.
- 한식의 건강 증진효과는 서양식에 비해 다양한 식재료의 섭취에 의해 체내 에너지 소비에서 식이성 열생성 작용(dietary thermogenesis)에 의한 에너지 소모량의 증가로 인한 영향이 서양식에 비해 매우 클 것으로 예상됨.
- 하지만 한식이 체내 에너지 대사에 미치는 유익함은 실제로는 이론으로만 알려졌을 뿐 과학적으로 증명되거나 이를 증명하려고 시도되고 있지는 않음. 그러나 실생활에서 한식으로 인한 성인병 증상의 완화 및 비만의 저감 효과는 실제로 한식의 식이성 열생성 작용이 있음을 강력히 뒷받침함.¹⁾
- 이는 한식이 체내 에너지 대사에 유익한 영향을 끼치는 현상을 심도 있게 연구한다면 그 어떠한 연구보다도 한식의 우수성을 쉽게 알릴 수 있는 포인트가 될 수 있을 것으로 예상됨. 따라서 본 연구에서는 주요 한식에 대한 생체 에너지 이용율을 조사하고 한식의 체내 열발생에 대한 역할과 비만에 대한 유익한 작용을 규명하고자 하였음.

III. 연구개발 내용 및 범위(필요에 따라 제목을 달리할 수 있음)

- 연구목표
주요 한식에 대한 생체 에너지 이용율을 조사하고 한식의 체내 열발생에 대한 역할과 비만에 대한 유익한 작용을 규명하고자 함
- 연구내용

1) The energetic significance of cookingq, *Journal of Human Evolution*, 57 (2009) 379~391

- 한국인 다소비 한식 품목 설정 및 섭취량 조사
- 한식의 품목선정, 평가용 한식시료 준비
- 동물실험 통한 주요 한식의 대사율 평가
- 주요 한식의 식이성 열생성작용(dietary thermogenesis) 평가

IV. 연구개발결과(필요에 따라 제목을 달리할 수 있음)

- 본 연구는 한식에 대해 현재 에너지 환산계수로 부정확하게 평가 되고 있는 대사 에너지(apparent metabolizable energy, AME) 수준을 정확히 평가하고, 몇몇 대표적 한식을 선택하여 이를 섭취함에 따른 thermo- genic effect의 존재와 그 수준을 조사하기 위해 실시하였다.

○ 주요 한식의 대사에너지(metabolizable energy) 함량 측정

- 실험에 선택된 한식과 양식들은 국내에서 대표적인 조리법으로 조리해서 사용하였고 일부 fast food들은 시중에서 상업용 제품을 구매하여 사용하였다. 실험에 사용한 식품들은 단백질, 지방, 탄수화물 및 섬유소가 많은 식품군으로 분류하여 실험을 진행하였고, 해당 식품군 끼리 통계처리하여 비교하였다.
- 또한 이중 대표적인 한식으로 인식되는 식품들을 선택하여 해당 식품의 섭취에 따른 열발생효과(thermogenic effect)를 실험용 쥐를 이용하여 조사하였다.
- 주요 한식의 일반성분을 분석한 결과에 따라 주요 성분별 한식을 분류하였다. 단백질이 많은 식품군에 속하는 식품들은 설렁탕, 육개장, 삼계탕, 해물탕, 장조림, 고등어 구이, 고등어 조림, 갈치구이, 멸치 볶음, 생선 조림 및 fried chicken 이었다. 지방이 많은 식품군에 속하는 식품들은 갈비탕, 불고기, 제육볶음, 삼겹살, 돈까스, 스테이크, 햄버거 및 french fry 였다. 탄수화물이 많은 식품군에 속하는 식품들은 쌀밥, 비빔밥, 보리밥, 현미밥, 떡국, 라면, 김밥, source를 제외한 비빔밥, 해물 칼국수, 잡채, 해물파전, 고추장, 떡볶이, 피자 및 스파게티 였다. 섬유질이 많은 식품군에 속하는 식품들은 김치, 콩나물, 시금치 나물, 김치찌개, 된장찌개 및 된장이었다.
- 해당식품들은 조리가 끝난후 냉동진공 건조하여 분쇄한 후, 대사에너지 조사를 위한 기초사료 (BD)에 30%를 첨가하여 250 g 내외의 실험용 쥐에게 급여하였다. 실험사료에 적응을 위해 3일간 급여한 후, 대사 케이지(cage)로 옮겨 4일간 실험사료 섭취량을 측정하고 분 과 뇨를 전량 채취하였다. 시료들은 열량계(bomb calorimeter)로 열량을 측정하여 대사에너지 함량을 계산하였다.

- 대사에너지 실험 결과, 단백질 식품군에서는 체중변화량과 식이 섭취량에서는 식품별로 차이가 없었다. 순에너지(gross energy)섭취량은 삼계탕과 고등어 조림이 다른 식품들에 비해 유의하게 높았고, 단백질 섭취량은 설렁탕이 다른 식품들에 비해 유의하게 높았다($p < 0.05$). 분뇨에 의한 에너지 손실량(energy loss)는 분으로, 질소 손실량(nitrogen loss)는 대부분 뇨로 일어났다.
- 분으로의 에너지 손실(energy loss)현상은 육개장, 뇨로의 질소 손실(nitrogen loss)현상은 설렁탕이 가장 높았다($p < 0.05$). 실험 식이의 ME 함량은 fried chicken 과 고등어 구이가 각각 4330.1 및 4266.9 kcal/kg 수준으로 가장 높았다($p < 0.05$). 이는 해당식품에 포함된 지방의 함량이 다른 식이보다 높기 때문으로 여겨진다. 이러한 결과는 그대로 단일식품의 AME에 반영 되어, 앞의 두 식품은 각각 6283.9 와 6028.8 kcal/kg으로 다른 식품에 비해 유의하게 높았다($p < 0.05$).
- 본 연구에서 실제로 측정된 단일식품의 대사에너지 함량을 Atwater 계수를 활용한 계산치와 비교해 보면, 설렁탕, 삼계탕, 장조림, 고등어 구이, 갈치구이, 멸치 볶음, 생선 조림 및 fried chicken이 각각 7.7, 6.9, 14.0, 5.8, 8.7, 3.6, 9.1 및 14.7% 더 높아서 해당 식품에서는 Atwater 계산법이 더 낮게 평가되었다. 그러나 육개장, 해물탕 및 고등어 조림에서는 실제 측정된 대사에너지가 Atwater 계산치에 비해 각각 18.4, 0.6, 및 2.3% 낮았다.
- 지방이 많은 식품군에 속하는 식품들에서는 식이 섭취량은 기초식이군(BD군)만 낮게 나타났다 ($p < 0.05$). 이는 순에너지(gross energy) 및 질소 섭취량(nitrogen intake)에서도 비슷한 경향이였다. 실험 식이의 AME 수준은 제육볶음과 삼겹살이 각각 4237.8 과 4216.1 kcal/kg 으로 다른 실험식에 비해 높게 나타났다($p < 0.05$).
- 단일 식품의 AME 결과도 비슷한 경향을 보여 제육볶음과 삼겹살이 6060.9 및 5879.7 kcal/kg으로 나타났다 ($p < 0.05$). 이 식품군의 식품들도 실제 측정치와 Atwater 계수로 계산한 값과의 비교했을 때, 불고기, 제육볶음 및 햄버거에서 실제 측정치가 계산치에 비해 각각 9.1, 12.1 및 0.1% 높았고, 갈비탕, 삼겹살, 돈까스, 및 french fry에서는 각각 19.3, 10.4, 2.2 및 10.6% 낮게 나타났다.
- 탄수화물이 많은 식품들에서는 실험식이 섭취량에서는 해물 파전의 섭취량이 가장 높았다($p < 0.05$). 이에 따라 순에너지(gross energy)섭취량도 해물파전 식이군에서 같은 경향이였다($p < 0.05$).
- 본 연구에서 측정된 실험 식이의 AME 함량은 떡국과 피자가 각각 3915.7 및

3941.4 kcal/kg으로 가장 높았다 ($p < 0.05$). 탄수화물 식품들이 포함된 실험식이의 AME 수준은 3482-3915.7 kcal/kg 수준으로 나타났다. 해당 식품들의 AME 수준은 3502 (현미밥)-4999.5 (피자) kcal/kg 수준으로 나타났다.

- 탄수화물 식품들의 실제 AME 값과 Atwater 계수에 의한 계산치와 비교해보면, 실제 AME 수치가 떡국, 해물과전, 피자, 스파게티 및 고추장에서 각각 9.3, 2.4, 7.0, 10.3 및 34.1% 더 높게 나타났다. 반면에 보리밥, 현미밥, 라면, 김밥, 비빔밥, source를 제외한 비빔밥, 해물칼국수, 잡채 및 떡볶이에서 각각 12.0, 12.5, 1.7, 7.1, 13.0, 4.4, 4.0, 1.4 및 7.5% 정도 실제 AME 수치가 Atwater 계수로 계산한 수치에 비해 낮게 나타났다.
- 섬유질이 많은 식품들에서는 체중변화량과 식이 섭취량에서 실험군사이에 유의적인 차이가 없었다. 식품들이 30% 함유된 실험식이의 AME 수준은 3023 (김치)-3888.6 (된장찌개) kcal/kg 사이로 나타났다. 단일 식품들의 AME는 된장 1794.7 kcal/kg으로 가장 낮게 나타났고, 된장 찌개는 5484.3 kcal/kg 수준으로 나타났다. 결과적으로 된장찌개의 실제 AME는 Atwater 계수에 의한 계산치에 비해 11.1% 높게 나타났다. 그러나 김치, 콩나물, 시금치 나물, 김치찌개 및 된장은 각각 18.7, 8.8, 3.5, 10.6 및 38.8% 정도 실제 AME가 더 낮게 나타났다.
- 이러한 결과를 볼 때, 한식에 속하는 상당수의 식품들 중 주로 재료가 다양하게 포함되어 있거나, 건강식으로 알려진 식품들이 Atwater 계산법에 의해서 실제 대사에너지보다 높게 평가(overestimate) 되는 것으로 나타났다.

○ 주요 한식의 열발생효과(Thermogenesis effect) 측정

- 열발생효과(Thermogenesis effect)에 대한 연구는 기초식이, 된장, 고추장, 소스를 제외한 비빔밥, 잡채, 김치, 피자, 햄버거 및 스테이크를 선택하여 실시하였다. 이들을 기초식이에 김치, 된장 및 고추장은 각각 20%를 대치하였고, 비빔밥, 잡채, 피자, 햄버거 및 스테이크는 30%를 혼합하여 80g의 쥐에게 30일간 급여하였다. 실험이 끝날 때, 모든 쥐들을 희생시켜서 모든 체조직을 건조하여 분쇄한 후 에너지를 측정하였다.
- 실험군 별로 총 AME 섭취량은 된장, 고추장, 비빔밥, 잡채, 김치, 피자, 햄버거 및 스테이크 실험군이 각각 1347, 1611, 1707, 1670, 1541, 1724, 1697 및 1686 kcal/마리 로 나타났다. 이중 쥐의 몸에 축적되지 않고 날아간 열량은 해당 실험군에서 각각 1095, 1173, 1239, 1215, 1170, 1255, 1188 및 1176 kcal/마리 였다.
- 따라서 섭취에너지 대비 열발생효과(thermogenic effect)로 손실된 비율은 된장,

고추장, 비빔밥, 잡채, 김치, 피자, 햄버거 및 스테이크 실험군이 각각 81.5, 72.8, 72.6, 72.8, 75.9, 72.8, 69.8 및 69.3 으로 나타났다. 따라서 된장, 고추장 및 김치가 햄버거나 스테이크에 비해 thermogenic effect가 상대적으로 크게 나타났다 ($p < 0.05$). 이러한 결과는 한식의 섭취가 서구식에 비해 신체에 저장되는 에너지가 적은 것을 의미하며 기능적으로 매우 몸에 유익한 식품임을 나타낸다.

○ 열량 측면에서 한식의 활용방안

- 한식 시료군의 대사 에너지 함량 평가 결과를 바탕으로 하여 일반적으로 1인에게 제공되는 한상 차림(한끼 식사)의 조합에 따라 성인 남자를 기준으로 실제 섭취하는 식단의 에너지를 평가하였다. 한국인 선호 식단 작성 및 평가는 본 실험에서 측정된 40종의 음식의 대사에너지 함량을 기준으로 수행할 계획이나 측정자료의 부족으로 식단작성 중 평가되지 않은 식품품을 사용할 경우에 대해서는 기준자료를 참고로 작성하였다. 향후 보다 다양한 한식 메뉴에 대하여 좀 더 많은 데이터 베이스 구축하여 기존의 열량정보와 생체에너지 개념을 도입했을 때의 열량을 비교하는 등 한식의 건강우수성에 대한 증빙자료로 사용할 계획이다. 식단은 반상식단, 면상식단, 일품요리 및 분식, 중식 및 일식, 서양식단, 한식 및 서양식 비교 등을 제시하였다.

V. 연구성과 및 성과활용 계획(필요에 따라 제목을 달리할 수 있음)

- 국내외 주요 학회(한국영양학회, 한국영양과학회, 한국식품학회, 2012 EFFost)의 3건의 학술발표를 했으며 일부는 학회 학술대회(식품영양과학회, ICOMST 2013 등)를 통해 발표할 계획임
- 현재 2건의 논문이 국외(J of Food Science)논문 투고중이며 1건은 투고를 준비중임
- 한식메뉴에 대한 건강 우수성에 대한 국내외인의 인식확대를 위한 과학적 증빙자료, 기타 한식활용 건강메뉴 및 상품화를 위한 기초자료, 한식을 이용한 맞춤형 식단 개발을 위한 기초자료, 국민건강을 위한 전통 한식 활용을 위한 기초자료로 활용 이와 관련된 정책자료 및 홍보자료로 활용가능함
- 연구결과와 관련하여 2012년 주요 일간지와 방송, 대중매체 일간지 등을 통해 홍보를 하였고 향후 필요시에 계속 홍보를 진행할 예정임

SUMMARY

(영문요약문)

I. Title

- The study on the energy bioavailability to estimate the quality of Korean traditional food

II. The purpose and necessity of research

- The Korean foods had many beneficial effects on human health, because they have a wide variety of food materials.
- In spite of the studies, those were conducted to elucidate the excellence of Korean foods on health, they failed to create actual results.
- The Korean foods have higher dietary thermogenesis compared to the western foods. However, Korean relief of symptoms and illnesses causes by reduction of obesity in life is actually of korean foods strongly support the presence of heat generation.
- Therefore, in this study, we aimed to determine the actual metabolizable energy of traditional Korean foods by using an experimental animal method, to show the limitations of using calculation methods based on conversion coefficients. Further, we measured the actual bioavailable energy in Korean foods to show that are low-calorie and healthy in terms of the energy metabolism.

III. The contents and scope of research(can vary the title depending on needs)

- The content and scope of this study was investigated the metabolizable energy and the effects of the thermogenesis, and the beneficial effects on obesity of the major Korean foods.
 - Dietary intake survey and the food items selection with intensive eating
 - The Korean foods sample preparation for evaluation

- The measurement of metabolizability in the major Korean foods
- The evaluation of thermogenic effects on the Korean foods

IV. The result of research

- This study was conducted to perform an accurate evaluation of the apparent metabolizable energy(AME) level of traditional Korean food, currently erroneously evaluated as energy conversion factor, and to investigate whether the intake of traditional Korean food brings forth thermogenic effect, and if so, to what degree. To this end, we analyzed an assortment of representative Korean food. For experimental purposes, we selected a variety of Korean- and Western-style food and cooked them using their respective popular cooking methods. For some fast foods, we purchased commercial products available on the market. The experiments were conducted on the food items classified into food groups rich in proteins, fats, carbohydrates, and fibers. Intergroup comparisons were made and statistically tested. Additionally, we chose a variety of food items recognized as traditional Korean food and investigated their thermogenic effect on experimental rats.
- The food items classified into the category of protein-rich food were beef-and-rice soup(seolleongtang), spicy beef soup(yookgaejang), ginseng-chicken soup(samkyetang), seafood soup(haemultang), beef boiled in soy sauce(jangjorim), roasted mackerel, hard-boiled mackerel, roasted cutlass fish, anchovy sauté, hard-boiled fish, and fried chicken. Food items belonging to the fat-rich food group were beef-rib soup, grilled marinated slices of beef(bulgogi), pork sauté, roasted slices of pork belly(samgyeopsal), pork chops, steak, hamburger, and French fry. Food items included in the carbohydrate-rich food group were boiled rice, boiled rice mixed with seasoned vegetables with hot sauce(bibimbap), boiled barley, boiled whole-grain rice, rice-cake soup, ramen noodle, seaweed rice roll(kimbap), bibimbap without hot sauce, handmade knife-cut noodle soup with seafood

(kalguksu), glass noodles mixed with vegetable sauté(japchae), seafood-green onion pancake, fermented red chili-soybean paste, spicy rice-cake sauté, pizza, and spaghetti. The group of fiber-rich food included kimchi, seasoned bean sprout, seasoned spinach, kimchi stew, fermented soybean paste stew, and fermented soybean paste.

- The food items to be analyzed were cooked and subjected to vacuum freeze-drying and pulverization. The resulting powder(30%) of each food item was mixed with the basal diet (BD) to be used as experimental diet(ED) for AME analysis. EDs were given to the experimental rats weighing approximately 250 g each. After being ED-fed during the 3 days of adaptation period, the rats were moved to metabolic cages. During the 4 days of ED-feeding test period, the amounts of ED intake were measured and the entire excretion was harvested. The AME contents of the samples were estimated using a bomb calorimeter.
- The experimental results of the AME values revealed that there was little difference in weight changes and dietary intake amounts among the food items of the protein group. The gross energy intake was significantly higher in samkyetang and hard-boiled mackerel than in other items, and a higher protein intake was confirmed in seolleongtang than in other items($p < 0.05$). Energy loss occurred through feces, while nitrogen loss mostly occurred through urine. The highest energy loss through feces was observed in rats fed with youggyejang, and the highest nitrogen loss through urine was observed in those fed with soelleongtang($p < 0.05$). The metabolizable energy (ME) contents of the EDs showed the highest values in fried chicken and roasted mackerel with 4330.1 and 4266.9 kcal/kg, respectively ($p < 0.05$). This is assumed to be attributable to the high fat content of these food items compared to other dietary feeds. These results directly reflect in the AMEs of unmixed food items, with the AME values of these two items being 6283.9 and 6028.8 kcal/kg, respectively, similarly higher than those of the

other items ($p < 0.05$). The comparison between the ME contents of the individual food items measured in this study and the values calculated using Atwater factors revealed generally lower Atwater values, with the measured ME contents of seolleongtang, samkyetang, jangjorim, roasted mackerel, roasted cutlass fish, anchovy sauté, hard-boiled fish, and fried chicken showing higher values by 7.7, 6.9, 14.0, 5.8, 8.7, 3.6, 9.1, and 14.7%, respectively. Contrarily, the measured MEs for youggyejang, haemultang, and hard-boiled mackerel were lower than the valued calculated using the Atwar coefficients by 18.4, 0.6, and 2.3%, respectively.

- Among the food items belonging to the fat-rich food group, only the BD group showed a low amount of dietary intake ($p < 0.05$). The same tendency was confirmed in the amounts of gross energy and nitrogen intake. The AME levels were higher in pork sauté and samgyeopsal EDs, with 4237.8 and 4216.1 kcal/kg, respectively, than those of other EDs ($p < 0.05$). The AME values of the unmixed food items were similarly higher with 5879.7 kcal/kg for pork sauté and 6060.9 for samgyeopsal ($p < 0.05$). The comparison between the measured values of this food group with the calculated values using the Atwater coefficients also revealed discrepancies, with bulgogi, pork sauté, and hamburger showing higher AME values by 9.1, 12.1, and 0.1%, respectively, and beef-rib soup, samgyeopsal, pork chops, and French fry showing lower AME values by 19.3, 10.4, 2.2, and 10.6%, respectively.
- Among the food items belonging to the carbohydrate-rich food group, seafood-green onion pancake showed the largest amount of gross energy intake ($p < 0.05$) and, similarly, the largest amount of gross energy intake ($p < 0.05$). The AME levels of the EDs measured in this study were highest in rice-cake soup and pizza, with 3915.7 and 3941.4 kcal/kg, respectively ($p < 0.05$). The AME levels of the EDs containing carbohydrate-rich food ranged between 3482 and 3915.7 kcal/kg. The AME levels of the corresponding food items ranged from 3502 for boiled whole-grain rice to 4999.5 kcal/kg for

pizza. The comparison between the measured AME values of the carbohydrate-rich group with the values calculated using the Atwater coefficients revealed discrepancies, with rice-cake soup, seafood green-onion pancake, pizza, spaghetti, and fermented red chili-soybean paste showing higher measured values than the calculated values by 9.3, 2.4, 7.0, 10.3, and 34.1%, respectively. On the other hand, in boiled barley, boiled whole-grain rice, ramen noodle, kimbap, bibimbap, bibimbap without hot sauce, kalguksu, japchae, and spicy rice-cake sauté, the measured AME values were lower than the calculated values.

- The fiber-rich food items did not show any significant difference among the ED groups both in weight changes and dietary intake amounts. The AME levels of EDs containing 30% of the experimental food items each ranged from 3023 for kimchi to 3888.6 kcal/kg for fermented soybean paste stew. Among the ED food items, fermented soybean paste showed the lowest AME with 1794.7 kcal/kg, while the stew made of it showed a much higher level (5484.3 kcal/kg). The AME level of the unmixed fermented soybean paste stew was 11.1% higher than the value calculated with the Atwater coefficient. In contrast, the actual AME levels of kimchi, seasoned bean sprout, seasoned spinach, kimchi stew, and fermented soybean paste were found to be lower than the calculated values by 18.7, 8.8, 3.5, 10.6, and 38.8%, respectively. Taking these results together, it can be inferred that a considerable number of traditional Korean food, especially those containing many different ingredients or known to be healthy food, are overestimated by the Atwater calculation method against their real AME.
- To investigate the thermogenesis effect, we selected BD, fermented soybean paste, fermented red chili-soybean paste, bibimbap without hot sauce, japchae, kimchi, pizza, hamburger, and steak. A 20% of BD was replaced with kimchi, fermented soybean paste, and fermented red chili-soybean paste, respectively, and 30% with bibimbap, japchae, pizza, hamburger, and steak

that were each mixed to the remaining 50% of BD. Each of these ED was fed to the experimental rats weighing 80 g for 30 days. After the end of the test period, all the rats were sacrificed and all the tissues were harvested, dried, and pulverized for the purpose of energy measurement.

- Among the ED group, the amounts of gross ME intake for fermented soybean paste, fermented red chili-soybean paste, bibimbap, japchae, kimchi, pizza, hamburger, and steak were 1347, 1611, 1707, 1670, 1541, 1724, 1697, and 1686 kcal/rat, respectively. Of these gross energy levels, the amounts of energy lost without being stored within the bodies of the rats were 1095, 1173, 1239, 1215, 1170, 1255, 1188, and 1176 kcal/rat, respectively. In other words, the ratios of energy lost through thermogenic effect to the energy intake were 81.5, 72.8, 72.6, 72.8, 75.9, 72.8, 69.8, and 69.3 in the experimental groups that were fed with fermented soybean paste, fermented red chili-soybean paste, bibimbap, japchae, kimchi, pizza, hamburger, and steak, respectively. In particular, the thermogenic effect was manifested more markedly in fermented soybean paste, fermented red chili-soybean paste, and kimchi than in hamburger and steak ($p < 0.05$). This suggests that, compared to Western-style food, less amount of energy is stored within the body through the intake of traditional Korean food, demonstrating the functional superiority of the latter as highly healthy food.

V. The achievements and the plan to use results of the research

- The results of this study presented one research papers in the Journal of Food Science contribute to the review by the reviewer at the stage and two papers are currently written step. Intermediate results were summarized, and then the some of the research results(four parts) were presented in proceedings of convenience.
- In research process, scientific discovery has led us to apply for a patent. The results of this research clearly showed that the Korean foods are very

beneficial to the health of the people and the actual energy are very low. We will actively inform the beneficial effects of the Korean foods.

목 차

요 약 문	1
SUMMARY	6
연구개발보고서 초록	21
제 1 장. 서 론	22
1. 에너지 대사의 연구배경	22
2. 에너지 대사의 개요(Energy Metabolism, 그림 1 참조)	28
3. 식품의 에너지(Food Energy)	31
제 2 장. 연구수행방법	33
1. 한식의 대사율 평가	33
가. 실험 재료	33
1) 한식의 품목선정	33
2) 실험 식이의 제조 및 일반 성분 분석	33
가) 실험 식이 제조	33
나) 식품 시료의 일반 성분 분석	34
3) 동물 실험의 사양	34
나. 실험 방법	42
1) 한식 품목 설정 및 섭취량 조사	42
2) 분뇨의 총에너지 함량 분석	42
3) 분뇨의 조단백질 및 조지방 함량 분석	42
4) 대사에너지 함량 측정	43
5) 실험 결과의 통계처리	44
2. 한식의 열 발생량 측정	45
가. 동물 실험	45
1) 실험 동물	45
2) 실험 설계	45

3) 동물 실험의 사양 및 대사실험	45
4) 실험 식이	46
나. 화학적 분석	50
1) 에너지 측정 및 일반성분 분석	50
2) 실험 결과의 통계처리	50
제 3 장. 결과 및 고찰	51
1. 한식의 대사율 평가	51
가. 한식의 품목 선정	51
1) 한국인 다소비 한식 품목 설정 및 섭취량 조사	51
가) 내국인이 선호하는 한식 품목	51
나) 외국인이 선호하는 한식 품목	51
다) 국가별 선호하는 한식 품목	52
2. 식품 성분에 따른 대사에너지 평가	57
가. 단백질함량이 높은 식품의 대사에너지 평가	57
1) 체중의 변화, 식이 섭취량, gross energy intake 및 nitrogen intake	59
2) 실험 식이의 분뇨에 의한 총에너지 및 질소 손실량	59
3) 흡수된 에너지와 질소 함량 및 흡수율	60
4) 실험 식이 및 단일 식품의 AME 및 AMEn	60
5) 대사에너지가의 비교	61
나. 지방이 많은 식품의 대사에너지 평가	70
1) 체중의 변화, 식이 섭취량, gross energy intake 및 nitrogen intake	70
2) 실험 식이의 분뇨에 의한 총에너지 및 질소 손실량	70
3) 흡수된 에너지와 질소 함량 및 흡수율	71
4) 실험 식이 및 단일 식품의 AME 및 AMEn	72
5) 대사에너지가의 비교	72
다. 탄수화물이 많은 식품의 대사에너지 평가	81
1) 체중의 변화, 식이 섭취량, gross energy intake 및 nitrogen intake	81
2) 실험 식이의 분뇨에 의한 총에너지 및 질소 손실량	81
3) 흡수된 에너지와 질소 함량 및 흡수율	82

4) 실험 식이 및 단일 식품의 AME 및 AMEn	82
5) 대사에너지가의 비교	82
라. 섬유질이 많은 식품의 대사에너지 평가	90
1) 체중의 변화, 식이 섭취량, gross energy intake 및 nitrogen intake	90
2) 실험 식이의 분뇨에 의한 총에너지 및 질소 손실량	90
3) 흡수된 에너지와 질소 함량 및 흡수율	91
4) 실험 식이 및 단일 식품의 AME 및 AMEn	91
5) 대사에너지가의 비교	91
3. 한식의 열발생량 측정	100
가. 대사 실험 결과 발생한 섭취에너지 및 분뇨 배설에너지	101
나. 실험 식이의 대사에너지	101
다. 실험 쥐의 주별 체중의 변화	101
라. 식이 섭취량과 섭취 효율	101
마. 실험쥐의 체중, 사료섭취량 및 총에너지	101
바. Heat increment 에 의한 축적된 에너지 비율	103
4. 열량 측면에서 한식의 활용방안	114
가. 반상차림 식단의 열량	115
나. 면상차림 식단의 열량	115
다. 일품요리 식단 및 분식 종류에 따른 식단의 열량	116
라. 중식 및 일식 식단의 열량	116
마. 서양 식단의 열량	117
바. 한식 및 서양식단의 총열량 비교	117
참고문헌	135
별첨자료	138

<표 차례>

Table 1. List of the Korean foods selected and recipe in this study	37
Table 2. Formulation of basal diet	38
Table 3. Results of approximate analysis of the Korean foods (%)	39
Table 4. The preparation methods of the experimental foods	47
Table 5. Approximate analysis results of the experimental foods	48
Table 6. Diet formulation of this study	49
Table 7. Regional preference of the Korean foods	53
Table 8. Regional preference of the Korean foods	54
Table 9. Journal survey in Korean foods preference	56
Table 10. Classification of the experimental foods with typical compounds and the levels in foods (%)	58
Table 11. Body weight changes and dietary, gross energy and nitrogen intakes of the rats during the experimental period	63
Table 12. Fecal and urinary losses in energy and nitrogen in the rats	64
Table 13. Energy and nitrogen absorbed and the ratio of absorbed/intake of the rats	65
Table 14. AME and AMEn of the diets and the foods	66
Table 15. Comparison between AME value of foods in this experiment and the calculated values by various energy conversion factors	67
Table 16. Body weight changes, diet, gross energy and nitrogen intakes of rats during the experimental period	74
Table 17. Energy and nitrogen loss of the rats	75
Table 18. Energy and nitrogen absorbed and the ratio of absorbed/intake of the rats	76
Table 19. AME and AMEn of the diets and the foods 19	77
Table 20. Comparison between AME value of foods in this experiment and the calculated values by various energy conversion factors	78

Table 21. Body weight changes, diet, gross energy and nitrogen intakes of rats during the experimental period	83
Table 22. Energy and nitrogen loss of the rats	84
Table 23. Energy and nitrogen absorbed and the ratio of absorbed/intake of the rats	85
Table 24. AME and AMEn of the diets and the foods	86
Table 25. Comparison between AME value of foods in this experiment and the calculated values by various energy conversion factors	87
Table 26. Body weight changes, diet, gross energy and nitrogen intakes of rats during the experimental period	93
Table 27. Energy and nitrogen loss of the rats	94
Table 28. Energy and nitrogen absorbed and the ratio of absorbed/intake of the rats	95
Table 29. AME and AMEn of the diets and the foods	96
Table 30. Comparison between AME value of foods in this experiment and the calculated values by various energy conversion factors	97
Table 31. Body weight changes, diet, gross energy and nitrogen intakes of rats during the experimental period	104
Table 32. Energy and nitrogen loss of the rats	105
Table 33. Energy and nitrogen absorbed and the ratio of absorbed/intake of the rats	106
Table 34. AME and AMEn of the diets and the foods	107
Table 35. Dietary intakes, feces and urine with weight and calorie basis during metabolic trial	108
Table 36. Estimation of apparent metabolizable energy (AME) contents	109
Table 37. Body weights of the rats during experimental period	110
Table 38. Diet intakes and efficiency ratios of the rats during experimental period	111
Table 39. Energy expenditure in the rats	112
Table 40. Heat increment evaluation	113

Table 41. The classification of dishes estimated AME in this experiment ..	118
Table 42. The changes of calorie(kcal) by composition of staple foods	119
Table 43. The changes of calorie(kcal) by composition of staple foods	120
Table 44. The changes of calorie(kcal) by composition of staple foods	121
Table 45. The changes of calorie(kcal) by composition of staple foods	122
Table 46. The changes of calorie(kcal) by composition of staple foods	123
Table 47. The changes of calorie by composition of flour based dishes	124
Table 48. The changes of calorie by composition of flour based dishes	125
Table 49. The calorie contents(kcal) of one course dishes	126
Table 50. Calorie contents(kcal) of one course dishes	127
Table 51. The changes of calorie by diet composition with flour-based meals	128
Table 52. The calorie contents of Chinese dishes	129
Table 53. The calorie contents(kcal) of Japanese dishes	130
Table 54. The calorie contents(kcal) of a burger set menu	131
Table 55. The calorie contents of a pizza set menu	132
Table 56. The calorie contents of a beefsteak set menu	133

<그림 차례>

Figure 1. Diagram of food energy utilization	27
Figure 2. Calorie expenditure	30
Figure 3. Food sample preparations in this study	34
Figure 4. Experimental diets preparation in this study	35
Figure 5. Normal cages and the metabloic cages using in this study	35
Figure 6. Flow diagram of animal experiment in this study	36
Figure 7. Calorie analysis by using bomb calorimeter	43
Figure 8. Experimental diets in feedig and metabolic trial	47
Figure 9. Comparision relative percentage values between AME values of single ingredients in this experiment and the calculated values by various energy conversion factors	68
Figure 10. Percent difference with result from Atwater calculation	69
Figure 11. Comparision relative percentage values between AME values of single ingredients in this experiment and the calculated values by various energy conversion factors	79
Figure 12. Percent difference with result from Atwater calculation	80
Figure 13. Comparision relative percentage values between AME values of single ingredients in this experiment and the calculated values by various energy conversion factors	88
Figure 14. Percent difference with result from Atwater calculation	89
Figure 15. Comparision relative percentage values between AME values of single ingredients in this experiment and the calculated values by various energy conversion factors	98
Figure 16. Percent difference with result from Atwater calculation	99
Figure 17. The calorie contents(kcal) of each foods in staple foods	119
Figure 18. The changes of calorie(kcal) by composition of staple foods	119
Figure 19. The calorie contents(kcal) of each foods	120

Figure 20. The changes of calorie(kcal) by composition	120
Figure 21. The calorie contents(kcal) of each foods	121
Figure 22. changes of calorie(kcal) by composition	121
Figure 23. The calorie contents(kcal) of each foods	122
Figure 24. The changes of calorie(kcal) by composition	122
Figure 25. The calorie contents(kcal) of each foods	123
Figure 26. The changes of calorie(kcal) by composition	123
Figure 27. The calorie contents(kcal) of each foods	124
Figure 28. The calorie contents(kcal) of each foods	124
Figure 29. The calorie contents(kcal) of each foods in flour based dishes	125
Figure 30. The calorie contents(kcal) of each foods	126
Figure 31. Calorie contents(kcal) of one course dishes	126
Figure 32. The calorie contents(kcal) of each foods	127
Figure 33. Calorie contents(kcal) of one course dishes	127
Figure 34. The calorie contents(kcal) of each foods in flour-based meals	128
Figure 35. The calorie contents(kcal) of each foods in	129
Figure 36. The changes of calorie(kcal) by diet composition	129
Figure 37. The calorie contents(kcal) of each foods in Japanese dishes	130
Figure 38. The calorie contents(kcal) of each foods in a burger set menu	131
Figure 39. The calorie contents(kcal) of each foods in a pizza set menu	132
Figure 40. The calorie contents(kcal) of each foods in a beefsteak set menu (kcal)	133
Figure 41. The comparison of total calories(kcal) in Korean and Western dishes ..	134

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문)생체에너지 이용측면에서의 한식의 우수성 평가연구 (영문)The study on the energy bioavailability to estimate the quality of Korean traditional food		
연구 기관	한국식품연구원	연 구 구	(소속) 한국식품연구원
참여 기관	-	책 입 자	(성명) 김 은 미
연구 비	계 240,000,000	총 연구 기간	2011.06.~2013.06.(2년 월)
참여 연구원	5명 (연구책임자: 1명, 책임연구원: 3명, 연구원: 2명, 연구보조원 명)		
<p>○ 연구개발 목표 및 내용</p> <ul style="list-style-type: none"> - 연구목표 : 주요 한식에 대한 생체 에너지 이용을 조사하고 한식의 체내 열발생에 대한 역할과 비만에 대한 유익한 작용을 규명하고자 함 - 연구내용 <ul style="list-style-type: none"> • 한국인 다소비 한식 품목 설정 및 섭취량 조사 • 한식의 품목선정, 평가용 한식시료 준비 • 동물실험 통한 주요 한식의 대사율 평가 • 주요 한식의 식이성 열생성작용(dietary thermogenesis) 평가 <p>○ 연구결과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 한식중 단백질함량과 지방함량은 높은 식품의 대사에너지 함량은 실제 실험으로 산출한 열량치가 Atwater 계수로 산출한 계산치보다 높게 평가되었으며 탄수화물과 섬유소함량이 높은 식품의 대사에너지 함량은 Atwater 실제 실험으로 산출한 열량치가 계산치보다 낮게 평가되었다. - 특히 한식에 속하는 상당수의 식품들 중 주로 재료가 다양하게 포함되어 있거나, 건강식으로 알려진 식품들이 실제 대사에너지보다 Atwater 계산법에 의해서 높게 평가(overestimate) 되는 것으로 조사되어 사람이 섭취하는 열량평가에 많은 오차가 있음을 알 수 있었다. - 섭취에너지 대비 열발생효과(thermogenic effect)로 손실된 비율은 된장, 고추장, 비빔밥, 잡채, 김치, 피자, 햄버거 및 스테이크 실험군이 각각 81.5, 72.8, 72.6, 72.8, 75.9, 72.8, 69.8 및 69.3 으로 나타났다. 따라서 된장, 고추장 및 김치가 햄버거나 스테이크에 비해 thermogenic effect가 상대적으로 크게 나타났다 ($p < 0.05$). - 이러한 결과는 한식의 섭취가 서구식에 비해 신체에 저장되는 에너지가 적은 것을 의미하며 기능적으로 매우 몸에 유익한 식품임을 알 수 있다. <p>○ 연구성과 및 성과활용 계획</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국내외 주요 학회(한국영양학회, 한국영양과학회, 한국식품학회, 2012 EFFost)의 3건의 학술발표를 했으며 일부는 학회 학술대회(식품영양과학회, ICOMST 2013 등)를 통해 발표할 계획임 - 현재 2건의 논문이 국외(J of Food Science)논문 투고중이며 1건은 투고를 준비중임 - 한식메뉴에 대한 건강 우수성에 대한 국내외인의 인식확대를 위한 과학적 증빙자료, 기타 한식활용 건강메뉴 및 상품화를 위한 기초자료, 한식을 이용한 맞춤형 식단 개발을 위한 기초자료, 국민건강을 위한 전통 한식 활용을 위한 기초자료로 활용 이와 관련된 정책자료 및 홍보자료로 활용가능함 - 연구결과와 관련하여 2012년 주요 일간지와 방송, 대중매체 일간지 등을 통해 홍보를 하였고 향후 필요시에 지속적인 홍보를 진행할 예정임 			

제 1 장. 서 론

1. 에너지 대사의 연구배경

식품의 열량 (calorie)은 간단하게는 에너지의 단위이며 4.184 J 로 정의 되어 있다. 그러나 실제로 식품의 라벨에 적힌 열량은 우리가 많이 사용하는 kilocalorie 로 표기되어 있다. 이러한 food calorie는 1 kcalorie 가 1 kg의 물을 15도에서 16도로 1도 올리는 열량으로 규정되어 있다 (Buchholz and Schoeller, 2004).

열역학에서는 식품을 고순도의 산소상태에서 태워서 나온 열량을 말하지만, 열역학에서 정의한 것처럼 식품의 열량은 사람과 동물의 몸에서 100% 이용되는 것은 아니다. 다른 영양소와 마찬가지로 식품에 포함된 열량은 소화 및 흡수 되는 과정에서 약간의 손실이 발생한다. 이것은 사람이나 동물의 몸이 완벽하게 식품을 연소할 수 있는 기계장치와는 다르기 때문에 발생한다 (Moe, 1994). 이러한 개념이 바로 metabolizable energy이며 식품의 연소열가인 gross energy에서 분과 뇨로 배설된 에너지의 차이로 정의 된다.

식품의 gross energy에 대한 체계적 연구는 독일과 미국에서 각각 Rubner 와 Atwater에 의해 처음으로 수행되었다 (Widdowson, 1955). 이들은 bomb calorimeter를 이용해서 여러 가지 다른 식품에서 발견되는 단백질, 지방 및 탄수화물을 태워 연소열가를 측정하였다. 이들이 실행한 연구로부터 구한 energy density는 지방 9.3 kcal/g 과 탄수화물 4.1 kcal/g 이었다. 특히 Rubner는 동물성 단백질은 4.23 kcal/g 와 식물성 단백질은 4.3 kcal/g으로 결정하였고, 이 과정에서 뇨와 분에서 질소성 물질로 배설되는 에너지를 고려하였다. 이것은 사람의 몸이 식품으로부터 모든 에너지를 흡수하여 이용할 수 없음을 밝힌 최초의 연구였고, 식품의 composition에 따라 식품의 에너지가 바뀔 수 있음을 보여준 최초의 연구였다.

이후에는 Atwater에 의해 Rubner의 개념이 확장되는 연구가 이어졌다. Atwater는 사람의 소화율 실험 data를 이용하여 coefficients of availability를 고안하였다. 실험 대상인 사람에서 뇨와 분을 모두 채취해서 질소와 지방의 함량을 분석하고, 뇨에 포함된 질소의 추가 산화 에너지가 1.25 kcal/g absorbed protein 로 확정하고 이를 단백질의 gross energy에서 빼주어 보정 수치를 얻을 수 있었다. 이

수치가 오늘날 우리가 알고 있는 Atwater factor이며, 단백질 지방 및 탄수화물이 각각 4, 9 및 4 kcal/g 이다. 이 수치는 현재 식품의 에너지가 신체에서 이용이 되는 부분으로 규정되었으며, 결국 이것은 Atwater 계수가 정확히 metabolizable energy 와 동일한 개념임을 보여주고 있다. 물론 이 수치가 모든 식품에서 정확한 것은 아니었고 실제 측정되는 에너지와의 차이 대부분이 식품의 소화율 (digestibility) 차이에 의한 것으로 알려졌으며, 이에 따라 특수한 식품을 위한 Atwater specific factor가 제안되었다.

그러나 Atwater 계수의 이러한 부정확성에도 불구하고 1970년대 미국에서도 이들 수치에 대한 정당성이 인정되어 광범위하게 사용되었다. 다만 식품의 섬유소 함량이 높은 식품에서는 Atwater 계수로 산출한 식품의 에너지가 부정확함이 여러 연구에서 지속적으로 제기 되었다 (Miles et al., 1988; Goranzon et al., 1983). 또한 Atwater 계수를 활용한 수치는 복합 식품의 경우에도 6.7% 과대 평가가 되는 것으로 알려져 있는데 이러한 현상도 dietary fiber가 지방이나 단백질의 소화를 방해하여 나타났다 (Wisker and Feldheim, 1990). 즉 Atwater 계수는 알기 쉬운 숫자이고 식품의 열량계산에 편리한 숫자 이지만 반드시 정확한 열량이라고 할 수는 없고, 식품에 포함된 3대 영양소의 소화 흡수율도 보다 많은 실험을 통해서 검토 되어야 할 것으로 여겨진다. 또 일상식에서 많이 상용하는 식품은 각 국가의 식습관에 따라 많은 차이가 있는데, 이를 미국을 위시한 서양의 기준에서 산출한 수치를 적용하는 것도 신뢰도에 상당한 의문을 갖게 한다.

이에 따라 1962년 FAO에서 식품별로 calorie 환산계수를 발표하였고, 일본에서도 1963년 일본 식품 표준 성분표에 FAO의 calorie 환산계수를 일부 채택하고, 일부는 소화율을 직접 적용하여 계수를 채택하기도 하였다. 우리나라의 식품 성분표도 식품의 종류에 따라 FAO 에너지 환산계수와 Atwater general factor를 적용하여 열량 산출에 사용되고 있다 (Kim, 1993). 이 식품성분표에서 탄수화물은 당질과 섬유소로 분류되며, 섬유소는 difficult-to-digest 및 non-absorbed substance로 간주하여 제외하고, 당질에만 계수를 곱하여 열량을 산출한다. 그러므로 식품내 unavailable carbohydrate 와 dietary fiber의 함량이 높을수록 이들 물질이 에너지 대사에 중요한 성분으로 작용하며 이에 따라 기존의 대사에너지 계산치에도 영향을 줄 수 있다는 것이다 (Cumming, 1983).

이러한 이론적 배경과 함께 최근에는 대부분의 나라에서 식품에 영양소 함량을 표시한 food label을 첨부하도록 법으로 규정되어 있는 경우가 많다. 또한 food label에서 식품의 에너지 함량은 에너지 섭취를 꺼려하는 우리나라를 포함한 선진국들의 소비자 특성으로 정확한 에너지 함량을 표시해야 한다. 하지만 이러한 food label에 표시하는 에너지 함량은 대부분 Atwater 환산계수를 이용하여 계산치로 표기하게 되는데, 이는 식품 성분표 작성과정에서 발생하는 부정확한 에너지 평가 문제가 food label 에너지 표시과정에서도 동일하게 나타나게 된다. 이것은 식품산업에서도 식품의 에너지 함량도 마케팅에 적극적으로 이용하고 소비자들도 이에 대한 인식이 점차 증가하는 경향을 고려해 볼 때 수치의 정확성은 반드시 확보해야 하는 문제로 여겨지고 있다.

실제로 미국에서 상업적으로 구매가 이루어지고 있는 snack food들의 food label 표기 사항의 정확성을 측정한 결과 metabolizable energy 함량이 표기된 에너지 수치보다 7.7% 더 높았다 (Jumpertz et al., 2013). 이것은 실제로 food label의 정확성을 의심하도록 하는 요인으로 작용한다. 또한 건강한 사람에서 아몬드 에너지 함량을 측정한 연구에서 식품에 포함된 아몬드는 4.6 kcal/g 의 metabolizable energy를 가지고 있는 것으로 평가 되었으나, Atwater factor로 계산한 수치는 6.0 kcal/g 으로 평가 되어 30.4% overestimate 되는 것으로 나타났다 (Novotny et al., 2012).

이러한 현상은 restaurant food에서도 동일한 결과가 나타났다 (Urban et al., 2011). 전체적으로 restaurant food의 energy 함량은 표기된 것과 비슷했지만, 몇몇 food들은 energy content를 저평가하는 결과가 나타났다. 또한 식품의 에너지 평가의 정확성과는 다르지만 소화 흡수 능력이 떨어지는 노인들의 경우 metabolizable energy intake가 과대평가되는 경향이 있음이 알려졌다 (Kruskall et al., 2003).

특히 우리나라에서는 매년 국민영양조사 보고를 통해 각 식품들의 에너지와 영양소 함량을 조사하고 있지만, 에너지와 관련된 부분은 우리 전통 식단인 한식의 에너지 평가는 에너지전환계수(energy conversion factor)에 대한 이해부족과 이를 평가하는 지침(guide)의 부재로 인해 상당한 혼란을 겪고 있다. 또한 현재 한식에 대해 사용하는 계수법에 의한 에너지 산출은 음식 재료간의 상호작용에 의한 인체 내의 소화율과 조리법에 의한 효율 변화 등 다양한 측면이 고려되지 않아 실제 음식

으로부터 인체가 얻는 열량값과 상당한 차이가 있다. 특히 한식이 다양한 식재료를 사용하고 식이 섬유소 함량이 높아 생체 이용 열량값이 계수법으로 계산한 수치와 큰 차이를 보이며, 이때 대체로 기존의 계수법이 한식의 열량값을 과대평가하고 있는 것으로 여겨진다.

실제로 한식의 열량값을 계수법으로 산출할 경우 국민의 대다수가 에너지를 과다 섭취하는 것으로 평가되어 우리나라 국민의 비만율이 높아야 되나, 우리 국민의 비만율은 실제로 미국 등 서양과 비교할 때 매우 낮게 나타난다. 이러한 결과는 한식의 실제 열량값을 실험동물을 이용하여 측정함으로써 에너지 계수법의 사용으로 인한 한식의 대사에너지 평가 오류를 수정하고, 한식이 생체 내에서 이용되는 실제 열량값을 측정하여 한식이 인체의 열량대사 측면에서 매우 바람직한 저열량 건강식임을 입증해야 한다. 또한 이를 규격화된 한식의 영양 성분표에 표기를 통해 정확한 한식의 에너지 함량 정보를 제공함으로써 한식의 세계화의 목표를 달성할 수 있을 것으로 여겨진다. 또한 우리 국민들이 서구화된 식단으로 인한 대사성 질병의 예방을 매일 섭취하는 기존 한식단의 단순한 변화만으로도 상당한 효과를 거둘 수 있을 것으로 판단된다.

또한 한식의 열량에서 반드시 고려해야하는 사항은 바로 한식의 섭취로 인한 열발생(heat increment)의 변화이다. Heat increment는 좀 더 이해하기 쉬운 용어로는 thermic effect가 있으며, 이것은 쉽게 음식의 섭취로 인해 신체에서 발생하는 열의 형태로 energy 소비가 증가하는 현상을 말한다. 이러한 현상은 식품의 특정한 성분이나 영양소가 식품내 함유된 영양소의 소화, 흡수 및 분배에 더 많은 energy가 소모되는 결과가 나타난다 (Halton and Hu, 2004). 현재 알려진 식품의 thermic effect는 식품의 protein 수준이 에너지의 20-35% 수준이고, 탄수화물이 5-15% 수준으로 낮추었을 때 thermic effect가 나타난다고 알려졌다 (Westerterp et al., 1999). 식품의 thermic effect를 측정하는 방법은 몇 가지가 알려져 있는데 가장 흔히 사용하는 방법은 섭취하는 energy의 %로 thermic effect를 계산하는 방법이다 (Westerterp et al., 1999). 이외에도 indirect calorimeter를 사용하는 방법이 있으며 이 방법은 정해진 시간동안 소모되는 산소의 양을 측정함으로써 소비되는 에너지를 평가하는 방법이다.

현재까지 학계에서 인정되고 알려진 thermic effect는 식품의 protein 함량이 높

은 경우 외에는 사실 개별 식품으로 thermic effect를 평가했던 연구 결과는 거의 전무한 실정이다. 하지만 한식의 경우 모든 한식은 아니지만 김치를 포함한 몇몇 식품들은 thermic effect를 염두에 두어야 할 정도로 에너지 효율이 낮은 것으로 여겨진다. 그림 1은 식품의 에너지를 이해하기 쉽도록 작성한 에너지 흐름도이다. 이에 대한 더욱 자세한 설명은 이후의 에너지 대사 부분에 서술했지만, 간략하게 설명하면 다음과 같다.

Metabolizable energy 이후에 에너지가 소비되는 경로를 볼 수 있는데, 미생물 발효에 의한 열에너지 (heat of microbial fermentation)은 사람에서는 고려할 정도로 유의미한 수준은 아니다. 절대적 열 발생(obligatory thermogenesis)는 동일한 개체에서는 동일한 수준이며, 환경으로 인한 열 발생(thermogenesis due to effect of cold, drug or other stimulants)도 동일한 환경이면 동일한 열 발생으로 평가되기 때문에 결국 절대적이지 않은 식품 열 발생(non-obligatory dietary thermogenesis)만이 식품으로 인한 차이를 설명해 줄 것이다.

이에 따라 본 연구팀은 non-obligatory dietary thermogenesis를 많이 일으킬 가능성이 높은 몇몇 한식을 선택해서 비절대적인 식품열 발생에너지를 평가하고, 한식의 섭취가 실제로 비만을 예방할 근거가 되는지를 알아보자 본 연구를 시작하였다.

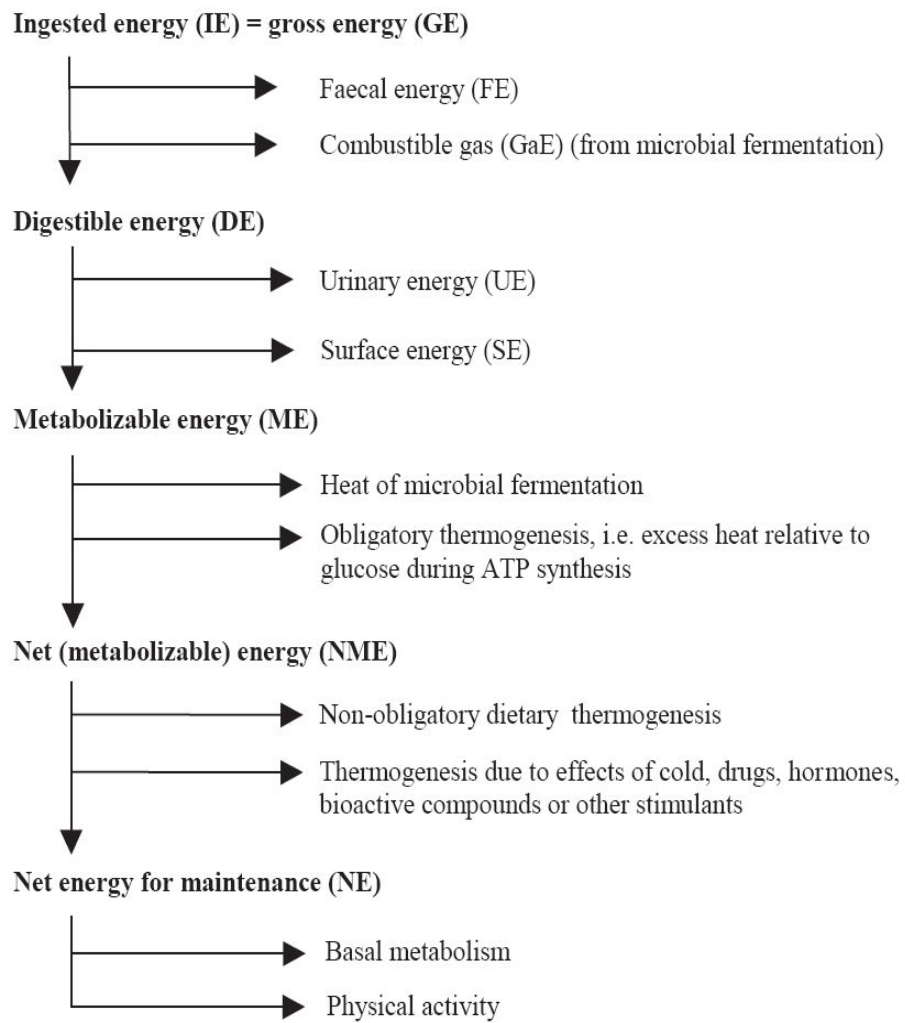


Figure 1. Diagram of food energy utilization

2. 에너지 대사의 개요(Energy Metabolism, 그림 1 참조)

사람은 식품을 통해 에너지를 얻는다. 인체가 필요로 하는 총 에너지(gross energy)는 기초 대사량(60-70%), 활동 대사량(20-40%), 식품의 특이동적 대사량 또는 추위 적응 대사량(5-10%)의 합(습)을 의미한다.

기초 대사량(Basal metabolism)은 호흡, 혈액 순환, 배설, 체온 유지 등의 생명 유지에 필요한 기본적인 최소 에너지를 기초 대사량이라고 하며 단위 체표면적 및 단위 시간당 기초 대사량을 기초 대사율(BMR ; basal metabolic rate, Cal/m²/1 hr)이라고 하고 1일 필요 열량의 60-70%를 차지한다. 일반적으로 실내온도가 18-20도에서 식사 후 12-15시간이 경과한 시점에서 움직이지 않고 완전 휴식(complete resting) 상태로 측정한다. 기초 대사량은 비교적 일정한 값을 가지며 전체 에너지의 약 70%를 차지한다.

잠잘 때는 의식, 지각력, 의지력 같은 뇌의 작용이 저하되고 근육의 긴장도와 내장기관의 활동 감소, 혈관의 확장 등으로 에너지 소모량이 기초 대사량보다 약 10% 정도 낮아지며 이를 안정대사량(resting metabolism)이라 한다. 즉 안정대사량은 신체활동이 없는 휴식 상태에서 소모되는 정지 대사량이며 기초 대사량에 특이동적 대사량을 합산한 것이다. 개인의 기초 대사량은 거의 일정하기 때문에 음식물 섭취에 의한 특이동적 에너지량에 의해 안정 대사량이 결정된다. 따라서 음식물의 종류가 섭취 또는 소비되는 에너지량에 가장 큰 영향을 준다고 볼 수 있다.

기초 대사량은 연령, 성별, 체질, 영양상태, 계절, 호르몬 등의 영향을 받지만 대체로 일정한 수준을 나타낸다. 신생아 시절엔 낮은 기초 대사량을 보이다가 2-4세 때 최고치(55Cal/m²/1 hr)에 도달한다. 그 후에 차츰 줄어들어 20세 이후에 일정하게 유지되지만 다시 가령(加齡)으로 점차 감소하여, 90세가 되면 32Cal/m²/1hr로 줄어든다.

기초 대사량은 남자가 여자보다 많아 여자는 남자의 80~90% 정도이며 갑상선, 부신, 뇌하수체, 성호르몬이 기초대사율을 증가시킨다. 갑상선 호르몬은 기초대사율을 50% 정도 상승시키지만 갑상선 기능이 저하되면 30%까지 떨어진다. 심리적으로 평온한 상태보다 공포, 불안, 초조를 느낄 때 기초 대사량이 높고 체중이 줄면 기초 대사량도 줄어든다. 또한 봄, 여름에는 낮고 가을, 겨울은 5% 정도 높아지는데 이

는 기온이 낮으면 체온을 높이기 위해 열 생산이 증가하고, 반대로 기온이 높으면 근육이 이완되고 대사 기능이 저하되어 열 생산이 낮아지기 때문이다. 근육 운동으로 근육의 부피가 커지면 기초대사율이 높아진다.

활동 대사량(Work metabolism)은 일상의 육체 활동에 소요되는 에너지를 의미한다. 활동대사량은 총열량의 20~30%정도 차지하며 육체 활동 시간이 길수록, 운동 강도가 심할수록, 체중이 무거울수록 활동 에너지는 많아진다. 직업에 따라 노동 대사량 또는 작업 대사량이라하며 기초대사외에 필요한 에너지라고 해서 여분의 에너지(extra energy)라고도 한다. 기초 대사량과 특이동적 작용 에너지의 합(합)을 안정 대사량 또는 유지 대사량(maintenance metabolism)이라고 하며 전체 대사량에서 안정 대사량을 차감한 것이다. 단위 체중(Kg) 당 활동 대사량이 활동 대사율이다.

특이 동적(特異動的) 대사량(Specific Dynamic Action)은 섭취한 음식이 소화, 흡수, 대사 되는데 소모되는 에너지다. 음식물이 위 장관에서 소화, 흡수될 때 에너지를 사용하면서 체온 유지를 위해 열(熱)을 발산한다. 음식물을 섭취한 후 2~3시간에 최고치에 도달(열 생산량)하며 그 후 점차 감소하면서 12~18시간 동안 지속된다. 영양소의 종류에 따라 특이 동적 대사량이 다르다. 당질의 경우 6%, 지방 5%, 단백질은 30%정도 소모한다. 단백질의 에너지 사용량이 많은 것은 질소 제거, 요소 생성, 당 신생 등 대사 과정이 다른 영양소에 비해 복잡하기 때문이다. 혼합식의 경우에는 10%가량 에너지를 소비한다. 따라서 1일 총 에너지량은 1)기초 대사량 2)활동 대사량 3)식품의 특이 동적 에너지를 합산한 것이다.

적응열 발생(Adaptive Thermogenesis)은 추위나 식이가 유도한 열 발생 현상을 의미한다. 시상하부가 추위를 감지하면 교감 신경계를 활성화시켜 열을 발생(cold induced thermogenesis)함으로써 체온을 유지한다. 또한 음식물을 섭취할 때 특이 동적 에너지를 소모하면서 열을 발생시킨다(diet induced thermogenesis). 인간은 의복 등으로 체온 변화에 대처할 수 있어 추위에 의한 열 발생은 그다지 중요하지 않지만 음식으로 유도된 열 발생은 의미가 있다. 금식하면 특이동적 에너지 소모가 40% 감소하지만 음식을 섭취하면 25~40% 증가한다.

시상하부-뇌하수체-갑상선 축이 에너지 대사 조절을 매개한다. 갑상선 호르몬은 여러 단계에서 교감신경계와 상호 작용하여 적응열 발생의 보조적 역할을 수행

한다. 사람은 신생아 시기 이후에는 갈색 지방의 존재가 불확실하기 때문에 골격근이 적응열 발생에 중요한 기관이다. 흔히 신장과 체중에 근거하여 체표면적을 구한 후 24시간 동안의 기초 대사량을 구하고 하루 동안 이루어진 여러 활동의 종류와 시간으로 활동 대사량을 얻는다. 특히 동적 작용으로 인한 대사량은 기초 대사량과 활동 대사량을 합산한 수치의 10%에 해당하며 기초 대사량, 활동 대사량, 특히 동적 대사량을 모두 합친 것이 1일 에너지 대사량이다.

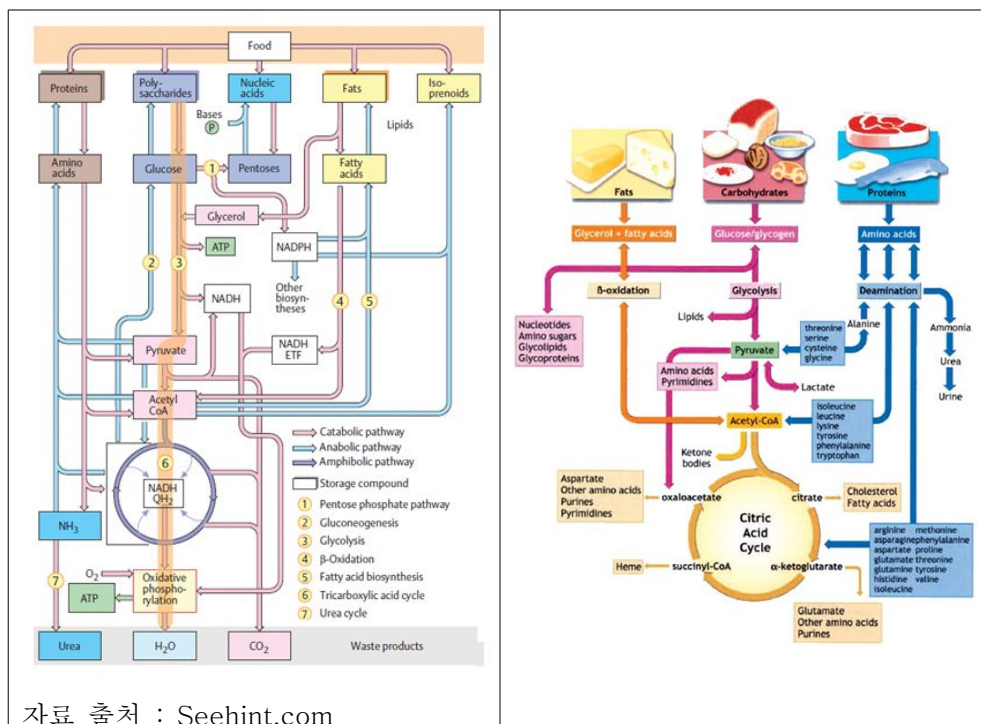
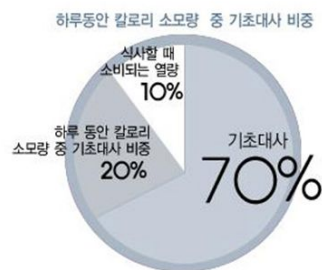


Figure 2 Calorie expenditure

3. 식품의 에너지(Food Energy)

영양학적으로 식품의 에너지 함량은 균형된 영양 관리 측면에서 매우 중요하다. 일반적으로 식품의 에너지 함량 표현체계로는 대사 에너지 (metabolizable energy, ME)가 가장 많이 사용되고 있는데, 이는 식품을 열량계로 태워 측정하는 총 에너지(gross energy)에서 분 에너지 (fecal energy), 뇨 에너지(urinary energy) 및 소화 과정중 발생하는 가스 에너지(gaseous energy)를 제거한 일반 대사에너지(apparent metabolizable energy, AME)와 AME에서 대사성 분에너지(metabolic fecal energy) 와 뇨에너지(metabolic urinary energy)가 제거된 순대사에너지(true metabolizable energy, TME)로 나뉜다 (Dansky, 1978; Farrel, 1978; Church & Pond, 1982).

일반적으로 식품의 대사에너지는 AME를 의미한다. 식품 성분표에서 사용하는 에너지 함량 계산에 사용되는 Atwater의 생리학적 연소열가 (energy conversion factor)는 이론적으로 AME와 같은 개념으로 알려져 있다 (Kim et al., 1996) 몇몇 주요 식품군에 대해서 여러 가지 energy conversion factor들이 제시되어 있다.

소화율이 낮은 해조류와 섬유소가 많은 식품에서 대사에너지 함량을 평가한 선행연구결과에서 생리학적 연소열가를 활용한 수치는 실험용 쥐를 이용한 대사에너지 함량과 매우 많은 차이가 있음이 보고되기도 하였다.8) 또한 명일엽을 활용한 녹즙과 몇몇 제품의 에너지도 에너지 환산 계수를 이용한 계산치에 비해 직접 실험용 쥐를 이용해 구한 대사에너지 값이 34% 더 낮은 것으로 조사되었다. 현재 식품성분표에 제시된 명일엽의 에너지 함량은 340kcal/kg 이며, 이 수치는 energy conversion factor를 이용해 단순히 계산한 수치이다. 하지만 실제 동물에서는 241 kcal/kg으로 측정되었다. 이러한 결과를 볼 때 여러 가지 식품 재료를 다양하게 사용하는 한식의 에너지함량을 재평가하는 것이 매우 필요한 시점으로 여겨진다.

또한 실험용 쥐를 이용한 대사에너지 함량 측정 방법에서 구하고자 하는 식품을 전량 급여하는 방법과 표준 식이에 일정 부분 혼합하여 급여하는 방법이 있는데, 앞선 명일엽 실험에서 명일엽을 전량 급여하는 방법은 실험용 쥐의 기호성 문제와 영양소 불균형으로 인한 문제점이 있다. 실제 기존 연구에서 전량 급여 방법이 영양소의 불균형과 결핍을 유발하며 결국 대사에너지 측정에 오차를 초래할 가능성이 있다는 보고(Kim et al., 1995; Kim et al., 1996)가 있어 AIN-93G을 기초사

료로 하여 여기에 30%를 해당 명일엽 가공산물로 혼합하여 영양소 불균형에 의한 영향을 최소화 하였다 (Kim et al., 2010).

따라서 본 연구는 대표적인 요리법으로 조리된 한식을 실험용 쥐를 이용하여 대사에너지 함량을 식품별로 정확히 평가하고 신체의 에너지 대사에서 식품으로 인한 열발생 에너지를 평가하기 위해서 실시하였다. 아울러 최근 세계화를 통해 점차 소비가 증가하는 한식에 대한 에너지 정보를 정확히 전달하기 위해 본 연구를 실시 하였다.

제 2 장. 연구수행방법

1. 한식의 대사율 평가

가. 실험재료

본 연구를 위한 동물실험은 Sprague Dawley종 실험용 흰쥐 8주령 체중 약 240~260 g의 수컷 rat 246 마리를 실험동물로 사용하였다. 실험기간에는 분과 뇨를 효과적으로 채취하기 위해 쥐 실험용 대사 cage(아크릴 소재, 대종기기, 서울)를 이용하였고, 식이의 적응기간에는 원활한 섭취를 위하여 일반 cage를 이용하여 각각 개별 수용하였다. 한식과 서양식 조리에 필요한 식자재는 시중 판매하고 있는 것으로 마트나 백화점에서 직접 구매하였다.

1) 한식의 품목선정

한식의 생체에너지 이용율(대사에너지 이용율) 분석을 위해 기초자료를 조사하여 한국인과 외국인이 다소비하고 선호하는 한식과 서양식을 대표적으로 40종을 선정하였고, 이들 식품은 사람이 먹는 것과 동일한 방법으로 조리하였다. 선정된 품목과 제조법은 표 1에 나타내었다.

2) 실험 식이의 제조 및 일반 성분 분석

가) 실험 식이 제조

선정된 품목을 조리한 후, 동결 건조한 다음 일정 입자 크기(100 mesh)로 분쇄(Pin mill)하여 사용하였다. 모든 시료는 수분흡수와 변화를 막기 위하여 -70℃의 Deep freezer(Ilsin Lab Co.)에 보관하면서 실험 원료로 사용하였으며 6~8시간 동안 풍건 시킨 후 기초식이와 배합하여 실험 식이를 제조하였다. 기초 식이(basal diet)는 표 2에서와 같이 옥수수전분과 카제인 위주로 배합하였으며, 식이 단백질 함량은 8주령인 쥐의 유지 요구량을 충족시킬 수 있도록 10%를 기준으로 배합하였다. 그 외 영양소는 NRC 요구량을 기준으로 하여 부족하지 않도록 제조하였다. 실험 식이는 실험쥐의 필요 영양소를 반영하여 제조한 기초식이 70%에 각각의 식품 원

료 30%를 배합하여 고품사료(pelleting)의 형태로 만들어 급여하였다.

나) 식품 시료의 일반 성분 분석

선정된 품목을 조리한 후, 동결 건조한 다음 일정 입자 크기(100 mesh)로 분쇄 (Pin mill)하여 실험동물의 권장량에 맞는 동물사료제조에 활용하고자 일반 상법에 따라 수분, 단백질, 지방, 회분, 섬유소 등을 분석하였으며 그 결과는 표 3과 같다.

3) 동물 실험의 사양

실험군은 1군의 기초식이군(Basal Diet)과 40군의 한식 및 서양식이군으로 총 41개의 식이군으로 하였다. 이 중 한식 식이군은 주식 8군, 곡/당류 5군, 찬류 14군, 찌개류 2군, 기타 3군으로 분류하고 서양식이군은 7군으로 하였다. 각 실험군에 6마리의 쥐를 사용하였으며, 총 실험기간은 7일로 3일은 적응기간으로 4일은 실험기간으로 하였다. 4일의 실험 기간에는 실험 쥐를 30×30×30cm의 대사 cage(아크릴 소재, 대종기기, 서울)에 개별 수용하여 매일 일정시간에 사양관리를 하였다. 실험쥐의 식이 섭취량을 정확하게 체크하고 배설한 분뇨량을 각 군별로 정확하게 수집하였다. 사육실의 채광은 전등으로 조절하며 실내온도는 $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 으로 유지하였다. 물과 사료는 자유로이 먹을 수 있도록 하였으며 기타 사항은 일반 사양관리에 준하여 실시하였다.

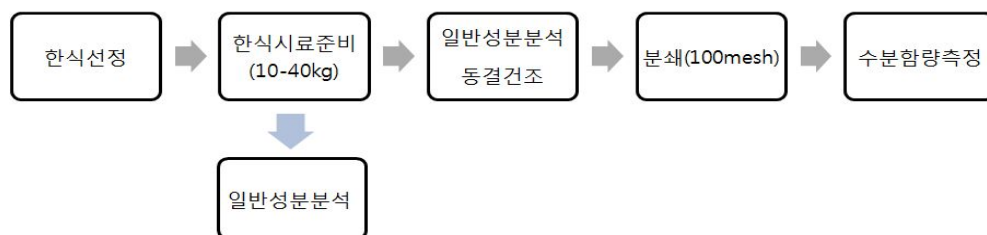


Figure 3. Food sample preparations in this study

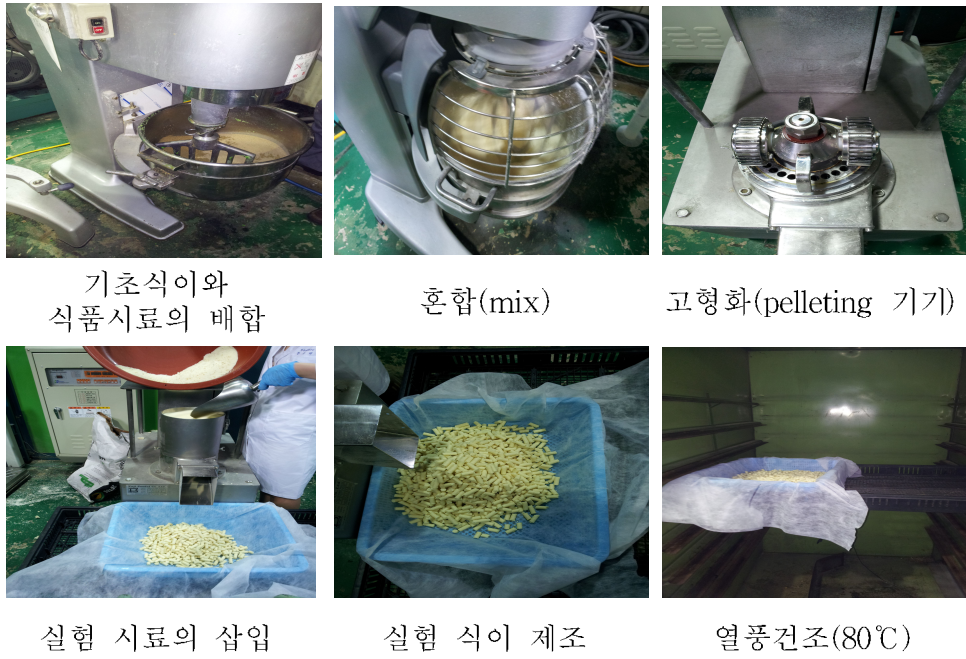


Figure 4. Experimental diets preparation in this study



3일 적응기간중 실험동물의 사양 4일 대사실험을 위한 실험동물 사양

Figure 5. Normal cages and the metabolic cages using in this study

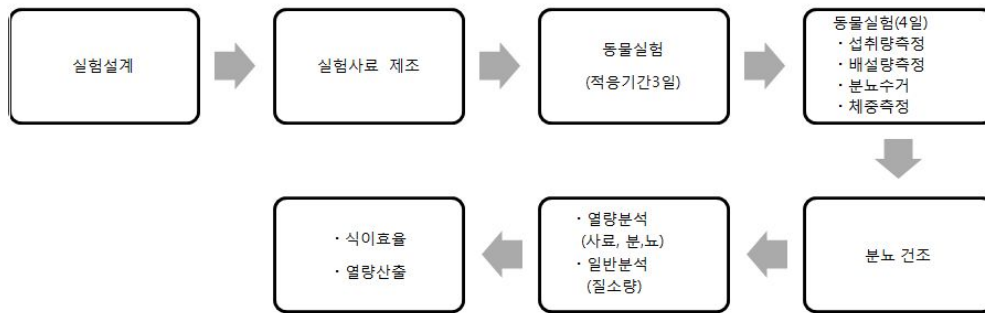


Figure 6. Flow diagram of animal experiment in this study

Table 1. List of the Korean foods selected and recipe in this study

	준비시료	제조법
주 식 (9)	쌀밥(100%) 보리밥(100%) 현미밥(100%) 떡국, 라면, 김밥 비빔밥 비빔밥(소스제외) 해물칼국수	상용방법에 따름 상용방법에 따름 상용방법에 따름 상용방법에 따름 윤숙자 자랑스런 한국음식 100선 윤숙자 자랑스런 한국음식 100선, 500선 윤숙자 자랑스런 한국음식 100선
국/ 탕 류 (5)	설렁탕, 육개장 갈비탕, 삼계탕 해물탕	윤숙자 자랑스런 한국음식 100선 윤숙자 자랑스런 한국음식 100선 윤숙자 자랑스런 한국음식 100선
찬 류 (14)	김치 콩나물무침 시금치나물무침 불고기 제육볶음 쇠고기장조림 삼겹살 고등어 구이 ²⁾ 고등어 조림 ³⁾ 갈치구이 잡채 해물파전 멸치볶음 생선전	주)대상 중가집 김치 ⁴⁾ 윤숙자 자랑스런 한국음식 100선, 500선 윤숙자 자랑스런 한국음식 100선, 500선 윤숙자 자랑스런 한국음식 100선, 500선 윤숙자 자랑스런 한국음식 100선, 500선 윤숙자 자랑스런 한국음식 100선, 500선 주제별 행복요리 천국, 베비로즈의 요리비책 주제별 행복요리 천국, 베비로즈의 요리비책 주제별 행복요리 천국, 베비로즈의 요리비책 주제별 행복요리 천국, 베비로즈의 요리비책 윤숙자 자랑스런 한국음식 100선, 500선 윤숙자 자랑스런 한국음식 100선, 500선 윤숙자 자랑스런 한국음식 100선, 500선 윤숙자 자랑스런 한국음식 100선, 500선
찌 개 류(2)	김치찌개 된장찌개	윤숙자 자랑스런 한국음식 100선, 500선 윤숙자 자랑스런 한국음식 100선, 500선
외 국 메 뉴 (7)	돈가스 스테이크 피자 스파게티 햄버거 프렌치후라이드 후라이드 치킨	상용방법에 따름 한복선/엄마의 밥상, 베비로스/엄마가 해주는 세계요리 미스터 피자 ⁵⁾ 한복선/엄마의 밥상, 베비로스/엄마가 해주는 세계요리 한복선/엄마의 밥상, 베비로스/엄마가 해주는 세계요리 버거킹 ⁶⁾ BBQ(2011 프렌차이즈 랭킹 -인지도 1위) ⁷⁾
기 타 (3)	고추장 된장 떡볶이	대상 순창고추장 문옥례 전통된장 주제별 행복요리 천국, 베비로즈의 요리비책

2) 국민건강영양조사 제 5기 1차연도(2012, 식품섭취 빈도)

3) 국민건강영양조사 제 5기 1차연도(2012, 식품섭취 빈도)

4) 이데일리 창업-2011.05.13 : <http://efn.edaily.co.kr/Brandnews/NewsTotalRead>

5) 이데일리 창업-2011.05.13 : <http://efn.edaily.co.kr/Brandnews/NewsTotalRead>

6) 이데일리 창업-2011.05.20 : <http://efn.edaily.co.kr/BrandNews/NewsTotalRead.asp?newsid=01836806596250888>

7) 이데일리 창업-2011.05.13 : <http://efn.edaily.co.kr/Brandnews/NewsTotalRead>.

Table 2. Formulation of basal diet

Ingredient	Basal diet (%)
Corn starch	42.809
Casein	17.500
Glucose	13.200
Sucrose	10.000
Soy oil	5.000
Cellulose	5.000
Mineral prem	4.500
Vitamin prem	1.300
Cys	0.390
Cholin, bitata	0.300
BHT	0.001
Energy, kcal/kg	3472
Protein	16.490
Arg	0.547
His	0.419
Lys	1.208
Met	0.467
Met+Cys	0.970
Thre	0.660
Cys	0.503
Cholin	0.300

Table 3. Results of approximate analysis of the Korean foods (%)

	음식명	수분	조회분	조지방	조단백	조섬유	NFE*
주식 (9)	쌀밥(100%)	50.01±0.22	0.78±0.02	0.49±0.04	0.66±0.08	0.51±0.09	47.56±0.03
	보리밥(100%)	51.64±0.22	0.44±0.01	0.53±0.09	6.78±0.09	0.73±0.07	39.87±0.28
	현미밥(100%)	50.32±0.12	0.84±0.09	1.52±0.01	4.72±0.02	1.03±0.08	41.57±0.14
	떡국	80.43±0.38	0.56±0.05	2.41±0.12	3.13±0.09	0.36±0.02	13.11±0.29
	라면	79.11±0.57	1.11±0.03	2.91±0.21	1.93±0.08	0.76±0.01	14.17±0.25
	김밥	64.40±0.07	1.12±0.09	3.06±0.01	5.50±0.03	0.51±0.06	25.40±0.24
	비빔밥	64.92±0.85	0.71±0.05	2.36±0.04	4.65±0.06	0.76±0.08	26.59±0.81
	비빔밥 (고추장소스제외)	65.85±0.86	1.15±0.03	4.41±0.11	6.12±0.27	1.27±0.24	21.21±0.22
	해물칼국수	87.63±0.66	0.85±0.01	0.17±0.03	2.63±0.09	0.19±0.04	2.61±0.80
국/ 탕류 (5)	설렁탕	83.13±0.03	0.84±0.02	4.15±0.09	11.41±0.00	0.11±0.02	0.37±0.06
	육개장	91.98±0.91	0.86±0.11	2.30±0.28	3.36±0.36	0.42±0.06	1.07±0.10
	갈비탕	87.52±0.29	0.86±0.03	5.14±0.07	5.44±0.05	0.12±0.02	0.91±0.15
	삼계탕	82.08±0.54	0.55±0.03	5.53±0.22	8.12±0.35	0.23±0.06	3.48±0.00
	해물탕	87.31±0.83	1.61±0.10	0.56±0.08	7.98±0.38	0.53±0.03	2.01±0.23

Nitrogen free extrat : 100-(수분+회분+단백질+지방+섬유소)

Table 3 continued

	음식명	수분	조회분	조지방	조단백	조섬유	NFE*
	김치	92.55±0.20	1.85±0.00	0.47±0.01	1.52±0.04	1.19±0.06	2.42±0.10
	콩나물무침	86.47±0.79	2.04±0.13	3.80±0.34	4.04±0.31	2.03±0.03	1.62±0.02
	시금치나물무침	86.36±0.06	1.96±0.03	4.56±0.06	3.39±0.02	2.66±0.02	1.08±0.03
	불고기	67.05±0.77	1.78±0.04	10.46±0.43	12.72±0.41	1.13±0.03	6.85±0.05
	제육볶음	66.22±0.64	1.41±0.08	11.76±0.18	11.49±0.37	1.42±0.02	7.71±0.15
	쇠고기장조림	47.03±0.03	4.73±0.00	4.51±0.16	31.95±0.24	1.14±0.10	10.63±0.01
찬류 (14)	삼겹살	38.55±0.27	2.24±0.12	32.05±0.33	28.69±0.02	0.34±0.06	0.00±0.00
	고등어 구이	59.01±0.52	1.96±0.00	15.40±0.43	23.74±0.43	0.49±0.01	0.00±0.00
	고등어 조림	66.23±0.17	2.92±0.01	8.79±0.02	16.94±0.33	1.10±0.02	4.01±0.16
	갈치구이	52.35±0.35	1.64±0.05	16.94±0.05	22.74±0.22	0.56±0.03	5.76±0.00
	잡채	66.89±0.31	1.25±0.05	4.77±0.03	4.33±0.29	0.85±0.09	21.91±0.15
	해물파전	71.64±0.61	0.91±0.14	4.13±0.03	7.45±0.22	0.70±0.01	15.16±0.22
	멸치볶음	20.29±0.04	7.15±0.00	16.07±0.20	29.46±0.72	1.63±0.24	25.41±0.71
	생선전	60.40±0.28	1.38±0.00	9.49±0.11	22.77±0.11	0.48±0.07	5.49±0.21

Nitrogen free extrat : 100-(수분+회분+단백질+지방+섬유소)

Table 3. continued

	음식명	수분	조회분	조지방	조단백	조섬유	NFE*
찌개(2)	김치찌개	90.87±0.92	1.01±0.11	2.37±0.20	3.47±0.32	0.56±0.04	1.73±0.24
	된장찌개	89.43±0.63	1.27±0.02	3.38±0.13	4.43±0.32	0.47±0.04	1.01±0.17
외국 메뉴 (7)	돈가스	41.30±0.27	1.57±0.00	19.09±0.17	13.86±0.18	0.86±0.09	23.33±0.37
	스테이크	53.93±0.64	1.00±0.02	26.02±0.19	18.15±0.29	1.32±0.16	0.00±0.01
	피자	44.68±0.27	2.24±0.04	9.96±0.18	13.16±0.09	0.92±0.02	29.04±0.12
	스파게티	71.95±0.19	0.96±0.19	2.73±0.17	5.52±0.03	0.52±0.04	18.32±0.27
	햄버거	56.65±0.29	1.31±0.11	13.03±0.18	11.67±0.17	0.47±0.00	16.87±0.05
	프랜치후라이	41.63±0.23	1.44±0.16	15.56±0.50	3.48±0.03	1.39±0.10	36.49±0.36
	후라이드 치킨	50.39±0.13	1.98±0.17	16.60±0.25	20.61±0.30	0.44±0.03	9.98±0.56
기타 (3)	고추장	40.32±0.21	7.50±0.03	0.75±0.00	3.75±0.01	3.48±0.03	44.20±0.22
	된장	57.58±0.14	16.57±0.01	7.27±0.01	12.28±0.03	3.25±0.05	3.65±0.62
	떡볶이	67.68±0.27	1.14±0.04	0.53±0.13	3.12±0.01	0.68±0.04	26.85±0.39

Nitrogen free extrat : 100-(수분+회분+단백질+지방+섬유소)

나. 실험 방법

1) 한식 품목 설정 및 섭취량 조사

한식에 대한 국내외 소비자 기호도 및 인식, 외식 관련 종사자 및 전문가가 추천하는 현지화가 가능한 전통식품(음식) 등과 관련된 논문, 학술지, 최신동향 및 트렌드 분석결과 등 기술정보를 수집·분석하고, 국민영양조사보고서(제 4기 3차연도, 2009)를 토대로 다소비 식품자료, 에너지 섭취량의 주요 급원식품 자료 및 주요국가에 분포된 해외 한식당의 메뉴를 수집·분석하여 국내외의 소비자 선호 한식 품목을 선정하였다.

2) 분뇨의 총에너지 함량 분석

식이의 섭취량과 분뇨의 배설량은 매일 일정한 시간 조사하였으며, 채취한 분은 질소 성분의 휘발을 방지하기 위해 0.5N sulfuric acid를 분무한 후, 75°C의 열풍순환 건조기에서 48시간 건조한 다음 분쇄하여 100 mesh screen을 통과하도록 입자의 크기를 일정하게 한 뒤 -10°C 냉동고에 저장하였다. 채취한 뇨는 0.1N hydrogen chloride를 2mL씩 첨가한 후, 4°C 냉장 보관하였다.

실험 식이 시료와 채취한 분뇨의 총에너지 (gross energy) 함량은 bomb calorimeter(Galenkemp Co., England)를 사용하여 측정하였으며, 표준물질로는 benzoic acid (6307.9 cal/g, Fisher Scientific Co., USA)를 이용하였고 calorimeter의 온도는 상온과 같게 조절하였다.

시료와 분변의 에너지는 pelleting하여 무게를 정확히 칭량(0.7~0.8 g)한 후 calorimeter용 수기에 넣어 연소시켜 총에너지 함량을 측정하였다. 뇨의 에너지 측정은 calorimeter용 수기와 수기에 맞게 자른 filter paper(Whatmann No4)의 무게를 측정한 다음, 냉장 보관한 뇨를 filter paper에 pippet으로 일정량을 넣고 무게를 잰 후 열풍 건조기(60°C)로 충분히 건조시켜 총에너지 함량을 측정하였다.

3) 분뇨의 조단백질 및 조지방 함량 분석

실험 식이와 채취한 분의 조단백질과 조지방의 함량은 A.O.A.C. 방법(1990)에 준하여 수분은 105°C 증발 건조법으로, 조단백질은 kjeldahl 분석법으로, 조지방은 ether 추출법으로 분석하였으며 뇨의 질소함량은 Mulijibhai의 분석 (Mulijibhai,

1989) 하였으며, 뇨의 질소함량은 Muljibhai의 분석방법으로 분석하였다. 이 방법은 황산으로 시료를 분해하여 수거한 암모니아를 acetylacetone-formaldehyde reagent와 반응시켜 412nm에서 특징적인 흡광도를 나타내는 노란색의 3,5-diacetyl-1,4-dihydro-lutidine을 생성하게 하는 것을 기본 원리로 한 방법이다.

4) 대사에너지 함량 측정

실험 시료의 대사 에너지 함량은 일반 대사 에너지(apparant metabolizable energy, AME)와 질소보정한 일반 대사 에너지(nitrogen corrected appatent metabolizable energy, AMEn)를 측정하여 비교하였다. AME와 AMEn 계산 공식은 다음과 같다. AMEn의 계산은 각 AME값을 AMEn값으로 대치하여 구하였다. 여기서 0.3은 실험 시료의 대치 비율(30%)를 반영한 것이며 질소 보정 계수는 urea-N에 사용되는 7.82 kcal/g을 사용하였다.



시료무게측정



실버와이어 장착



밀봉



분석시료의 삽입



분석시료의 삽입



Bomb Calorimeter
전체모습

Figure 7. Calorie analysis by using bomb calorimeter

$$\text{AME(kcal/g)} = \frac{(\text{GEf} \times \text{X}) - \text{Yef}}{\text{Feed Intake (kg)}}$$

AME : Apparent metabolizable energy (kcal/kg)

GEf : 섭취한 실험식이의 kg당 Gross energy (kcal/kg)

X : 식이 섭취량

Yef : 실험식이를 급여받은 실험용 흰쥐의 총 배설에너지
(분뇨의 총에너지, kcal)

AME per gram test ingredient (kcal/g) =

$$\text{AME per gram basal diet} + \frac{\text{AME per gram Test diet} - \text{AME per gram Basal diet}}{0.3}$$

AMEN per gram test ingredient (kcal/g) =

$$\text{AME} - 7.82 \times \frac{\text{Total N consumed} - \text{Total N excreted}}{\text{Feed consumed}}$$

7.82 : 질소보정계수, kcal/g urea nitrogen

5) 실험 결과의 통계처리

본 실험의 모든 결과는 one way analysis of variance에 의해 분산 분석되었으며, 각 평균간의 유의성 검정은 SPSS (Ver 18.0.0, 2009)의 tukey test 와 Ducan's multiple range test로 유의수준 P<0.05에서 유의성 검정을 실시하였다.

2. 한식의 열 발생량 측정

가. 동물 실험

1) 실험 동물

한식의 에너지 이용 효과에 관한 연구를 위하여 Sprague Dawley종 체중 약 80~85 g의 3주령된 실험용 흰쥐를 실험 동물로 사용하였다.

2) 실험 설계

기초자료 조사를 통해 선정된 한식 40종 중 8종을 선별하여 생체에너지 발생량을 측정하였다. 실험 처리구는 총 9 처리구로서 한식은 김치, 고추장, 된장, 비빔밥, 잡채로 5 실험군이고 서양식은 피자, 햄버거, 스테이크로 3 실험군, 기초식이 1군으로 하였다. 각 실험군 당 6마리의 쥐를 사용하였으며 대조군으로 실험 초기 체내 에너지 함량을 분석하기 위해 6마리의 쥐를 추가 사용하여 총 60마리의 쥐를 사용하였다. 대조군으로 사용된 실험쥐는 12시간 절식 후 체중을 측정하여 경추 분리 방법을 이용해 회생시켰다. 실험 기간은 총 4주였으며 실험하기 전 3일의 적응기간을 두었고 각 주마다 섭취량, 체중을 정확히 측정하였고, 4주째에는 대사케이지에서 4일간 대사 실험을 하여 섭취량을 측정하고 분과 뇨를 수거하였다. 실험 종료시 12시간 절식시킨 후 쥐의 체중을 측정하고 경추분리 방법을 이용해 회생시켰다. 회생된 쥐들은 배를 갈라 열어서 75℃의 열풍건조기에서 4일 정도 완전히 마를 때까지 건조시킨 후, 24시간 상온에서 풍건한 후, 무게를 정확히 측정하고 cutting mill을 사용하여 분쇄하여 vinyl bag에 넣고 냉동보관하며 분석하였다.

3) 동물 실험의 사양 및 대사실험

실험 동물은 4주의 실험 기간 동안 주로 일반 cage에서 사육하고 마지막 4주째에 4일만 대사 cage에서 사육하였다. 사육실의 채광은 1일 12시간으로 조절하였으며 실내온도는 $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 으로 유지하였다. 사료는 기초식이와 식품 사료를 배합하여 주로 가루 형태로 급여하였고 대사실험 4일간은 pellet 형태로 급여하였다. 물과 사료는 자유로이 먹을 수 있도록 일정 시간마다 충분히 주었다. 기타 사항은 일반 사양 관리에 준하여 실시하였다. 대사실험은 식이의 섭취량과 분뇨의 배설량을 정

확하게 조사하였으며, 실험용 쥐들은 30×30×30 cm의 cage(아크릴 소재, 대중기기, 서울)에 개별 수용하여, 매일 일정 시간에 사양 관리를 하였다.

분뇨는 따로 수거하여 분석 시료로 사용하였다. 채취한 분은 부패를 방지하고 질소 성분의 휘발을 막기 위하여 0.5N sulfuric acid를 분무하고, 75℃에서 48시간 건조한 다음, 분쇄하여 -10℃ 에 냉동 저장하였다. 채취한 뇨는 0.1N hydrogen chloride를 2 ml씩 첨가하여 4℃ 냉장고에 보관하였다.

4) 실험 식이

기초자료 조사를 통해 한국인과 외국인이 선호하는 대표적인 한식 5종과 서양식 3종 총 8종의 식품을 선정하였고, 이들 식품은 사람이 먹는 것과 동일한 방법으로 조리하였다. 선정된 식품의 조리법은 표5와 같다.

조리한 식품들은 동결 건조하여 일정 입자 크기(100 mesh)로 pin mill을 사용하여 분쇄하였다. 이들 한식 및 서양식 식이들의 일반성분 함량은 표6에 나타내었다. 모든 시료는 수분흡수와 변화를 막기 위하여 -70℃의 Deep freezer(Ilsin Lab Co.)에 보관하였고, 실험동물에 급여할 실험 식이를 배합하기 전에 6~8시간 동안 풍건 시킨 후에 사용하였다.

실험 식이는 실험쥐의 필요 영양소를 반영하여 제조한 기초 식이(basal diet) 70-80%와 직접 조리한 실험 식품 20-30%을 배합하여 제조하였고, 동일 열량 및 단백질 함량이 되도록 성분을 조정하여 실험쥐에 급여하였다. 대사 실험 시에는 배합 후 pelleting 하여 냉동고에 저장하면서 실험용 쥐에 급여하였다. 기초 식이는 옥수수 전분과 카제인 위주로 배합하였으며, 모든 실험 식이들은 영양소 함량이 실험쥐의 요구량을 충족시킬 수 있도록 맞추어 주었다 (Table 7).



4주 실험 기간 식이 급여 방법

4일 대사실험을 위한 pellet형태 식이 급여

Figure 8. Experimental diets in feedig and metabolic trial

Table 4 The preparation methods of the experimental foods

Foods	Preparation methods
비빔밥 (고추장소스제외)	윤숙자 자랑스런 한국음식 100선
김치	주)대상 중가집 김치 ¹⁾
고추장	대상 순창고추장
된장	문옥례 된장
잡채	윤숙자 자대랑스런 한국음식 100선, 500선
피자	미스터 피자 ²⁾
햄버거	B company ³⁾
스테이크	한복선/엄마의 밥상, 베비로스/엄마가 해주는 세계 요리

1) 이데일리 창업-2011.05.13: <http://efn.edaily.co.kr/Brandnews/NewsTotalRead>

2) 이데일리 창업-2011.05.13: <http://efn.edaily.co.kr/Brandnews/NewsTotalRead>

3) 이데일리 창업-2011.05.13: <http://efn.edaily.co.kr/Brandnews/NewsTotalRead.asp?newsid=0183680670627088>

4) 이데일리 창업-2011.05.13 : <http://efn.edaily.co.kr/Brandnews/NewsTotalRead>

Table 5. Approximate analysis results of the experimental foods

(%)

음식명	수분	조회분	조지방	조단백	조섬유	NFE*
된장	57.58±0.14	16.57±0.01	7.27±0.01	12.28±0.03	3.25±0.05	3.65±0.62
고추장	40.32±0.21	7.50±0.03	0.75±0.00	3.75±0.01	3.48±0.03	44.20±0.22
비빔밥 (고추장소스제외)	65.85±0.86	1.15±0.03	4.41±0.11	6.12±0.27	1.27±0.24	21.21±0.22
잡채	66.89±0.31	1.25±0.05	4.77±0.03	4.33±0.29	0.85±0.09	21.91±0.15
김치	92.55±0.20	1.85±0.00	0.47±0.01	1.52±0.04	1.19±0.06	2.42±0.10
피자	44.68±0.27	2.24±0.04	9.96±0.18	13.16±0.09	0.92±0.02	29.04±0.12
햄버거	56.65±0.29	1.31±0.11	13.03±0.18	11.67±0.17	0.47±0.00	16.87±0.05
스테이크	53.93±0.64	1.00±0.02	26.02±0.19	18.15±0.29	1.32±0.16	0.00±0.01

Nitrogen free extrat : 100-(수분+회분+단백질+지방+섬유소)

Table 6 Diet formulation of this study

Ingredients	기초식이	김치	고추장	된장	비빔밥	잡채	피자	햄버거	스테이크
					%				
corn starch	39.75	24.75	22.35	33.25	18.75	17.55	23.35	21.95	22.05
김치		20.00							
고추장			20.00						
된장				20.00					
비빔밥					30.00				
잡채						30.00			
피자							30.00		
햄버거								30.00	
스테이크									30.00
casein	20.00	17.00	18.70	6.80	16.00	16.00	12.80	11.80	7.50
glucose	13.20	13.20	13.20	13.20	13.20	13.20	13.20	13.20	13.20
sucrose	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
soy oil	7.00	10.00	5.70	7.70	5.00	2.50	0.10	0.00	0.00
cellulose	5.00	0.00	5.00	4.00	2.00	5.70	5.50	8.00	12.20
mineral prem	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
vitamin prem	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Cys	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Cholin	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
BHT	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014

나. 화학적 분석

1) 에너지 측정 및 일반성분 분석

실험쥐의 몸체, 실험 식이 및 실험 시료들은 Bomb calorimeter (Parr 1341, Parr Co., USA)로 완전 연소하여 측정하였다. 쥐의 몸체, 실험 식이 및 분시료의 에너지는 무게를 칭량한 후 calorimeter용 수기에 넣어 연소시켜 총에너지 함량 (gross energy)을 측정하였다. 뇨의 에너지는 측정하기 전에 미리 calorimeter용 수기와 수기에 맞게 자른 filter paper (Whatmann No 4)의 무게를 측정한 다음, 4°C에 보관한 뇨를 filter paper에 pipet으로 일정량 넣어 무게를 잰 후 충분히 건조시킨 후에 Bomb calorimeter 로 완전 연소하여 측정하였다. 이때 calorimeter의 온도는 상온과 같게 조절하였으며, 표준 물질은 benzoic acid (6307.9 cal/g, Fisher Scientific Co., USA)를 사용하였다. 실험 식이와 채취한 분의 조단백질, 조지방 및 조섬유소의 함량은 AOAC (1990)방법에 준하여 분석하였으며, 사용한 분석 기기들은 각각 AutokjelTech (Tecator Co. No 11), SoxTech(Tecatr Co. No 1040), Fiberech (Tecator Co. No 130) 이었다. 뇨의 질소함량은 Mulibhai의 방법(1989)으로 분석하였다.

2) 실험 결과의 통계처리

본 실험의 모든 결과는 평균과 표준편차로 표시하고 one way analysis of variance에 의해 분산 분석 되었으며, 각 평균간의 유의성 검정은 SPSS (Ver 18.0.0, 2009)의 tukey test 와 Ducan's multiple range test로 유의수준 $P < 0.05$ 에서 비교하였다.

제 3 장. 결과 및 고찰

1. 한식의 대사율 평가

가. 한식의 품목 선정

한식에 대한 국내외 소비자 기호도 및 인식, 외식 관련 종사자 및 전문가가 추천하는 현지화가 가능한 전통식품(음식) 등과 관련된 논문, 학술지, 최신동향 및 트렌드 분석결과 등의 기술정보, 국민영양조사보고서(제 4기 2차 연도, 2008)의 토대로 다소비식품자료, 에너지 섭취량의 주요 급원식품 자료 및 주요국가에 분포된 해외 한식당의 메뉴를 수집·분석하여 국내외인 소비자 선호 한식품목을 선정하였다.

1) 한국인 다소비 한식 품목 설정 및 섭취량 조사

가) 내국인이 선호하는 한식 품목

남녀 직장인 1226명을 대상으로 '점심비용과 메뉴'에 대해 설문조사한 결과 김치찌개를 선호한다는 사람이 50.4%로 가장 많았다. 김치찌개는 2009년에 이어 2년 연속 직장인이 가장 많이 먹는 점심 메뉴였으며, 다음으로는 된장찌개(39.2%), 백반(29%), 비빔밥(27.5%), 돈가스(22.9%) 등이 뒤를 이었다(2010년 잡코리아).

나) 외국인이 선호하는 한식 품목

외국인이 선호하는 한식은 기존의 불고기와 갈비 등 대표적인 두세 개의 메뉴에서 매우 다양해지고 있는 것으로 조사돼 해외에서의 한국 음식 대중화가 급속히 확산되고 있는 것으로 나타났다. 불고기는 조사대상 10개국 중 6개국에서 선호도 1위로 뽑혔고, 양념갈비는 2개국, 해물파전과 돼지갈비도 1개국씩 1위로 선정되었다. 조사대상 10개국에서 선호도 5위내에 뽑힌 메뉴를 보면 양념갈비가 10개국 모두에서 뽑혀 가장 많았고, 이어서 불고기가 9개국, 해물파전이 7개국, 들솜비빔밥과 잡채가 각각 6개국, 삼계탕과 만두가 각각 3개국, 그리고 냉면과 갈비찜, 돼지갈비, 육회, 양념통닭 등도 각각 1개국에서 뽑혔다. 선호도 10위까지 보면 김치찌개, 해물전

골, 제육보쌈, 육개장, 국수전골, 순두부찌개, 감자탕 등 각종 찌개류와 전골, 탕류 메뉴가 나타나 다양한 한국 음식을 좋아하는 것으로 조사되었다(문광부/2010, 한식연/2010).

이에 따라 농림수산식품부는 외국인이 한식을 더 쉽게 정확하게 이해할 수 있도록 외국인이 선호하는 한식 메뉴 124개를 선정하여 외국어 표준 표기안을 마련했으며 선호 한식으로 표준표기안이 마련된 한식 메뉴는 불고기, 갈비, 칼국수, 김밥, 김치볶음밥, 돌솥비빔밥, 불고기덮밥, 찜밥, 잣죽, 전복죽, 냉면, 수제비, 잔치국수, 갈비탕, 감자탕, 부대찌개, 곱창전골, 궁중떡볶이, 간장게장 등이 있다(농림부, 2008)

다) 국가별 선호하는 한식 품목

국가별로 다른 선호도 경향을 보여 한식 메뉴별 현지화 접근에 대한 연구가 필요한 것으로 조사되었다. 일본은 해물파전이 1위로, 불고기와 양념갈비가 각각 2위, 3위로 나타났으며 최근 한류 열풍으로 감자탕이나 해물전골을 좋아하는 메뉴로 부각하고 있는 것으로 나타났다. 베트남은 돼지갈비와 삼계탕이 선호도 1,2위를 차지하였고 양념갈비와 불고기는 5,6위로 나타났다. 이러한 경향으로 인해 한식이 해외 진출 시 현지 식문화를 매우 중요하게 고려해야 함을 알 수 있었다(외식경영, 2009).

Table 7. Regional preference of the Korean foods

순 위	일본	중국	홍콩	베트남	미국	멕시코	영국	프랑스	독일	이탈리아
1	해물과전	불고기	양념갈비	돼지갈비	불고기	불고기	불고기	불고기	불고기	양념갈비
2	불고기	양념갈비	해물과전	삼계탕	양념갈비	양념갈비	과전/전류	양념갈비	양념갈비	불고기
3	양념갈비	돌솥비빔밥	불고기	돌솥비빔밥	돌솥비빔밥	만두	잡채	잡채	양념통닭	잡채
4	돌솥비빔밥	냉면	삼계탕	제육볶음	잡채	잡채	육회	만두	돌솥비빔밥	과전/전류
5	잡채	삼계탕	갈비찜	양념갈비	해물과전	전류	양념갈비	과전/전류	만두	돌솥비빔밥
6	육개장	국수전골	해물전골	불고기	만두구이	김밥	삼계탕	오징어볶음	제육볶음	만두
7	냉면	해물과전	은대구조림	해물과전	육개장	비빔밥	돌솥비빔밥	과전	과전/전류	제육볶음
8	김치찌개	해물전골	순두부찌개	냉면	김치찌개	떡갈비	만두	돌솥비빔밥	잡채	해물탕
9	감자탕	갈비찜	닭구이	꽃계탕	순두부찌개	찌개류	닭볶음탕	돼지불고기	김치찌개	비빔밥
10	해물전골	낙지볶음	온면	김치찌개	은대구조림	냉면	돼지불고기	소라무침	족발	찌개류

* 김치류는 사이드메뉴로 제공되어 순위에서 제외시킴

** 조사대상이 현지 한식당 방문고객으로 한정

Table 8. Regional preferred Korean foods

음식	국가				중남미권		유럽권				합계
	일본	중국	홍콩	베트남	미국	멕시코	독일	영국	이탈리아	프랑스	
불고기	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	10
양념갈비	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	10
돌솥비빔밥	○	○		○	○		○	○	○	○	8
잡채	○				○	○	○	○	○	○	7
만두						○	○	○	○	○	5
해물파전	○	○	○	○	○						5
전류						○	○	○	○	○	5
삼계탕		○	○	○				○			4
냉면	○	○		○		○					4
해물전골	○	○	○								3
제육볶음				○			○		○		3
순두부찌개			○		○						2
육개장	○				○						2
은대구조림			○		○						2
갈비찜		○	○								2
비빔밥						○			○		2
찌개류						○			○		2
돼지불고기								○		○	2

Table 8. Continued

음식	아시아권				중남미권		유럽권				합계
	일본	중국	홍콩	베트남	미국	멕시코	독일	영국	이탈리아	프랑스	
감자탕	○										1
국수전골		○									1
온면			○								1
꽃게탕				○							1
낙지볶음		○									1
닭구이			○								1
닭볶음탕								○			1
돼지갈비				○							1
떡갈비						○					1
만두구이					○						1
소라무침										○	1
김밥						○					1
양념통닭							○				1
오징어볶음										○	1
육회								○			1
죽말							○				1
해물탕									○		1

Table 9. Journal survey in Korean foods preference

구분	저자	내용	
선호도	심옥진 (2008)	조사 기간	2008년 5월 1일~ 30일
		조사 대상	부산 남녀 중학생
		선호도	삼겹살구이>비빔밥>냉면>불고기>떡볶이
	최진영 (2010)	조사 기간	2009년 10월 19일~ 31일
		조사 대상	서울시 중학교 2학년 학생
		선호도	비빔밥>잔치국수>떡국>냉면>불고기
	김재현 (2006)	조사 기간	2006년 5월~6월
		조사 대상	서울 소재 특 1급 상설뷔페 레스토랑 chef
		선호도	소갈비구이>포기김치>무지개, 꿀떡>냉면>꼬리 찜
	장혜자 외 (2010)	조사 기간	-
		조사 대상	서울, 경기, 대전에 거주 하고 있는 내국인 268명
		선호도	갈비구이>김치찌개>된장찌개>갈비찜
한현미 (2010)	조사 기간	2008년 10월 13~11월 12일	
	조사 대상	여수 근무자 647명	
	기호도	잡곡밥, 비빔밥, 된장국, 김치찌개, 전복, 김	
섭취 빈도	최정숙 (2003)	조사 기간	2001년 4월 1일~2002년 3월 31일
		조사 대상	주부(도시 거주자 15명, 농촌 거주자 15명)
		섭취 빈도	쌀밥> 배추김치> 커피> 김구이> 멸치볶음
	국민건강 통계 (2009)	조사 기간	2007년 7월~2009년 12월
조사 대상		인구주택 총 조사 결과의 모든 가구와 국민	
메뉴 구성	남유선 (2010)	조사기간	2010년 7~8월
		조사대상	서울 소재 한식당
		찜편육류	갈비찜(14), 보쌈(3)
		밥류	전주비빔밥(7), 보리밥(5)
		죽류	전복죽(4)
		면류	물냉면(12), 비빔냉면(5)
		구이/볶음류	쇠고기 불고기(9), 양념갈비(8)
		탕류	갈비탕(8), 육개장, 설렁탕(5)
		찌개/전골류	된장찌개(5), 순두부, 김치찌개(4)

2. 식품 성분에 따른 대사에너지 평가

식품의 성분을 확인하고 영양과 품질을 평가하기 위하여 식품성분분석은 중요한 사항이다. 따라서 본 연구를 위한 선정된 41종 식품의 일반성분을 분석하여 각 식품에 가장 많이 함유하고 있는 성분을 조사한 다음, 같은 성분을 많이 가진 식품끼리 분류하여 한식의 대사 에너지를 자세하게 평가하고자 하였다. 분석 항목으로는 수분, 조단백질, 조지방, 탄수화물, 조회분, 조섬유로 하였고, Table 10과 같이 4개로 분류하였다.

가. 단백질함량이 높은 식품의 대사에너지 평가

본 연구를 위하여 선정된 식품 중 단백질이 많이 함유되어 있는 식품을 선택하여 대사에너지 함량을 평가하였다. 본 연구에서는 질소 함량을 구하기 위하여 단백질 분석기(Foss Kjeltac™ 8400 Analyzer Unit)을 이용하였다. 단백질이 많이 함유된 식품에는 실령탕, 육개장, 삼계탕, 해물탕, 장조림, 고등어구이, 고등어조림, 갈치구이, 멸치 볶음, 생선전 및 후라이드 치킨 이었다.

Table 10 Classification of the experimental foods with typical compounds and the levels in foods (%)

분류	음식명	합량
단백질 함량이 높은 식품	Seolleongtang	11.41±0.00
	Yukgaejang	3.36±0.36
	Samgyetang	8.12±0.35
	Haemultang	7.98±0.38
	Jangjorim	31.95±0.24
	Godeunggeo-gui	23.74±0.43
	Godeunggeo-jorim	16.94±0.33
	Galchi-gui	22.74±0.22
	Myelchibokkeum	29.46±0.72
	Saengseonjeon	22.77±0.11
	Chicken	20.61±0.30
지방 함량이 높은 식품	Galbitang	5.14±0.07
	Bulgogi	10.46±0.43
	Jeyuk-bokkeum	11.76±0.18
	Samgyeopsal	32.05±0.33
	Tonkasu	19.09±0.17
	Steak	26.02±0.19
	Hamburger	13.03±0.18
French fry	15.56±0.50	
탄수화물 함량이 높은 식품	Ssalbap	47.56±0.03
	Boribap	39.87±0.28
	Hyunmibap	41.57±0.14
	Tteokguk	13.11±0.29
	Ramyun	14.17±0.25
	Gimbap	25.40±0.24
	Bibimbap	26.59±0.81
	Bibimbap(except sauce)	21.21±0.22
	Haemul-kalguksu	2.61±0.80
	Japchae	21.91±0.15
	Haemul-pajeon	15.16±0.22
	Pizza	29.04±0.12
	Spaghetti	18.32±0.27
	Gochujang	44.20±0.22
Topokki	26.85±0.39	
섬유질 함량이 높은 식품	Kimchi	2.42±0.10
	Kongnamul	1.62±0.02
	Sigeumchi-namul	1.08±0.03
	Kimchi-jjigae	1.73±0.24
	Doenjang-jjigae	1.01±0.17
Doenjang	3.65±0.62	

1) 체중의 변화, 식이 섭취량, gross energy intake 및 nitrogen intake

본 연구에서 실시한 단백질을 많이 함유하고 있는 식품군의 쥐의 체중 변화, 식이 섭취량, gross energy intake, nitrogen intake를 측정된 결과는 table 11에서와 같다. 쥐의 체중 변화는 기초식이 군이 11 g 증가로 으로 가장 작았으며 나머지 단백질 식품군들은 기초식이 군보다 많은 증체량을 보였지만 유의적 차이는 인정되지 않았다. 식이 섭취량 전반적으로 기초식이 군보다 많은 섭취량을 나타내었지만 유의적 차이는 없었다.

순에너지 섭취량(gross energy intake)는 설령탕, 육개장, 삼계탕, 고등어 조림, 치킨 군이 기초식이 군보다 많은 양을 섭취하였으며($p < 0.05$), 질소(nitrogen)수준은 멸치볶음과 치킨 군을 제외한 모든 단백질 식품군에서 기초식이 군에 비해 아주 많은 양을 섭취한 것으로 나타났다($p < 0.05$). 설령탕, 육개장, 삼계탕, 해물탕 및 장조림 등 한식 위주의 식품군에서 nitrogen 섭취가 많았으며 설령탕 군은 기초식이 군에 비해 무려 3배나 많았다($p < 0.05$).

이는 식품 중의 단백질에는 탄수화물이나 지방 등의 다른 영양소에는 없는 질소(약 16%)성분이 포함되어 있고, 국물이나 찌개 및 조림 위주의 한식 식단 특성상 소금이나 간장 등의 양념이 많이 첨가되기 때문에 나트륨의 섭취가 높게 나타난 것이라 생각된다. 실제로 연 등(2011)의 연구 결과에서 김치류 외에 나트륨 섭취에 기여한 주요 음식군은 국물 음식군 이라고 했으며 국 및 탕류, 찌개 및 전골류는 모두 국물을 포함하는 음식류로서 국물 섭취량이 나트륨 섭취에 기여를 한다고 보고했다. 또한 설령탕의 경우 조리가열시간이 증가함에 따라 사골뼈의 용출액이 증가하면서 단백질의 함량도 증가하여 이에 따른 질소 섭취량도 많아져 가장 높게 나타난 것으로 사료된다.

2) 실험 식이의 분뇨에 의한 총에너지 및 질소 손실량

단백질 식품군의 분, 뇨를 통한 배설된 energy 및 nitrogen은 Table 12에서와 같다. 분 에너지는 육개장, 해물탕 군을 제외한 모든 군에서 기초식이 군과 비교하여 유의적 차이를 보이지는 않았다. 하지만 뇨 에너지의 경우 갈치구이를 제외한 모든 실험군에서 기초식이 군에 비해 약 2-3배 정도로 높게 나타났다($p < 0.05$).

분의 질소(nitrogen)함량은 육개장, 해물탕, 장조림 군에서 기초식이 군에 비해 유의적으로 많았으며($p<0.05$), 뇨의 질소(nitrogen)의 경우는 모든 실험군에서 기초식이 군보다 2-5배 가량 매우 높게 배설되었다($p<0.05$). 주로 뇨를 통해 에너지와 질소를 배설하였음을 알 수 있었다. 이와 같이 뇨를 통해 배설이 많은 이유는 실험 쥐가 사료 중의 단백질에 포함된 질소가 많아 이를 체내 성장에 이용하고 나머지의 질소 산물을 에너지가 큰 암모니아 형태로 배설하기 때문으로 생각된다.

3) 흡수된 에너지와 질소 함량 및 흡수율

Table 13은 단백질 식품을 섭취하고 배설된 후에 쥐에 흡수된 에너지, 질소 함량과 각각의 흡수율을 나타낸 것이다. 흡수된 에너지 함량은 전반적으로 높은 편으로 모든 군에서 기초식이 군보다 높았으며 특히 설렁탕, 삼계탕, 고등어 조림, 치킨 군이 기초 식이 군과 유의적으로 많았다($p<0.05$). 에너지 흡수율도 상당히 높은 편으로 해물탕과 육개장 군을 제외한 모든 군에서 기초 식이 군과 유의적 차이를 나타냈다($p<0.05$).

반면 흡수된 질소 함량과 질소율은 기초 식이군과 유의적 차이가 없거나 낮았다($p<0.05$). 이와 같이 단백질 식품은 전반적으로 체내 이용률이 많아 에너지 흡수율은 높은 편이나, 질소는 몸에 이용되고 난 후 뇨로 많이 배설되어 흡수율이 떨어졌다.

4) 실험 식이 및 단일 식품의 AME 및 AMEn

본 연구에 사용된 실험 식이 및 단일 식품의 AME, AMEn 은 Table 14에서와 같다. 단백질 식품으로 구성된 실험식이의 AME는 해물탕 군을 제외한 모든 군이 기초 식이 군보다 높았다($p<0.05$). 치킨 군이 가장 높게 나타났으며 갈치 구이와 고등어 구이, 삼계탕, 생선전, 설렁탕, 고등어 조림, 멸치볶음, 장조림 순으로 높게 나타났다($p<0.05$).

단일 식품의 AME도 비슷하게 서양식인 치킨이 가장 높았으며, 갈치 구이와 고등어 구이, 삼계탕, 생선전, 설렁탕, 고등어조림, 멸치볶음, 장조림, 육개장, 해물탕 순으로 높게 나타났다. 실험 식이와 단일 식품의 AMEn은 AME와 같은 경향을 나

타냈다.

이렇듯 실험 식이와 식품의 대사에너지 측정 결과에 따라 서양식인 치킨이 다른 한식 보다 비교적 높게 나타났으며 이는 치킨이 가지고 있는 열량이 다른 한식이 가진 열량에 비해 많기 때문이다. 치킨은 지방 성분이 많은 기름으로 튀겨져서 지방 함유량이 높아져 열량이 높은 식품이다.

5) 대사에너지가의 비교

단백질을 많이 함유한 식품들의 실제로 측정된 대사에너지 함량과 일반 성분을 기초로 하여 에너지 전환 계수로 계산한 에너지 함량을 비교한 결과는 Table 15, Fig 9와 같다. 전반적으로 에너지 계수를 이용한 계산치와 실제의 대사 에너지 함량과는 많은 차이가 났다.

육개장을 제외한 대부분의 단백질 식품은 실제로 실험한 측정치가 비교적 높게 나타났다. 특히 한식인 설렁탕, 장조림, 갈치구이, 생선전과 서양식인 치킨이 실제 실험치가 계산치보다 높게 나타났으며 계산치들과 유의적인 차이가 있었다($p < 0.05$). 주로 육류 및 생선류로 구성된 이들 동물성 단백질은 주요 에너지원으로서 열량을 낼 뿐만 아니라 신체 조직이 성장하고 유지할 수 있게 작용하는 에너지원이다. 또한 조리 중 갖은 양념과 부재료의 영향으로 육류와 생선의 조직에 단백분해효과가 이루어져 체내의 소화 흡수율을 증가시킨 것으로 생각된다. 김 등의 연구 결과에 따르면 우리나라의 조리 방법은 간장, 설탕, 울리고당, 참기름 등의 양념과 다진 마늘, 다진 파, 양파, 생강 등의 부재료를 함께 넣는데, 이들의 첨가가 단백분해 활성을 증진시키는 것으로 보고 했다.

멸치볶음의 열량이 가장 높게 나타난 이유는 멸치 볶음의 조리시에 꿀의 함량(21.48%)이 많이 첨가되었는데 꿀의 당함량이 멸치볶음의 열량을 높인 것으로 생각되었다.

식품의 식품 성분을 활용한 에너지 전환계수법 중 현재 가장 널리 이용되는 Atwater 계수로 계산한 열량값과 본 실험에서 실제 측정된 AME 값의 차이를 보면 대부분의 식품은 Atwater 계수의 계산치가 낮게 나타났다(Fig 10). 하지만 해물탕의 경우 Atwater 계수의 계산치가 높았고 그 차이도 가장 컸다. 육개장의 일반 성

분을 조사해 보면 수분의 함량은 91.98% 로 가장 많았고, 탄수화물, 단백질, 지방이 각각 1.07, 3.36, 2.30 % 이며, 조회분과 조섬유가 각각 0.86, 0.42 % 로, 주요 열량 원인 탄수화물, 지방, 단백질이 낮게 함유되어 있고, 대부분 수분이었지만 조회분과 조섬유도 많이 함유되어 있는 편이다. 또한 육개장에 들어간 고사리, 토란대, 숙주, 파에서 난소화성의 식이 섬유 성분이 많이 함유되어 있어서 소화율이 떨어진 것으로 생각된다.

Table 11 Body weight changes and dietary, gross energy and nitrogen intakes of the rats during the experimental period

Dietary groups	Body weight	Intake			
	change	Diet	Gross energy	Nitrogen	
	g/rat	g/rat/4days	kcal/rat/4days	mg/rat/4days	
Basal diet(BD)	11.0±11.2	63.1±14.7	260.0±60.7 ^a	1604.0±374.5 ^a	
Seolleongtang	23.1± 8.8	85.6± 9.4	396.2±43.4 ^{bc}	4796.1±126.6 ^e	
Yukgaejang	14.2± 3.1	91.2± 2.2	395.1± 9.4 ^{bc}	3551.7± 84.5 ^{cd}	
Samgyetang	19.4± 3.5	90.0± 2.3	419.8±10.5 ^c	3612.7± 90.3 ^{cd}	
Haemultang	24.9± 3.4	80.6± 5.6	336.6±23.5 ^{abc}	3583.6±250.6 ^{cd}	
Jangjorim	26.3± 2.6	82.2± 1.5	357.2± 6.6 ^{abc}	3613.8± 66.8 ^{cd}	
BD+	Godeungeo-gui	19.0± 6.1	76.5± 5.3	373.5±25.7 ^{abc}	3381.7±233.0 ^{bcd}
	Godeungeo-jorim	17.3± 2.7	91.1± 3.5	405.8±15.4 ^{bc}	3821.6±145.1 ^d
	Galchi-gui	24.8± 1.7	71.0± 5.1	333.1±23.8 ^{abc}	2790.4±199.6 ^{bc}
	Myelchibokkeum	24.7± 2.1	79.1± 1.2	340.0± 5.3 ^{abc}	2539.1± 39.6 ^{ab}
	Saengseonjeon	18.9± 5.8	62.9± 5.4	287.6±24.6 ^{ab}	2724.1±232.7 ^{bc}
	Chicken	27.0± 5.3	81.2± 2.3	388.4±11.2 ^{bc}	3096.9± 89.3 ^{bcd}

Table 12 Fecal and urinary losses in energy and nitrogen in the rats

Dietary groups	Energy loss		Nitrogen loss	
	Fecal	Urinary	Fecal	Urinary
	kcal/rat/4days		mg/rat/4days	
Basal diet(BD)	26.3±3.9 ^a	7.7±1.6 ^a	175.1±34.4 ^a	570.0± 93.4 ^a
Seolleongtang	32.6±4.1 ^{ab}	17.5±1.7 ^{de}	266.0±16.8 ^{ab}	2950.6±353.7 ^g
Yukgaejang	43.2±1.0 ^b	21.8±1.5 ^{ef}	343.1±21.8 ^{bc}	2119.9±100.3 ^f
Samgyetang	33.3±2.9 ^{ab}	10.4±0.9 ^{ab}	263.6±33.3 ^{ab}	1804.4±201.9 ^{def}
Haemultang	42.2±3.1 ^b	16.7±0.9 ^{cde}	417.3±33.7 ^c	1713.8±180.7 ^{cdef}
Jangjorim	32.4±2.3 ^{ab}	16.8±0.7 ^{cde}	322.8±37.9 ^{bc}	1735.7±100.1 ^{def}
BD+ Godeunggeo-gui	31.9±3.7 ^{ab}	15.1±1.6 ^{bcd}	258.4±41.2 ^{ab}	1728.0±175.3 ^{cdef}
Godeunggeo-jorim	34.3±2.2 ^{ab}	24.0±1.9 ^f	280.6±17.4 ^{abc}	2014.3± 77.3 ^{ef}
Galchi-gui	23.2±1.7 ^a	8.8±0.6 ^a	161.3±11.9 ^a	1023.1±143.1 ^{abc}
Myelchibokkeum	33.0±3.5 ^{ab}	10.7±0.6 ^{abc}	297.3±31.7 ^{abc}	931.0± 53.9 ^{ab}
Saengseonjeon	20.5±2.1 ^a	11.3±1.3 ^{abcd}	153.6±23.9 ^a	1195.6±159.6 ^{abcd}
Chicken	22.7±1.8 ^a	13.8±1.0 ^{abcd}	207.8±15.4 ^{ab}	1328.2± 64.0 ^{bcde}

Table 13 Energy and nitrogen absorbed and the ratio of absorbed/intake of the rats

Dietary groups	Energy		Nitrogen	
	Absorbed	Absorbed/Intake	Absorbed	Absorbed/Intake
	kcal/rat/4days	%	mg/rat/4days	%
Basal diet(BD)	225.9±56.1 ^a	85.7±1.4 ^{bc}	715.7±248.5	50.5±3.3 ^{abc}
Seolleongtang	346.1±38.4 ^{bc}	87.3±0.4 ^{cde}	1579.5±424.5	32.6±8.5 ^{ab}
Yukgaejang	330.1± 8.4 ^{abc}	83.5±0.5 ^{ab}	1088.7± 63.0	30.8±2.1 ^a
Samgyetang	376.0± 9.7 ^c	89.6±0.4 ^{efg}	1287.2±324.2	42.3±6.1 ^{abc}
Haemultang	277.8±20.3 ^{abc}	82.4±0.5 ^a	1452.5± 82.0	41.1±2.3 ^{abc}
Jangjorim	308.0± 4.9 ^{abc}	86.3±0.6 ^{bcd}	1555.4±120.3	43.1±3.3 ^{bc}
BD+ Godeungeo-gui	326.4±22.8 ^{abc}	87.3±0.4 ^{cdef}	1395.3±291.2	39.6±6.4 ^{abc}
Godeungeo-jorim	347.5±13.0 ^{bc}	85.7±0.4 ^{bc}	1526.6±148.7	39.6±2.9 ^{abc}
Galchi-gui	301.1±22.2 ^{abc}	90.3±0.4 ^{fg}	1606.0± 86.2	58.2±2.6 ^c
Myelchibokkeum	296.3± 2.4 ^{abc}	87.2±0.7 ^{cde}	1310.7± 72.8	51.5±2.2 ^{bc}
Saengseonjeon	255.8±21.8 ^{ab}	89.0±0.5 ^{defg}	1374.9±201.2	50.3±5.5 ^{abc}
Chicken	351.9±11.9 ^{bc}	90.6±0.5 ^g	1560.9± 18.3	50.5±0.9 ^{abc}

Table 14 AME and AMEn of the diets and the foods

Dietary groups	Dietary		Foods		
	AME	AMEn	AME	AMEn	
	kcal/kg/dry				
Basal diet(BD)	3532.1±58.7 ^{ab}	3532.0±58.7 ^{ab}			
Seolleongtang	4040.6±17.8 ^e	4049.8±19.6 ^e	5340.1± 60.8 ^d	5371.9± 66.8 ^d	
Yukgaejang	3617.8±20.7 ^{bc}	3617.7±20.7 ^{bc}	3907.7± 70.6 ^b	3907.6± 70.6 ^b	
Samgyetang	4176.1±19.5 ^{fg}	4176.0±19.5 ^{ef}	5738.4± 65.7 ^{ef}	5738.2± 65.7 ^{de}	
Haemultang	3441.1±22.1 ^a	3440.9±22.1 ^a	3525.2± 77.7 ^a	3525.1± 77.7 ^a	
Jangjorim	3749.3±25.2 ^{cd}	3749.2±25.2 ^{cd}	4539.0± 87.2 ^c	4538.9± 87.2 ^c	
BD +	Godeungeo-gui	4266.9±20.0 ^{gh}	4266.7±19.9 ^{fg}	6028.9± 67.1 ^{fg}	6028.8± 67.1 ^{ef}
	Godeungeo-jorim	3815.9±17.8 ^d	3815.8±17.9 ^d	4714.3± 62.6 ^c	4714.2± 62.6 ^c
	Galchi-gui	4239.8±19.8 ^{gh}	4239.6±19.8 ^{fg}	6076.4± 66.7 ^{fg}	6076.2± 66.7 ^{ef}
	Myelchibokkeum	3750.0±29.0 ^d	3749.8±29.0 ^d	4732.6±104.6 ^c	4732.5±104.6 ^c
	Saengseonjeon	4070.1±22.4 ^{ef}	4070.0±22.4 ^e	5468.5± 75.2 ^{de}	5468.4± 75.1 ^d
	Chicken	4330.1±25.8 ^h	4330.1±25.8 ^g	6283.9± 87.4 ^g	6283.7± 87.4 ^f

Table 15. Comparison between AME value of foods in this experiment and the calculated values by various energy conversion factors

	AME by this experiment	by Atwater ¹⁾	by Rubner ²⁾	by FAO ³⁾	by SoCheun ⁴⁾
-----kcal/kg wet matter-----					
Seolleongtang	900.9 ^c	844.7 ^b	868.9 ^{bc}	804.2 ^a	834.0 ^{ab}
Yukgaejang	313.4 ^a	384.2 ^b	395.5 ^b	366.6 ^{ab}	383.3 ^b
Samgyetang	1028.3 ^c	962.1 ^{abc}	990.3 ^{bc}	920.9 ^a	959.0 ^{ab}
Haemultang	447.3	450.0	461.7	438.5	433.7
Jangjorim	2404.3 ^b	2109.1 ^a	2165.2 ^a	2051.9 ^a	2048.1 ^a
Godeunggeo-gui	2471.3 ^b	2335.6 ^{ab}	2405.5 ^b	2207.7 ^a	2334.3 ^{ab}
Godeunggeo-jorim	1592.0	1629.1	1676.4	1556.5	1617.6
Galchi-gui	2895.4 ^c	2664.6 ^b	2743.9 ^b	2535.2 ^a	2664.2 ^b
Myelchibokkeum	3772.4	3641.1	3744.2	3532.1	3605.0
Saengseonjeon	2165.5 ^c	1984.5 ^{ab}	2041.2 ^b	1901.7 ^a	1961.9 ^{ab}
Chicken	3117.4 ^c	2717.6 ^{ab}	2798.0 ^b	2598.2 ^a	2716.2 ^{ab}

1) Atwater's factors are 4, 9 and 4 kcal/g for protein, fat and carbohydrate, respectively

2) Rubner's factors are 4.1, 9.3 and 4.1 kcal/g for protein, fat and carbohydrate, respectively

3) FAO's factors are 4.05, 8.37 and 4.12 kcal/g for protein, fat and carbohydrate, respectively

4) SoCheun's factors are 3.8, 9.3 and 3.9 kcal/g for protein, fat and carbohydrate, respectively

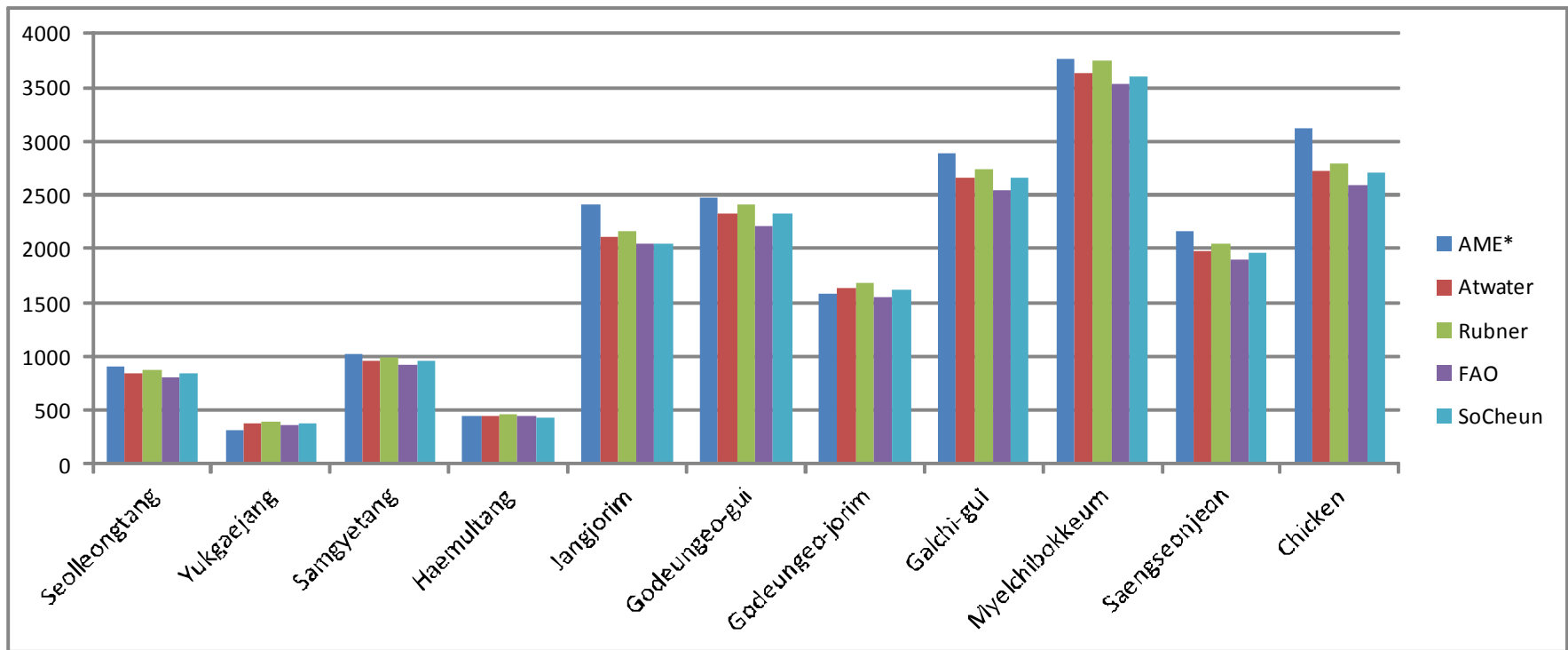


Figure 9 Comparison relative percentage values between AME values of single ingredients in this experiment and the calculated values by various energy conversion factors

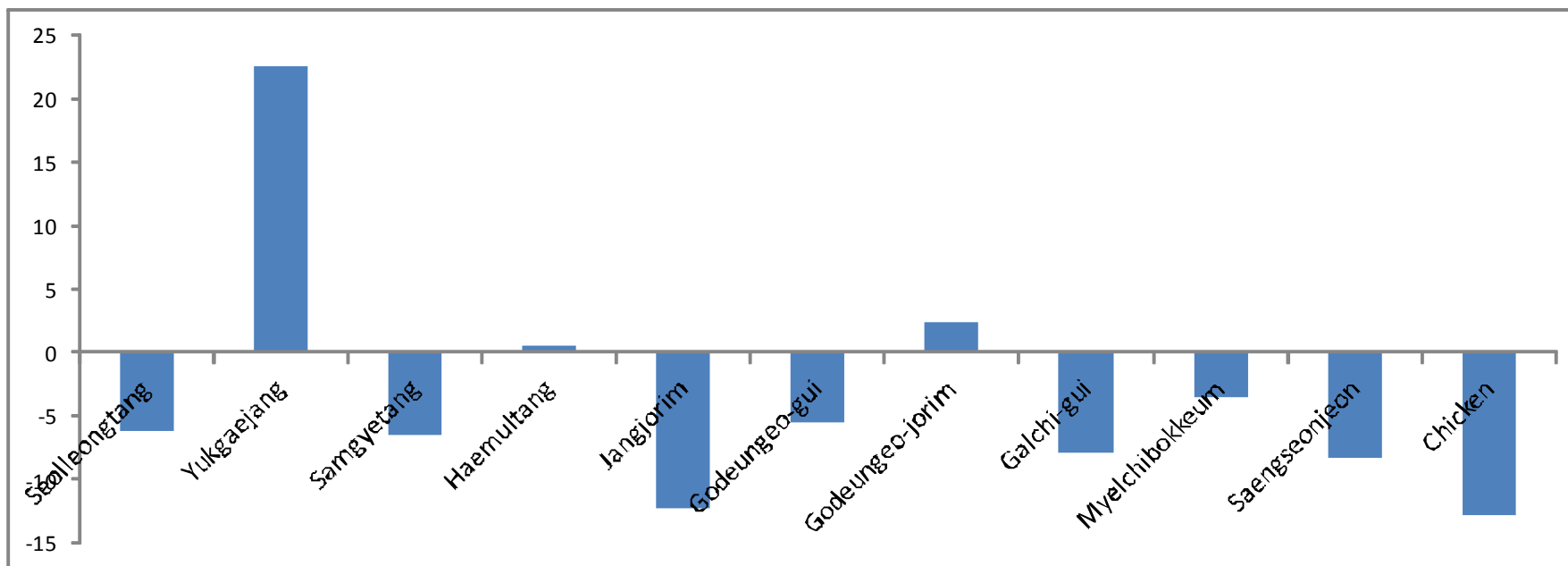


Figure 10 Percent difference with result from Atwater calculation

나. 지방이 많은 식품의 대사에너지 평가

우리 나라 한식중 지방 성분이 많은 식품들이 실제 갖는 대사에너지를 측정하여 기존의 계수치를 이용한 계산치와의 차이를 비교하였다.

1) 체중의 변화, 식이 섭취량, gross energy intake 및 nitrogen intake

본 연구에서 지방을 많이 함유한 식품군의 쥐의 체중 변화와 식이 섭취량, gross energy intake, nitrogen intake 의 결과는 Table 16과 같다. 지방을 많이 함유한 식품을 섭취한 쥐의 체중 변화는 프렌치 후라이를 제외한 모든 군에서 기초 식이 군에 비해 많이 증가 하였으나 이들 간의 유의적 차이는 없었다. 식이 섭취량은 모든 실험군이 기초 식이 군에 비해 많이 섭취하였으나 갈비탕과 삼겹살, 햄버거 군을 제외하고 유의적 차이는 없었으며 갈비탕, 삼겹살, 햄버거 군이 기초 식이에 비해 각각 59%, 63%, 56% 더 섭취하였다($p < 0.05$).

Gross energy intake 수준은 모든 군에서 기초 식이 군보다 많았으며, 삼겹살 군은 88%, 갈비탕 군은 76%, 햄버거 군은 74%, 제육볶음 군은 57%, 불고기 군은 55%, 돈가스 군은 52%, 프렌치 후라이 군은 49%, 스테이크 군은 47% 의 순으로 기초 식이 군에 비해 더 많았다($p < 0.05$). nitrogen intake도 대부분의 실험군에서 기초 식이 군 보다 많이 섭취한 것으로 나타났다($p < 0.05$). 이들 식품군에서 높은 질소 섭취량을 보인 것은 이들 식품의 단백질 함량도 높아 단백질을 구성하고 있는 질소 성분도 같이 섭취했기 때문이다. 프렌치 후라이의 경우는 감자를 기름에 튀겨낸 것이기 때문에 지방과 탄수화물의 함량은 높지만 단백질의 함량은 높지 않다. 따라서 열량은 높아 gross energy intake의 수준은 높지만 nitrogen intake의 수준은 낮은 것이다.

2) 실험 식이의 분뇨에 의한 총에너지 및 질소 손실량

Table 17 은 지방을 많이 함유하고 있는 식품군의 분뇨에 의한 총에너지와 질소 손실량을 나타내었다. 분 에너지의 함량은 전반적으로 기초 식이 군에 비해 많았고 갈비, 햄버거, 스테이크 군이 유의하게 높았으며 특히 스테이크 군은 기초 식이 군에 비해 2.7배나 더 많았다($p < 0.05$). 뇨 에너지의 함량은 갈비탕, 삼겹살 군에

서 기초 식이 군과 유의적으로 많았지만($p < 0.05$), 그 외의 실험군과는 유의적 차이는 인정되지 않았다.

본 실험에 사용한 스테이크는 한우의 등심 부위로 팬에 구워 조리하였다. 한우의 등심은 다른 부위에 비해서 근내지방도가 많아서 육질이 연하다고 알려져 있는데 이 근내지방에는 불포화지방산으로 많이 구성되어 있다고 한다. 이 (2004) 등의 연구 보고에 따르면 한우의 등심 조직에 지방산의 조성 비율은 단일불포화지방산의 경우 palmitoleic acid(16:1)와 oleic acid(18:1)의 조성비가 각각 총 지방산의 5%와 46%로서, 이 두 지방산이 차지하는 비율이 51%에 달하며, 포화지방산의 경우에 있어서는 stearic acid(18:1)의 조성비율은 12%에 달하여 불포화지방산은 등심조직에서 매우 높다고 보고 했으며 또한 포화지방산에 대한 불포화지방산의 비율인 불포화도도 다른 조직보다 약 3.6배 높았다고 보고했다.

일부의 연구 보고(Park & Yu 1994, Hwang *et al* 2004, Cho *et al* 2005)에서도 한우육은 외국산 수입우육에 비하여 불포화지방산 조성이 우수하다는 결과가 보고되어 있고 최근에 Cho *et al*(2011a)과 Cho *et al*(2011b)은 한우육과 수입육 품질의 차이는 부위별로 다르게 나타났다고 보고하였다. 따라서 한우 등심 스테이크의 경우 체에 축적되는 비율이 높은 포화지방산보다는 상대적으로 적은 불포화지방산이 많아 열량이 낮아진 것이라 생각된다.

3) 흡수된 에너지와 질소 함량 및 흡수율

지방 식품의 섭취한 에너지와 질소량과 배설된 에너지와 질소의 차이인 흡수된 에너지와 질소 함량 및 각각의 흡수율은 Table 18 에서와 같다. 전반적으로 흡수된 에너지는 스테이크 군을 제외하고 기초식이 군에 비해 높았으며, 특히 한식의 삼겹살 군이 가장 많았으며($p < 0.05$), 에너지 흡수율도 스테이크 군을 제외한 모든 군에서 기초 식이 군에 비해 유의적으로 높았다($p < 0.05$).

돼지고기의 삼겹살 부위의 경우 포화지방산이 41% 이상이 함유되어 있어 고열량을 가진 지방이 체내 흡수가 높아진 것으로 여겨지며, 스테이크의 경우는 섭취한 에너지에 대한 분 에너지 배설량이 많아서 그만큼 흡수가 떨어졌기 때문에 흡수량이 낮아진 것으로 생각된다.

흡수된 질소량은 프렌치프라이 군을 제외한 모든 군에서 기초 식이 군보다 많았으며 삼겹살 군이 유의적으로 가장 많았고 프렌치프라이 군이 유의적으로 가장 적었다. 프렌치프라이는 주로 탄수화물과 지방 성분이 많고 단백질 성분은 적기 때문에 단백질의 구성성분인 질소의 함량도 적어서 질소 흡수율도 낮아졌기 때문이다. 질소 흡수율은 모든 군에서 유의적 차이가 인정되지 않았다.

4) 실험 식이 및 단일 식품의 AME 및 AMEn

본 연구에 사용된 실험 식이 및 단일 식품의 AME, AMEn 은 Table 19와 같다. 지방 식품으로 구성된 실험식이의 AME는 스테이크 군을 제외한 모든 군에서 기초 식이군 보다 높았다($p < 0.05$). 한식인 제육볶음과 삼겹살 군이 가장 높게 나타나고 불고기, 돈가스, 햄버거, 갈비탕, 프렌치 프라이, 스테이크 순으로 높게 나타났다.

단일 식품의 AME도 같은 경향을 보였으며 실험 식이와 단일 식품의 AMEn도 AME와 같은 경향을 나타냈다. 본 실험에서 실시한 실험 식이와 단일 식품의 AME가 높게 나타난 이유는 이들 식품이 많은 열량을 함유하고 있기 때문이다. 이들 식품이 함유하고 있는 성분은 주로 지방으로서 지방은 고 에너지원으로 식품의 AME를 높이는 요소로 작용했다.

이러한 지방식이 장기간으로 이루어 질 경우 에너지 과잉을 초래하며 비만을 유도할 가능성이 있다. 고지방식의 섭취가 체내 지방 세포 수를 증가시킬 뿐 아니라 체중을 증가시켜 비만증을 유발한다는 연구 보고 등 지방을 장기간 과다 섭취 시 비만, 성인병을 초래할 수 있으므로 섭취를 제한할 필요가 있다고 생각된다.

5) 대사에너지가의 비교

지방을 많이 함유한 식품들의 실제로 측정된 대사에너지 함량과 일반 성분을 기초로 하여 에너지 전환 계수로 계산한 에너지 함량을 비교한 결과는 Table 20, Fig 11 과 같다. 전반적으로 에너지계수를 이용한 계산치와 실제의 대사에너지 함량은 많은 차이가 났다.

갈비탕은 실제 열량값이 기존의 계수법(Atwater conversion factor)로 계산한

열량값보다 19.3% 낮았고($p < 0.05$), 삼겹살은 10.4% 차이가 났으며($p < 0.05$), 돈가스는 2.3% 낮게 나타났다. 또한 한우 등심으로 만든 스테이크는 49.2% 낮아 가장 실험군 중 가장 큰 차이를 나타냈다($p < 0.05$). 프렌치 프라이도 실험치가 10.6% 낮게 나타났다($p < 0.05$).

반면, 불고기와, 제육볶음은 실제 열량값이 Atwater 계수의 계산치 보다 각각 9.1%, 12.1% 높게 나타났으며($p < 0.05$), 햄버거도 실험치가 2.4% 높게 나타났다. 지방 성분이 많은 식품의 경우 실험치와 계산치 간의 차이는 컸다. 가장 많이 차이가 나는 스테이크의 경우, Atwater 계수로 계산한 열량값과 본 실험에서 실제 측정된 AME 값의 차이에서 Atwater 계산치가 실험치보다 2배 가까이 더 높게 나타났다 (Fig 12).

이는 스테이크 식품 자체가 가진 열량은 높지만 체내에서 다 소화되지 못하고 배설된 에너지가 많았기 때문인 것으로 생각된다. 본 연구 결과에서도 스테이크의 섭취에너지에 비해 분 에너지 함량이 다른 식품에 비해 매우 높았고 그에 따라 흡수된 에너지는 적게 나타났다(Table 16,17,18).

서양식보다 상대적으로 열량이 적어 보이는 한식이라도 그 식품이 함유한 지방 함량, 부재료의 첨가, 체내에 소화 흡수 되는 정도, 조리 방식 등에 따라 그 식품이 지닌 열량은 달라질 수 있다. 따라서 지방이 많은 식품의 에너지 측정을 위해서는 에너지진환계수의 단순 계산법보다는 실제 동물실험으로 측정하는 것이 식품이 지닌 열량을 측정하는 데 더 정확하다고 볼 수 있다.

Table 16. Body weight changes, diet, gross energy and nitrogen intakes of rats during the experimental period

Dietary groups	Body weight	Intake		
	change	Diet	Gross energy	Nitrogen
	g/rat	g/rat/4days	kcal/rat/4days	mg/rat/4days
Basal diet(BD)	11.0±11.2	63.1±14.7 ^a	260.0±60.7 ^a	1604.0±374.5 ^a
Galbitang	21.5± 6.7	100.8± 2.9 ^b	458.4±13.2 ^b	3944.6±114.3 ^d
Bulgogi	28.5±11.4	86.0± 3.9 ^{ab}	403.1±18.3 ^b	3124.2±141.9 ^c
Jeyuk-bokkeum	23.6± 0.9	86.1± 4.9 ^{ab}	409.6±23.2 ^b	2952.5±167.2 ^{bc}
BD+ Samgyeopsal	20.0± 2.7	103.0± 5.3 ^b	491.2±25.1 ^b	4111.2±209.9 ^d
BD+ Tonkasu	23.3± 8.7	86.4± 5.5 ^{ab}	395.5±25.3 ^b	2644.1±169.2 ^{bc}
BD+ Steak	31.5± 3.0	83.9± 6.0 ^{ab}	382.2±27.3 ^{ab}	2258.6±161.4 ^{ab}
BD+ Hamburger	28.2± 4.1	99.0± 3.1 ^b	452.6±14.0 ^b	2967.4± 91.8 ^{bc}
BD+ French fry	7.7± 2.8	89.9± 2.8 ^{ab}	389.7±11.9 ^b	1806.0± 55.3 ^a

Table 17. Energy and nitrogen loss of the rats

Dietary groups	Loss energy		Loss nitrogen	
	Fecal	Urinary	Fecal	Urinary
	kcal/rat/4days		mg/rat/4days	
Basal diet(BD)	26.3±3.9 ^a	7.7±1.6 ^{ab}	175.1±34.4	570.0± 93.4 ^a
Galbitang	45.8±1.5 ^c	24.0±1.3 ^c	280.6±10.7	2391.2±262.7 ^d
Bulgogi	37.1±2.3 ^{abc}	11.4±0.6 ^{ab}	236.9±27.9	1404.1±189.5 ^{bc}
Jeyuk-bokkeum	34.3±1.2 ^{ab}	9.8±1.2 ^{ab}	207.3± 6.9	1097.7± 76.4 ^{ab}
Samgyeopsal	37.1±3.6 ^{abc}	20.5±3.7 ^c	246.1±26.9	2084.6±208.4 ^{cd}
BD+ Tonkasu	30.3±1.4 ^a	15.4±2.4 ^{bc}	215.0±10.9	1125.2± 86.4 ^b
Steak	70.8±3.5 ^d	6.4±1.7 ^a	236.5±36.8	787.4±172.6 ^{ab}
Hamburger	43.5±1.6 ^{bc}	9.7±1.6 ^{ab}	229.9± 9.0	1332.2± 63.7 ^b
French fry	34.2±1.3 ^{ab}	9.5±1.3 ^{ab}	224.6± 6.1	904.6± 96.5 ^{ab}

Table 18. Energy and nitrogen absorbed and the ratio of absorbed/intake of the rats

Dietary groups	Energy		Nitrogen	
	Absorbed	Absorbed/Intake	Absorbed	Absorbed/Intake
	kcal/rat/4days	%	mg/rat/4days	%
Basal diet(BD)	225.9±56.1 ^a	85.7±1.4 ^{bc}	715.7±248.5 ^{ab}	50.5±3.3 ^{ab}
Galbitang	388.6±13.3 ^{bc}	84.7±0.6 ^b	1272.7±215.8 ^{abc}	32.6±5.7 ^a
Bulgogi	354.6±16.8 ^{bc}	88.4±0.6 ^c	1236.0±266.8 ^{bc}	48.0±4.8 ^{ab}
Jeyuk-bokkeum	365.5±24.9 ^{bc}	89.0±1.0 ^c	1647.6±180.1 ^{bc}	55.4±3.3 ^b
BD+ Samgyeopsal	433.6±18.1 ^c	88.4±0.8 ^c	1780.6±200.5 ^c	43.4±4.6 ^{ab}
BD+ Tonkasu	349.8±22.6 ^{bc}	88.4±0.3 ^c	1304.0±192.4 ^{abc}	48.3±4.3 ^{ab}
BD+ Steak	305.0±23.3 ^{ab}	79.7±0.5 ^a	1234.7±158.6 ^{abc}	54.9±5.9 ^b
BD+ Hamburger	399.4±13.1 ^{bc}	88.2±0.6 ^c	1405.3± 53.2 ^{abc}	47.4±1.4 ^{ab}
BD+ French fry	346.0±10.7 ^{bc}	88.8±0.2 ^c	676.8±104.6 ^a	37.2±5.5 ^{ab}

Table 19. AME and AMEn of the diets and the foods

Dietary groups	Dietary		Foods	
	AME	AMEn	AME	AMEn
	kcal/kg/dry			
Basal diet(BD)	3532.1±58.7 ^a	3532.0±58.7 ^a		
Galbitang	3853.2±28.6 ^b	3853.1±28.6 ^b	4635.6± 95.9 ^b	4635.5± 95.9 ^b
Bulgogi	4121.1±26.6 ^{cd}	4120.9±26.6 ^{cd}	5709.4± 92.2 ^{cd}	5709.2± 92.2 ^{cd}
Jeyuk-bokkeum	4237.8±47.4 ^d	4237.7±47.4 ^d	6060.9±162.7 ^d	6060.7±162.7 ^d
BD+ Samgyeopsal	4216.1±39.4 ^d	4216.0±39.4 ^d	5879.7±133.0 ^d	5879.6±133.0 ^d
BD+ Tonkasu	4048.5±15.3 ^c	4048.3±15.3 ^c	5339.2± 51.7 ^c	5339.1± 51.7 ^c
BD+ Steak	3630.8±24.3 ^a	3630.7±24.3 ^a	3382.3± 84.3 ^a	3382.1± 84.3 ^a
BD+ Hamburger	4033.6±27.2 ^c	4033.5±27.2 ^c	5344.8± 93.2 ^c	5344.7± 93.2 ^c
BD+ French fry	3849.4±10.4 ^b	3849.3±10.4 ^b	4672.8± 35.3 ^b	4672.7± 35.2 ^b

Table 20. Comparison between AME value of foods in this experiment and the calculated values by various energy conversion factors

	AME by this experiment	by Atwater ¹⁾	by Rubner ²⁾	by FAO ³⁾	by SoCheun ⁴⁾
-----kcal/kg wet matter-----					
Galbitang	578.5 ^a	716.6 ^{bc}	738.4 ^c	678.2 ^b	720.2 ^{bc}
Bulgogi	1881.2 ^b	1724.2 ^a	1775.2 ^a	1650.0 ^a	1723.3 ^a
Jeyuk-bokkeum	2047.4 ^b	1826.4 ^a	1880.9 ^{ab}	1746.6 ^a	1831.0 ^a
Samgyeopsal	3613.1 ^a	4032.1 ^{bc}	4156.9 ^c	3792.9 ^{ab}	4070.9 ^{bc}
Tonkasu	3134.1 ^a	3205.7 ^{ab}	3300.2 ^b	3095.4 ^a	3211.9 ^{ab}
Steak	3382.0 ^d	3067.8 ^c	3164.0 ^c	2880.3 ^b	3109.6 ^c
Hamburger	2317.0	2314.3	2381.9	2237.3	2313.2
French fry	2680.8 ^a	2999.2 ^{bc}	3085.9 ^c	2940.4 ^b	3002.4 ^{bc}

1) Atwater's factors are 4, 9 and 4 kcal/g for protein, fat and carbohydrate, respectively

2) Rubner's factors are 4.1, 9.3 and 4.1 kcal/g for protein, fat and carbohydrate, respectively

3) FAO's factors are 4.05, 8.37 and 4.12 kcal/g for protein, fat and carbohydrate, respectively

4) SoCheun's factors are 3.8, 9.3 and 3.9 kcal/g for protein, fat and carbohydrate, respectively

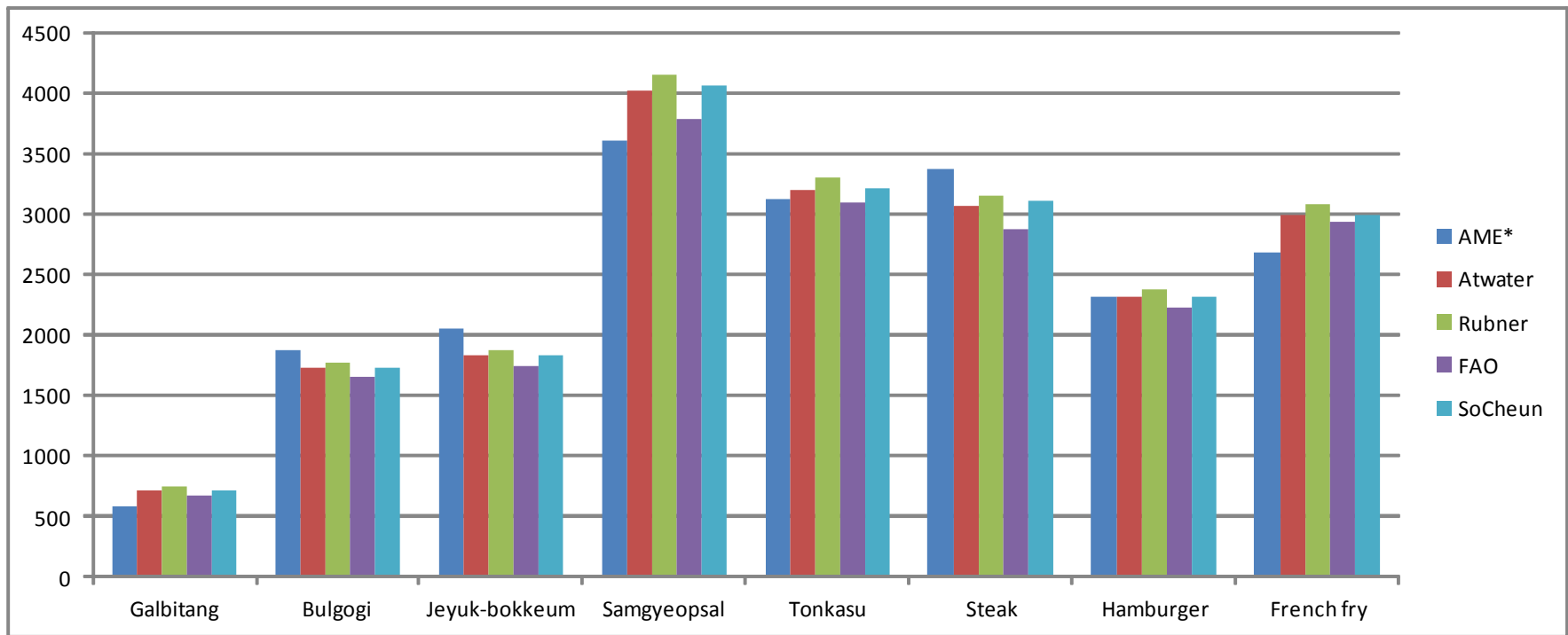


Figure 11. Comparison relative percentage values between AME values of single ingredients in this experiment and the calculated values by various energy conversion factors

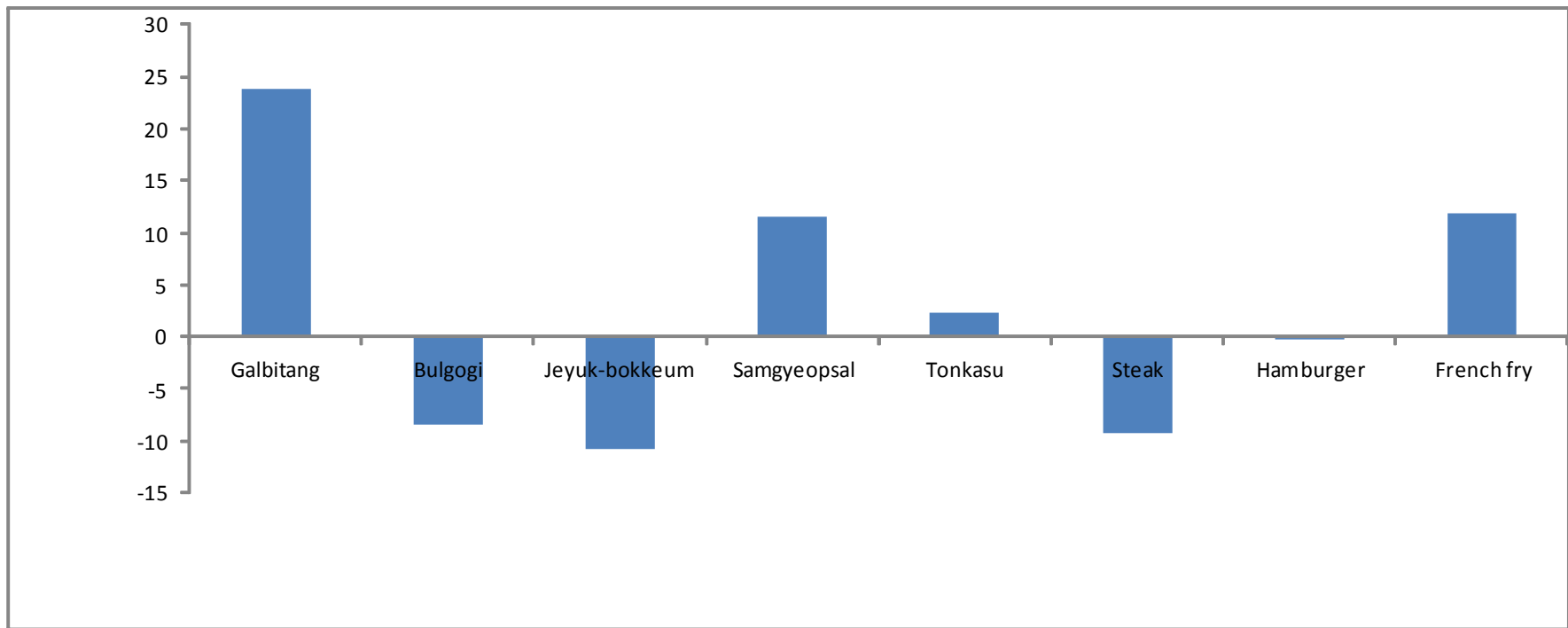


Figure 12. % difference with result from Atwater calculation

다. 탄수화물이 많은 식품의 대사에너지 평가

1) 체중의 변화, 식이 섭취량, gross energy intake 및 nitrogen intake

탄수화물 함량이 많은 식품군의 체중의 변화, 식이 섭취량, 에너지 섭취량 및 질소 섭취량은 Table 21 에서와 같다.

모든 실험군에서 체중은 증가하였다. 현미밥군과 김밥군을 제외한 나머지는 기초식이군보다 많은 증체량을 보였다. 특히 스파게티를 먹은 실험군이 26.0 g 으로 가장 많이 증가하였고 김밥을 먹은 실험군은 1.5 g 으로 가장 적게 증가하였다. 그러나 이러한 체중간의 차이는 실험 식이에 의한 특별한 영향으로 보기에 어렵고 단순 개체간의 차이로 여겨지며, 유의차이는 없었다.

또한 식이섭취량도 모든 실험군에서 기초식이 군과 유의적 차이는 인정되지 않았다. 순에너지 섭취(gross energy intake)수준은 해물파전과 피자 군이 기초식이 군에 비해 각각 67% 와 68% 더 높았다($p < 0.05$) 질소섭취량(nitrogen intake)도 피자, 해물파전 군이 기초식이 군에 비해 각각 81%, 92% 더 높게 나타났다($p < 0.05$). 순에너지 섭취(gross energy intake)와 질소섭취량(nitrogen intake)이 해물파전과 피자 군에서 높은 이유는 이들 식품이 함유하고 있는 열량과 단백질 성분이 다른 식품에서보다 많기 때문이다.

2) 실험 식이의 분뇨에 의한 총에너지 및 질소 손실량

분, 뇨에 의한 에너지 배설량과 질소 손실량은 Table 22 에서와 같다. fecal energy 배설량은 모든 식이군에서 기초식이 군과 유의적 차이는 없었으나 잡채 군이 고추장을 첨가하지 않은 비빔밥 군보다 2배 가량 더 많이 배설하였다($p < 0.05$). 이것은 잡채의 당면에 있는 고구마 전분과 각종 야채에 있는 섬유소로 인해 소화율이 떨어졌기 때문으로 여겨진다.

뇨(urinary)배설량도 대부분의 군에서 기초식이 군과 비교하여 유의적 차이는 없었으나 잡채 군만 기초식이에 비해 2배 더 유의하게 많았으며($p < 0.05$) 전반적으로 잡채군의 총에너지 배설량이 가장 많았다. fecal nitrogen 손실은 실험간 유의적 차이는 없었으나 뇨질소(urinary nitrogen) 손실은 해물칼국수, 잡채, 해물파전 군에서 기초식이 군에 비해 각각 2배, 1.9배, 2.1배 더 많이 배설한 것으로 조사되어($p < 0.05$) 이들 군에서 뇨를 통해 빠져 나간 질소 손실이 컸다.

3) 흡수된 에너지와 질소 함량 및 흡수율

탄수화물 함량이 많은 식품군의 섭취한 에너지, 질소에서 배설된 에너지, 질소의 차이인 흡수된 에너지, 질소 함량 과 흡수된 에너지와 질소의 (%)수준은 Table 23 과 같다. 흡수된 에너지 함량은 해물파전과 피자 군이 기초식이 군에 비해 각각 73%, 72% 더 유의하게 많았으며($p < 0.05$) 에너지 흡수율도 89-90% 로 높은 편이었다. 흡수된 질소와 질소 흡수율은 실험군간 유의적인 차이는 없었다.

4) 실험 식이 및 단일 식품의 AME 및 AMEn

실험 식이 및 식품의 일반대사 에너지(AME)와 질소를 보정한 일반 대사에너지(AMEn) 함량은 Table 24와 같다. 실험 식이(dietary)의 AME는 피자, 떡국, 스파게티, 고추장을 첨가하지 않은 비빔밥, 해물파전 순으로 기초식이 군에 비해 높게 나타났으며($p < 0.05$), 해당 단일 성분(food)의 AME의 결과도 비슷하게 피자, 떡국, 스파게티, 해물파전 순으로 다른 한식에 비해 높게 나타났다($p < 0.05$). dietary 및 food 모두에서 질소를 보정한 AMEn 결과는 AME 결과와 매우 유사하게 나타났다.

5) 대사에너지가의 비교

본 실험에서 실제로 측정된 탄수화물 식품의 AME 값과 해당 식품의 일반 성분을 기초로 하여 에너지 전환 계수로 계산한 에너지 함량을 비교한 결과는 Table 25, Fig 13과 같다. 모든 식품에서 실제로 측정된 실험치와 에너지 전환 계수를 이용한 계산치는 많은 차이가 났다.

대부분의 한식은 실험치가 낮게 나타난 반면, 서양식은 실험치가 더 높게 나타났다. 특히 보리밥, 현미밥, 김밥, 비빔밥의 실험치는 모든 계수의 계산치와 유의적으로 낮게 나타났으며 Atwater factor 열량값보다 14%, 15%, 10%, 15% 정도로 낮게 나타났다($p < 0.05$). 대표적 서양식인 피자, 스파게티와 한식인 떡국, 고추장은 실험치가 각각 7%, 10%, 9%, 32% 로 높게 나타났다($p < 0.05$).

Table 21. Body weight changes, diet, gross energy and nitrogen intakes of rats during the experimental period

Dietary groups	Body weight	Intake		
	change	Diet	Gross energy	Nitrogen
	g/rat	g/rat/4days	kcal/rat/4days	mg/rat/4days
Basal diet(BD)	11.0±11.2	63.1±14.7	260.0±60.7 ^a	1604.0±374.5 ^{ab}
Ssalbap	13.7± 4.1	68.5± 8.5	275.6±55.2 ^{ab}	2252.6±280.2 ^{abc}
Boribap	17.9± 2.7	64.6±10.2	260.2±41.2 ^a	1634.3±259.1 ^{ab}
Hyunmibap	8.7± 7.6	65.7± 9.1	262.7±36.6 ^a	1527.4±212.7 ^a
Tteokguk	22.0± 4.6	84.2± 6.2	363.9±26.7 ^{ab}	2293.4±168.3 ^{abc}
Ramyun	22.5± 2.4	82.6± 2.4	346.7±10.2 ^{ab}	1671.9± 49.3 ^{ab}
Gimbap	1.5±15.1	66.1±15.0	274.2±62.3 ^{ab}	1694.5±385.0 ^{ab}
Bibimbap	16.2± 3.9	73.3± 9.7	297.3±39.4 ^{ab}	1783.3±236.2 ^{ab}
BD+ Bibimbap (except sauce)	16.8±10.3	60.4± 8.2	256.0±34.8 ^a	1702.8±231.4 ^{ab}
Haemul-kalguksu	12.6± 2.7	86.7± 3.7	345.2±14.7 ^{ab}	2349.4±100.4 ^{abc}
Japchae	16.9± 5.7	97.8±11.1	421.7±47.8 ^{ab}	2382.0±269.7 ^{abc}
Haemul-pajeon	25.0± 4.1	102.1± 2.8	434.7±11.7 ^b	3094.3± 83.4 ^c
Pizza	23.3± 3.6	98.7± 4.4	436.8±19.4 ^b	2906.2±128.9 ^c
Spaghetti	26.0± 2.2	92.0± 3.3	397.4±14.3 ^{ab}	2626.9± 94.5 ^{bc}
Gochujang	14.9± 4.1	89.6± 5.1	365.9±20.9 ^{ab}	2530.6±144.8 ^{abc}
Topokki	18.9± 4.2	98.2± 5.5	386.3±21.4 ^{ab}	2160.9±119.9 ^{abc}

Table 22. Energy and nitrogen loss of the rats

Dietary groups	Loss energy		Loss nitrogen	
	Fecal	Urinary	Fecal	Urinary
	kcal/rat/4days		mg/rat/4days	
Basal diet(BD)	26.3±3.9 ^{abc}	7.7±1.6 ^{ab}	175.1±34.4	570.0± 93.4 ^{ab}
Ssalbap	28.1±5.7 ^{abc}	7.6±1.5 ^{ab}	202.2±41.0	530.2±117.9 ^a
Boribap	28.5±3.9 ^{abc}	6.7±0.7 ^{ab}	229.3±33.0	610.8± 86.7 ^{abc}
Hyunmibap	25.1±2.8 ^{abc}	6.8±1.0 ^{ab}	178.5±22.2	567.3± 76.2 ^{ab}
Tteokguk	27.4±0.8 ^{abc}	6.3±0.5 ^{ab}	211.7±13.9	796.2± 73.8 ^{abccd}
Ramyun	34.3±2.5 ^{bc}	6.3±0.4 ^{ab}	210.3±14.8	382.1± 33.6 ^a
Gimbap	24.0±4.4 ^{ab}	7.8±1.4 ^{ab}	189.5±42.4	690.9±108.7 ^{abc}
Bibimbap	28.9±3.0 ^{abc}	8.3±1.0 ^{ab}	239.5±30.1	624.6± 85.3 ^{abc}
BD+ Bibimbap (excepsauce)	17.5±1.2 ^a	4.2±1.1 ^a	180.0±11.4	556.0±121.3 ^{ab}
Haemul-kalguksu	28.5±1.3 ^{abc}	10.5±1.7 ^{abc}	233.7±17.5	1114.3±179.8 ^{cd}
Japchae	37.5±5.0 ^c	14.7±1.3 ^c	278.2±47.4	1084.9± 67.9 ^{cd}
Haemul-pajeon	35.1±1.6 ^{bc}	8.7±1.4 ^{abc}	290.3± 9.5	1217.0± 94.8 ^d
Pizza	36.2±2.2 ^{bc}	11.6±1.2 ^{bc}	253.1±10.1	1041.6±141.7 ^{bcd}
Spaghetti	30.8±1.2 ^{bc}	11.8±1.9 ^{bc}	237.0± 9.6	884.0± 38.9 ^{abccd}
Gochujang	34.3±1.8 ^{bc}	10.0±1.4 ^{abc}	243.7±15.5	854.1± 55.7 ^{abccd}
Topokki	35.5±1.7 ^{bc}	6.1±1.3 ^{ab}	249.7±21.9	652.4± 37.2 ^{abc}

Table 23. Energy and nitrogen absorbed and the ratio of absorbed/intake of the rats

Dietary groups	Energy		Nitrogen	
	Absorbed	bsorbed/Intake	Absorbed	Absorbed/Intake
BD +	kcal/rat/4days	%	mg/rat/4days	%
Basal diet(BD)	225.9±56.1 ^a	85.7±1.4 ^a	715.7±248.5	50.5± 3.3
Ssallbap	239.9±49.2 ^{ab}	87.0±1.2 ^{ab}	1520.3±202.0	67.4± 6.3
Boribap	224.9±36.7 ^a	86.2±0.5 ^a	794.3±227.6	45.8± 8.0
Hyunmibap	230.8±33.3 ^a	87.2±0.9 ^{abc}	781.6±164.6	46.7± 6.7
Tteokguk	330.2±26.0 ^{ab}	90.5±0.6 ^{bc}	1285.5±222.2	54.1± 5.9
Ramyun	306.1± 7.9 ^{ab}	88.4±0.5 ^{abc}	1079.5± 51.9	64.5± 2.4
Gimbap	242.4±56.6 ^{ab}	88.0±0.6 ^{abc}	542.7±284.3	41.6±12.1
Bibimbap	260.2±35.5 ^{ab}	87.1±0.6 ^{abc}	714.9±193.2	48.8± 5.3
BD + Bibimbap (except sauce)	234.2±32.8 ^{ab}	90.8±1.1 ^c	966.8±167.8	55.6± 4.9
Haemul-kalguksu	306.2±13.9 ^{ab}	88.7±0.6 ^{abc}	1001.3±197.1	42.4± 8.3
Japchae	369.5±41.6 ^{ab}	87.6±0.1 ^{abc}	1018.9±244.6	41.6± 6.5
Haemul-pajeon	391.0± 9.3 ^b	90.0±0.4 ^{bc}	1587.0±142.4	51.1± 3.6
Pizza	389.0±18.0 ^b	89.0±0.3 ^{abc}	1611.5±199.1	55.0± 5.4
Spaghetti	354.8±12.1 ^{ab}	89.3±0.3 ^{abc}	1505.8± 83.1	57.2± 1.8
Gochujang	321.7±18.0 ^{ab}	87.9±0.3 ^{abc}	1432.8± 96.1	56.6± 1.5
Topokki	344.7±20.4 ^{ab}	89.1±0.6 ^{abc}	1258.8±102.3	58.0± 2.0

Table 24. AME and AMEn of the diets and the foods

Dietary groups	Dietary		Foods	
	AME	AMEn	AME	AMEn
	kcal/kg/dry			
Basal diet(BD)	3532.1±58.7 ^{ab}	3532.0±58.7 ^{ab}		
Ssalbap	3482.2±375.7 ^a	3555.3±383.6 ^{ab}	3937.0±274.4 ^{abc}	4021.3±280.2 ^{bcd}
Boribap	3475.0±21.5 ^a	3474.9±21.5 ^a	3483.1± 74.7 ^a	3483.0± 74.6 ^a
Hyunmibap	3488.9±35.1 ^a	3488.8±35.1 ^a	3502.5±121.1 ^a	3502.4±121.1 ^a
Tteokguk	3915.7±24.0 ^e	3915.6±24.0 ^e	4839.8± 80.5 ^{fg}	4839.7± 80.5 ^{fg}
Ramyun	3707.2±23.0 ^{abcde}	3707.1±23.0 ^{abcde}	4267.3± 77.4 ^{cde}	4267.2± 77.4 ^{cde}
Gimbap	3649.0±25.8 ^{abcd}	3648.9±25.8 ^{abcd}	3947.9± 86.6 ^{abc}	3947.8± 86.5 ^{abc}
Bibimbap	3536.7±23.7 ^{ab}	3536.7±23.7 ^{ab}	3625.1± 80.9 ^{ab}	3625.0± 80.9 ^{ab}
BD + Bibimbap (except sauce)	3848.0±46.4 ^{de}	3847.9±46.4 ^{de}	4059.9±158.2 ^{bcd}	4059.8±158.1 ^{bcd}
Haemul-kalguksu	3529.0±22.8 ^{ab}	3528.9±22.7 ^{ab}	3580.9± 77.1 ^{ab}	3580.8± 77.1 ^{ab}
Japchae	3779.9± 6.0 ^{bcd}	3779.9± 6.0 ^{bcd}	4406.2± 20.4 ^{def}	4406.1± 20.4 ^{def}
Haemul-pajeon	3831.6±15.8 ^{cde}	3831.5±15.8 ^{cde}	4609.7± 53.7 ^{efg}	4609.6± 53.7 ^{efg}
Pizza	3941.4±14.9 ^e	3941.3±14.9 ^e	4999.5± 50.7 ^g	4999.4± 50.7 ^g
Spaghetti	3857.4±13.4 ^{de}	3857.2±13.4 ^{de}	4714.3± 45.6 ^{efg}	4714.2± 45.6 ^{efg}
Gochujang	3591.7±11.4 ^{abc}	3591.6±11.4 ^{abc}	4461.9±123.6 ^{def}	4461.8±123.6 ^{def}
Topokki	3508.0±21.8 ^a	3507.9±21.8 ^a	3590.5± 75.7 ^{ab}	3590.4± 75.7 ^{ab}

Table 25. Comparison between AME value of foods in this experiment and the calculated values by various energy conversion factors

	AME by this experiment	by Atwater ¹⁾	by Rubner ²⁾	by FAO ³⁾	by SoCheun ⁴⁾
	-----kcal/kg wet matter-----				
Ssalbap	1968.1	1784.1	1829.3	1820.4	1739.4
Boribap	1684.4 ^a	1914.5 ^b	1962.8 ^b	1950.2 ^b	1862.6 ^b
Hyunmibap	1740.1 ^a	1989.7 ^b	2040.6 ^b	2023.8 ^b	1943.3 ^b
Tteokguk	947.1 ^b	866.5 ^a	890.0 ^{ab}	863.0 ^a	854.4 ^a
Ramyun	891.4	906.8	931.7	902.9	897.5
Gimbap	1405.5 ^a	1512.3 ^b	1552.4 ^b	1516.3 ^b	1485.1 ^{ab}
Bibimbap	1271.7 ^a	1462.0 ^b	1500.3 ^b	1473.0 ^b	1433.2 ^b
Bibimbap(except sauce)	1424.2	1490.1	1530.7	1479.8	1469.9
Haemul-kalguksu	443.0	461.3	473.0	467.0	448.0
Japchae	1458.9 ^a	1478.9 ^a	1519.5 ^b	1469.5 ^a	1462.6 ^a
Haemul-pajeon	1307.3	1276.5	1311.5	1259.0	1258.8
Pizza	2765.7 ^b	2584.4 ^a	2656.5 ^{ab}	2539.4 ^a	2558.9 ^a
Spaghetti	1322.4 ^b	1199.3 ^a	1231.3 ^a	1196.9 ^a	1178.1 ^a
Gochujang	2662.9 ^b	1985.5 ^a	2035.7 ^a	2028.9 ^a	1936.1 ^a
Topokki	1153.3 ^a	1246.5 ^{ab}	1278.1 ^b	1271.3 ^b	1215.0 ^{ab}

1) Atwater's factors are 4, 9 and 4 kcal/g for protein, fat and carbohydrate, respectively

2) Rubner's factors are 4.1, 9.3 and 4.1 kcal/g for protein, fat and carbohydrate, respectively

3) FAO's factors are 4.05, 8.37 and 4.12 kcal/g for protein, fat and carbohydrate, respectively

4) SoCheun's factors are 3.8, 9.3 and 3.9 kcal/g for protein, fat and carbohydrate, respectively

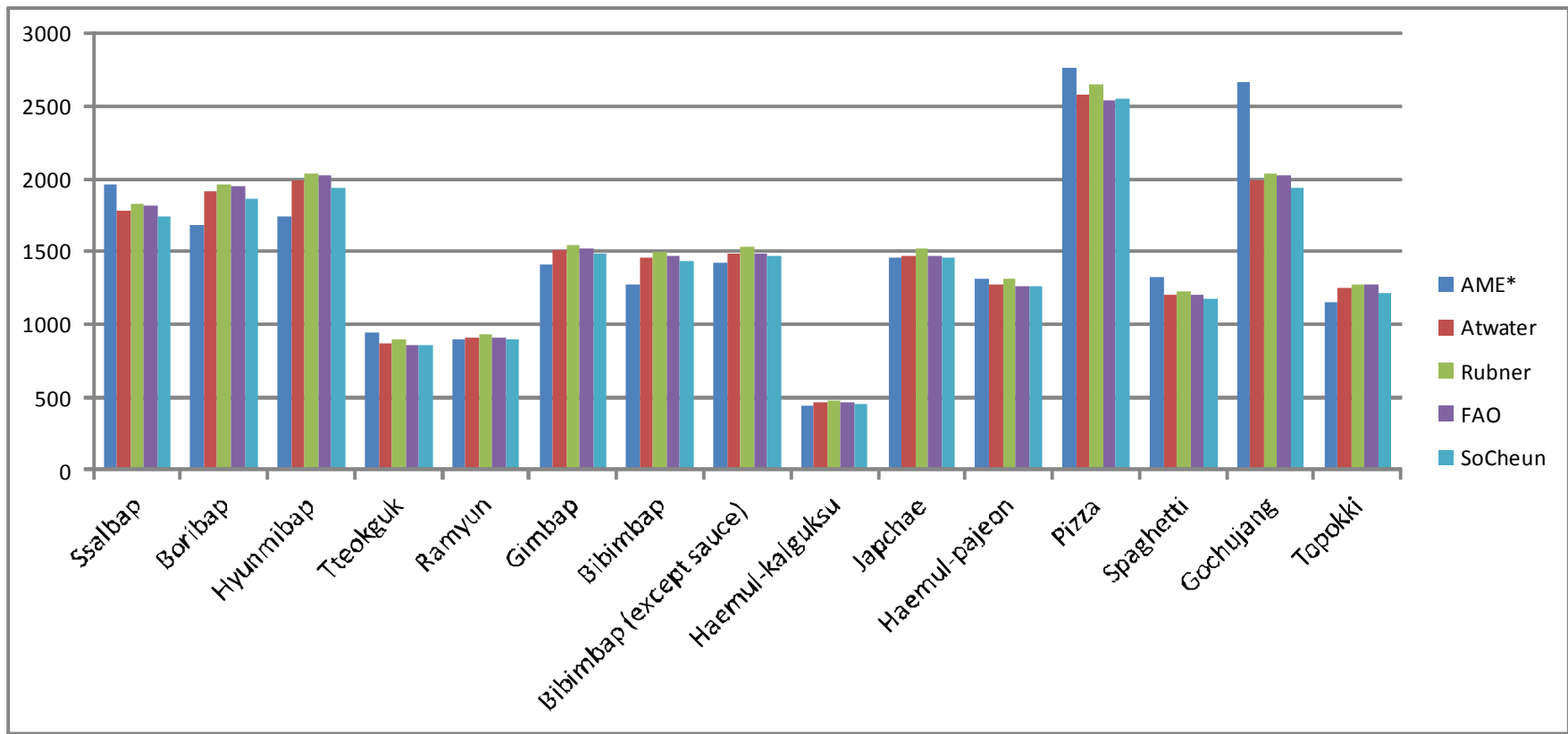


Figure 13. Comparison relative percentage values between AME values of single ingredients in this experiment and the calculated values by various energy conversion factors

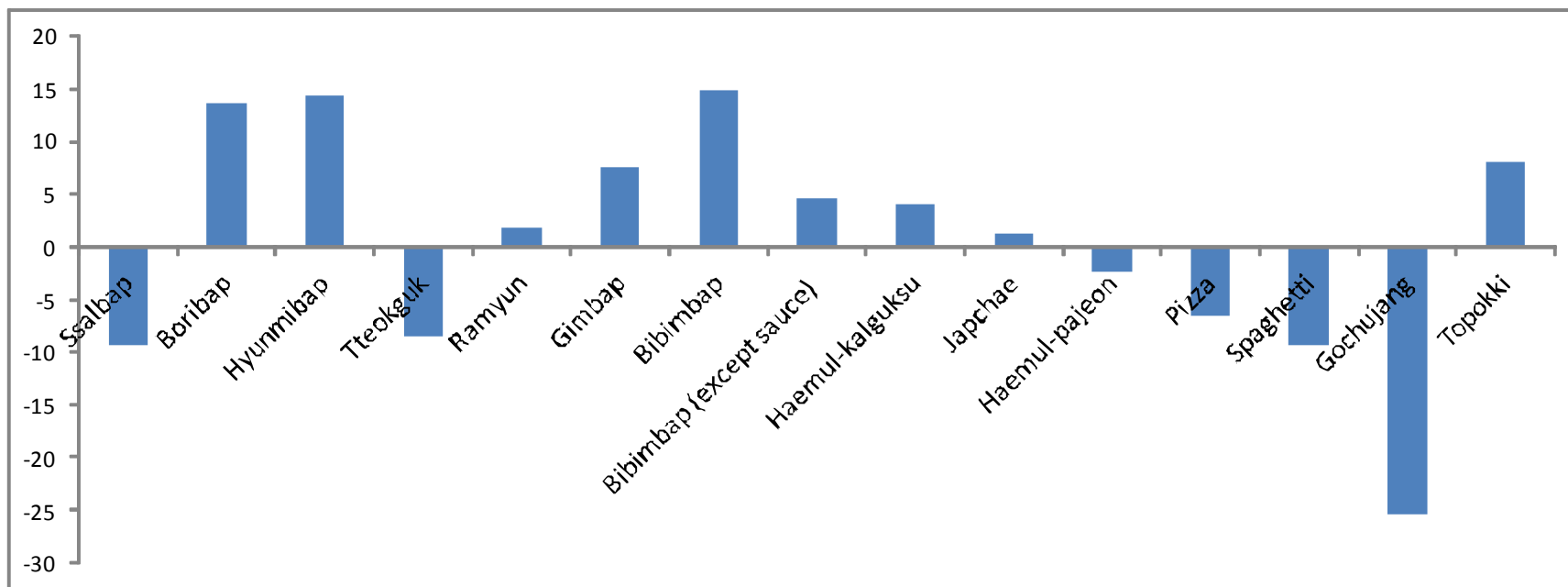


Figure 14. % difference with result from Atwater calculation

라. 섬유질이 많은 식품의 대사에너지 평가

식물성 식품 중에는 물, 산이나 알칼리, 알코올, 에테르에 용해되지 않는 불용성 물질, 즉 cellulose, hemicellulose, lignin, pentosan, 무기염 등이 포함되어 있다. 이들은 인체 내에서 칼로리원으로 이용할 수 없는 탄수화물이므로 조섬유(crude fiber)라고 한다. 비소화성 다당류로 알려진 식이 섬유소는 소화기 점막의 내벽을 자극해서 정상 효과를 주어 생리적 측면에서 그 중요성이 인정되고 있다. 또한 장내 효소에 의해 소화되지 않기 때문에 대장 내에서 물을 흡수하여 면을 연하게 하고 부피를 크게 하여 변비의 예방과 치료 및 대장암 발병률을 낮추는데 효과적이다. 식이 섬유는 주로 채소, 과일 및 정제하지 않은 곡류 등의 식물성 식품에 많이 함유되어 있다.

본 연구에서는 섬유질이 많은 식물성 원료를 주로 이용한 한식의 실제 대사 에너지를 평가하여 보고자 한다. 주로 식물성 재료를 구성으로 한 대표적 한식인 김치, 콩나물, 시금치나물 등의 찬류와 김치찌개, 된장찌개 그리고 대표적 장류인 된장을 사용하여 대사 에너지 함량을 측정하였다. 콩나물과 시금치나물은 무침 형태로 조리하였으며 첨부한 레시피 대로 직접 조리하였다.

1) 체중의 변화, 식이 섭취량, gross energy intake 및 nitrogen intake

각 실험군의 체중 변화와 식이 섭취량, gross energy intake, nitrogen intake 의 결과는 table 26과 같다. 쥐의 체중 변화는 모든 식이군에서 기초 식이 군에 비해 증가했지만 유의차이는 없었으며 식이 섭취량도 모든 군에서 기초 식이 군에 비해 많았지만 유의차이는 인정되지 않았다. gross energy intake 수준은 김치찌개 군이 기초 식이 군에 비해 46% 유의하게 많았다($p < 0.05$). nitrogen intake 수준은 된장 군을 제외한 김치, 콩나물, 시금치나물, 김치 찌개, 된장 찌개 군에서 기초 식이 군에 비해 유의하게 많았다($p < 0.05$).

2) 실험 식이의 분뇨에 의한 총에너지 및 질소 손실량

분 에너지 함량은 모든 군에서 기초 식이 군보다 많았으며 김치, 콩나물, 시금

चनामल 군에서 유의하게 많았다($p < 0.05$). 특히 김치 군은 기초 식이 군 보다 2.1배 이상 더 많았다($p < 0.05$). 뇨 에너지는 김치, 김치찌개, 된장찌개 군이 유의적으로 많았다($p < 0.05$).

분을 통해 손실된 질소 함량은 분 에너지 함량과 마찬가지로 김치, 콩나물, 시금치나물 군에서 유의하게 많았으며, 뇨를 통해 손실된 질소 함량은 뇨 에너지 함량과 마찬가지로 김치, 김치찌개, 된장찌개 군에서 기초식이 군보다 유의하게 많았다($p < 0.05$, table 27).

3) 흡수된 에너지와 질소 함량 및 흡수율

식품을 통해 섭취한 에너지, 질소 와 배설된 에너지, 질소 의 차이인 흡수된 에너지와 에너지와 질소 함량 및 흡수된 에너지와 질소의 % 수준은 Table 28 에서와 같다. 흡수된 에너지 함량은 모든 실험구들에서 유의적 차이는 없었지만, 에너지 흡수율에서 김치 군이 다른 실험구들에 비해 유의적으로 낮았다($p < 0.05$). 흡수된 질소 함량과 질소율은 모든 실험구들에서 차이가 없었다(Table 18).

4) 실험 식이 및 단일 식품의 AME 및 AMEn

본 연구의 대사 실험 결과, 실험 식이와 식품의 AME와 AMEn은 Table 29 에서와 같다. 실험 식이의 AME는 된장 찌개 군이 가장 높았고, 김치 군이 가장 낮았으며 그 차이가 28.6% 였다. 해당 식품의 AME는 된장 군이 가장 낮았고, 된장 찌개 군이 가장 높았다($p < 0.05$). 질소대사를 보정한 AMEn은 실험 식이 및 식품 모두에서 각각의 AME 결과와 같았다.

5) 대사에너지가의 비교

Table 30, Fig 15 는 실제로 측정된 식품 시료의 대사에너지 함량과 일반 성분을 기초로 하여 에너지 전환 계수로 계산한 에너지 함량을 비교한 결과이다. 전반적으로 본 실험에서 실제로 측정된 대사에너지 함량과 에너지 계수를 이용하여 계산한 에너지 함량은 많은 차이가 났다.

김치, 콩나물, 시금치나물, 김치찌개, 된장 군에서 실제로 실험한 열량값이 기존의 계수법으로 계산한 열량값보다 낮았으며 반면, 된장찌개 군은 실험동물에 의한 열량값이 계수로 계산한 열량값보다 더 높게 나타났다.

본 연구는 식이 섬유로 구성된 재료를 가지고 조리한 한식 식품군들의 실제 실험동물을 이용해 측정함으로써 더 정확한 에너지를 평가하기 위하여 실시하였다.

본 에너지의 배설은 김치, 콩나물, 시금치나물무침에서 가장 많았다($p < 0.05$). 이는 이들 식품에 다량 함유된 식이섬유소 때문으로 생각된다. 김(2011) 등의 연구에 따르면 3분간 가열하여 데친 콩나물은 생콩나물에 비해 불용성 식이섬유 함량이 높아진다고 보고했으며, Kye et al.(1995)은 여러 채소를 가열하여 조리했을 때 NDF(neutral detergent fiber) 함량이 증가한다고 하였다. 뇨 에너지 배설은 김치, 김치찌개, 된장찌개 군에서 많았으며 ($p < 0.05$), 뇨를 통한 질소 손실량도 이들 군에서 컸다($p < 0.05$).

이는 찌개류의 국물 섭취로 인한 수분과 나트륨의 섭취 증가 때문으로 생각된다. 특히, 김치 군의 경우 섭취량에 비해 분, 뇨를 통한 배설량이 가장 많이 나타나 에너지 흡수율이 가장 낮았다($p < 0.05$). 또한 실제 대사 실험을 통한 에너지 열량도 가장 낮게 나타났다(Fig.5). 이는 김치는 식이 섬유 함량이 많을 뿐만 아니라 유산균이 많은 발효 식품으로서 정장 작용의 생리활성 기능이 더 크기 때문이다.

식품의 에너지 함량은 실험 동물의 소화율을 고려한 측정방법이 계수만을 적용한 계산방식에 비해 대사 에너지가의 정확성이 높은 대사 에너지 결과를 얻을 수 있는 것으로 알려져 있다.

본 연구에서는 식이 섬유함량이 다소 많은 식품들로 구성된 한식들을 실제로 측정한 AME 값과 기존의 Atwater 계수를 사용하여 계산한 AME 값을 비교해 보았다(Fig 16). 된장 찌개를 제외한 김치, 콩나물, 시금치나물, 김치찌개, 된장찌개, 된장 군에서 실제 측정값이 계산값(Atwater factor)보다 각각 18.7%, 8.8%, 3.5%, 10.6%, 38.8% 낮게 나타났다. 이러한 결과는 식이 섬유같이 소화하기 어려운 식품은 Atwater 계수를 이용한 계산치로 열량값을 측정하기가 다소 어려움이 있다는 기존의 선행연구 결과들과 일치하였다. 이에 따라 섬유소 함량이 높은 식품은 실제 실험 동물을 이용하여 에너지를 평가하는 것이 더 정확하다고 볼 수 있다.

Table 26. Body weight changes, diet, gross energy and nitrogen intakes of rats during the experimental period

Dietary groups	Body weight	Intake		
	change	Diet	Gross energy	Nitrogen
	g/rat	g/rat/4days	kcal/rat/4days	mg/rat/4days
Basal diet(BD)	11.0±11.2	63.1±14.7	260.0±60.7 ^a	1604.0±374.5 ^{ab}
Kimchi	35.9± 6.6	92.3± 5.2	354.9±20.0 ^{ab}	2554.2±144.2 ^{cde}
Kongnamul	23.7± 2.3	80.6± 1.7	350.8± 7.5 ^{ab}	2389.2± 51.0 ^{cd}
BD+ Sigeumchi-namul	27.6± 2.3	76.2± 1.6	343.6± 7.1 ^{ab}	2192.8± 45.1 ^{bc}
Kimchi-jjigae	14.6± 3.2	87.7± 2.5	379.2±10.6 ^b	3192.9± 89.3 ^e
Doenjang-jjigae	17.4± 1.5	83.7± 2.2	376.7± 9.8 ^{ab}	2976.8± 77.3 ^{de}
Doenjang	21.3± 8.0	68.3± 8.1	266.9±31.5 ^{ab}	1192.0±140.6 ^a

Table 27. Energy and nitrogen loss of the rats

Dietary groups	Loss energy		Loss nitrogen	
	Fecal	Urinary	Fecal	Urinary
	kcal/rat/4days		mg/rat/4days	
Basal diet(BD)	26.3±3.9 ^a	7.7±1.6 ^{ab}	175.1±34.4 ^{ab}	570.0±93.4 ^b
Kimchi	55.5±5.4 ^c	20.6±3.4 ^e	415.4±41.2 ^d	965.7±96.8 ^c
Kongnamul	53.1±5.3 ^c	11.6±0.5 ^{abc}	380.5±38.5 ^{cd}	785.4±19.3 ^{bc}
BD+ Sigeumchi-namul	48.5±2.9 ^{bc}	15.6±3.2 ^{bcd}	402.1±25.5 ^d	529.2±43.6 ^{ab}
Kimchi-jjigae	34.8±2.3 ^{ab}	24.1±1.9 ^e	305.0±18.9 ^{bcd}	1607.7±92.1 ^d
Doenjang-jjigae	33.6±1.1 ^{ab}	17.4±1.1 ^{cd}	268.7±14.0 ^{abc}	1525.5±82.7 ^d
Doenjang	30.4±3.9 ^a	4.2±1.0 ^a	158.5±25.8 ^a	263.4±29.5 ^a

Table 28. Energy and nitrogen absorbed and the ratio of absorbed/intake of the rats

Dietary groups	Energy		Nitrogen	
	Absorbed	Absorbed/Intake	Absorbed	Absorbed/Intake
	kcal/rat/4days	%	mg/rat/4days	%
Basal diet(BD)	225.9±56.1	85.7±1.4 ^b	715.7±248.5	50.5±3.3
Kimchi	278.9±14.6	78.6±0.6 ^a	938.5±242.3	46.1±2.8
Kongnamul	286.0± 9.5	81.5±1.6 ^{ab}	1223.3± 54.3	51.1±1.4
BD+ Sigeumchi-namul	279.5± 4.8	81.4±1.0 ^{ab}	1261.6± 17.1	57.6±1.2
Kimchi-jjigae	320.3± 7.2	84.5±0.7 ^b	1280.2±151.3	39.8±4.0
Doenjang-jjigae	325.7± 9.3	86.4±0.4 ^b	1182.6± 66.0	39.7±1.9
Doenjang	232.4±29.3	86.4±1.7 ^b	770.0±148.9	59.6±9.6

Table 29. AME and AMEn of the diets and the foods

Dietary groups	Dietary		Foods	
	AME	AMEn	AME	AMEn
	kcal/kg/dry			
Basal diet(BD)	3532.1±58.7 ^{bc}	3532.0±58.7 ^{bc}		
Kimchi	3023.1±23.5 ^a	3023.0±23.5 ^a	2180.6± 93.2 ^a	2180.5± 93.2 ^a
Kongnamul	3544.8±67.7 ^{bc}	3544.6±67.7 ^{bc}	3832.1±234.7 ^b	3832.0±234.7 ^b
Sigeumchi-namul	3669.3±44.0 ^{cd}	3669.2±44.0 ^{cd}	4166.8±149.1 ^b	4166.7±149.1 ^b
BD+ Kimchi-jjigae	3654.3±29.0 ^c	3654.2±29.0 ^c	4124.0±101.2 ^b	4123.9±101.1 ^b
Doenjang-jjigae	3888.6±16.3 ^d	3888.5±16.3 ^d	5484.3± 63.2 ^c	5484.2± 63.2 ^c
Doenjang	3377.2±64.6 ^b	3377.1±64.6 ^b	1794.7±339.5 ^a	1794.6±339.5 ^a

Table 30. Comparison between AME value of foods in this experiment and the calculated values by various energy conversion factors

	AME by this experiment	by Atwater ¹⁾	by Rubner ²⁾	by FAO ³⁾	by SoCheun ⁴⁾
	-----kcal/kg wet matter-----				
Kimchi	162.5 ^a	199.9 ^b	205.3 ^b	197.9 ^b	195.9 ^b
Kongnamul	518.5	568.4	585.5	541.2	570.1
Sigeumchi-namul	568.4	589.2	607.4	557.4	595.0
Kimchi-jjigae	376.5	421.3	433.6	403.9	419.7
Doenjang-jjigae	579.7 ^b	521.8 ^a	537.4 ^{ab}	496.0 ^a	522.1 ^a
Doenjang	761.3 ^a	1243.8 ^b	1280.0 ^b	1189.8 ^b	1235.8 ^b

1) Atwater's factors are 4, 9 and 4 kcal/g for protein, fat and carbohydrate, respectively

2) Rubner's factors are 4.1, 9.3 and 4.1 kcal/g for protein, fat and carbohydrate, respectively

3) FAO's factors are 4.05, 8.37 and 4.12 kcal/g for protein, fat and carbohydrate, respectively

4) SoCheun's factors are 3.8, 9.3 and 3.9 kcal/g for protein, fat and carbohydrate, respectively

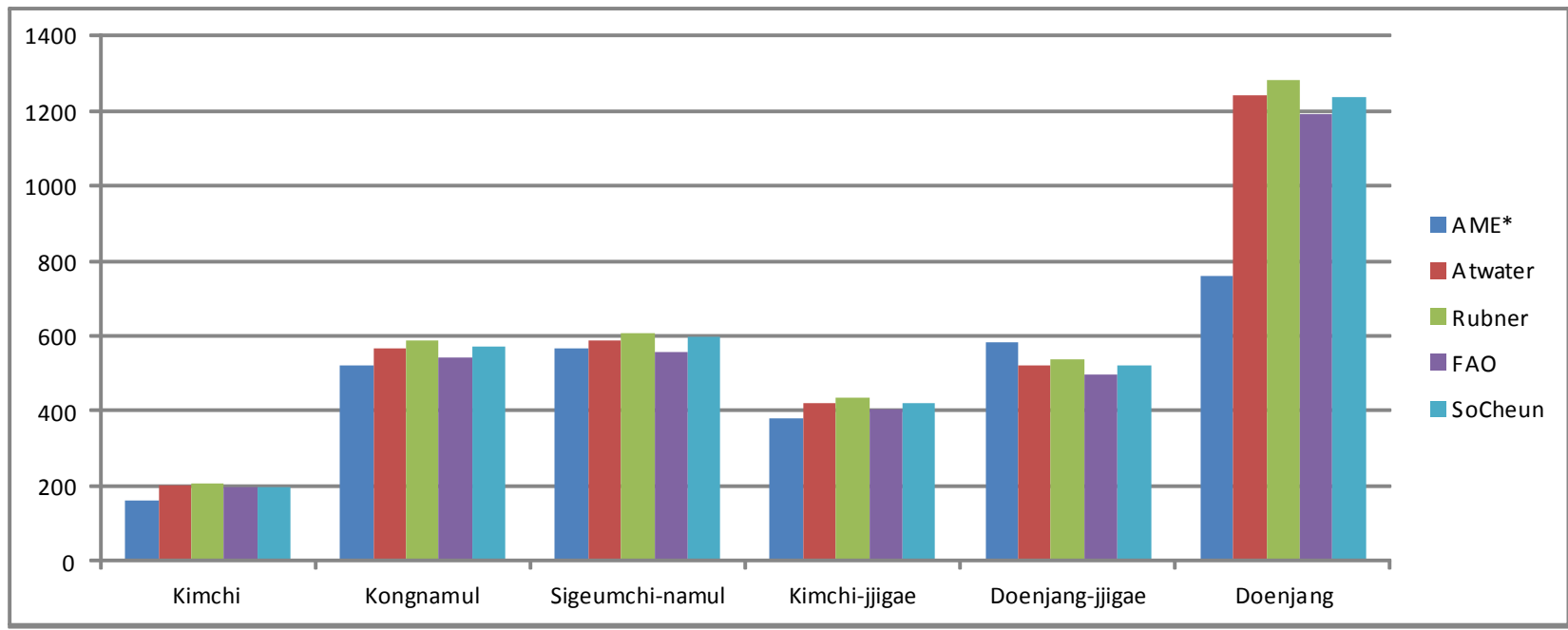


Figure 15. Comparison relative percentage values between AME values of single ingredients in this experiment and the calculated values by various energy conversion factors

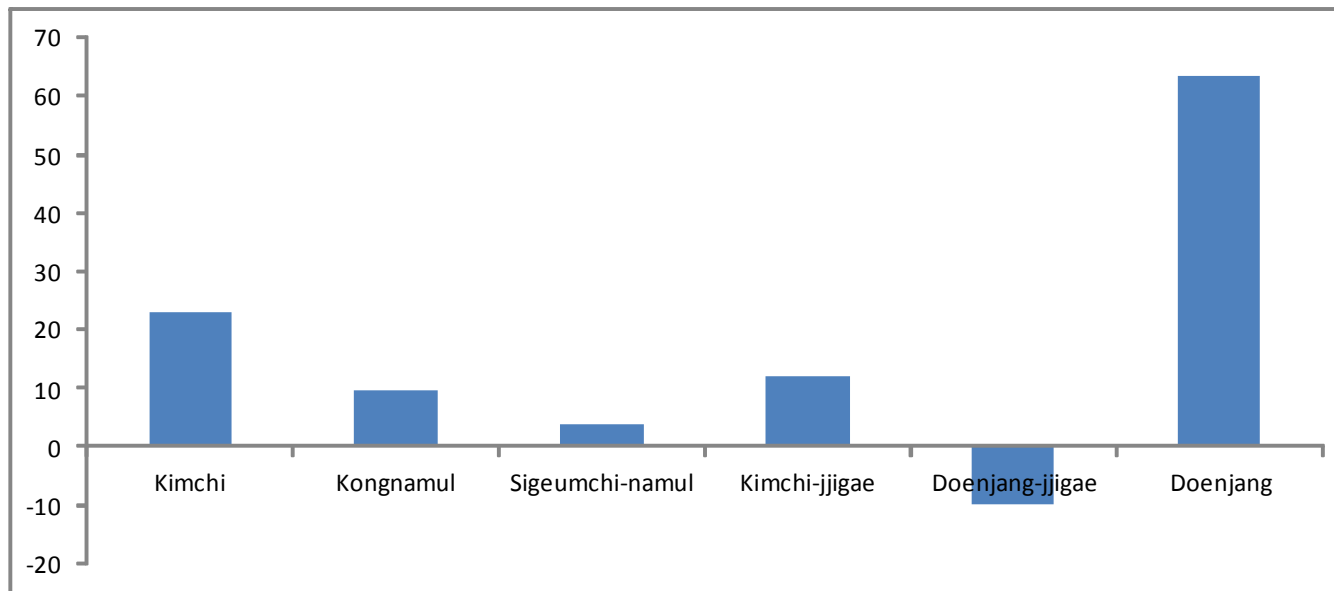


Figure 16. % difference with result from Atwater calculation

3. 한식의 열발생량 측정

한식의 열발생효율을 측정하기 위해 선별된 9군(기초식이군 1군 포함)에 대한 실험 결과는 Table 31에서 40에서와 같다.

가. 대사 실험 결과 발생한 섭취에너지 및 분뇨 배설에너지

열발생 측정을 위한 실험 처리구는 기초식이(BD), 김치, 고추장, 된장, 비빔밥(고추장 소스제외), 잡채, 피자, 햄버거, 스테이크 총 9개의 식이군으로 하였다. 각 식품들을 기초식이에 30% 첨가하였고, 김치, 고추장, 된장은 20%를 첨가하여 사료를 제조하였고, 이를 실험쥐에 급여하였다.

대사실험 기간에 섭취한 쥐들의 체중 변화량, 식이 섭취량, 에너지 및 질소 섭취량은 table 31에서와 같다. 모든 실험군에서 체중 변화량 과 식이 섭취량은 유의적 차이는 없었다. 에너지 섭취는 기초 식이 군과 유의적 차이는 인정되지 않았으나 스테이크 군이 된장, 비빔밥, 김치, 피자 군에 비해 유의하게 더 많았다($P<0.05$). 질소 섭취량은 된장 군만 기초 식이군에 비해 유의하게 적었다($P<0.05$).

분 에너지 함량은 스테이크 군만 다른 실험군에 비해 유의하게 많았으며, 기초식이군에 비해 2.7배 더 많은 것으로 나타났다($P<0.05$, table 32). 뇨 에너지 함량은 4.2-6.4 kcal 수준으로 모든 군에서 유의적 차이는 없었다. 분 질소 손실량은 158.5-238.6 mg 수준으로 모든 군에서 유의적 차이는 없었다. 뇨 질소 손실량은 잡채와 햄버거 군이 된장 군에 비해 3배 가량 유의하게 많았지만($P<0.05$), 기초식이군과 유의적 차이는 없었다.

각각 섭취한 에너지, 질소 와 배설된 에너지, 질소의 차이인 흡수된 에너지와 질소 함량 및 흡수된 에너지 와 질소의 % 수준은 table 33 에서와 같다. 흡수된 에너지 함량은 전반적으로 모든 군에서 유의적 차이는 나타나지 않았다. 흡수된 에너지 % 수준은 된장, 햄버거, 스테이크 군이 기초 식이 군에 비해 유의적으로 낮았으며 스테이크 군이 79.7 % 로 가장 낮은 흡수율을 나타냈다($P<0.05$). 흡수된 질소 함량은 된장군만 기초식이 군에 비해 유의하게 낮았으며($P<0.05$), 흡수된 질소 % 수준은 모든 실험군에서 유의적 차이는 없었다.

대사 실험 결과로 계산된 실험군의 AME, AMEn 은 table 34에서와 같다. 실험 식이의 AME는 비빔밥 군이 기초 식이 군에 비해 높았으나 유의적 차이는 인정되지 않았으며, 전반적으로 모든 군에서 기초 식이 군에 비해 낮게 나타났고 특히 된장과 고추장 군에서 유의하게 가장 낮게 나타났다($P<0.05$). table 35와 36은 한식의 열발생 실험중 실시한 대사실험 결과이다. table 35은 대사 실험 중 식이 섭취량, 분뇨 배설량과 섭취에너지, 분뇨 배설 에너지를 나타낸 결과이다.

나. 실험 식이의 대사에너지

대사 실험 결과 dietary AME 함량은 table 36 과 같다. 기초식이 3794 kcal/kg 수준으로 실제 기초식을 설계한 에너지 수준은 3779 kcal/kg 로서 실제 대사에너지와 차이가 없었다. 대표적 서양식인 햄버거, 한식인 비빔밥, 기초식이 군은 된장, 고추장 군에 비해 통계적으로 유의하게 높게 나타났다($P<0.05$).

다. 실험 쥐의 주별 체중의 변화

한달 동안의 열발생 실험중 쥐의 주별 체중 table 37 에서와 같다. 전반적으로 모든 실험군에서 체중은 증가하였으며 기초식이군과 유사한 성장패턴을 보였지만 된장 식이군에서는 증체량이 가장 적은 것으로 나타나 유의차가 인정되었다 ($P<0.05$).

라. 식이 섭취량과 섭취 효율

주별로 하루에 섭취한 식이량과 체중 변화에 따른 식이 섭취의 효율은 table 38 와 같다. 전반적으로 모든 실험군에서 주별로 비슷한 수준으로 섭취하였고 된장 식이군만 적게 섭취하였으나 3주차를 제외하고는 유의적 차이는 없었고 사료 효율 또한 된장 식이군에서 차이를 보였으나 통계적인 차이는 없었다.

마. 실험쥐의 체중, 사료섭취량 및 총에너지

체중은 된장 식이군이 가장 적어 유의적 차이가 인정되었다($P<0.05$). 따라서 body에 포함된 총 에너지(gross energy) 함량도 가장 적었고 축적된 에너지도 가장 적었다. 축적된 에너지는 식이를 섭취한 실험쥐의 총에너지에서 식이를 섭취하기

전인 실험쥐의 초기 상태에 내재된 에너지를 제외한 에너지를 말한다. 나머지 실험군의 체중은 98-103 g/rat 수준으로 상당히 비슷한 경향을 나타냈다. 하지만 한식의 총에너지 수준은 594-625 kcal/rat인 반면 서양식은 619-643 kcal/rat으로 서양식인 피자 햄버거 스테이크를 섭취한 군의 총에너지 함량이 좀 더 높았다. 이에 따라 축적된 총 에너지 함량은 고추장, 비빔밥, 잡채를 섭취한 한식 식이군에서 437-468 kcal/rat으로 조사되었고 피자, 햄버거, 스테이크를 섭취한 서양식 식이군은 462-487 kcal/rat으로 나타나 그 차이가 좀 더 커졌음을 알 수 있었다. 하지만 된장 식이군을 제외한 모든 실험군은 유의적인 차이는 없었다 (Table 39).

바. Heat increment 에 의한 축적된 에너지 비율

순에너지 섭취량(gross energy intake)는 각 실험군의 식이 섭취량을 정확히 반영하였다. gross energy상태에서의 에너지 expenditure 수준은 섭취량이 많을수록 많은 에너지를 열의 형태로 소비하는 것으로 나타났다.

예를 들어 에너지 expenditure 양은 김치는 1327 kcal/rat 수준이었으나 스테이크는 1606 kcal/rat으로 나타났다. 하지만 gross energy가 아닌 metabolizable energy 로 환산해보면 김치는 1146 kcal/rat, 스테이크는 1181 kcal/kg으로 나타났다.

이는 소화율이 반영된 것으로 좀더 정확한 에너지 소비량으로 판단된다. 이를 기준으로 축적된 body gross energy에 대한 비율로 표시하면 해당 식품이 유발하는 heat increment 에 의해 소비한 에너지대비 몸에 축적된 에너지 비율을 알 수 있다. 즉 Energy Expend/Intake 항목과 Expend./ Accumul. index 항목을 보면 된장 고추장 김치가 피자 햄버거 스테이크에 비해 소모되는 (expenditure)에너지가 축적되는 에너지에 비해 매우 높다는 것을 알 수 있다.

이것은 같은 열량을 섭취해도 된장 고추장 김치는 몸에서 열(heat)의 형태로 열량을 상당부분 방출함으로써 다이어트 효과가 있음을 증명한 것이다. 된장과 김치 실험군은 이 Index가 515 과 287 이지만 서양식인 햄버거와 스테이크는 271 및 243으로 나타났다. 이는 음식을 섭취해서 몸에 축적되는 에너지를 100으로 봤을 때 된장이나 김치는 515 및 287을 열의 형태로 소비하지만 햄버거와 스테이크는 271 와 243 만큼만 소비하여 동일한 열량을 섭취했을 때 상대적으로 더 많은 에너지가 몸에 축적되는 결과를 나타낸다(Table 40).

Table 31. Body weight changes, diet, gross energy and nitrogen intakes of rats during the experimental period

Dietary groups	Body weight	Intake		
	change	Diet	Gross energy	Nitrogen
	g/rat	g/rat/4days	kcal/rat/4days	mg/rat/4days
Basal diet(BD)	32.3± 2.2	83.7±4.8	350.0±20.0 ^{ab}	2375.8±135.7 ^b
Doenjang	27.2± 6.8	75.7±3.8	296.0±14.9 ^a	1321.7± 66.4 ^a
Gochujang	25.5± 3.2	77.6±1.8	300.3± 7.0 ^{ab}	2191.5± 51.2 ^b
Bibimbap* (except sauce)	16.8±10.3	60.4±8.2	256.0±34.8 ^a	1702.8±231.4 ^{ab}
BD+ Japchae	24.4± 1.7	75.8±5.1	306.0±20.6 ^{ab}	1968.3±132.5 ^{ab}
Kimchi	21.1± 3.1	66.1±3.4	266.7±13.8 ^a	1828.8± 94.8 ^{ab}
Pizza	22.4± 3.7	65.7±5.9	268.5±24.1 ^a	1936.7±173.8 ^b
Hamburger	27.2± 4.9	74.9±2.4	329.9±10.5 ^{ab}	2244.7± 71.7 ^b
Steak	31.5± 3.0	83.9±6.0	382.3±27.3 ^b	2258.6±161.4 ^b

* *Bibimbap* removed sauce

Table 32. Energy and nitrogen loss of the rats

Dietary groups	Loss energy		Loss nitrogen	
	Fecal	Urinary	Fecal	Urinary
	kcal/rat/4days		mg/rat/4days	
Basal diet(BD)	26.2±1.8 ^{ab}	6.1±1.0	205.1±17.7	716.4± 65.2 ^{ab}
Doenjang	32.1±4.3 ^{bc}	4.7±1.1	163.5±31.0	249.4± 31.7 ^a
Gochujang	35.0±1.8 ^{bc}	4.4±0.5	205.8±16.0	765.1± 67.1 ^{ab}
Bibimbap* (except sauce)	17.5±1.2 ^a	4.2±1.1	180.0±11.4	556.0±121.3 ^{ab}
BD+ Japchae	31.3±3.0 ^{ab}	5.8±1.7	208.3±22.1	657.8± 95.8 ^b
Kimchi	23.5±2.3 ^{ab}	4.0±0.3	238.6±20.4	479.1± 72.9 ^{ab}
Pizza	25.9±2.2 ^{ab}	5.5±0.4	160.1±11.1	661.6± 56.9 ^{ab}
Hamburger	41.8±2.0 ^c	5.1±1.1	196.6±16.7	816.2±155.2 ^b
Steak	59.0±3.5 ^d	6.4±1.7	236.5±36.8	787.4±172.6 ^{ab}

* *Bibimbap* removed sauce

Table 33. Energy and nitrogen absorbed and the ratio of absorbed/intake of the rats

Dietary groups	Energy		Nitrogen	
	Absorbed	Absorbed/Intake	Absorbed	Absorbed/Intake
	kcal/rat/4days	%	mg/rat/4days	%
Basal diet(BD)	317.7±18.5	90.8±0.5 ^c	1454.3± 89.7 ^b	61.4±2.1
Doenjang	259.2±14.4	87.5±1.5 ^b	908.8± 66.0 ^a	68.7±3.6
Gochujang	260.9± 6.9	86.8±0.6 ^{bc}	1220.5± 41.1 ^{ab}	55.9±2.5
Bibimbap* (except sauce)	234.2±32.8	90.8±1.1 ^c	966.8±167.8 ^{ab}	55.6±4.9
BD+ Japchae	270.7±17.6	88.5±0.4 ^{bc}	1102.2± 40.9 ^{ab}	56.6±2.8
Kimchi	239.0±12.5	89.6±0.6 ^{bc}	1111.0± 84.5 ^{ab}	60.8±3.4
Pizza	237.0±21.6	88.2±0.3 ^{bc}	1115.0±136.0 ^{ab}	56.8±2.7
Hamburger	283.0± 9.0	85.8±0.5 ^b	1231.9±129.1 ^{ab}	55.2±5.7
Steak	305.0±23.3	79.7±0.5 ^a	1234.7±158.6 ^{ab}	54.9±5.9

* *Bibimbap* removed sauce

Table 34. AME and AMEn of the diets and the foods

Dietary groups	Dietary	
	AME	AMEn
Basal diet(BD)	3794.4±21.4 ^{ef}	3794.3±21.4 ^{ef}
Doenjang	3421.6±57.5 ^{ab}	3421.5±57.5 ^{ab}
Gochujang	3361.9±24.4 ^a	3361.8±24.4 ^a
Bibimbap [*] (except sauce)	3848.0±46.4 ^f	3847.9±46.4 ^f
BD+ Japchae	3573.7±17.7 ^{bc}	3573.7±17.7 ^{bc}
BD+ Kimchi	3615.8±25.3 ^{cd}	3615.7±25.3 ^{cd}
Pizza	3602.4±12.0 ^c	3602.3±12.0 ^c
Hamburger	3778.2±19.9 ^{def}	3778.1±19.9 ^{def}
Steak	3630.8±24.3 ^{cde}	3630.7±24.3 ^{cde}

* *Bibimbap* removed sauce

Table 35. Dietary intakes, feces and urine with weight and calorie basis during metabolic trial

Dietary groups	Diet	Feces	Urine
	Weight	g/rat	
	Basal diet(BD)	83.7± 4.8 ^b	7.6± 0.5 ^{bc}
	Doenjang	68.3± 8.1 ^{ab}	7.1± 1.0 ^{bc}
	Gochujang	77.6± 1.8 ^{ab}	9.2± 0.5 ^{cd}
	Bibimbap (except sauce)	60.4± 8.2 ^a	4.8± 0.3 ^a
B	Japchae	70.3± 6.9 ^{ab}	7.9± 1.0 ^{bc}
D	Kimchi	66.1± 3.4 ^{ab}	6.1± 0.6 ^{ab}
+	Pizza	65.7± 5.9 ^{ab}	7.0± 0.6 ^b
	Hamburger	74.9± 2.4 ^{ab}	10.5± 0.5 ^d
	Steak	83.9± 6.0 ^b	14.4± 0.7 ^e
	Calorie	kcal/rat	
	Basal diet(BD)	350.0±20.0 ^{bc}	26.2±1.8 ^b
	Doenjang	266.9±31.5 ^a	30.4±3.9 ^{bc}
	Gochujang	300.3± 7.0 ^{ab}	35.0±1.8 ^{cd}
	Bibimbap (except sauce)	256.0±34.8 ^a	17.5±1.2 ^a
B	Japchae	283.7±28.0 ^{ab}	28.8±3.5 ^{bc}
D	Kimchi	266.7±13.8 ^a	23.5±2.3 ^{ab}
+	Pizza	268.5±24.1 ^a	25.9±2.2 ^b
	Hamburger	329.9±10.5 ^{abc}	41.8±2.0 ^d
	Steak	382.2±27.3 ^c	70.8±3.5 ^e

Table 36. Estimation of apparent metabolizable energy (AME) contents

Dietary groups		Diets
		kcal/kg dry
	Basal diet(BD)	3794.4±21.4 ^c
	Doenjang	3377.2±64.6 ^a
	Gochujang	3361.9±24.4 ^a
	Bibimbap (except sauce)	3848.0±46.4 ^c
BD +	Japchae	3531.5±44.8 ^b
	Kimchi	3615.8±25.3 ^b
	Pizza	3602.4±12.0 ^b
	Hamburger	3778.2±19.9 ^c
	Steak	3630.8±24.3 ^b

Table 37. Body weights of the rats during experimental period

Dietary groups	Initial	1st week	2nd week	3rd week	4th week	Over-all changes
				g/rat		
Basal diet(BD)	85.7±2.6	141.8±2.9 ^b	196.7±2.6 ^b	245.7± 3.0 ^{bc}	280.8± 3.0 ^{bc}	195.1± 3.4 ^{bc}
Doenjang	80.8±0.6	114.9±4.9 ^a	135.0±4.0 ^a	175.8± 2.8 ^a	208.2±14.5 ^a	127.4±14.9 ^a
Gochujang	81.7±0.9	139.7±3.2 ^b	195.8±2.0 ^b	247.7± 4.0 ^{bc}	282.6± 5.2 ^{bc}	201.0± 5.9 ^{bc}
Bibimbap (except sauce)	85.3±2.4	147.6±4.0 ^b	204.1±3.2 ^b	261.6± 3.2 ^{cd}	285.0± 8.4 ^{bc}	199.6±10.6 ^{bc}
BD +						
Japchae	88.1±3.6	146.8±6.1 ^b	201.9±5.7 ^b	256.9± 5.4 ^{bcd}	282.5± 4.9 ^{bc}	194.4± 5.5 ^{bc}
Kimchi	83.3±1.9	139.5±7.1 ^b	194.4±5.2 ^b	242.8± 2.0 ^b	262.4± 5.3 ^b	179.1± 6.8 ^b
Pizza	84.8±2.2	142.0±6.3 ^b	196.9±5.7 ^b	249.3± 5.2 ^{bcd}	271.5± 6.9 ^{bc}	186.7± 6.6 ^{bc}
Hamburger	87.2±3.2	146.7±3.9 ^b	193.6±9.3 ^b	266.2±10.4 ^d	301.3±12.7 ^c	214.1±11.8 ^c
Steak	88.2±3.9	137.4±9.3 ^b	195.9±6.8 ^b	242.0± 8.2 ^b	260.9±14.6 ^b	172.6±12.2 ^b

Table 38. Diet intakes and efficiency ratios of the rats during experimental period

Dietary groups	1st week	2nd week	3rd week	4th week
Diet intakes	g/rat/day			
Basal diet(BD)	14.1±1.5	13.1±0.7	20.1±0.5 ^b	20.1±0.6
Doenjang	11.9±0.9	10.5±0.7	17.5±0.9 ^a	17.1±1.4
Gochujang	13.8±1.6	13.8±0.6	21.8±0.4 ^b	19.1±0.5
Bibimbap (except sauce)	14.3±1.4	12.6±0.6	19.8±0.7 ^b	16.7±1.1
BD + Japchae	15.2±1.8	12.8±0.8	21.1±0.5 ^b	18.6±1.0
Kimchi	12.0±1.8	13.1±0.7	20.0±0.9 ^b	16.4±1.0
Pizza	14.6±1.8	13.3±0.9	21.1±0.5 ^b	17.5±0.8
Hamburger	14.2±1.6	12.4±0.8	20.3±0.9 ^b	18.3±0.8
Steak	14.1±2.4	13.3±0.6	19.7±0.3 ^b	18.6±0.9
Diet efficacy ratio				
Basal diet(BD)	1.8±0.2	1.7±0.1	2.9±0.2	4.1±0.2
Doenjang	3.3±1.0	4.3±2.2	3.1±0.3	2.4±2.1
Gochujang	1.6±0.1	1.7±0.1	3.0±0.2	5.2±1.1
Bibimbap (except sauce)	1.6±0.1	1.6±0.2	2.4±0.1	2.2±2.1
BD + Japchae	1.8±0.2	1.7±0.2	2.7±0.2	6.8±2.0
Kimchi	1.5±0.1	1.7±0.2	2.9±0.1	4.9±0.7
Pizza	1.8±0.1	1.7±0.2	2.8±0.1	6.6±1.1
Hamburger	1.7±0.2	2.9±1.2	2.4±0.3	4.0±0.5
Steak	2.0±0.2	1.6±0.1	3.1±0.2	3.6±2.1

Table 39. Energy expenditure in the rats*

Dietary groups	Body			Intake		
	Weight	Gross energy	Accumulated energy	Diets	Gross energy	Energy expenditure in gross energy
	g/rat	kcal/rat	kcal/rat	g/rat/30days	kcal/rat/30days	kcal/rat/30days
Basal diet(BD)	102.4±2.2 ^{cd}	622.4±18.5 ^{cd}	465.6±18.5 ^{cd}	471.9±12.8 ^b	1972.9± 53.6 ^{cd}	1507.3± 42.5
Doenjang	69.1±3.9 ^a	409.0±27.9 ^a	252.2±27.9 ^a	399.0±14.9 ^a	1561.1± 58.4 ^a	1308.9± 39.4
Gochujang	98.2±1.1 ^c	594.7±10.3 ^c	437.9±10.3 ^c	479.2±10.3 ^b	1855.3± 39.9 ^{bc}	1417.3± 29.8
Bibimbap (except sauce)	103.0±2.9 ^{cd}	625.0±15.2 ^{cd}	468.2±15.2 ^{cd}	443.7±12.3 ^{ab}	1880.5± 51.9 ^{bc}	1412.3± 54.9
B D Japchae	100.1±2.8 ^{cd}	612.2±23.7 ^{cd}	455.4±23.7 ^{cd}	473.0±18.6 ^b	1909.8± 75.1 ^{bcd}	1454.4± 55.7
+ Kimchi	90.4±2.0 ^b	527.8±13.8 ^b	371.1±13.8 ^b	426.4±15.3 ^{ab}	1720.2± 61.6 ^{ab}	1349.1± 60.9
Pizza	101.3±2.0 ^{cd}	625.1±23.4 ^{cd}	468.3±23.4 ^{cd}	478.6±11.9 ^b	1954.2± 48.5 ^{cd}	1485.9± 42.9
Hamburger	107.5±2.1 ^d	666.0±13.4 ^d	509.3±13.4 ^d	449.4±22.5 ^{ab}	1979.2± 99.0 ^{cd}	1470.0±100.9
Steak	106.9±0.9 ^d	666.9± 5.3 ^d	510.1± 5.3 ^d	464.5±33.4 ^b	2116.5±152.0 ^d	1606.4±150.5

Table 40. Heat increment evaluation*

Dietary groups	Heat increment					
	Diets	Gross energy	Energy expenditure in gross energy	Energy Expenditure in metabolic energy	Energy Expend/Intake	Exped./Accumul . index
	g/rat/30days	kcal/rat/30days	kcal/rat/30days		%	%
Basal diet(BD)	471.9±12.8 ^b	1972.9± 53.6 ^{cd}	1507.3± 42.5	1324.9± 37.8	74.00±0.72 ^{ab}	269.1±10.1 ^a
Doenjang	399.0±14.9 ^a	1561.1± 58.4 ^a	1308.9± 39.4	1095.4± 32.3	81.48±1.69 ^b	515.7±79.2 ^b
Gochujang	479.2±10.3 ^b	1855.3± 39.9 ^{bc}	1417.3± 29.8	1173.2± 24.6	72.79±0.33 ^a	297.0± 2.0 ^a
Bibimbap	443.7±12.3 ^{ab}	1880.5± 51.9 ^{bc}	1412.3± 54.9	1239.3± 50.3	72.55±1.21 ^a	246.9±16.9 ^a
B (except sauce)						
D Japchae	473.0±18.6 ^b	1909.8± 75.1 ^{bcd}	1454.4± 55.7	1215.1± 46.5	72.77±0.73 ^a	278.7±10.7 ^a
+ Kimchi	426.4±15.3 ^{ab}	1720.2± 61.6 ^{ab}	1349.1± 60.9	1170.5± 54.7	75.85±1.19 ^{ab}	318.4±20.3 ^a
Pizza	478.6±11.9 ^b	1954.2± 48.5 ^{cd}	1485.9± 42.9	1255.9± 38.0	72.83±1.16 ^a	273.5±16.5 ^a
Hamburger	449.4±22.5 ^{ab}	1979.2± 99.0 ^{cd}	1470.0±100.9	1188.7± 87.0	69.76±1.85 ^a	220.9±18.5 ^a
Steak	464.5±33.4 ^b	2116.5±152.0 ^d	1606.4±150.5	1176.5±119.7	69.30±2.14 ^a	230.3±23.0 ^a

4. 열량 측면에서 한식의 활용방안

- 한식 시료군의 대사 에너지 함량 평가 결과를 바탕으로 하여 일반적으로 1인에게 제공되는 한상 차림(한끼 식사)의 조합에 따라 성인 남자를 기준으로 실제 섭취하는 식단의 에너지를 평가하였다. 한국인 선호 식단 작성 및 평가는 본 실험에서 측정된 40종의 음식의 대사에너지 함량을 기준으로 수행할 계획이나 측정자료의 부족으로 식단작성 중 평가되지 않은 식품품목을 사용할 경우에 대해서는 기준자료를 참고로 작성하였다. 향후 보다 다양한 한식 메뉴에 대하여 좀 더 많은 데이터 베이스 구축하여 기존의 열량정보와 생체에너지 개념을 도입했을 때의 열량을 비교하는 등 한식의 건강우수성에 대한 증빙자료로 사용할 계획이다.
- 우리나라 음식의 특징은 주식과 부식이 분리되어 발달하였다. 밥, 죽, 면, 떡국, 수제비, 만두 등을 주식으로 하고 주식에 따른 반찬을 부식으로 하여 다양한 음식의 종류와 조리법으로 균형잡힌 한끼 식사가 차려진다. 가장 일상적인 밥을 주식으로 하여 차린 상차림은 반상차림이라 하고 쟁첩에 담은 반찬 수에 따라 3첩·5첩·7첩·9첩·12첩 반상으로 나누며, 떡국, 만두 등을 주식으로 하여 차린 상차림은 면상차림으로 점심 또는 간단한 식사로 차린다.
- 본 연구에서는 앞서 실행한 한식의 대사 에너지 함량 평가 결과를 바탕으로 한식 식단과 서양 식단의 열량을 비교해 봄으로써 한식 식단이 탄수화물, 단백질, 지방 등 3대 영양소의 균형있는 저열량 음식임을 확인하고자 하였다.
- 한식 식단은 한국식의 가장 기본적인 반상차림인 '3첩 반상'을 기준으로 Table 41과 같이 여러개의 항목으로 분류하여 영양, 조리법, 재료, 색상 등을 고려하여 식단을 구성하였으며, 더 필요한 식품은 문헌, 논문 등 각종 자료를 참고하여 식단 구성이 조화를 이루도록 하였다. 또한 성인 남자의 에너지 권장량에 맞춰 2400~2500 kcal/day를 기준으로 한끼 식사의 열량이 800 kcal 정도로 하였으며 단백질량은 약 25g 으로 하였다. 한끼 식단에는 주식과 부식으로 나누어 주식에 밥, 국수, 일품요리의 종류를 정하고 부식에서는 국물류에서 한 가지, 구이나 볶음, 조림류에서 한 가지, 나물이나 전류에서 한 가지, 그리고 김치류에서 한가지로 하였다. 각 식단을 구성하는 음식은 1인 분량 또는 1회 제공량을 공급하고 각각의 열량도 확인하였다.

가. 반상차림 식단의 열량

- 밥을 주식으로 하여 차린 반상차림의 식단은 Table 42, 43, 44, 45, 46과 같다. 이들 식단의 주식은 주로 보리밥과 현미밥으로 가장 일반적인 3첩 반상의 상차림 식단으로 하였다. 주식인 쌀과 보리, 쌀과 현미의 비율에 따라 열량도 차이가 났다.
- 주식인 밥의 구성에 따른 열량차이를 1인 분량으로 비교하였다. 주식의 비율을 쌀을 기준으로 보리함량을 달리했을 때, 즉 쌀100%, 쌀70%+보리30%, 쌀50%+보리50%, 쌀30%+보리70%, 보리100%으로 구성된 열량은 각각 393.6, 376.6, 365.3, 353.5 336.9 kcal 로 나타났다. 쌀을 기준으로 현미양을 달리했을 때, 쌀 70%+현미30, 쌀50+현미50, 쌀30+현미70, 현미100으로 구성된 열량은 각각 379.9, 370.8, 361.7, 348 kcal로 나타났다.
- 보리와 현미의 비율이 높을수록 열량은 줄었으며, 같은 비율로 섞었을 때 현미밥보다 보리밥의 열량이 더 적은 것으로 조사되었다. 이들 주식은 대부분 탄수화물로 이루어져 있어 한 끼 식단에서 주로 높은 열량을 차지하였다(Fig 17). 이러한 쌀과 보리의 비율에 따라 식단의 총열량도 달라져 주식에서 보리의 비율이 높을수록 식단의 총열량은 낮았다(Fig 18). 현미밥의 경우도 마찬가지로 현미의 비율이 높을수록 식단의 총열량은 낮았다(Fig 20).

나. 면상차림 식단의 열량

- 국수·떡국·만두 등을 주식으로 하여 차린 상차림으로 Table 47, 48과 같다. 면상차림의 식단에서 주식은 해물칼국수, 수제비, 콩국수, 물냉면, 비빔냉면을 종류로 하고 부식은 면과 어울려 함께 먹을 수 있는 것으로 만두, 배추김치, 깍두기로 배합하였다(Table 47). 주식의 열량은 콩국수와 물냉면, 비빔냉면, 해물칼국수, 수제비 순으로 각각 440, 410, 310, 300 kcal로 낮았다. 이들의 종류에 따라 면상차림 식단의 총열량은 수제비를 주식으로 한 식단이 791.8 kcal로 가장 낮았고, 콩국수와 물냉면을 주식으로 한 식단이 931.8 kcal로 가장 높았다(Fig 28).
- 떡국과 만두국을 주식으로 한 식단에서 부식은 잡채, 생선전, 열무김치, 배추김치를 배합하고 각각의 열량은 Table 48과 같다. 같은 부식의 구성에서 떡국이

주식인 식단이 총 794.3 kcal로 만둣국을 주식으로 한 식단 보다 123.6 kcal 높았다(Fig 29).

다. 일품요리 식단 및 분식 종류에 따른 식단의 열량

- 일품요리를 주식으로 한 식단의 열량은 Table 49, 50과 같다. 비빔밥, 회덮밥, 제육덮밥의 열량은 각각 521.4, 683, 782 kcal로 제육덮밥의 열량이 가장 높았으며 따라서 제육덮밥으로 구성된 식단의 총열량도 1016.5 kcal로 가장 높았으며 다음은 회덮밥 식단이 높았고, 비빔밥 식단이 755.9 kcal로 가장 낮았다. 이들 부식의 구성은 미역국, 무장아찌, 해물과전, 배추김치로 배합하였으며 1인 분량 또는 1회 제공량에 따라 각각 70, 24, 130.7, 9.8 kcal의 열량을 나타냈다(Table 49).
- 카레라이스, 알밥, 볶음밥의 열량은 각각 672, 619, 773 kcal로 볶음밥의 열량이 가장 높았고, 부식으로 오이미역냉국, 돈가스, 무말랭이장아찌, 배추김치를 배합하고 이들의 열량은 각각 30, 188, 30, 9.8 kcal를 나타내었다. 따라서 볶음밥으로 구성된 식단이 총 1030.8 kcal로 가장 열량이 높았다(Table 50).
- 분식류의 구성에 따른 식단의 열량은 Table 51과 같다. 떡볶이, 오뎅국, 김밥, 라면으로 구성된 식단의 총열량은 942.4 kcal로 나타났고 각각의 열량은 230.7, 251, 309.2, 151.5 kcal로 나타났다. 떡볶이, 순대, 채소튀김으로 구성된 식단의 총열량은 1093.7 kcal였으며 각각의 열량은 230.7, 542, 321 kcal로 나타났다. 분식류의 1인분당 열량은 순대가 가장 높았다.

라. 중식 및 일식 식단의 열량

- 중식 식단의 열량은 Table 52와 같다. 중식의 주메뉴의 종류는 자장면, 간자장, 자장밥, 우동(중식), 짬뽕으로 하였으며 각각의 열량은 797, 825, 742, 648, 688 kcal로 간자장의 열량이 가장 높았다. 사이드 메뉴로는 군만두와 단무지로 하였고 274, 10 kcal의 열량을 나타내었다. 따라서 간자장이 주메뉴로 구성된 중식 식단의 총열량은 1109 kcal로 가장 높았으며 그 다음은 자장면, 자장밥, 짬뽕 우동 순으로 높게 나타났다.
- 일식 식단의 열량은 Table 53과 같다. 돈가스를 비롯한 우동(일식), 생선초밥, 양

배추샐러드, 무절임의 열량은 1인 분량 또는 1회 제공량을 기준으로 각각 626.8, 211, 227, 123, 10 kcal로 나타났으며 총열량은 1197.8 kcal로 나타났다.

마. 서양 식단의 열량

- 서양 식단은 일반적으로 많이 섭취하는 형태로 구성하여 햄버거 세트 식단, 피자 세트 식단, 스테이크 식단으로 분류하여 작성하였다. 햄버거 세트 식단은 햄버거, 프렌치 후라이, 케찹, 콜라로 구성했으며 각각의 열량은 1인 분량 또는 1회 제공량을 기준으로 648.8, 305.6, 19, 143 kcal로 햄버거 세트의 총열량은 1116.4 kcal이다(Table 54).
- 피자 세트의 식단은 피자, 스파게티, 마늘빵, 피클, 사이다로 구성했으며 1인 분량 또는 1회 제공량을 기준으로 각각의 열량은 442.5, 264.5, 212.1, 40, 149 kcal이며 총열량 결과 1108.1kcal로 나타났다(Table 55).
- 스테이크 식단은 스테이크, 프렌치 프라이, 야채샐러드, 양송이스트프, 콜라로 구성하였고 1인 분량 또는 1회 제공량에 따라 각각의 열량은 744, 305.6, 68.7, 114, 143 kcal이며 총열량이 1375.3 kcal로 나타나 서양식 식단 중 가장 높은 열량을 지닌 것으로 확인할 수 있었다(Table 56).

바. 한식 및 서양식단의 총열량 비교

- 각 식단의 총열량을 비교한 그림은 Fig 41과 같다. 구성으로 나누어 작성한 식단은 각 구성을 평균하여 나타내었다. 일반적으로 대표적인 한식식단인 반상차림, 면상차림. 일품요리차림이 다른 서양식단에 비해 낮은 경향을 나타냈으며 특히 밥을 주식으로 한 반상차림의 열량이 800kcal 정도로 다른 식단에 비해 낮았다.
- 분식 식단과 중식식단은 1000 kcal에 가까운 열량을 나타냈고 일식식단을 비롯한 햄버거 식단, 피자 식단, 스테이크 식단은 1100 kcal 가 넘는 높은 열량을 보였다. 특히 대표적인 서양식인 스테이크 식단은 1200 kcal에 가까운 고열량 식단을 확인할 수 있었다. 따라서 한식의 식단은 다른 식단에 비해 저열량식임을 알 수 있었으며 특히 비만 개선을 위한 저열량 건강식으로 한식의 반상차림을

활용하는 것이 바람직한 것으로 평가되었다.

Table 41. The classification of dishes estimated AME in this experiment

구분	종류	음식명
주식	밥	쌀밥, 보리밥, 현미밥
	국수	해물칼국수, 라면
	일품요리	비빔밥, 떡국, 김밥, 떡볶이
부식	탕류	설렁탕, 육개장, 갈비탕, 삼계탕, 해물탕
	찌개	김치찌개, 된장찌개
	구이	불고기, 삼겹살, 고등어 구이, 갈치구이
	볶음	제육볶음, 멸치볶음
	조림	쇠고기 장조림, 고등어 조림
	나물	콩나물 무침, 시금치나물 무침, 잡채
	김치	배추김치
	전	해물파전, 생선전,
	장류	고추장, 된장
서양식	돈가스, 스테이크, 피자, 스파게티, 햄버거, 프렌치 프라이드, 후라이드 치킨	

Table 42. The changes of calorie(kcal) by composition of staple foods

주식/밥			부식					총열량 (kcal)
			김치찌개	불고기	멸치볶음	콩나물	배추김치	
1인분량(g)	200		300	100	15	65	65	
구성1	쌀밥100%	393.6						724.2
구성2	쌀밥70%+ 보리30%	376.6						707.2
구성3	쌀밥50%+ 보리50%	365.3	113.0	118.1	56.0	33.7	9.8	695.9
구성4	쌀밥30%+ 보리70%	353.9						684.5
구성5	보리100%	336.9						667.5

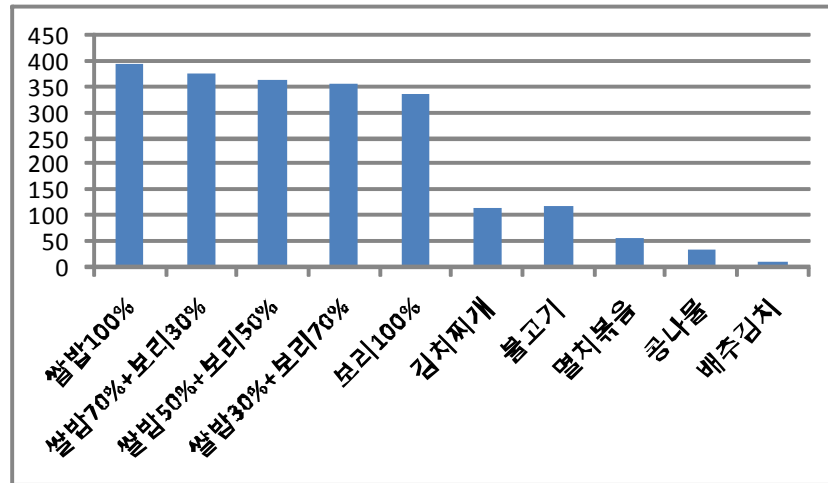


Figure 17. The calorie contents(kcal) of each foods in staple foods

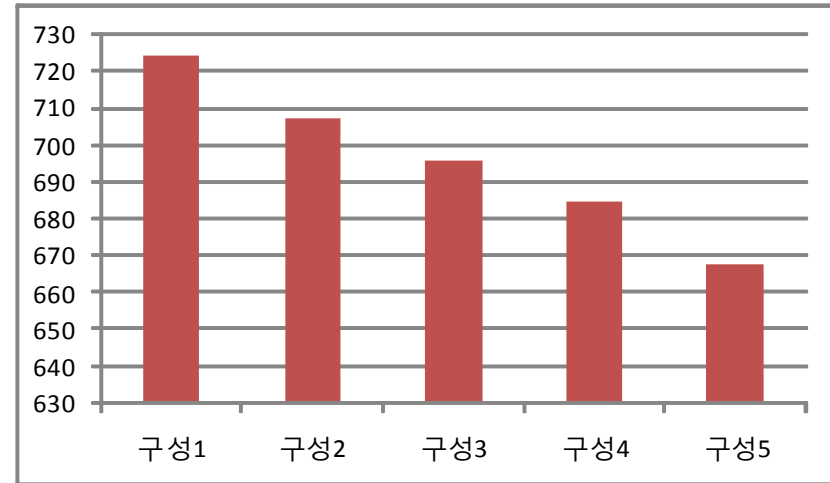


Figure 18. The changes of calorie(kcal) by composition of staple foods

Table 43. The changes of calorie(kcal) by composition of staple foods

주식/밥			부식				총열량 (kcal)
			갈비탕	메밀묵 무침	깍두기	배추김치	
1인분량(g)	200		600	100	80	65	
구성1	쌀밥100%	393.6	341	80 ¹⁾	30 ¹⁾	9.8	860.5
구성2	쌀밥70%+ 현미30%	379.9					846.8
구성3	쌀밥50%+ 현미50%	370.8					837.7
구성4	쌀밥30%+ 현미70%	361.7					828.6
구성5	현미100%	348.0					814.9

¹⁾ 아름다운 한국음식 300선 참조

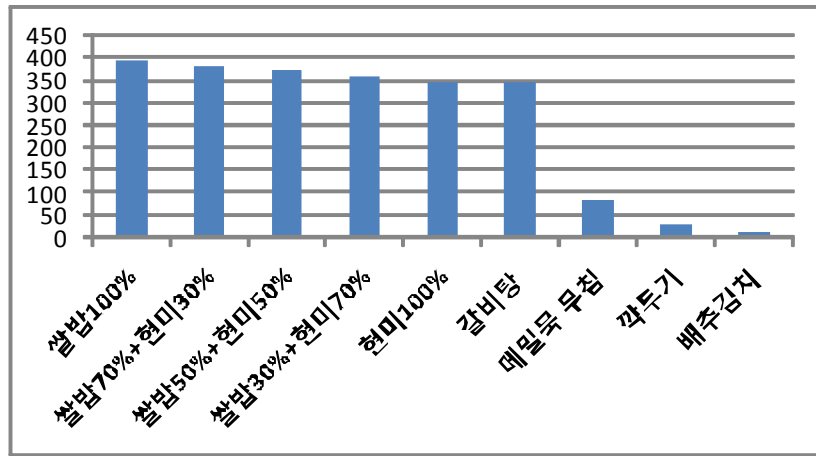


Figure 19. The calorie contents(kcal) of each foods in staple foods

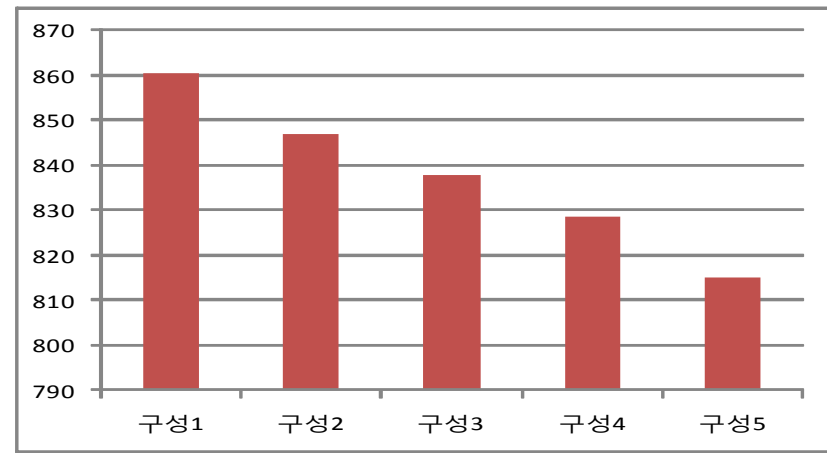


Figure 20. The changes of calorie(kcal) by composition of staple foods

Table 44. The changes of calorie(kcal) by composition of staple foods

주식/밥			부식					총열량 (kcal)
			된장찌개	고등어구이	연근조림	시금치나물	배추김치	
1인분량(g)	200		240	70	40	65	60	
구성1	쌀밥100%	393.6						832.1
구성2	쌀밥70%+ 현미30%	379.9						818.4
구성3	쌀밥50%+ 현미50%	370.8	139.1	202.7	50 ¹⁾	36.9	9.8	809.3
구성4	쌀밥30%+ 현미70%	361.7						800.2
구성5	현미100%	348.0						786.5

¹⁾ 아름다운 한국음식 300선 참조

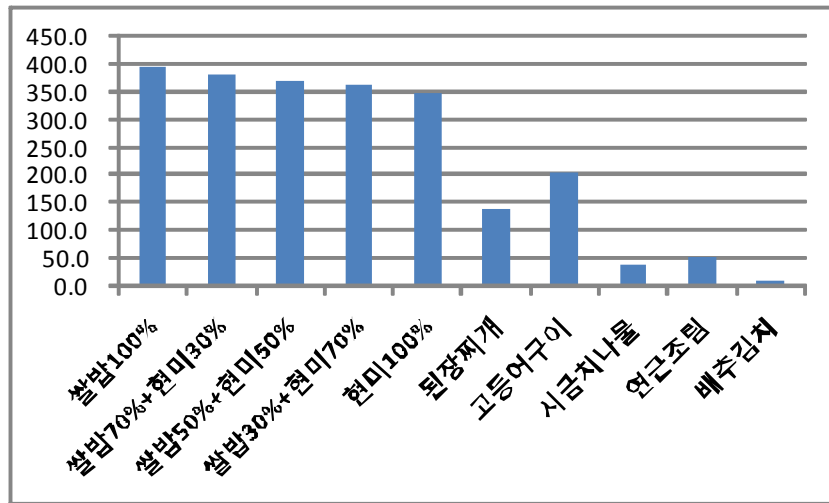


Figure 21. The calorie contents(kcal) of each foods in staple foods

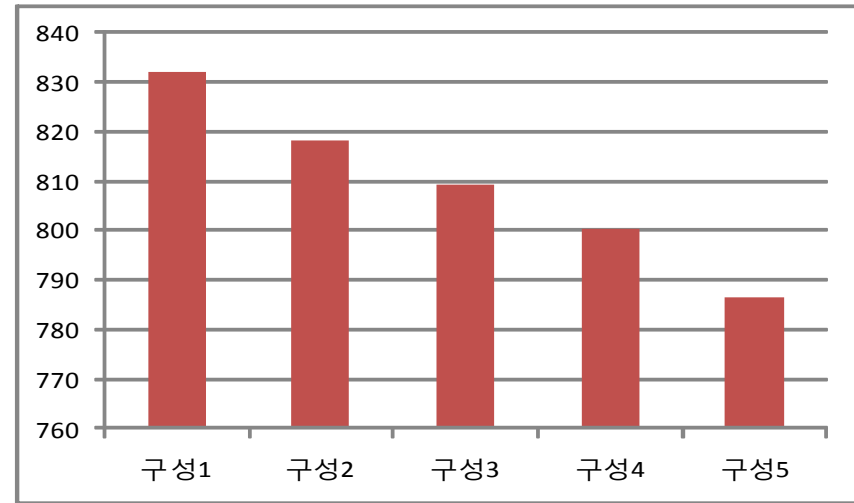


Figure 22. The changes of calorie(kcal) by composition of staple foods

Table 45. The changes of calorie(kcal) by composition of staple foods

주식/밥			부식					총열량 (kcal)
			미역국	제육볶음	감자조림	가지나물	총각김치	
1인분량(g)	200		330	120	60	70	70	
구성1	쌀밥100%	393.6	70 ¹⁾	245.7	60 ¹⁾	25 ¹⁾	35 ¹⁾	829.3
구성2	쌀밥70%+ 현미30%	379.9						815.6
구성3	쌀밥50%+ 현미50%	370.8						806.5
구성4	쌀밥30%+ 현미70%	361.7						797.4
구성5	현미100%	348.0						783.7

¹⁾ 아름다운 한국음식 300선 참조

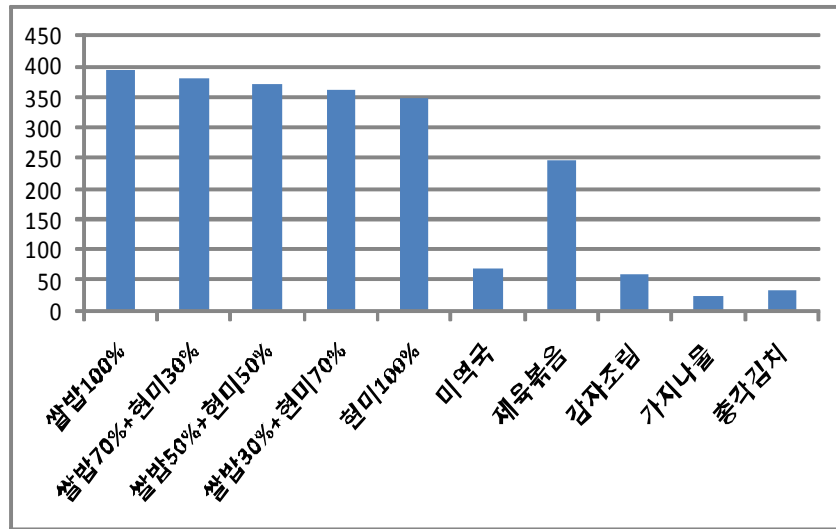


Figure 23. The calorie contents(kcal) of each foods in staple foods

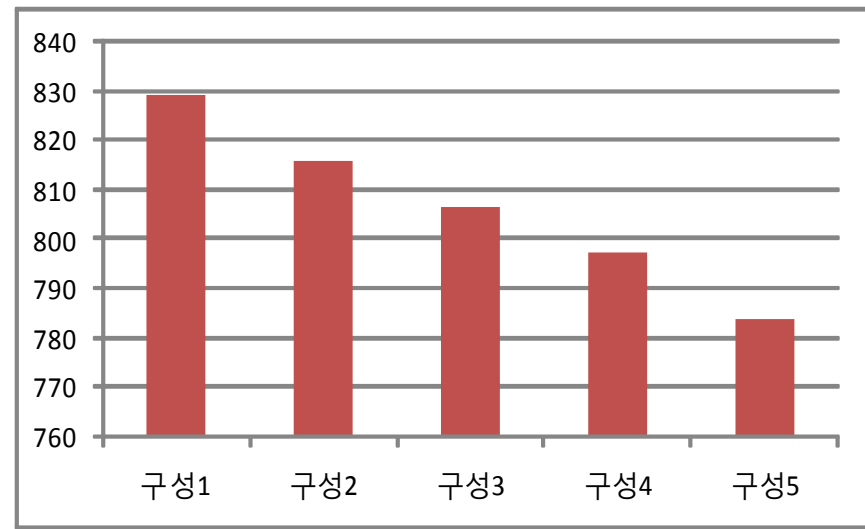


Figure 24. The changes of calorie(kcal) by composition of staple foods

Table 46. The changes of calorie(kcal) by composition of staple foods

주식/밥			부식					총열량 (kcal)
			육개장	고등어구이	시금치나물	김구이	깍두기	
1인분량(g)	200		600	70	65	10	70	
구성1	쌀밥100%	393.6						851.5
구성2	쌀밥70%+ 보리30%	376.6						834.5
구성3	쌀밥50%+ 보리50%	365.3	188	173	36.9	30 ¹⁾	30 ²⁾	823.5
구성4	쌀밥30%+ 보리70%	353.9						811.8
구성5	보리100%	336.9						794.8

¹⁾ 전은자 저, 영양급식과 조리 참조

²⁾ 아름다운 한국음식 300선 참조

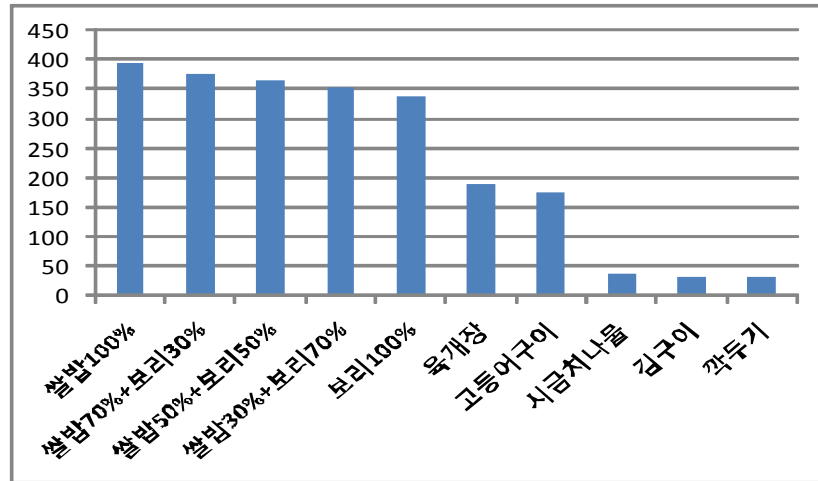


Figure 25. The calorie contents(kcal) of each foods in staple foods

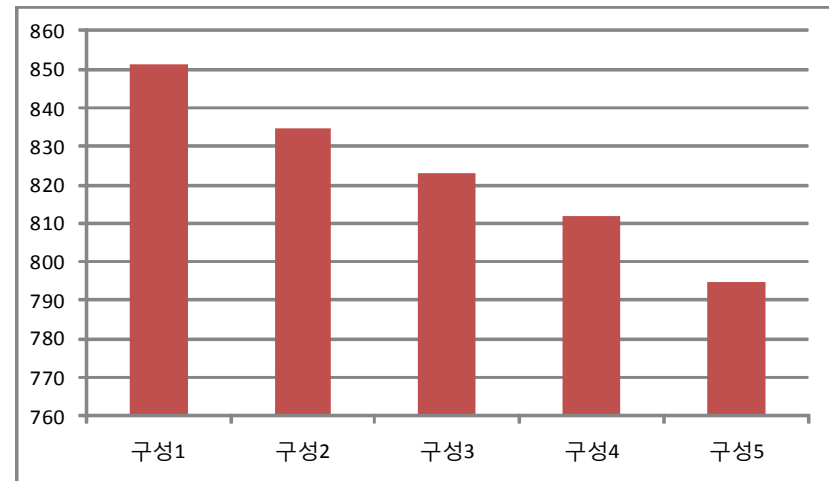


Figure 26. The changes of calorie(kcal) by composition of staple foods

Table 47. The changes of calorie by composition of flour based dishes

주식/면			부식			총열량 (kcal)
			만두	배추김치	깍두기	
1인분량(g)	해)550, 수)500, 콩)540, 물)550, 비)410	250	60	80		
구성1	해물칼국수	310			801.8	
구성2	수제비	300 ¹⁾			791.8	
구성3	콩국수	440 ¹⁾	452 ¹⁾	9.8	931.8	
구성4	물냉면	440 ¹⁾		30	931.8	
구성5	비빔냉면	410 ¹⁾			901.8	

¹⁾ 아름다운 한국음식 300선 참조

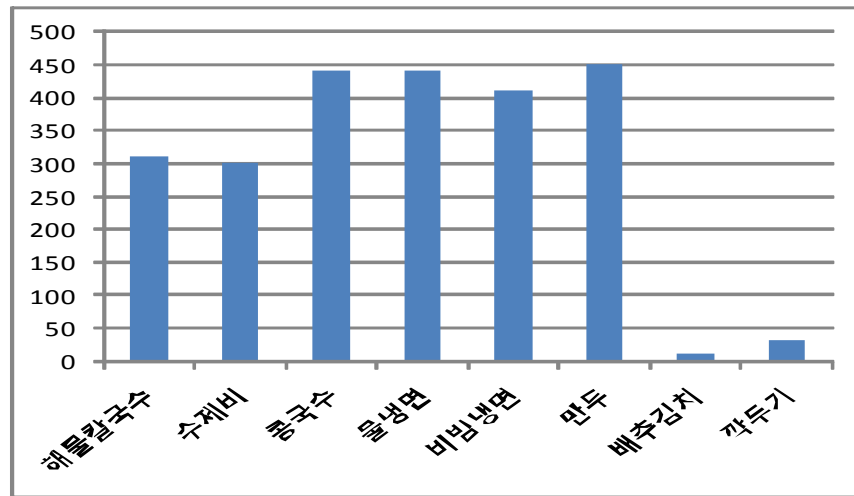


Figure 27. The calorie contents(kcal) of each foods in flour based dishes

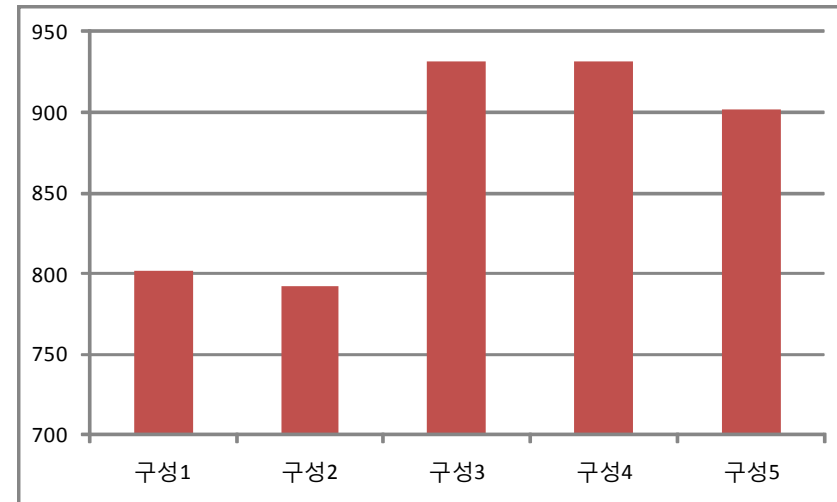


Figure 28. The calorie contents(kcal) of each foods in flour based dishes

Table 48. The changes of calorie by composition of flour based dishes

주식/떡,만두			부식				총열량 (kcal)
			잡채	생선전	열무김치	배추김치	
1인분량(g)	떡)500, 만)510		100	75	80	60	
구성1	떡국	473.6 ¹⁾					794.3
구성2	만둣국	350 ¹⁾	145.9	130	35 ¹⁾	9.8	670.7

¹⁾ 아름다운 한국음식 300선 참조

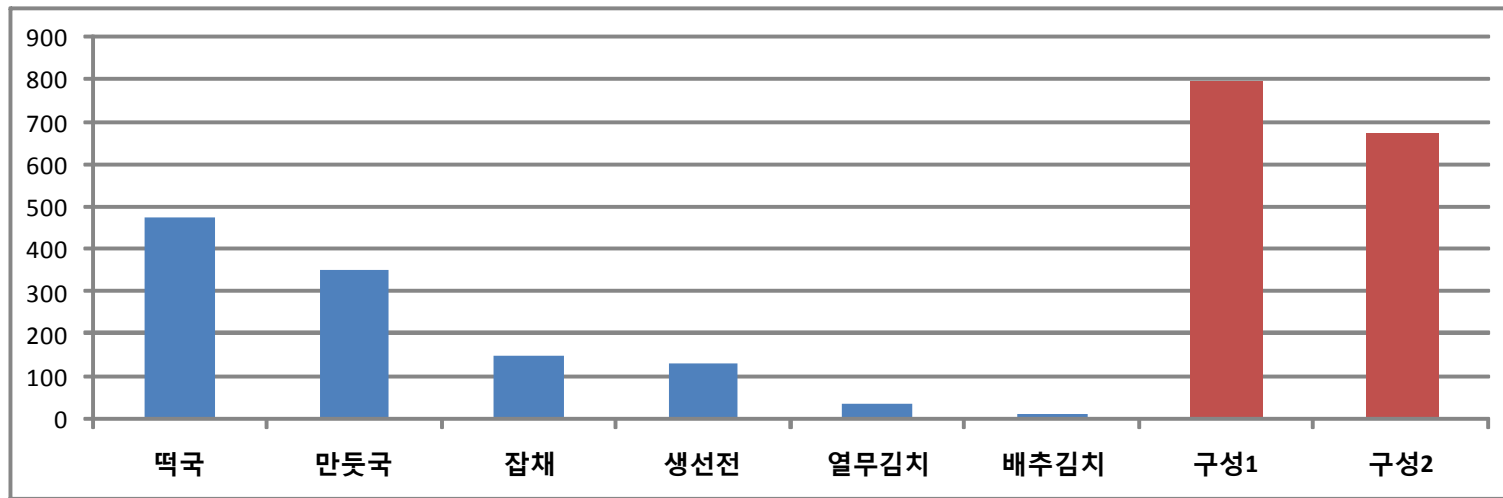


Figure 29. The calorie contents(kcal) of each foods in flour based dishes

Table 49. The calorie contents(kcal) of one course dishes

일품요리			부식				총열량 (kcal)
			미역국	무장아찌	해물파전	배추김치	
1인분량(g)	비)410, 회)500, 제)500		330	30	100	60	
구성1	비빔밥	521.4					755.9
구성2	회덮밥	683 ¹⁾	70	24 ²⁾	130.7	9.8	917.5
구성3	제육덮밥	782 ¹⁾					1016.5

¹⁾ 식품의약품안전처, 외식영양성분 자료집 참조

²⁾ 아름다운 한국음식 300선 참조

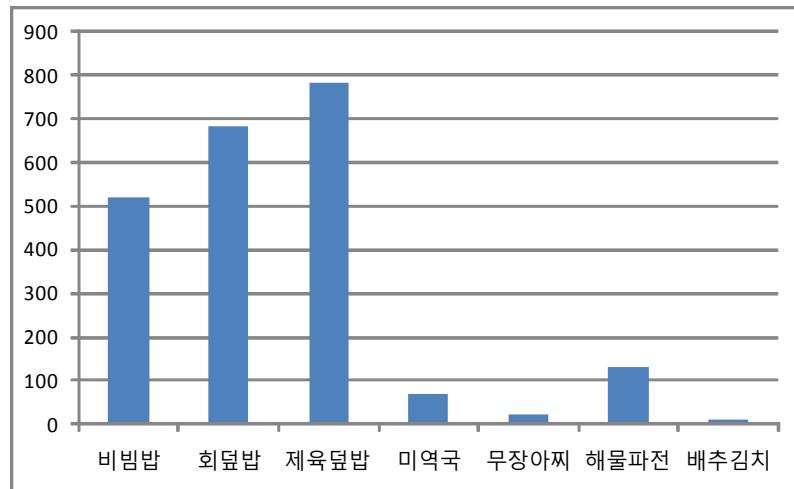


Figure 30. The calorie contents(kcal) of each foods in one course dishes

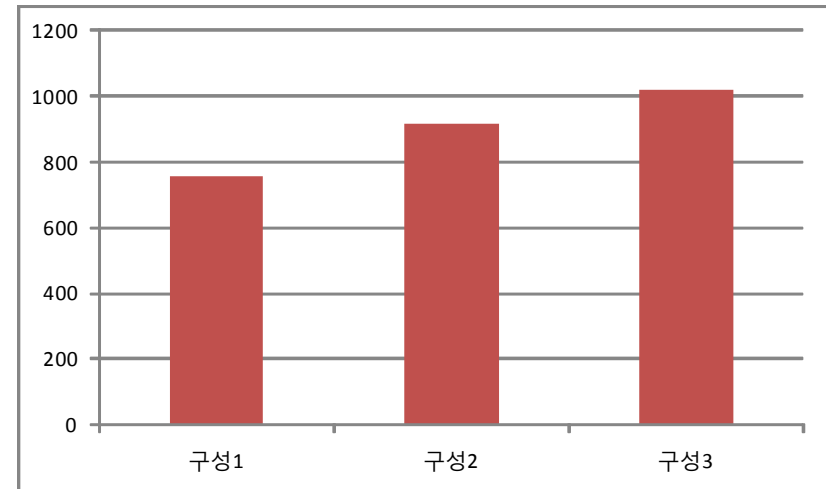


Figure 31. Calorie contents(kcal) of one course dishes

Table 50. Calorie contents(kcal) of one course dishes

일품요리			부식				총열량 (kcal)
			오이미역냉국	돈가스	무말랭이장아찌	배추김치	
1인분량(g)	카)500, 알)400, 볶)400		350	60	20	60	
구성1	카레라이스	672 ¹⁾					929.8
구성2	알밥	619 ¹⁾	30 ²⁾	188	30 ²⁾	9.8	876.8
구성3	볶음밥	773 ¹⁾					1030.8

¹⁾ 식품의약품안전처, 외식영양성분 자료집 참조
²⁾ 아름다운 한국음식 300선 참조

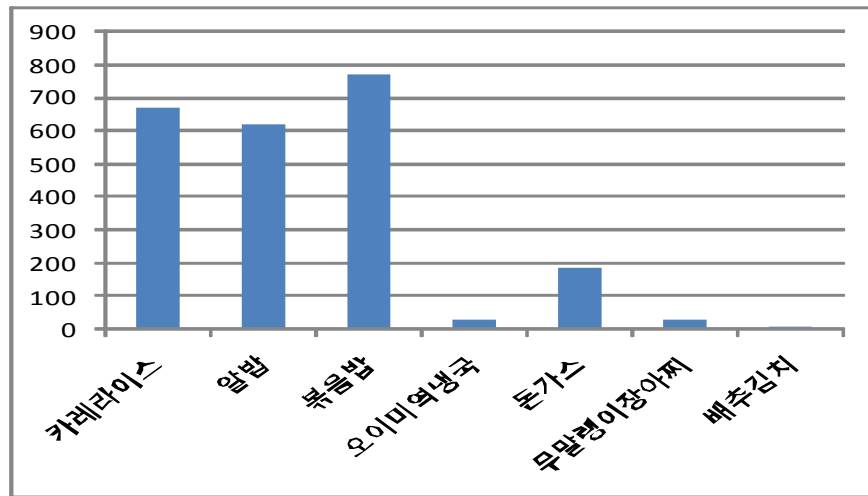


Figure 32. The calorie contents(kcal) of each foods in one course dishes

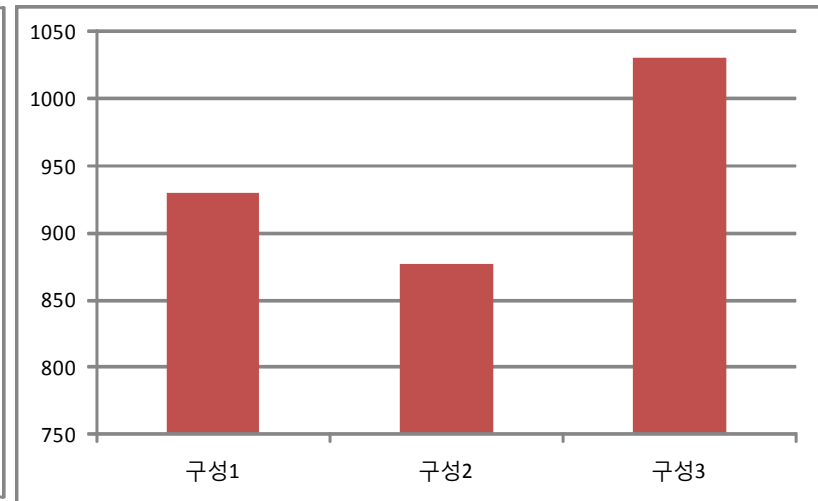


Figure 33. Calorie contents(kcal) of one course dishes

Table 51. The changes of calorie by diet composition with flour-based meals

		1인분량(g)	열량(kcal)	총열량(kcal)
구성1	떡볶이	200	230.7	942.4
	오랭국	600	251 ¹⁾	
	김밥	220	309.2	
	라면	170	151.5	
구성2	떡볶이	200	230.7	1093.7
	순대	300	542 ¹⁾	
	채소튀김	100	321 ¹⁾	

¹⁾ 식품의약품안전처, 외식영양성분 자료집 참조

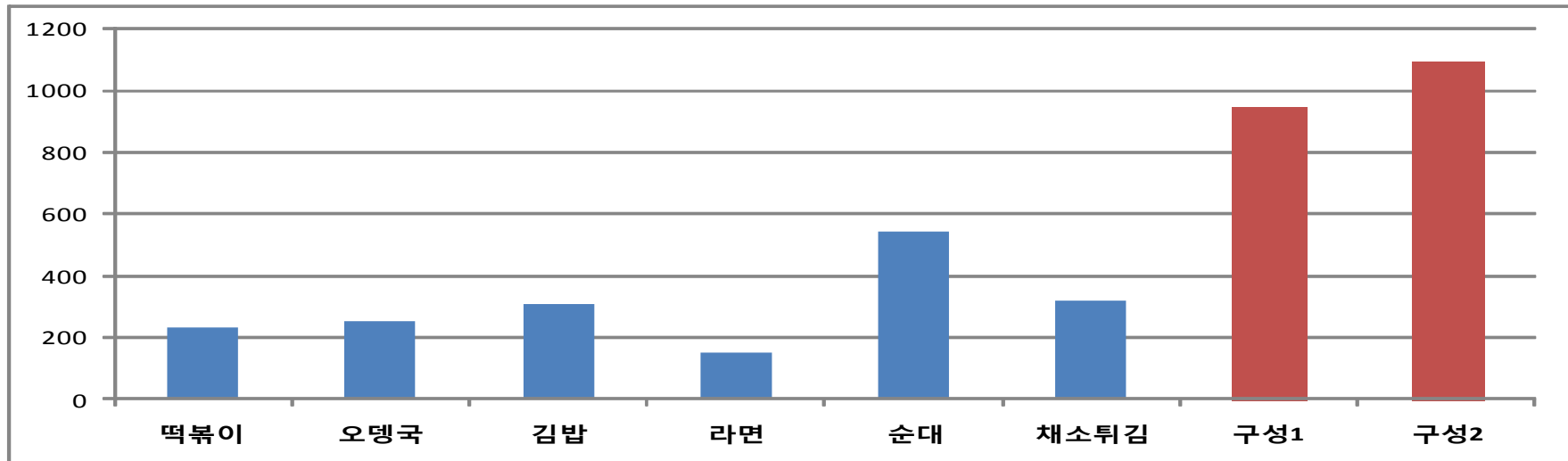


Figure 34. The calorie contents(kcal) of each foods in flour-based meals

Table 52. The calorie contents of Chinese dishes

주메뉴			사이드메뉴		총열량 (kcal)
			군만두	단무지	
1인분량(g)	면)650, 간)650, 밥)500, 우)1000, 찜)1000		100	50	
구성1	자장면	797 ¹⁾	274 ¹⁾	10 ²⁾	1081
구성2	간자장	825 ¹⁾			1109
구성3	자장밥	742 ¹⁾			1026
구성4	우동(중식)	648 ¹⁾			932
구성5	찜뽕	688 ¹⁾			972

¹⁾ 식품의약품안전처, 외식영양성분 자료집 참조

²⁾ (주)교문사, 식품칼로리와 영양성분표 참조

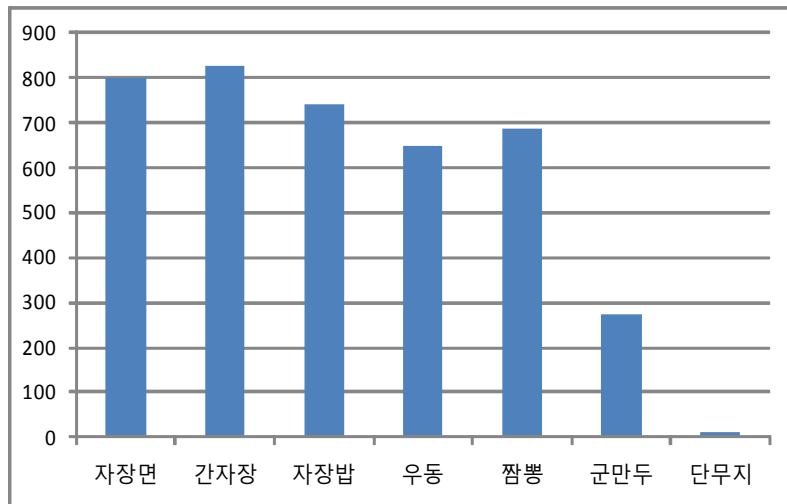


Figure 35. The calorie contents(kcal) of each foods in Chinese dishes

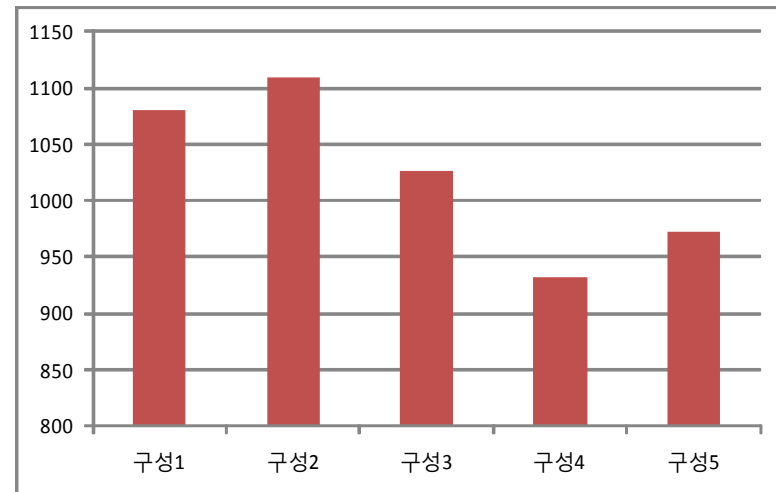


Figure 36. The changes of calorie(kcal) by diet composition in Chinese dishes

Table 53. The calorie contents(kcal) of Japanese dishes

일식 식단						총열량 (kcal)
돈가스		우동(일식)	생선초밥	양배추샐러드	무절임	
1인분량(g,ml)	200	350	150	106	50	
열량(kcal)	626.8	211 ¹⁾	227 ¹⁾	123 ²⁾	10 ²⁾	1197.8

¹⁾ 식품의약품안전처, 외식영양성분 자료집 참조

²⁾(주)교문사, 식품칼로리와 영양성분표 참조

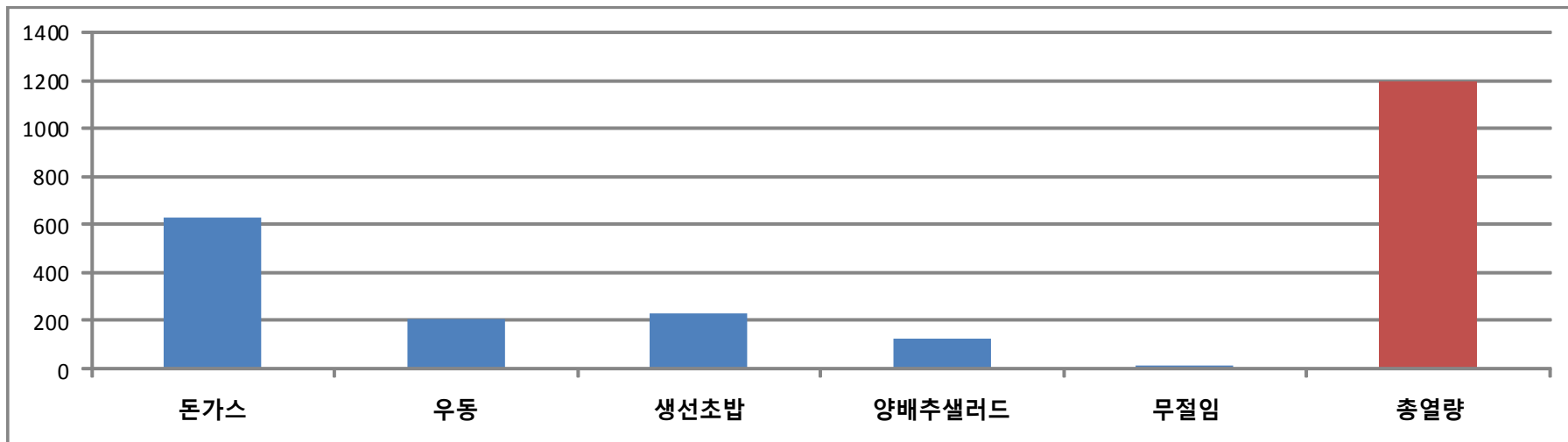


Figure 37. The calorie contents(kcal) of each foods in Japanese dishes

Table 54. The calorie contents(kcal) of a burger set menu

햄버거 세트 식단					총열량 (kcal)
햄버거	프렌치후라이	케찹	콜라		
1인분량(g,ml)	280	114	10	310	1116.4
열량(kcal)	648.8	305.6	19 ¹⁾	143 ²⁾	

¹⁾ (주)교문사, 식품칼로리와 영양성분표 참조

²⁾ <http://www.mcdonalds.co.kr/our-menu/menu/#/drinks> 참조

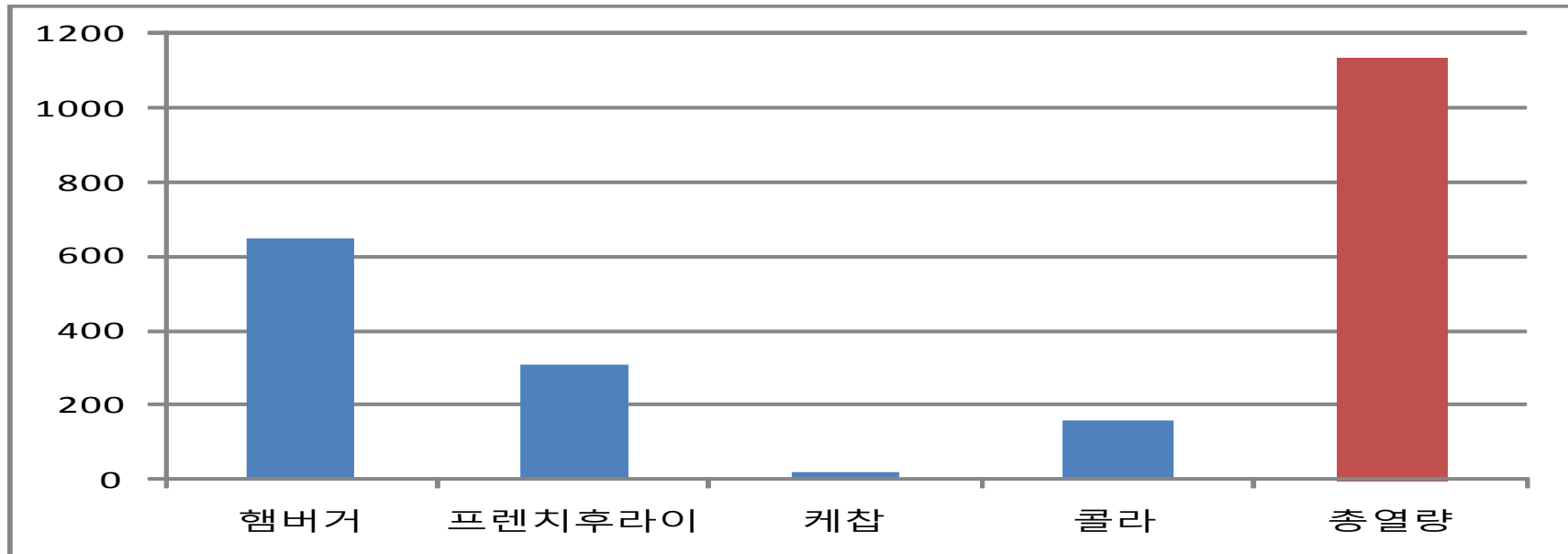


Figure 38. The calorie contents(kcal) of each foods in a burger set menu

Table 55. The calorie contents of a pizza set menu

피자 식단						총열량 (kcal)
피자		스파게티	마늘빵	피클	사이다	
1인분량(g,ml)	160	200	50	40	310	
열량(kcal)	442.5	264.5	212.1 ¹⁾	40 ²⁾	149 ³⁾	1108.1

¹⁾ 식품의약품안전처, 외식영양성분 자료집 참조

²⁾ (주)교문사, 식품칼로리와 영양성분표 참조

³⁾ <http://www.mcdonalds.co.kr/our-menu/menu/#/drinks> 참조

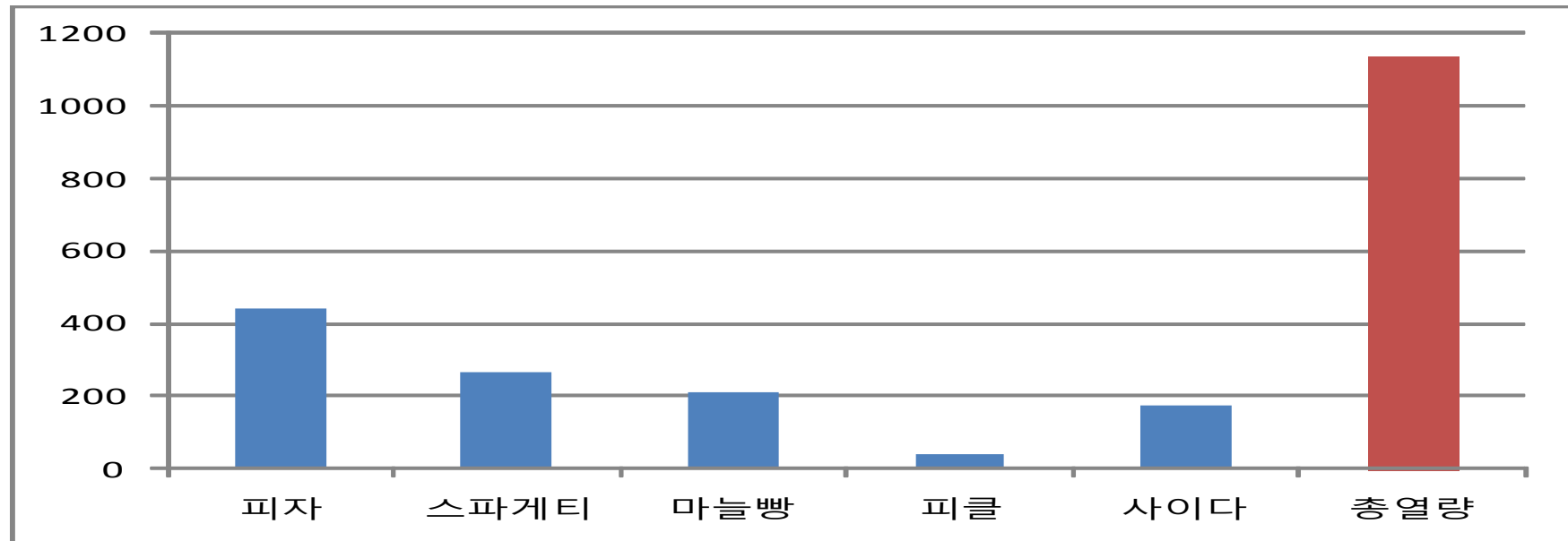


Figure 39. The calorie contents(kcal) of each foods in a pizza set menu

Table 56. The calorie contents of a beefsteak set menu

스테이크 식단						총열량 (kcal)
스테이크		프렌치프라이	야채샐러드	양송이스프	콜라	
1인분량(g,ml)	220	114	150	300	310	
열량(kcal)	744	305.6	68.7 ¹⁾	114 ¹⁾	143 ²⁾	1375.3

¹⁾ (주)웰빙플러스, 주제별 행복요리 친국

²⁾ <http://www.mcdonalds.co.kr/our-menu/menu/#/drinks> 참조

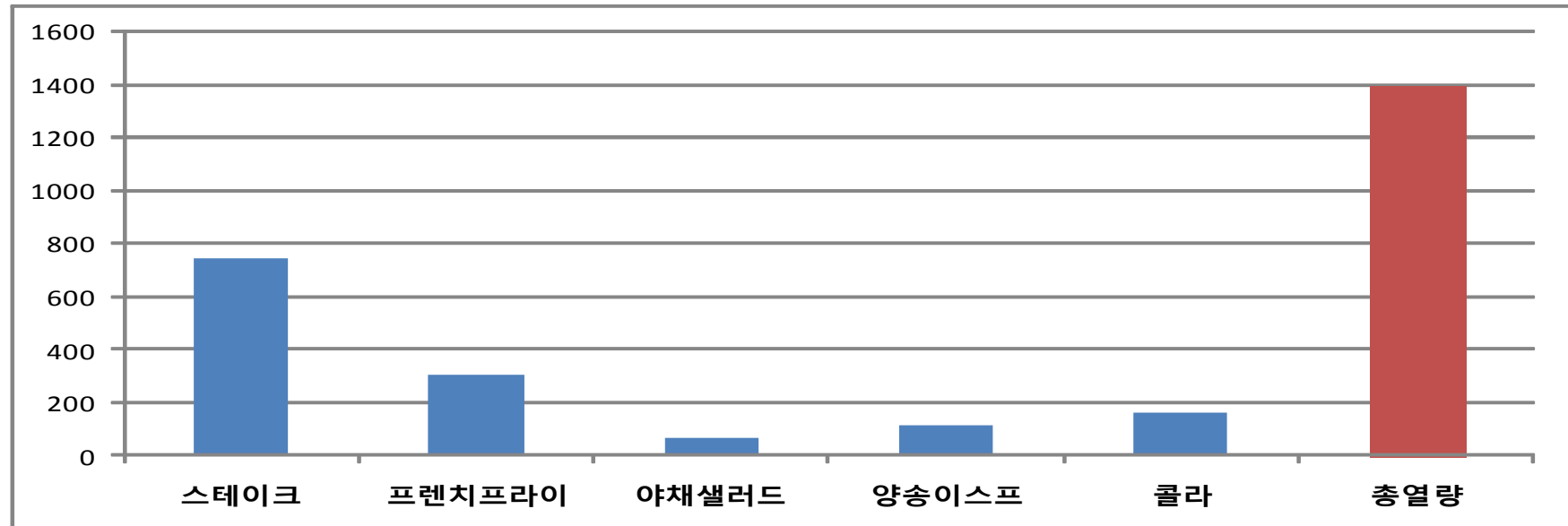


Figure 40. The calorie contents(kcal) of each foods in a beefsteak set menu (kcal)

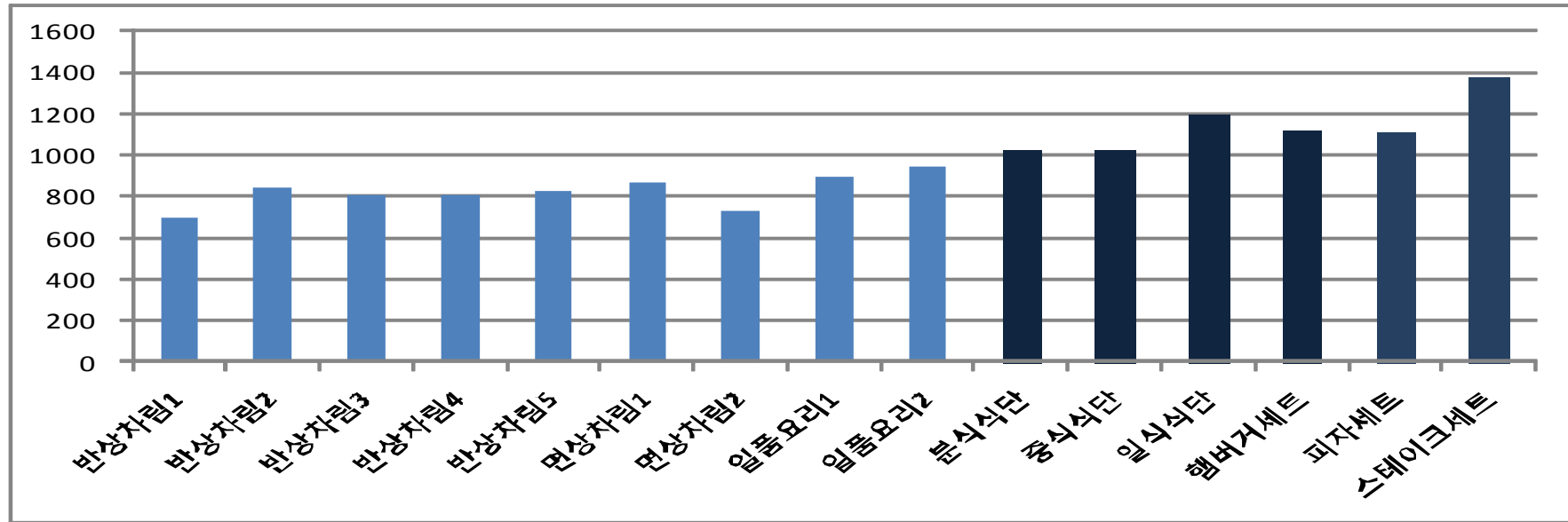


Figure 41. The comparison of total calories(kcal) in Korean and Western dishes

참고문헌

- Buchholz AC, Schoeller DA. Is a calorie a calorie? *Am J Clin Nutr.* 2004; 79:899s-906s.
- Moe PW. Future directions for energy requirements and food energy values. *J Nutr.* 1994;124:1738s-42s.
- Widdowson EM. Assessment of the energy value of human foods. London: Cambridge University Press, 1955.
- Miles CW, Kelsay JL, Wong NP. Effect of dietary fiber on the metabolizable energy of human diets. *J Nutr.* 1988;118:1075-81.
- Goranzon H, Forsum E, Thilen M. Calculation and determination of metabolizable energy in mixed diets to humans. *Am J Clin Nutr* 1983;38:954 - 63.
- Wisker E, Feldheim W. Metabolizable energy of diets low or high in dietary fiber from fruits and vegetables when consumed by humans. *J Nutr* 1990;120:1331 - 7.
- Kim E. A study on estimation of metabolizable energy content in cereal and seaweed. Ph D thesis. 1993.
- Cumming JH. Fermentation in the human large intestine: evidence and implications for health. *The Lancet.* 1983;5:1206-1208.
- Jumpertz R, Venti CA, Le DS, Michaels J, Parrington S, Krakoff J, Votuba S. Food label accuracy of common snack foods. *Obesity.* 2013;21:164-9.
- Novotny JA, Gebauer SK, Baer DJ. Discrepancy between the Atwater factor predicted and empirically measured energy values of almonds in human diets. *Am J Clin Nutr.* 2012;96:296-301.
- Urban LE, McCrory MA, Dallal GE, Das SK, Saltzman E, Weber JL, Roberts SB. Accuracy of stated energy contents of restaurant foods. *JAMA.* 2011;306:287-93.
- Kruskall LJ, Campbell WW, Evans WJ. The Atwater energy equivalents overestimate metabolizable energy intake in older humans: results from a

- 96-day strictly controlled feeding study. *J Nutr.* 2003;133:2581-4.
- Halton TL, Hu FB. The effects of high protein diets on thermogenesis, satiety and weight loss: a critical review. *J Am College Nutr.* 2004;23:373-85.
- Westerterp KR, Wilson SAJ, Rolland V. Diet induced thermogenesis measured over 24 h in a respiration chamber: effect of diet composition. *Int J Obes.* 1999;23:287-292.
- Church DC, Pond WG. Basic animal nutrition and feeding. Wiley, New York 1982;p141-160.
- Dansky LM. *Feedstuffs.* 1978;50:23.
- Ferrell DJ. Rapid determination of metabolizable energy of foods using cockerels. *Br J Poultry Sci.* 1978;19:303-308.
- Mulijibhai BD. Spectrophotometric method for microdetermination of nitrogen in Kjeldahl digest. *J Assoc Off Anal Chem.* 1989;76(6):953-956.
- 주현규 저. 식품분석법. 학문사 1995.
- Yon M, Lee Y. Major Sources of Sodium Intake of the Korean Population at Prepared Dish Level - Based on the KNHANES 2008 & 2009 - Korean J Community Nutr 2011; 473~487.
- Park DY, Lee YS. An Experiment in Extracting efficient Nutrients from Sagol Bone Stock. *Korean J. Nutrition & Food.* 1982; Vol.11, No.3
- Kim MH et al. Effects of Seasonings and Flavor Spices on Tenderizing Activity of Fig and Kiwifruit Sauce for Meat Cooking. *Korean J. Food Cookery SCI.* 2010; Vol. 26, No. 5, pp. 530~ 536.
- Lee SH et al. Relationship between Monounsaturated Fatty Acid Composition and Stearoyl-CoA Desaturase mRNA Level in Hanwoo Liver and Loin Muscle. *J. Anim. Sci. & Technol. (kor.)* 2004; 46(1)7~14.
- Yang J et al. Physico-Chemical Changes in Pork Bellies with Different Cooking Methods. *Korean J. Food Preserv.* February 2009;Vol. 16, No. 1. pp. 87-93
- Gaiva MH, Couto RC, Oyama LM, Couto GE, Silveria VL, Roberioa EB, Nascimento CM. Polyunsaturated fatty acid-rich diets : effect on adipose tissue metabolism in rats. *Br J Nutr* 2001; 86: 371-377.

- Park JS, Choi MK. A study on rheology of the rib-eye cooked by cooking method and cooking utensil. *Korean J. Human Ecol.* 2004; 7, 21-31.
- Hwang H, Kim J, Suh H, Lim K. Effect of 5 Week Long High-Fat Diet on Energy Metabolic Substrate Utilization and Energy Content Evaluation of Dietary Fat. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2012; 41(8), 1094~1099.
- Kwon TD, Son TH, Kim KH, Ryu SP, Huh MD, Yeo YG, Jeong NH. The effect of exercise on lipid metabolism and AMPK expression of skeletal muscle in rats fed highfat diet. *Korean J Exerc Nutr* 10: 323-329.
- Shimomura Y, Tamura T, Suzuki M. 1990. Less body fat accumulation in rats fed a safflower oil diet than in rats fed a beef tallow diet. *J Nutr* 120: 1291-1296
- Kim SY et al. Analyses of Fatty Acids and Dietary Fiber in Soy Sprouts. *Korean J. Crop Sci.* 2011; 56(1):29-34.
- Kye SH, Moon HK, Yum CA, Song TH, Lee SH. Standardization of the preparation methods of Korean foods-the focus on pibimbab (mixed rice). *Korean J. Soc. Food Sci.* 1995; 11(5): 557-564.
- Kim EM, Woo SJ, Chee KM. The effects of food supplementation method, sex and weight of experimental animal on metabolizable energy value. *Korean J Nutr.* 1995;28:717-726.
- Kim EM, Woo SJ, Chee KM. A study on estimation of metabolizable energy content in starch-foods and seaweeds. *Korean J Nutr.* 1996;29:251-259.
- Kim E, Choi J, Choi K, Yeo I. The evaluation of metabolizable energy of *Angelica Keiskei* (*Angelica utilis* Makino) products. *Korean J Nutr.* 2010;43:5-11.

<별첨자료>

1. 학술발표- 4건(국내 2건, 국외 2건)
2. 학술논문-2건(1건 심사중, 1건 기술지, 준비중인 논문 2건)
3. 홍보실적
4. 한식과 서양식의 레시피와 제조방법(실험재료로 사용된 음식)

- 해외발표
- 2012 EFFost Annual meeting

A study on the energy bioavailability to estimate the quality of Korean food

Sun Mi Kim*, Hyun Kim, Sang-Hae Seo, Sang-Il Hong, Min-A Lee
Korea Food Research Institute

Abstract

The quality of the energy value in Korean food composition table has been suggested to be possible differences in their chemical composition from those of common food. This study was undertaken to determine the metabolizable energy of Korean foods by the indirect calorimetry experiment (Closed Circuit Calorimetry) in the Korean diet area for the Special Dietary Intake (SDI)-2012. Using the indirect calorimetry method, metabolizable energy (ME) values for four types of rice, three types of soybean, and six types of wheat (SDI) The ME value of the Korean rice (SDI) feeding (average 3,238 kcal/kg), soybean (average 3,027 kcal/kg), and wheat (average 3,410 kcal/kg) by indirect calorimetry method was higher than the ME value of the common food. This study was compared to the energy value calculated by various conversion parameters such as NRC, NRC, and others. In addition, ME values were compared with common values for the ME value of the common food. The ME value of the Korean diet area was higher than the ME value of the common food. This study is expected to be helpful in the future. Further study is needed to obtain specific data for the conversion to a single energy value from chemical composition of Korean food.

Objective

To identify Korean food chemical effects on energy value and the role for the food, feed conversion through the evaluation of biological energy utilization in a major Korean food.

Introduction

- Korean diet area and common diet area by energy density of ingredients, which have a direct impact on the level of energy utilization in the diet and substrate (digestion) level.
- The direct calorimetry method to measure energy utilization in the laboratory to estimate the ME value of a single ingredient is similar to the metabolizable energy value.
- The accuracy of the indirect calorimetry method is similar to the ME value of the common food. The accuracy of the indirect calorimetry method is similar to the ME value of the common food. The accuracy of the indirect calorimetry method is similar to the ME value of the common food.

Materials & Methods

- Materials: Korean diet area and common diet area
- Rice items:

Item	SDI	Common
White rice	3,238	3,100
Red rice	3,238	3,100
Black rice	3,238	3,100
Green rice	3,238	3,100
Yellow rice	3,238	3,100
Blue rice	3,238	3,100
Purple rice	3,238	3,100
Grey rice	3,238	3,100
Brown rice	3,238	3,100
Black rice	3,238	3,100
White rice	3,238	3,100
- Diet: Soybean:

Item	SDI	Common
White soybean	3,027	2,900
Red soybean	3,027	2,900
Black soybean	3,027	2,900
Green soybean	3,027	2,900
Yellow soybean	3,027	2,900
Blue soybean	3,027	2,900
Purple soybean	3,027	2,900
Grey soybean	3,027	2,900
Brown soybean	3,027	2,900
Black soybean	3,027	2,900
White soybean	3,027	2,900
- Wheat:

Item	SDI	Common
White wheat	3,410	3,300
Red wheat	3,410	3,300
Black wheat	3,410	3,300
Green wheat	3,410	3,300
Yellow wheat	3,410	3,300
Blue wheat	3,410	3,300
Purple wheat	3,410	3,300
Grey wheat	3,410	3,300
Brown wheat	3,410	3,300
Black wheat	3,410	3,300
White wheat	3,410	3,300
- Methods: Indirect calorimetry method

Results

Table 1. ME values of Korean diet area and common diet area (kcal/kg)

Item	SDI	Common
White rice	3,238	3,100
Red rice	3,238	3,100
Black rice	3,238	3,100
Green rice	3,238	3,100
Yellow rice	3,238	3,100
Blue rice	3,238	3,100
Purple rice	3,238	3,100
Grey rice	3,238	3,100
Brown rice	3,238	3,100
Black rice	3,238	3,100
White rice	3,238	3,100
White soybean	3,027	2,900
Red soybean	3,027	2,900
Black soybean	3,027	2,900
Green soybean	3,027	2,900
Yellow soybean	3,027	2,900
Blue soybean	3,027	2,900
Purple soybean	3,027	2,900
Grey soybean	3,027	2,900
Brown soybean	3,027	2,900
Black soybean	3,027	2,900
White soybean	3,027	2,900
White wheat	3,410	3,300
Red wheat	3,410	3,300
Black wheat	3,410	3,300
Green wheat	3,410	3,300
Yellow wheat	3,410	3,300
Blue wheat	3,410	3,300
Purple wheat	3,410	3,300
Grey wheat	3,410	3,300
Brown wheat	3,410	3,300
Black wheat	3,410	3,300
White wheat	3,410	3,300

Figure 1. Bar chart showing ME values for various food items. The Y-axis represents ME (kcal/kg) from 0 to 4,000. The X-axis lists food items. The chart shows that the ME values for the Korean diet area (SDI) are generally higher than those for the common diet area.

METABOLIZABLE ENERGY EVALUATION OF THE KOREAN TRADITIONAL MEAT FOODS¹

Eun Mi Kim¹, Sang Pil Hong¹, Chang Keun Kwock¹ and Jim Ho Choi^{2,1}

¹ Processing Technology Research Group, Korean Food Research Institute, Kyunggi, Korea.

² Department of Animal Science, Chungnam National University, Daejeon, Korea.

구역 나누기(미어서)

Abstract – This study was conducted to evaluate metabolizable energy of the traditional Korean meat foods by using an experimental animal method. The experimental groups were 9 (6 Korean foods and 2 Western foods and basal diet (BD)). Each experimental diet was composed of 70% BD, and 30% experimental food. There were no statistically significant differences in the level of body weight change. The dietary and energy intake of the BD group were lower than those of other groups ($p < 0.05$). The fecal and urinary energy loss of the BD group were lower than those of other groups ($p < 0.05$). In dry basis, the food apparent metabolizable energy (AME) of *samgyetang*, *bulgog*, *samgyeopsal*, *jeuyuk*, *bokkeum* and fried chicken were higher than those of other groups ($p < 0.05$). However, in as fed basis, the moisture of foods was responsible to the AME of the foods. The results of this study show that Korean meat foods have different energy content with cooking method and types of meat. Therefore, because Korean foods have considered high-calorie foods based on conventional calorimetry, accurate determination of actual metabolizable energy content must be evaluated by using animal experiments.

Key Words – Apparent metabolizable energy, Meat food, By-difference energy evaluation.

I. → INTRODUCTION.

The concept of food energy has evolved from gross energy to metabolizable energy, and as suggested by Rubner, not all of the gross energy can be used by the body [1]. Metabolizable energy is defined as the difference between the gross energy and the energy excreted as feces and urine [2]. Systematic studies of metabolizable energy of food were conducted by Rubner in Germany and Atwater in the U.S. [3]. Atwater used data from digestibility experiments of proteins, fats, and carbohydrates in humans, and suggested the concept of coefficient of availability. Atwater and Bryant applied this coefficient of

availability to the gross energy value of mixed diets. Based on these experiments, they established numbers known as the Atwater factor. The reported Atwater factors for proteins, fats, and carbohydrates were 16.736, 37.2376, and 16.736 kJ/g of available energy, respectively [3].

Because of the recent changes in dietary consumption among Koreans, with high calories and high fat content, nutritional imbalance has become more prevalent and incidences of chronic metabolic diseases have been increasing. Until recently, adult diseases have been relatively less prevalent in Korea than in developed countries, and this can be attributed to the consumption of traditional Korean food [4]. Traditional Korean food uses a variety of ingredients and cooking methods, which helps in maintaining a healthy body. The calculations based on the conversion coefficients do not consider the differences in digestion because of interactions between the different ingredients and changes in the availability in different cooking methods, thus, making the calculated values different from the actual energy the body obtains from such foods. Previously published studies show that the actual metabolic availability in the body and calculated calories using coefficients show a difference of up to 40%.

Therefore, in this study, we aimed to determine the actual metabolizable energy of traditional Korean foods by using an experimental animal method, to show the limitations of using calorimetry based on conversion coefficients. Further, we measured the actual bioavailable energy in Korean foods to show that traditional Korean foods are low-calorie and healthy in terms of the energy metabolism.

II. → MATERIALS AND METHODS.

Animals and diets.

The animals were divided into 9 experimental groups: the basal diet (BD) group, 6 groups with representative Korean meat foods (sangyetang [chicken soup with glutinous rice], ssoleongtang [cattle bone soup], galbitang [cattle rib meat soup], bulgogi [cattle meat with onion and soy source], samgyeopsal [roasted bacon] and jeyuk-bokkeum [bacon with hot pepper paste] and 2 groups with Western foods (fried chicken and tonkasu [fried pork cutlet]) [5].

The experimental animal used was the Sprague-Dawley rat with an average body weight of 215.1 ± 5.6 g. Each experimental group consisted of 6–8 rats. The total duration of the experiments was 7 days, including 3 days of adaptation to the diet and 4 days of collecting feces and urine. The nutritional ingredient compositions of the basal diet were listed in Table 1.

Table 1 Formulation of basal diet.

Ingredient	Composition (%)
Com starch	42.809
Casein	17.500
Glucose	13.200
Sucrose	10.000
Soy oil	5.000
Cellulose	5.000
Mineral prem ¹	4.500
Vitamin prem ²	1.300
Cystein	0.390
Cholin bitartrate	0.300
BHT	0.001

¹Vitamin premix provided the following in mg/kg or IU/kg diet: thiamin HCl, 7.8; riboflavin, 7.8; calcium pantothenate, 20.8; niacin, 39; pyridoxine HCl, 9.1; folic acid, 2.6; biotin, 0.26; vitamin B12, 32.5 α-tocopherol acetate, 97.5; vitamin A palmitate, 5200; vitamin D3, 1300.

²Mineral premix provided the following in mg/kg diet: Ca, 6429; P, 2007; K, 4629; Na, 1310; Cl, 2020; S, 386; Mg, 652; Fe, 45; Cu, 8; Mn, 13; Zn, 38.5; Cr, 1.28; I, 0.257; Se, 0.19; F, 1.28; B, 0.64; Mo, 0.19; Si, 6.4; Ni, 0.64; Li, 0.13; V, 0.13.

This study was conducted in accordance with the NIH guideline described in the Principles of Laboratory Animal Care and approved by the Animal Ethics Committee of the Korea Food Research Institute.

The gross energy content of the Korean food sample, experimental diet, the feces and urine were determined by completely combusting the samples in a bomb calorimeter (Parr Co., USA). The metabolizable energy of the experimental samples was measured in terms of the apparent metabolizable energy (AME) [6]. The AME was calculated using the following equations:

$$AME \text{ (kJ/g)} = \frac{(GE_f \times X) - Y_{ef}}{\text{Feed Intake (g)}}$$

AME: Apparent metabolizable energy (kJ/g).

GE_f: the gross energy per kg of consumed diet (kJ/g).

X: amount of diet consumed.

Y_{ef}: the total excreted energy (total energy of feces and urine, kJ) of the experimental rats that received the experimental diet.

AME per gram test ingredient (kJ/g) =

AME per gram basal diet +

AME per gram test diet - AME per gram basal diet

0.3

0.3: the ratio of experimental food to BD.

Statistical analysis.

All results of the experiments were presented as the mean with SEM, and the variance was analyzed using one-way analysis of variance, and the significance test between the averages was conducted using the Tukey test by SPSS (version 18.0.0, 2009), with $p < 0.05$ as the significance level.

III. → RESULTS AND DISCUSSION.

In this study, the metabolizable energy of Korean meat foods was measured using experimental animals, to determine the energy content more accurately. Currently, the energy conversion coefficients that are widely used are considered to overestimate the energy content of Korean foods, which are generally made of a variety of ingredients. The level of dietary intake, energy intakes, and fecal and urinary energy losses of

each experimental group is listed in Table 2. The gross energy intake of the BD group was lower than those of the other experimental groups ($p < 0.05$).

The dietary AME and the actual AME of the foods (dry basis) were listed in Table 3. The AME of foods were ranged from 4722 to 6144 kcal/kg in dry basis. Whereas, the AME of food in wet basis were range from 589 to 3669 kcal/kg. In spite of

the foods were used in this experiment were all meat, the AME of the Korean meat foods and the Western meat foods were varied with the cooking methods and recipe [6]. Therefore, because Korean foods have considered high-calorie foods based on conventional calorimetry, accurate determination of actual metabolizable energy content must be evaluated by using animal experiments.

Table 2 Dietary and energy intakes, and fecal and urinary energy loss¹.

Dietary groups	Intake		Energy loss	
	Diet	Energy	Fecal	Urinary
	g/rat	kcal/rat		kcal/rat
Basal diet (BD)	55.1 ± 14.1 ^{1a}	229.8 ± 58.3 ^{1a}	24.0 ± 3.9 ^{2a}	7.1 ± 1.4 ^{2a}
Samgyetang	90.0 ± 2.2 ^{2c}	420.3 ± 10.5 ^{2c}	33.3 ± 2.9 ^{2b}	10.4 ± 0.9 ^{2b}
Saolsongtang	89.5 ± 8.6 ^{2bc}	414.9 ± 39.9 ^{2bc}	35.3 ± 4.3 ^{2b}	19.5 ± 2.5 ^{2b}
Galbitang	100.8 ± 2.9 ^{2c}	458.5 ± 13.3 ^{2cd}	45.9 ± 1.5 ^{2c}	24.5 ± 1.4 ^{2c}
BD+	86.0 ± 3.9 ^{2bc}	402.5 ± 18.3 ^{2bc}	37.0 ± 2.3 ^{2b}	11.3 ± 0.6 ^{2b}
Bulgogi	103.0 ± 5.3 ^{2c}	491.3 ± 25.1 ^{2d}	37.2 ± 3.6 ^{2b}	20.8 ± 3.7 ^{2c}
Samgyeopsal	86.1 ± 4.9 ^{2bc}	409.0 ± 23.2 ^{2bc}	34.2 ± 1.2 ^{2b}	9.8 ± 1.2 ^{2b}
Jeyuk-bokkeum	69.1 ± 12.3 ^{2a}	329.9 ± 58.6 ^{2b}	20.0 ± 3.0 ^{2a}	11.8 ± 2.2 ^{2ab}
Fried chicken	86.4 ± 5.5 ^{2bc}	393.2 ± 25.2 ^{2bc}	30.4 ± 1.4 ^{2b}	16.2 ± 2.6 ^{2c}
Tonkasa				

¹Mean ± SEM, n=6-8.

²Means in a row with superscripts without a common letter differ, $p < 0.05$.

Table 3 Dietary AME and Food AME¹.

Dietary groups	Dietary AME	Food AME	
		Dry basis	Wet basis
	kcal/kg diet	kcal/kg food	
Basal diet (BD)	3489.5 ± 67.8 ^{1a}		
Samgyetang	4182.1 ± 19.5 ^{2b}	5859.1 ± 65.7 ^{2b}	1049.9 ± 11.8 ^{2c}
Saolsongtang	4024.0 ± 26.8 ^{2b}	5385.5 ± 91.2 ^{2b}	921.4 ± 10.3 ^{2b}
Galbitang	3849.2 ± 29.0 ^{2ab}	4722.7 ± 97.2 ^{2a}	589.4 ± 12.1 ^{2a}
BD+	4115.6 ± 26.6 ^{2b}	5976.4 ± 88.6 ^{2c}	1909.0 ± 30.3 ^{2d}
Bulgogi	4213.7 ± 40.0 ^{2b}	5972.2 ± 134.9 ^{2c}	3669.9 ± 82.9 ^{2d}
Samgyeopsal	4232.2 ± 47.3 ^{2b}	6144.0 ± 162.5 ^{2c}	2075.4 ± 54.9 ^{2d}
Jeyuk-bokkeum	4288.4 ± 41.2 ^{2b}	6243.6 ± 139.2 ^{2c}	3097.5 ± 69.1 ^{2d}
Fried chicken	4012.2 ± 15.9 ^{2b}	5317.4 ± 53.7 ^{2b}	3121.3 ± 31.5 ^{2d}
Tonkasa			

¹Mean ± SEM, n=6-8.

²Means in a row with superscripts without a common letter differ, $p < 0.05$.

IV. → CONCLUSION.

In our study, because the AME of the Korean traditional meat foods were varied with cooking and recipe, the animal experiment were more effective

and accurate than the calculation method with Atwater coefficient factors..

ACKNOWLEDGEMENTS..

This research was supported by the Globalization of Korean Foods R&D program (911006-2), funded by the Ministry of Food, Agriculture, Forestry and Fisheries, Republic of Korea. We thank Kiseung Sung for animal experiment and care..

REFERENCES..

1.-> Moa, P.W. (1994). Future directions for energy requirements and food energy values. *J Nutr* 124: 1738S-1742S..

2.-> Widdowson, E. M. (1955). Assessment of the energy value of human foods. (pp. 16-23). London: Cambridge University Press..

3.-> Southgate, D. A. & Dumm, J. V. (1970). Calorie conversion factors. An experimental reassessment of the factors used in the calculation of the energy value of human diets. *Br J Nutr* 24: 517-535..

4.-> Kim, E. M., Woo, S. J. & Chae, K. M. (1996). A study on estimation of metabolizable energy content in starch-foods and seaweeds. *Korean J Nutr* 29: 251-259..

5.-> Yoon, S. J. (2011). Korean foods recipe. Seoul: Sunjin Cultural Press..

6.-> Kim, E. M., Woo, S. J. & Chae, K. M. (1995). The effects of food supplementation method, sex and weight of experimental animal on metabolizable energy value. *Korean J Nutr* 28: 717-728..

<별첨 2 : 학술논문 >

- J. Of Food Science(심사중)

1
2 Health, Nutrition and Food.
3
4 The metabolizable energy differences between the calculation values with
5 energy conversion factors and the real estimates with metabolic study in the
6 Korean starch foods.
7
8 Eunmi Kim,¹ Hyeon Choi,² Hyejin Kim¹.
9
10 ¹ Korea Food Research Institute, Department of Traditional Industry, 463-746, **Daejeon** dong, **Seongseo**,
11 **Kyunggi**do, and ²Korea University, Department of Biotechnology, 136-701, Anam dong, **Sungbuk**gu, **Seoul**,
12 **Republic of Korea**.
13
14
15
16
17
18
19 Word count: 3742.
20 Number of tables: 5.
21 Running title: Metabolizable energy evaluation.
22
23 * To whom correspondence should be addressed. E-mail: kem@kfri.ac.kr; Telephone: 82-31-750-9287; Mail: ¹
24 Korea Food Research Institute, Department of Traditional Industry, 463-746, **Daejeon** dong, **Seongseo**,
25 **Kyunggi**do, Republic of Korea.
26

27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49

ABSTRACT

This study was conducted to compare the metabolizable energy of the Korean starch foods by using an animal metabolic study with the calculation method by the well-known energy conversion factors. The experimental groups were 12 (7 Korean foods, 3 Western foods and 2 control foods); barley, brown rice, laver-rolled rice, rice mixed with vegetables and meat, seafood noodle soup, rice cake soup, and rice cake in hot pepper paste, pizza, hamburger, spaghetti, the basal diet (BD), and glucose. Each experimental diet was composed of 70% BD and 30% experimental food. After 3 days of adaptation, the rats were fed one of the experimental diets for 4 days. The AME of pizza, hamburger, and spaghetti, and rice cake soup, were significantly higher than that of the BD group ($p < 0.05$). For barley, brown rice, laver-rolled rice, rice mixed with vegetables and meat, seafood noodle soup, the differences between the actual and calculated metabolizable energy were 8.7, 13.3, 4.5, 17.2, and 4.1%, respectively; the actual metabolizable energy content were lower than the energy content calculated by using the Atwater conversion factor. The results of this study show that Korean foods have energy content that are significantly different from that calculated by using the conversion factors based on the food composition. Therefore, because Korean starch foods have considered high-calorie foods based on calculation methods, accurate determination of actual metabolizable energy content must be evaluated by using animal experiments.

Key words: Metabolizable energy, Substitution method, Energy conversion factor, Starch food, Rat.
Practical application.
The metabolizable energy of food is an important item in the food label. To evaluate the metabolizable energy by using the energy conversion factors in food with various vegetables, like Korean foods, can lead to considerable error. Thus, the energy evaluation by using animal model is more preferable in the food.

50 Introduction.
51
52 The concept of food energy has evolved from gross energy to metabolizable energy, and as suggested by Rubner,
53 not all of the gross energy can be used by the body (Moe 1994, Widdowson 1955). Metabolizable energy is
54 defined as the difference between the gross energy and the energy excreted as feces and urine (Widdowson
55 1955). Systematic studies of metabolizable energy of food were conducted by Rubner in Germany and Atwater
56 in the U.S. (Moe 1994, Widdowson 1955). Rubner used a bomb calorimeter to determine the gross energy of
57 proteins, fat, and carbohydrates in individual foods. Specifically for protein, he separated animal and plant
58 proteins, measured the energy loss by combusting the feces and urine, and showed that animal proteins and plant
59 proteins had different metabolizable energy levels (Buchholz and Schoeller 2004).
60 Atwater expanded Rubner's research and analyzed other macromolecules. He used data from digestibility
61 experiments of proteins, fat, and carbohydrates in humans, and suggested the concept of coefficient of
62 availability (Buchholz and Schoeller 2004). Atwater and Bryant applied this coefficient of availability to the
63 gross energy value of mixed diets. They specifically calculated the coefficient of availability of proteins and
64 lipids in the human body. From this, they found that 33.0536 kJ/g of protein, including the absorbed nitrogen in
65 the urine, is not completely oxidized and is excreted. They observed that correcting for this fact allowed better
66 experimental results. Based on these experiments, they established numbers known as the Atwater factor. The
67 reported Atwater factors for proteins, fat, and carbohydrates were 16.736, 37.2376, and 16.736 kJ/g of
68 available energy, respectively. The Atwater factor is equivalent to the current-day concept of metabolizable
69 energy. However, these factors show that the coefficients of availability of proteins, fat, and carbohydrates in
70 foods are 92%, 93%, and 97%, and that since low digestion leads to low coefficient of availability, calculations
71 using the Atwater factors can result in significant error (Southgate and Dossis 1970, Wilkes and Feltheim 1990,
72 Kusinall and others 2003). In other words, the Atwater factor is a calculated average based on the average
73 coefficient of availability. This signifies that the Atwater factor has room for error, but nonetheless, it has been
74 widely used around the world since the 1970s, including Korea, to calculate the metabolizable energy of foods
75 (Kim and others 1995, 1996).
76 Because of the recent changes in dietary consumption among Koreans, with high calories and high fat
77 content, nutritional imbalance has become more prevalent and incidences of chronic metabolic diseases have
78 been increasing. Since study results show that intake of high calorie and high fat foods can cause adult diseases
79 such as obesity, it is important to choose the right table foods to maintain a healthy lifestyle. Until recently,
80 adult diseases have been relatively less prevalent in Korea than in developed countries, and this can be attributed
81 to the consumption of difficult-to-digest starch foods (Kim and others 1996). Traditional Korean food uses a
82 variety of ingredients and cooking methods, which helps in maintaining a healthy body. However, the energy
83 calculation methods based on food composition show that traditional Korean foods are high in calories (Kim
84 and others 1996). These calculations based on the conversion coefficients do not consider the differences in
85 digestion because of interactions between the different ingredients and changes in the availability in different
86 cooking methods, thus, making the calculated values different from the actual energy the body obtains from
87 such foods. Especially, for analyzing foods that are high in dietary fiber with various ingredients, the calculation
88 method using conversion coefficients is known to grossly overestimate the energy contained in the food
89 (Southgate and Dossis 1970, Wilkes and Feltheim 1990, Kusinall and others 2003, Kim and others 1995,
90 1996). Previously published studies show that the actual metabolic availability in the body and calculated
91 calories using coefficients show a difference of up to 40% (Kim and others 1996, Kim and others 2010).
92 Because of these differences, a more accurate analysis of the energy bioavailability is necessary for a systematic
93 study of Korean food, and this data can serve as a basis for personally designed food menus with healthy diet.
94 Two types of experimental methods exist for determining metabolizable energy by using animals. One is full
95 feeding, where the entire amount of food that you want to find the metabolizable energy for, is fed at once. The
96 second is to provide the experimental food mixed with the basal diet of the rat. Full feeding of the experimental
97 food can have disadvantages such as low palatability to the experimental rat and nutritional imbalance (Kim
98 and others 1995). On the other hand, replacing a part of the basal diet can prevent these problems, and this
99 method is more desirable. Therefore, in this study, we aimed to determine the actual metabolizable energy of
100 traditional Korean foods by using an experimental animal method, to show the limitations of using calculation
101 methods based on conversion coefficients. Further, we measured the actual bioavailable energy in Korean foods
102 to show that are low-calorie and healthy in terms of the energy metabolism. To achieve these goals, we employed
103 30% of the basal diet of rat with experimental food, to minimize the effect of nutritional imbalance.
104
105

106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133

Materials and Methods.

Experimental design and animals.

The animals were divided into 12 experimental groups: the basal diet (BD) group, glucose group, 7 groups with representative Korean starch foods (barley [Dochoap], brown rice [Jupsoembap, B-Rice], laver-rolled rice [Jimbap Laver-Rice], rice mixed with vegetables and meat [bibimbap, MYM-Rice], seafood noodle soup [Jjamen], *knigolun*, S-Noodle), rice cake soup [Jjogjuk, R-Cake soup], and rice cake in hot pepper paste [Jjokbolliki, R-Cake hot]), and 3 groups with Western foods (pizza, hamburger, and spaghetti). The experimental animal used was the Sprague-Dawley rat with an average body weight of 215.1 ± 5.6 g. Each experimental group consisted of 6–8 rats. The total duration of the experiment was 7 days, including 3 days of adaptation to the diet and 4 days of collecting feces and urine. The animals were housed individually in a 30×30 -cm metabolic cage (Daejong Instrument, Seoul, Korea) and were fed at the same time each day. The light cycle in the facility was 12 h a day, and the ambient temperature was maintained at $22 \pm 2^\circ\text{C}$. The rats were allowed to consume water and food ad libitum. This study was conducted in accordance with the NIH guideline described in the Principles of Laboratory Animal Care and approved by the Animal Ethics Committee of the Korea Food Research Institute (Sooeden and Han 1994).

Experimental diet.

From basic information survey of Koreans and foreigners in Korea, 10 types of food, 7 Korean and 3 Western were selected and prepared in the same manner as for human consumption. Barley and B-Rice were prepared according to the typical preparation methods. L-Rice, R-MYM, S-Noodle, R-Cake soup and R-Cake hot were prepared according to the preparation methods by Yoon (2011). B brand of pizza from M manufacturer, and W brand of hamburger from W manufacturer were purchased and used. Spaghetti was prepared according to the preparation method by Bol-van Han. The prepared foods were freeze-dried and pin milled (100 mesh). The nutritional ingredient composition of the Korean foods and Western foods are listed in Table 2. To prevent moisture accumulation and changes in food content, the samples were stored in a -70°C freezer (JinLab Co., Korea). Further, the food was wind-dried for 6–8 h before they were fed as the experimental diet. Each

5.

134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160

experimental diet was composed of 70% BD that was made based on the nutritional seeds of the rat, and 30% experimental food. The feed was mixed, pelleted, and then fed to the rat.

The BD consisted mostly of corn starch and casein, and the nutritional content of the basal diet was adjusted to fulfill the nutrient requirements of rat, after considering that 30% will be replaced by the experimental foods (Table 3).

Gross energy content analysis and other analysis of the experimental diet, feces, and urine.

The gross energy content of the Korean foods samples, experimental diet, the feces and urine were determined by completely combusting the samples in a bomb calorimeter (Parr Co., USA). The amount of food fed and excrements collected were the same and at the same time daily, and the feces and urine that were collected were used as the experiment samples. The collected feces was sprayed using 0.5 N sulfuric acid, to prevent decomposition and volatilization of nitrogen compounds, dried at 72°C for 48 h, milled, and stored frozen at 10°C . Two milliliters of 0.1 N hydrogen chloride was added to the urine sample and was stored in the refrigerator at 4°C .

The gross energy of the experimental diet and fecal sample were measured by combusting in the crucible of the calorimeter after weighing. To measure the energy stored in the urine, the crucible of the calorimeter and the filter paper (Whatman No. 4) that was cut to fit the crucible were first weighed. Then, a specific amount of urine stored at 4°C was pipetted onto the filter paper, weighed, sufficiently dried, and completely combusted in the bomb calorimeter. The compound used as a standard was benzoic acid (26592.2556 J/g, Fisher Scientific Co., USA).

The crude protein, crude fat, and crude fiber content was analyzed using the Association of Official Analytical Chemists method, and the instruments used for analysis were Kjtech Auto (Model No. 11, Tecator Co., USA), Soxtrac (Model No. 1040, Tecator Co., USA), and Fibercor (Model No. 150, Tecator Co., USA), respectively (AOAC 2002). The nitrogen content of the urine was analyzed using the *Meliphat* method (1989).

The gross metabolizable energy content of the experimental samples was measured in terms of the apparent metabolizable energy (AME) and nitrogen-corrected apparent metabolizable energy (AMEn). The AME and AMEn were calculated using the following equations (Kim and others 1995, 1996, Milton and others 1982):

$$\text{AME (kJ/g)} = \frac{(\text{GEI} - \text{X}) - \text{Y}\text{eF}}{\text{Feed Intake (g)}} \quad 5.$$

$$\text{AMEn (kJ/g)} = \frac{(\text{GEI} - \text{X}) - \text{Y}\text{eF}}{\text{Feed Intake (g)}} \quad 6.$$

161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180

AME: Apparent metabolizable energy (kJ/g).

GEI: the gross energy per kg of consumed diet (kJ/g).

X: amount of diet consumed.

Y:eF: the total excreted energy (total energy of feces and urine, kJ) of the experimental rats that received the experimental diet.

AME per gram test ingredient (kJ/g) =

$$\text{AME per gram basal diet} \times \frac{\text{AME per gram test diet} - \text{AME per gram basal diet}}{0.3} \quad 7.$$

0.3: the ratio of experimental food to BD.

AMEn per gram test ingredient (kJ/g) =

$$\text{AME per gram test ingredient} - \frac{31.71888 \times (\text{Total N consumed (g)} - \text{Total N excreted (g)})}{\text{Feed Intake (g)}} \quad 8.$$

31.71888: Nitrogen correction coefficient (kJ/g urea nitrogen).

Statistical analysis.

All results of the experiment were presented as the mean with SEM, and the variance was analyzed using one-way analysis of variance, and the significance test between the averages was conducted using the Tukey test by SPSS (version 18.0.0, 2009), with $p < 0.05$ as the significance level threshold.

7.

181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209

Results.

In this study, we measured the food energy that was actually used in the body, to show that Korean foods are low-calorie healthy foods in terms of the energy metabolism of the human body. To do this, we replaced part of the basal diet with foods that mostly consist of starch.

The level of body weight change, dietary intake, energy intake, and nitrogen intake of each experimental group is listed in Table 4. There were no statistically significant differences in the level of body weight change and dietary intake in all groups. However, the gross energy intake of the pizza and hamburger groups was 64% and 74% higher, respectively, than that in the BD group ($p < 0.05$). The nitrogen intake of the pizza, hamburger, and spaghetti groups was significantly higher than that in the BD group ($p < 0.05$, Table 4).

The fecal energy excretion rate was higher for the hamburger group than that for the other experimental groups ($p < 0.05$, Table 5). Notably, the fecal energy difference between the hamburger and the BD groups was 65%. The urinary energy excretion of the pizza and spaghetti groups was significantly different from that of the glucose group ($p < 0.05$), but there were no significant differences, compared with that of the BD group. The fecal nitrogen excretion showed a trend similar to that of urinary energy excretion. Urinary nitrogen content was significantly higher in the S-Noodle, pizza, and hamburger groups than that in the BD group ($p < 0.05$).

Table 6 was listed the percentage of absorbed energy and nitrogen, which is the difference between the energy and nitrogen intake and excretion. For the absorbed energy content, the pizza and hamburger groups showed significantly higher absorbed energy than that in the BD group ($p < 0.05$). The absorbed nitrogen was not significantly different in any groups. The dietary AME and AMEn values calculated from the metabolic experiments in this study for each type of food used are listed in Table 7.

The AME of pizza, hamburger, and spaghetti, which were representative Western food, and R-Cake soup, a Korean food, was significantly higher than that of the BD group ($p < 0.05$). The AME calculated for each food was similar, however, the metabolizable energy of pizza, hamburger, and spaghetti (Western food), and R-Cake soup were significantly higher ($p < 0.05$) than the others. The nitrogen-corrected AMEn values were very similar to the AME values for all the food types.

The actual metabolizable energy content of the starch food samples measured in this experiment and the energy content calculated using conversion coefficients were listed in Table 8. The metabolizable energy calculated by using the energy coefficient and the actual metabolizable energy were vastly different. For the

8.

210 Korean foods barley, B-Rice, Laver-Rice, MVM-Rice, and S-Noodle, the differences with actual metabolizable
211 energies were 8.7, 13.3, 4.5, 17.2, and 4.1%, respectively, which were lower than the energy content calculated
212 by using the Atwater conversion factor. For pizza, hamburger, and spaghetti (Western foods), the actual
213 metabolizable energy content were, respectively, 8.8, 2.4, and 10.9% higher than the values calculated by using
214 the Atwater conversion factor. In addition, in R-Cake soup and R-Cake hot, the actual metabolizable energy
215 were, respectively, 10 and 3.2% higher than the values calculated by using the Atwater conversion factor.

217 Discussion

218
219
220 In this study, the metabolizable energy of the Korean starch foods was measured using experimental animals,
221 to determine the energy content more accurately. Currently, the energy conversion coefficients that are widely
222 used are considered to overestimate the energy content of Korean foods, which are generally made of a variety
223 of ingredients (Kim and others 1999).

224 During the metabolic experiments where representative Korean and Western starch foods replaced 30% of
225 the BD, the body weight or dietary intake did not vary in any experimental group (Table 4). Even in groups that
226 received a simple sugar, glucose, the average body weight did not decrease. This is believed to be because the
227 nutrients necessary for the rats were provided by the BD. The reason for higher gross energy intake in the
228 hamburger and pizza groups is that they contain higher calories than other foods. During the experiment, the
229 energy excretion was mainly through feces, and nitrogen was mainly excreted through urine (Table 5). In the
230 pizza and hamburger groups, where the protein content was high, nitrogen excretion was higher than that after
231 consuming other foods.

232 The actual AME of the foods (dry basis) ranged from 14.66 to 22.37 MJ/kg (Table 7). The AME of glucose,
233 a simple carbohydrate, was 15.901 MJ/kg. The absorption rate of glucose in an animal or human body is
234 assumed to be 100%, therefore, the gross energy value should be the same as the AME. The gross energy of
235 glucose was 13.883 ± 0.071 MJ/kg, and the AME measured by this study using animals was 13.516 ± 0.477
236 MJ/kg, showing no statistically significant differences (Data are not shown). This indicates that the
237 metabolizable energy evaluation method used in this experiment accurately determined the AME of each food,
238 which is consistent with results shown in previous studies (Kim and others 1995).

239

239 The AME determined by animal experiments in this study and that calculated using various existing
240 conversion coefficients was listed in Table 8. By using the Atwater conversion factor, for the Korean foods,
241 barley, B-Rice, Laver-Rice, MVM-Rice, and S-Noodle, the actual metabolizable energy was, respectively, 8.7,
242 13.3, 4.5, 17.2, and 4.1%, lower, and for pizza, hamburger, and spaghetti (Western foods), the actual
243 metabolizable energy content was, respectively, 8.8, 2.4, and 10.9% higher than the actual values. These results
244 are consistent with that shown in previous studies where when high content of difficult-to-digest carbohydrates
245 was ingested, it led to low digestion and coefficient of availability, and using the Atwater factor showed a
246 significant error (Soudagar and Dennis 1970, Winkler and Teitelbaum 1990, Rowland and others 2003, Kim and
247 others 1995, 1996, Kim and others 2010). In fact, barley and brown rice, with high content of difficult-to-digest
248 carbohydrates, and Laver-Rice and MVM-Rice, with a high amount of vegetable ingredients, is considered to
249 have low rates of digestion (Kim and others 1996). The results of this study show that Korean foods have energy
250 content that are significantly different from that calculated by using the calculation methods based on the food
251 composition. Therefore, because Korean foods have considered high-calorie foods based on calculation with the
252 energy conversion factors, accurate determination of actual metabolizable energy content must be evaluated by
253 using animal experiments. Thus, even the starch foods among the Korean foods that have a high content of
254 difficult-to-digest carbohydrates were shown to be very healthy foods.

255

257 Conclusion

258 The metabolizable energy of Korean foods with experimental animals differed from the energy content that are
259 calculated by conversion factor based on the food composition, especially with high content of difficult-to-
260 digest portion. Therefore, accurate determination of metabolizable energy content must be evaluated by using
261 animal experiments.

262

264 Acknowledgements

265
266 This study was supported by the Globalization of Korean Foods R&D program (911006-1), funded by the
267 Ministry of Food, Agriculture, Forestry and Fisheries, Republic of Korea. The contents do not reflect the views
268 or policies of the Department of Food, Agriculture, Forestry and Fisheries, nor do organizations imply
269 endorsement by the Republic of Korea government. We thank Kijung Sung for technical assistance in animal
270 experiment and care.

271 Author Contributions

272
273
274 E. Kim and J. Choi designed the research, H. Kim conducted the research, E. Kim and J. Choi wrote the paper,
275 E. Kim had primary responsibility for the final content. All authors read and approved the final manuscript.

276

277 Literature Cited.

278 AQAAC. 2002. Official methods of analysis. 17th ed. Arlington: Association Analytical Chemist.

280 Buchholz AC, Schoeller DA. 2004. Is a calorie a calorie? *Am J Clin Nutr* 79:899-906.

281 Kim E, Choi J, Choi K, Yoo J. 2010. The evaluation of metabolizable energy of Angelica Keiskei (Angelica, *white Maduro*) products. *Korean J Nutr* 43:1-5.

283 Kim EM, Woo SJ, Chee KM. 1996. A study on estimation of metabolizable energy content in starch foods and seaweeds. *Korean J Nutr* 29:251-9.

285 Kim EM, Woo SJ, Chee KM. 1995. The effects of food supplementation method, sex, and weight of experimental animal on metabolizable energy value. *Korean J Nutr* 28:717-23.

287 Knowlton LL, Campbell WW, Evans WJ. 2005. The Atwater energy equivalents overestimate metabolizable energy intake in older humans: results from a 96-day strictly controlled feeding study. *J Nutr* 135:2581-4.

289 Nisbet LS, Neuhem MC, Young RJ. 1982. Nutrition of the chicken. 3rd ed. London: ML Scott & Associates Press. p111-48.

291 Moe PW. 1994. Future directions for energy requirements and food energy values. *J Nutr* 124:1735S-42S.

292 Muthaiji BD. 1989. Spectrophotometric method for microdetermination of nitrogen in Kjeldahl digest. *J Assoc Off Anal Chem* 72:543-54.

294 Southgate DA, Cassa JU. 1970. Calorie conversion factors. An experimental re-assessment of the factors used in the calculation of the energy value of human diets. *Br J Nutr* 24:317-35.

296 Swodes P, Han J. 1994. *Handbook of Laboratory animal science*. London: CRC press.

297 Widdowson EM. 1955. Assessment of the energy value of human foods. London: Cambridge University Press. p16-23.

299 Wilber E, Telford W. 1990. Metabolizable energy of diets low or high in dietary fiber from fruits and vegetables when consumed by humans. *J Nutr* 120:1331-7.

301 Yoon SJ. 2011. Korean foods recipe. Seoul: Sujin Press.

302

303 Table 1 Explanations of Korean food items.

Foods	Korean name	Brief	Explanations
Barley	Borlag	cooked barley	
B-Rice	Hyumborlag	cooked brown rice	
Laver-Rice	Gyeong	laver-rolled rice	Vegetables and cooked egg are placed on seasoned rice. The ingredients are rolled in dried seaweed and sliced into bite-sized pieces.
MVM-Rice	Bibimbap	rice mixed with vegetables and meat	Rice topped with various cooked vegetables such as zucchini, mushroom, and bean sprouts, beef, fried egg and red chili paste, which should be mixed in thoroughly.
S-Noodle	Haeundalgajum	seafood noodle soup	Soup made with wheat noodle, zucchini, potato and seafood. Soy sauce seasoning may be added.
R-Cake soup	Tteokguk	rice cake soup	Soup with sliced ovals of rice cake (Korean-style, unsweetened rice cake) in a clear beef broth.
R-Cake hot	Tteppokki	rice cake in hot pepper paste	

306 Table 2 The Approximate analysis results of the experimental foods¹⁾.

	Moisture	Crude ash	Crude fat	Crude protein	Crude fiber	Nitrogen free extract
	%					
Barley	51.64±0.22	0.44±0.01	0.53±0.09	6.78±0.09	0.73±0.07	59.44±0.27
B-Rice	50.52±0.12	0.84±0.09	1.52±0.01	4.72±0.02	1.03±0.03	40.78±0.06
Laver-Rice	64.40±0.07	1.12±0.09	3.06±0.01	5.50±0.03	0.51±0.06	23.39±0.41
MVM-Rice	64.92±0.85	0.71±0.05	2.36±0.04	4.65±0.06	0.76±0.03	25.32±0.95
S-Noodle	87.63±0.65	0.85±0.01	0.17±0.03	2.65±0.09	0.19±0.04	2.61±0.08
R-Cake soup	80.43±0.33	0.56±0.05	2.41±0.12	3.13±0.09	0.36±0.02	10.83±0.16
R-Cake hot	67.68±0.27	1.14±0.04	0.53±0.13	3.12±0.01	0.63±0.04	24.60±0.52
Pizza	44.63±0.27	2.24±0.04	9.96±0.18	13.16±0.09	0.92±0.02	27.31±0.12
Hamburger	56.65±0.29	1.31±0.11	13.03±0.13	11.67±0.17	0.47±0.00	15.24±0.22
Spaghetti	71.85±0.19	0.96±0.19	2.73±0.17	5.52±0.03	0.52±0.04	15.92±0.77

307 ¹⁾ Values are mean ± SD, n=3.

309 Table 3 Formulation of basal diet.

Ingredient	Basal diet
	%
Corn starch ¹⁾	42.809
Casain ²⁾	17.500
Glucose ³⁾	13.200
Sucrose ⁴⁾	10.000
Soy oil ⁵⁾	5.000
Cellulose ⁶⁾	5.000
Mineral prem ⁷⁾	4.500
Vitamin prem ⁸⁾	1.300
Cystein ⁹⁾	0.590
Cholin, bitartrate ¹⁰⁾	0.300
BHT ¹¹⁾	0.001
Energy, MJ/kg	14.33
Protein	16.490
Lys	1.208
Met	0.467

310 ¹⁾ Cheiljedang Co.

311 ²⁾ International Ingredient Corporation.

312 ³⁾ Cheiljedang Co.

313 ⁴⁾ Sanyang Co.

314 ⁵⁾ Cheiljedang Co.

315 ⁶⁾ Sigma Co.

316 ⁷⁾ Dyets Inc. Vitamin premix provided the following in mg/kg or IU/kg diet: thiamine HCl, 7.8; riboflavin, 7.8;

317 calcium pantothenate, 20.8; niacin, 39; pyridoxine HCl, 9.1; folic acid, 2.6; biotin, 0.26; vitamin B12, 32.5 or

318 tocopherol acetate, 97.5; vitamin A palmitate, 5200; vitamin D3, 1300. Mineral premix provided the following

319 in mg/kg diet: Ca, 6429; P, 2007; K, 4629; Na, 1310; Cl, 2020; S, 384; Mg, 652; Fe, 45; Cu, 8; Mn, 13; Zn, 38.5;

320 Cr, 1.28; I, 0.257; Se, 0.19; F, 1.28; B, 0.64; Mo, 0.19; Si, 6.4; Ni, 0.64; Li, 0.13; V, 0.13.

322 Table 4 Body weight changes and, diet, gross energy and nitrogen intakes of the rats during the experimental period¹.

Dietary groups ²	Body weight change ³		Intakes ⁴						
	g/rat ⁵		Diet ⁶	Gross energy ⁷	Nitrogen ⁸				
	n	mean ± SEM	g/rat ⁴ days ⁹	kJ/rat ⁴ days ¹⁰	mg/rat ⁴ days ¹¹				
Basal diet(BD) ¹²	11.03	± 11.16 ^a	63.09	± 14.73 ^a	1088.48	± 254.17 ^a	1604.0	± 374.5 ^{ab}	
Glucose ¹³	2.31	± 8.39 ^a	63.90	± 9.96 ^a	1042.21	± 162.51 ^a	1241.7	± 193.6 ^a	
Barley ¹⁴	17.92	± 2.66 ^a	64.55	± 10.23 ^a	1059.11	± 172.64 ^a	1634.3	± 259.1 ^{ab}	
B-Rice ¹⁵	8.65	± 7.64 ^a	65.65	± 9.14 ^a	1099.73	± 153.16 ^a	1527.4	± 212.7 ^{ab}	
Laver-Rice ¹⁶	1.46	± 15.51 ^a	66.13	± 15.02 ^a	1147.99	± 260.84 ^{ab}	1694.5	± 385.0 ^{ab}	
MVM-Rice ¹⁷	16.18	± 3.85 ^a	73.25	± 9.70 ^a	1244.71	± 164.86 ^{ab}	1783.3	± 236.2 ^{ab}	
BD+ ¹⁸	S-Noodle ¹⁹	12.61	± 2.65 ^a	86.71	± 3.70 ^a	1444.86	± 61.73 ^{ab}	2349.4	± 100.4 ^{ab}
R-Cake soup ²⁰	22.00	± 4.57 ^a	84.16	± 6.17 ^a	1523.44	± 111.76 ^{ab}	2293.4	± 168.3 ^{ab}	
R-Cake hot ²¹	18.85	± 4.15 ^a	98.17	± 5.45 ^a	1617.08	± 89.74 ^{ab}	2160.9	± 119.9 ^{ab}	
Pizza ²²	23.31	± 3.63 ^a	98.66	± 4.37 ^a	1828.61	± 81.08 ^{ab}	2906.2	± 128.9 ^a	
Hamburger ²³	28.20	± 4.05 ^a	99.02	± 3.06 ^a	1894.53	± 58.63 ^a	2967.4	± 91.8 ^a	
Spaghetti ²⁴	25.98	± 2.17 ^a	92.03	± 3.31 ^a	1663.60	± 59.83 ^{ab}	2626.9	± 94.5 ^{ab}	

323 ¹ Values are means ± SEM, n=6-8. Means in a row with superscripts without a common letter differ, P< 0.05.

324

18.

325 Table 5 Energy and nitrogen loss of the rats¹.

Dietary groups ²	Energy ³		Nitrogen ⁴						
	Fecal ⁵	Urinary ⁶	Fecal ⁷	Urinary ⁸					
	kJ/rat ⁴ days ⁹		mg/rat ⁴ days ¹⁰						
Basal diet(BD) ¹¹	110.25	± 16.35 ^{ab}	32.43	± 6.54 ^{ab}	175.1	± 34.4 ^a	570.0	± 93.4 ^a	
Glucose ¹²	93.90	± 8.45 ^a	20.01	± 2.82 ^a	139.0	± 20.6 ^a	346.0	± 47.5 ^a	
Barley ¹³	119.38	± 16.30 ^{ab}	28.44	± 3.00 ^{ab}	229.3	± 33.0 ^a	610.8	± 86.7 ^{ab}	
B-Rice ¹⁴	104.97	± 11.65 ^{ab}	28.51	± 4.23 ^{ab}	178.5	± 22.2 ^a	567.3	± 76.2 ^{ab}	
Laver-Rice ¹⁵	100.54	± 18.51 ^{ab}	32.68	± 5.86 ^{ab}	189.5	± 42.4 ^{ab}	690.9	± 108.7 ^{ab}	
MVM-Rice ¹⁶	120.91	± 12.42 ^{ab}	34.60	± 4.24 ^{ab}	239.5	± 30.1 ^a	624.6	± 85.3 ^{ab}	
BD+ ¹⁷	S-Noodle ¹⁸	119.28	± 5.40 ^{ab}	43.97	± 7.18 ^{ab}	233.7	± 17.5 ^a	1114.3	± 179.8 ^{ab}
R-Cake soup ¹⁹	114.86	± 3.16 ^{ab}	26.34	± 2.00 ^{ab}	211.7	± 13.9 ^a	796.2	± 73.8 ^{ab}	
R-Cake hot ²⁰	148.80	± 7.30 ^{ab}	25.33	± 5.38 ^{ab}	249.7	± 21.9 ^a	652.4	± 37.2 ^{ab}	
Pizza ²¹	151.66	± 9.06 ^{ab}	48.57	± 4.87 ^{ab}	253.1	± 10.1 ^a	1041.6	± 141.7 ^{ab}	
Hamburger ²²	182.01	± 6.67 ^{ab}	40.44	± 6.84 ^{ab}	229.9	± 9.0 ^a	1332.2	± 63.7 ^a	
Spaghetti ²³	128.98	± 5.08 ^{ab}	49.25	± 8.00 ^{ab}	237.0	± 9.6 ^a	884.0	± 38.9 ^{ab}	

326 ¹ Values are means ± SEM, n=6-8. Means in a row with superscripts without a common letter differ, P< 0.05.

327

19.

328 Table 6 Energy and nitrogen absorbed and the ratio of absorbed/intake of the rats¹.

Dietary groups ²	Energy ³		Nitrogen ³	
	Absorbed ³	Absorbed/Intake ³	Absorbed ³	Absorbed/Intake ³
	KJ/rat 4 days ³	% ³	KJ/rat 4 days ³	% ³
Basal diet(BD) ²	945.8 ^a ± 235.0 ^a	85.7 ^a ± 1.4 ^a	858.9 ^a ± 248.7 ^a	50.5 ^a ± 3.5 ^a
Glucose ²	928.3 ^a ± 152.4 ^a	88.3 ^a ± 0.9 ^a	756.6 ^a ± 140.1 ^a	59.5 ^a ± 3.3 ^a
Barley ²	941.3 ^a ± 153.7 ^a	86.2 ^a ± 0.5 ^a	794.3 ^a ± 227.6 ^a	45.8 ^a ± 8.0 ^a
B-Rice ²	966.2 ^a ± 139.4 ^a	87.2 ^a ± 0.9 ^a	781.6 ^a ± 164.6 ^a	46.7 ^a ± 6.7 ^a
Laver-Rice ²	1014.8 ^a ± 236.7 ^a	88.0 ^a ± 0.6 ^a	814.0 ^a ± 358.4 ^a	41.6 ^a ± 12.1 ^a
MVM-Rice ²	1089.2 ^a ± 148.6 ^a	87.1 ^a ± 0.6 ^a	919.2 ^a ± 180.8 ^a	48.8 ^a ± 5.3 ^a
BD+ ² S-Noodle ²	1281.6 ^a ± 58.2 ^a	88.7 ^a ± 0.6 ^a	1001.3 ^a ± 197.1 ^a	42.4 ^a ± 8.3 ^a
R-Cake soup ²	1382.2 ^a ± 109.0 ^a	90.5 ^a ± 0.6 ^a	1285.5 ^a ± 222.2 ^a	54.1 ^a ± 5.9 ^a
R-Cake hot ²	1443.0 ^a ± 85.2 ^a	89.1 ^a ± 0.6 ^a	1258.8 ^a ± 102.3 ^a	58.0 ^a ± 2.0 ^a
Pizza ²	1628.4 ^a ± 75.5 ^a	89.0 ^a ± 0.3 ^a	1611.5 ^a ± 199.1 ^a	55.0 ^a ± 5.4 ^a
Hamburger ²	1672.1 ^a ± 54.7 ^a	88.2 ^a ± 0.6 ^a	1405.3 ^a ± 53.2 ^a	47.4 ^a ± 1.4 ^a
Spaghetti ²	1485.4 ^a ± 50.5 ^a	89.3 ^a ± 0.3 ^a	1505.8 ^a ± 83.1 ^a	57.2 ^a ± 1.8 ^a

329 ¹ Values are means ± SEM, n=6-8. Means in a row with superscripts without a common letter differ, P< 0.05...

330

331 Table 7 AME and AMEn of the diets and the foods¹.

Dietary groups ²	Dietary ³		Foods ³	
	AME ³	AMEn ³	AME ³	AMEn ³
	MJ/kg dry ³			
Basal diet(BD) ²	14.785 ^a ± 0.246 ^a	14.785 ^a ± 0.246 ^a		
Glucose ²	14.405 ^a ± 0.144 ^a	14.404 ^a ± 0.144 ^a	15.901 ^a ± 0.564 ^a	15.901 ^a ± 0.564 ^a
Barley ²	14.546 ^a ± 0.090 ^a	14.546 ^a ± 0.090 ^a	14.580 ^a ± 0.312 ^a	14.580 ^a ± 0.312 ^a
B-Rice ²	14.604 ^a ± 0.147 ^a	14.604 ^a ± 0.147 ^a	14.662 ^a ± 0.507 ^a	14.661 ^a ± 0.507 ^a
Laver-Rice ²	15.275 ^a ± 0.108 ^a	15.275 ^a ± 0.108 ^a	16.526 ^a ± 0.362 ^a	16.526 ^a ± 0.362 ^a
MVM-Rice ²	14.805 ^a ± 0.099 ^a	14.804 ^a ± 0.099 ^a	15.175 ^a ± 0.339 ^a	15.174 ^a ± 0.339 ^a
BD+ ² S-Noodle ²	14.773 ^a ± 0.095 ^a	14.772 ^a ± 0.095 ^a	14.990 ^a ± 0.323 ^a	14.989 ^a ± 0.323 ^a
R-Cake soup ²	16.391 ^a ± 0.100 ^a	16.391 ^a ± 0.100 ^a	20.259 ^a ± 0.337 ^a	20.259 ^a ± 0.337 ^a
R-Cake hot ²	14.684 ^a ± 0.091 ^a	14.684 ^a ± 0.091 ^a	15.030 ^a ± 0.317 ^a	15.029 ^a ± 0.317 ^a
Pizza ²	16.499 ^a ± 0.062 ^a	16.498 ^a ± 0.062 ^a	20.928 ^a ± 0.212 ^a	20.928 ^a ± 0.212 ^a
Hamburger ²	16.885 ^a ± 0.114 ^a	16.884 ^a ± 0.114 ^a	22.373 ^a ± 0.390 ^a	22.373 ^a ± 0.390 ^a
Spaghetti ²	16.147 ^a ± 0.056 ^a	16.146 ^a ± 0.056 ^a	19.734 ^a ± 0.191 ^a	19.734 ^a ± 0.191 ^a

332 ¹ Values are means ± SEM, n=6-8. Means in a row with superscripts without a common letter differ, P< 0.05...

333

234 Table 8 Comparison between AME values of foods in this experiment and the calculated values by various
 235 energy conversion factors.

Foods	AME by this experiment	by Atwater ¹	by Rubner ²	by FAO ³	by SoChen ⁴
MJ/kg as fed basis					
Barley	7.051	8.014	8.216	8.215	7.797
B-Rice	7.284	8.329	8.542	8.507	8.135
Laver-Rice	5.883	6.330	6.498	6.389	6.217
MVM-Rice	5.323	6.120	6.280	6.201	5.999
S-Noodle	1.854	1.931	1.980	1.975	1.875
R-Cake soup	3.965	3.627	3.726	3.636	3.577
R-Cake hot	4.828	5.218	5.350	5.345	5.086
Pizza	11.577	10.818	11.120	10.729	10.712
Hamburger	9.699	9.688	9.971	9.453	9.683
Spaghetti	5.535	5.020	5.154	5.052	4.932

236 ¹ Atwater's factors are 16.74, 37.67 and 16.74 kJ/g for protein, fat and carbohydrate, respectively.

237 ² Rubner's factors are 17.16, 38.93 and 17.16 kJ/g for protein, fat and carbohydrate, respectively.

238 ³ FAO's factors are 16.95, 35.04 and 17.25 kJ/g for protein, fat and carbohydrate, respectively.

239 ⁴ So Chen's factors are 15.91, 38.93 and 16.33 kJ/g for protein, fat and carbohydrate, respectively.

240 .

241 .

식품에너지에 대한 이해

The understanding of food energy

김은미 | 공정기술연구단

Kim Eun Mi | Processing Technology Research Group

식품에너지에 대한 정의

칼로리(calorie)는 단순한 정의로는 에너지의 단위이며 absolute J 단위로 4.184 J과 동등하다. 우리나라에서 식품의 표기사항과 출판매체에서 가장 널리 사용되는 것은 kilocalorie (1,000 cal, kcal)이다. 열역학적인 관점에서 에너지는 새로 발생하거나 사라질 수 없고 변환만 되는 것으로 알려져 있으며, 따라서 사람의 신체에서도 결국 에너지의 일정한 변환만 일어나게 된다. 간단한 예가 사람을 비롯한 동물에서 식품을 연소하여 열을 생성하는 것이다. 이것은 지금은 흔히 받아들여지는 개념이지만 18세기 초에는 이것은 전혀 알려지지 않은 개념이었다. Lavoisier는 0℃에 얼음과 guinea pig를 같이 놓았을 때, 10시간 후 0.37 kg의 얼음이 녹는 현상을 관찰하고 호흡을 통한 가스교환은 촛불이 타는 연소와 동일하다고 결론을 냈다. 또한 Crawford는 동물에 의해 소비되는 산소의 양이 물

질의 연소에 의해서 소비되는 양과 거의 동일하게 변환됨을 발견하였다. 이들은 perfect engine이라는 면에서 신체의 에너지 대사를 해석했는데, 식품학적인 관점이 아닌 순수한 열역학적 관점에서 식품의 에너지에 대한 새로운 개념을 정립하는데 결정적인 도움을 주었다.

그러나 사람이나 동물의 신체는 perfect engine은 아니며 열역학적으로 순수할 수도 없다. 지금은 식품의 연소로부터 발생하는 energy가 인체에서 이용이 가능한 에너지와 동일하지 않다는 것이 알려졌다. 이것이 metabolizable energy의 개념이다. 이것은 식품이 가진 gross energy와 분과 노에 함유된 에너지의 차이이다(이들은 모두 bomb calorimeter로 측정한다). 이러한 식품의 gross energy와 이용 가능한 에너지에 대한 체계적인 연구는 독일의 Rubner와 미국의 Atwater에 의해서 수행되었다. Rubner는 Bomb calorimeter를 사용하여 개개별 식품에서 발견되는 많은 단백질, 지

<별첨 3 : 한식관련 홍보내용(리스트)>

김은미 박사님 언론보도						
일시	내용	보도기관	연구자	소속	비고	구분
03월 29일	한국식품연구원, 동물실험결과 비빔밥 열량 피자보다 크게 낮다	국민일보	김은미	공정기술연구원		중앙일간지
03월 29일	한식 먹으면 살 덜찌는 원인 밝혀냈다	한국일보	김은미	공정기술연구원		중앙일간지
03월 29일	배설열량으로 재평가한 비빔밥	중앙일보	김은미	공정기술연구원		중앙일간지
03월 29일	비빔밥, 현미밥 열량 알고보니 10% 적어	매일경제	김은미	공정기술연구원		중앙일간지
03월 29일	비빔밥, 현미밥 열량 10% 과대평가... 피자 10% 과소평가	아주경제	김은미	공정기술연구원		중앙일간지
03월 29일	비빔밥, 현미밥 열량 낮은 건강식	아시아투데이	김은미	공정기술연구원		중앙일간지
03월 29일	배설열량으로 재평가한 비빔밥	JTBC	김은미	공정기술연구원	인터뷰	TV(radio)
03월 29일	비빔, 현미밥 알고보니 저열량 건강식	SBS	김은미	공정기술연구원		TV(radio)
03월 29일	비빔, 현미밥 알고보니 저열량 건강식	OBS	김은미	공정기술연구원		TV(radio)
03월 29일	비빔, 현미밥 알고보니 저열량 건강식	디지털타임스	김은미	공정기술연구원		TV(radio)
03월 29일	비빔, 현미밥 알고보니 저열량 건강식	교통방송	김은미	공정기술연구원		TV(radio)
03월 29일	비빔밥, 현미밥 열량 10% 과대평가... 피자 10% 과소평가	공감코리아	김은미	공정기술연구원		전문(지방)지
03월 29일	비빔밥, 현미밥 열량의 논란... 10% 과대평가, 피자 10% 과소평가	서울시정일보	김은미	공정기술연구원		전문(지방)지
03월 29일	한식의 생체에너지를 측정, 저열량 식품 과학적으로 입증	일간연예스포츠	김은미	공정기술연구원		전문(지방)지
03월 29일	비빔밥, 현미밥 열량은 과대, 피자는 과소평가	그린포스트코리아	김은미	공정기술연구원		전문(지방)지
03월 29일	한식= 저열량 식품 과학으로 입증	푸드투데이	김은미	공정기술연구원		전문(지방)지
03월 29일	한식, 저열량 식품 과학적 입증	보건뉴스	김은미	공정기술연구원		전문(지방)지
03월 29일	한식, 서양식 대비 저열량 식품 과학으로 규명	식품저널	김은미	공정기술연구원		전문(지방)지
03월 29일	비빔, 현미밥 알고보니 저열량 건강식	KBS	김은미	공정기술연구원		TV(radio)
03월 29일	비빔, 현미밥 알고보니 저열량 건강식	MBC	김은미	공정기술연구원		TV(radio)
05월 17일	MBC '다큐프라임' 소비자에게 좋은 우유를 선택할 수 있는 기준 제시	MBC	김은미	공정기술연구원	인터뷰	TV(radio)
07월 12일	SBS 출발 모닝와이드 - 문어와 부추의 음식궁합에 대한 자문 및 자료 요청	SBS	김은미	공정기술연구원	자료요청	TV(radio)
11월 21일	아리랑국제방송 다큐멘터리 '김치' 김치의 조류인플루엔자 예방효과 관련	아리랑TV	김영진, 김은미	발효기능연구원	인터뷰	TV(radio)
5월호	한식과 건강한 외식문화	서울식품안전신문	김은미	공정기술연구원	기고	전문(지방)지
6월호	한식의 우수성	서울식품안전신문	김은미	공정기술연구원	기고	전문(지방)지

<별첨 4 : 실험에 사용한 한식 및 서양식 레시피와 제조방법>

	준비시료	제조법
주 식 (9)	쌀밥(100%) 보리밥(100%) 현미밥(100%) 떡국 라면 김밥 비빔밥 비빔밥(소스제외) 해물갈국수	상용방법에 따름 상용방법에 따름 상용방법에 따름 상용방법에 따름 상용방법에 따름 상용방법에 따름 윤숙자 자랑스런 한국음식 100선 윤숙자 자랑스런 한국음식 100선 윤숙자 자랑스런 한국음식 100선
국/ 탕 류 (5)	설렁탕 육개장 갈비탕 삼계탕 해물탕	윤숙자 자랑스런 한국음식 100선 윤숙자 자랑스런 한국음식 100선 윤숙자 자랑스런 한국음식 100선 윤숙자 자랑스런 한국음식 100선 윤숙자 자랑스런 한국음식 100선
찬 류 (14)	김치 콩나물무침 시금치나물무침 불고기 제육볶음 쇠고기장조림 삼겹살 고등어 구이 ⁸⁾ 고등어 조림 ⁹⁾ 갈치구이 잡채 해물파전 멸치볶음 생선전	주)대상 종가집 김치 ¹⁰⁾ 윤숙자 자랑스런 한국음식 100선, 500선 윤숙자 자랑스런 한국음식 100선, 500선 윤숙자 자랑스런 한국음식 100선, 500선 윤숙자 자랑스런 한국음식 100선, 500선 윤숙자 자랑스런 한국음식 100선, 500선 주제별 행복요리 천국, 베비로즈의 요리비책 주제별 행복요리 천국, 베비로즈의 요리비책 주제별 행복요리 천국, 베비로즈의 요리비책 한복선/엄마의 밥상, 베비로즈의 요리비책 윤숙자 자랑스런 한국음식 100선, 500선 윤숙자 자랑스런 한국음식 100선, 500선 윤숙자 자랑스런 한국음식 100선, 500선 윤숙자 자랑스런 한국음식 100선, 500선
찌 개 류(2)	김치찌개 된장찌개	윤숙자 자랑스런 한국음식 100선, 500선 윤숙자 자랑스런 한국음식 100선, 500선
외 국 메 뉴 (7)	돈가스 스테이크 피자 스파게티 햄버거 프랜치후라이드 후라이드 치킨	상용방법에 따름 한복선/엄마의 밥상, 베비로스/엄마가 해주는 세계요리 미스터 피자 ¹¹⁾ 한복선/엄마의 밥상, 베비로스/엄마가 해주는 세계요리 버거킹 ¹²⁾ 버거킹 ¹³⁾ BBQ(2011 프랜차이즈 랭킹 -인지도 1위) ¹⁴⁾
기 타 (3)	고추장 된장 떡볶이	대상 순창고추장 문옥례 전통된장 주제별 행복요리 천국, 베비로즈의 요리비책

8) 국민건강영양조사 제 4기 3차연도(2009, 식품섭취 빈도(전체, p208))

9) 국민건강영양조사 제 4기 3차연도(2009, 식품섭취 빈도(전체, p208))

10) 이데일리 창업-2011.05.13 : <http://efn.edaily.co.kr/Brandnews/NewsTotalRead>

11) 이데일리 창업-2011.05.13 : <http://efn.edaily.co.kr/Brandnews/NewsTotalRead>

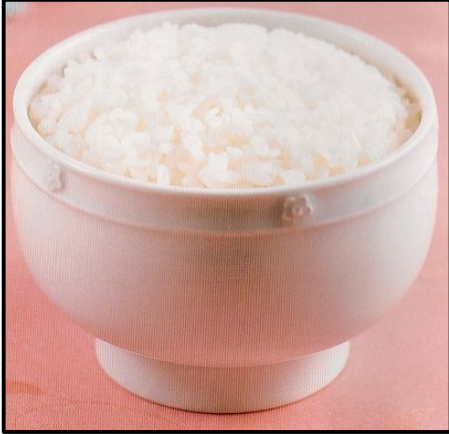
12) 이데일리 창업-2011.05.20 : <http://efn.edaily.co.kr/BrandNews/NewsTotalRead.asp?newsid=01836806596250888>

13) 이데일리 창업-2011.05.20 : <http://efn.edaily.co.kr/BrandNews/NewsTotalRead.asp?newsid=01836806596250888>

14) 이데일리 창업-2011.05.13 : <http://efn.edaily.co.kr/Brandnews/NewsTotalRead>.

1. 주식(9종)

1) 쌀밥(제조량: 10kg)



(1) 만드는 법

쌀을 물에 충분히 불린 후, 압력솥에 넣어 끓인다.

(2) 재료 및 분량

재료	(%)
멥쌀	42.86
물	57.14
Total	100.00

2) 보리밥(제조량: 10kg)



(1) 만드는 법

보리와 쌀을 물에 충분히 불린 후 압력솥에 넣어 끓인다.

(2) 재료 및 분량

재료	(%)
찰보리	31.30
멥쌀	7.83
물	60.87
Total	100.00

3) 현미밥(제조량: 10kg)



(1) 만드는 법

현미와 쌀을 물에 충분히 불린 후 압력솥에 넣어 끓인다.

(2) 재료 및 분량

재료	(%)
현미	38.93
물	61.07
Total	100.00

4) 떡국(제조량: 30kg, 국물포함)



(1) 만드는 법

- ① 냄비에 핏물을 제거한 쇠고기와 물을 넣고 끓인 후 향채를 넣어 더 끓인다. 쇠고기는 건져 양념장으로 양념하고, 국물은 식혀 면보에 걸러 육수를 만든다.
- ② 냄비에 육수를 붓고 끓인 후 떡을 넣고 좀 더 끓인다. 떡이 익으면, 파를 넣고 청장과 소금으로 간을 한 후 끓인다. 그릇에 담고, 쇠고기와 지단을 올린다.

(2) 재료 및 분량

		재료	%
		떡	24.66
		육수*	65.77
		쇠고기(사태)**	6.58
양념장**		청장	0.12
		다진파	0.05
		다진마늘	0.06
		후춧가루	0.00
		청장	0.25
		소금	0.25
		달걀지단	1.44
		파	0.82
		Total	100.00
육수*		쇠고기	11.86
		물	86.96
		파	0.79
		마늘	0.40
		Total	100.00

5) 라면(제조량: 약 20kg, 국물포함)



(1) 만드는 법

끓는 물에 라면과 스프를 넣고 조리한다.

(2) 재료 및 분량

재료	%
라면	17.91
물	82.09
Total	100.00

* 신라면 (농심) : 라면 시장 점유율 1위 (2012년 4월 기준) 자료=AC닐슨

6) 김밥(제조량: 30kg)



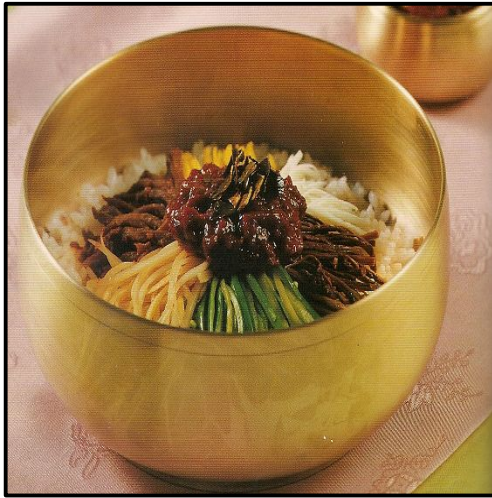
(1) 만드는 법

- ① 밥에 소금과 참기름을 넣고 양념한다.
- ② 팬을 달구어 식용유를 두르고 당근, 오이 우영 쇠고기를 각각 볶고, 달걀은 풀어서 부친다.
- ③ 김은 약불에 살짝 구워 김발에 놓고, 그 위에 밥과 준비한 재료를 넣고 둥글게 만든다.

(2) 재료 및 분량

	재료	%
	밥	59.73
	소금	0.25
	참기름	1.06
	당근	3.27
	오이	4.91
	우영	4.91
	단무지	5.73
	다진쇠고기*	6.55
	달걀	9.82
	소금	0.08
	김	0.49
	식용유	1.42
쇠고기양념*	간장	0.98
	설탕	0.16
	다진파	0.19
	다진마늘	0.11
	깨소금	0.16
	후추가루	0.01
	참기름	0.16
	Total	100.00

7) 비빔밥(제조량:40kg)



(1) 만드는 법

- ① 팬을 달구어 식용유를 두르고 애호박, 도라지, 고사리, 쇠고기(우둔)을 각각 넣어 볶는다.
- ② 냄비에 다진 쇠고기, 다진 파, 다진 마늘, 참기름을 넣고 볶다가 고추장과 설탕, 참기름을 넣고 볶은 후 물을 붓고 3분 정도 더 볶아 약고추장을 만든다.
- ③ 밥을 그릇에 담고 준비한 재료와 약고추장을 올린다.

(2) 재료 및 분량

	재료	%
	밥	60.49
	애호박	4.84
	껍질벗긴 도라지	7.26
	우둔*	4.84
	불린 고사리*	8.47
	달걀	3.02
	식용유	0.79
양념장*	간장	1.09
	설탕	0.36
	다진 파	0.54
	다진 마늘	0.33
	깨소금	0.12
	후춧가루	0.02
	참기름	0.24
약고추장	고추장	2.87
	다진 쇠고기	0.60
	다진 파	0.27
	다진 마늘	0.17
	설탕	0.36
	참기름	0.59
	물	2.72
Total		100.00

8) 비빔밥(제조량:40kg, 소스제외)



(1) 만드는 법

- ① 팬을 달구어 식용유를 두르고 양념한 표고버섯과 쇠고기, 고사리를 볶는다.
- ② 시금치와 숙주는 삶은 후 물기를 짜고 양념을 한다.
- ③ 팬에 식용유를 두르고 당근을 볶는다.
- ④ 밥을 그릇에 담고 준비한 재료와 김을 올린다.

(2) 재료 및 분량

	재료	%
	밥	49.73
	애호박	14.92
	껍질벗긴 도라지	9.95
	우둔*	5.97
	불린 고사리*	9.95
	달걀	5.97
	식용유	1.29
양념장*	간장	0.90
	설탕	0.30
	다진 파	0.45
	다진 마늘	0.27
	깨소금	0.10
	후춧가루	0.01
	참기름	0.20
Total		100.00

9) 해물칼국수(제조량:30kg)



(1) 만드는 법

- ① 팬을 달구어 멸치와 마른새우를 넣고 중불에서 볶는다.
- ② 냄비에 물을 붓고, 무와 멸치 마른새우를 넣어 끓인 후 중불에서 더 끓이다가 다시마를 넣고 불을 끈다. 5분 정도 두었다가 체에 받쳐 청장과 소금으로 간을 맞춰 칼국수 국물을 만든다.
- ③ 냄비에 칼국수 국물을 붓고 센불에서 끓으면, 재료를 넣어 5분 정도 끓인 후 다진마늘과 파를 넣고 더 끓인다.

(2) 재료 및 분량

	재료	%
	생칼국수	11.10
	칼국수 육수*	72.64
	청장	0.16
	소금	0.12
	감자	1.82
	애호박	1.82
	파	0.69
	다진마늘	0.22
	새우	2.02
	홍합	1.35
	바지락	8.07
	Total	100.00
육수*	무	1.96
	멸치	1.13
	마른새우	0.43
	다시마	0.87
	물	95.61
Total		100.00

2. 국/탕류(5종)

1) 설령탕(제조량 : 40kg)



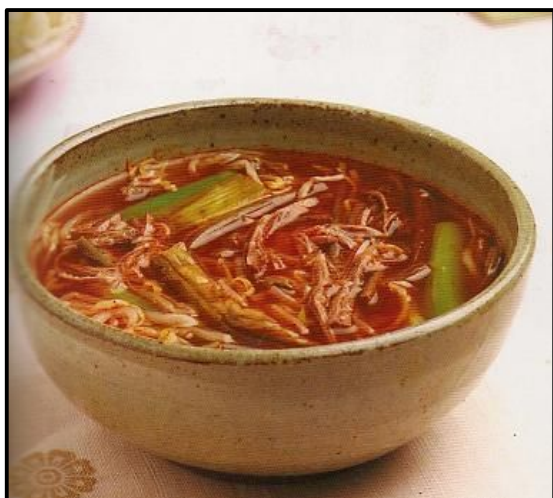
(1) 만드는 법

- ① 끓는 물에 사골, 도가니, 양지머리와 사태를 삶은 후 건진 다음, 냄비에 사골과 도가니를 넣고 끓인다.
- ② 거름과 기름은 걸어내고, 양지머리와 사태를 넣어 끓이다가 향채를 넣고 더 끓인다.
- ③ 양지머리와 사태는 썰고, 육수는 식혀 기름을 걸어낸다.
- ④ 냄비에 국물을 붓고 센불에서 끓여 소금과 후추로 간을 맞춘다.
- ⑤ 그릇에 썰어 놓은 고기와 국물을 담고 파를 얹는다.

(2) 재료 및 분량

재료	%
사골	10.46
도가니	6.27
쇠고기(양지머리)	5.75
쇠고기(사태)	2.09
물	73.20
파	0.31
마늘	0.68
생강	0.21
양파	0.52
소금	0.08
후추가루	0.00
파	0.42
Total	100.00

2) 육개장(제조량: 40kg)



(1) 만드는 법

- ① 냄비에 핏물을 뺀 쇠고기와 물을 붓고, 센불에서 끓인후 중불로 낮추어 1시간 정도 더 끓인다. 향채를 넣고 끓인 후 쇠고기는 건져 내 결대로 찢어 양념하고, 육수는 식혀 면보에 거른다.
- ② 숙주와 파를 데친다.
- ③ 불린 고사리와 토란대, 숙주, 파에 양념장을 넣고 양념한다.
- ④ 냄비에 육수를 붓고 끓인 후 양념한 재료를 넣고 센불에서 끓이다가 중불로 낮추어 더 끓인다. 맛이 우러나면 소금으로 간을 맞춘다.

(2) 재료 및 분량

	재료	%
	육수*	74.38
	쇠고기(양지머리)**	11.44
	불린고사리***	2.57
	불린토란대***	2.57
	데친 숙주***	3.01
	데친 파***	2.19
양념장**	청장	0.51
	다진파	0.80
	다진마늘	0.46
	고추기름	0.74
	참기름	0.19
양념***	청장	0.17
	고춧가루	0.13
	다진파	0.27
	다진마늘	0.15
	참기름	0.06
	소금	0.32
	Total	100.00
육수*	쇠고기(양지머리)	8.81
	물	88.07
	파	2.20
	마늘	0.92
Total		100.00

3) 갈비탕(제조량: 40kg)



(1) 만드는 법

- ① 냄비에 물을 붓고 갈비를 넣어 튀긴다.
- ② 냄비에 갈비와 물을 붓고 센불에서 끓인 후 중불로 낮추어 1시간 30분 정도 끓이고 무와 향채를 넣어 좀 더 끓인다.
- ③ 무는 건져서 썰고, 육수는 식혀 면보에 걸러 기름을 걷어낸다.
- ④ 냄비에 갈비와 무를 넣고 육수를 부어 끓이다가 청장과 소금으로 간을 하고 더 끓인다.
- ⑤ 그릇에 갈비탕을 담고 지단과 파를 얹는다.

(2) 재료 및 분량

		재료	%
		육수*	63.18
		청장	0.45
		소금	0.39
		파	0.85
		달걀	1.13
		식용유	0.15
		갈비	33.85
		Total	100.00
육수*	쇠갈비		12.92
	물		80.75
	무		2.91
	파		0.65
	마늘		0.68
	양파		2.10
Total			100.00

4) 삼계탕(제조량 : 40kg)



(1) 만드는 법

- ① 냄비에 황기와 물을 부어 끓인 다음 체에 밭쳐 황기물을 만든다.
- ② 영계의 배속에 참쌀과 수삼, 마늘, 대추를 넣고 다리를 엇갈리게 끼운다.
- ③ 냄비에 영계와 황기물을 붓고 끓인 후 소금과 후추로 간을 맞춘다.
- ④ 그릇에 담고 지단과 파를 얹는다.

(2) 재료 및 분량

재료		%
	영계	42.41
	참쌀	4.24
	황기물*	50.12
	수삼	0.67
	마늘	0.39
	대추	0.31
	달걀	1.35
	식용유	0.09
	파	0.31
	소금	0.12
	후춧가루	0.01
	Total	100.00
황기물*	황기	0.66
	물	99.34
Total		100.00

5) 해물탕(제조량 : 40kg)



(1) 만드는 법

- ① 오징어, 새우 꽃게는 손질 후 자른다.
- ② 양파, 무, 미나리, 쪽갓은 손질 후 썬다.
- ③ 냄비에 해물과 무, 양파를 담고 양념장과 물을 부어 센불에 끓인다.
- ④ 파와 미나리를 넣고 중불에서 더 끓인 후 쪽갓을 넣고 불을 끈다.

(2) 재료 및 분량

	재료	%
	오징어	22.70
	새우	8.73
	꽃게	26.19
	홍합살	4.36
	굴	4.36
	조갯살	4.36
	양파	8.73
	무	8.73
	미나리	2.62
	파	0.87
	쪽갓	2.62
양념장	청장	1.57
	고추장	0.52
	소금	0.52
	고춧가루	0.92
	다진 파	1.22
	다진 마늘	0.70
	후춧가루	0.26
	Total	100.00

3. 찬류(14종)

1) 김치(약 40kg)



종갓집 김치 : 2011년 한국산업의 고객만족도 (KCSI) 조사 결과

2) 콩나물무침(제조량 : 20kg)



(1) 만드는 법

- ① 콩나물은 뿌리를 다듬어 씻는다.
- ② 냄비에 물을 붓고 소금과 콩나물을 넣어 삶아서 체에 받쳐 물기를 뺀다.
- ③ 삶은 콩나물에 양념을 넣고 고루 무친다.

(2) 재료 및 분량

		재료	%
		콩나물	91.46
		소금	1.52
		통깨	0.61
		깨소금	0.61
양념장		다진 파	2.13
		다진 마늘	1.68
		참기름	1.98
Total			100.00

3) 시금치나물부침(제조량: 20kg)



(1) 만드는 법

- ① 시금치는 손질 후 물에 씻는다.
- ② 물이 끓으면 소금과 시금치를 넣고 데친 후 찬물로 헹구고 물기를 살짝 짠다.
- ③ 시금치에 양념장을 넣고 무친다.

(2) 재료 및 분량

재료		%
	시금치	93.50
	소금	1.40
	청장	0.70
양념장	다진 파	1.05
	다진 마늘	0.65
	통깨	0.82
	참기름	1.87
Total		100.00

4) 불고기(제조량: 30kg)



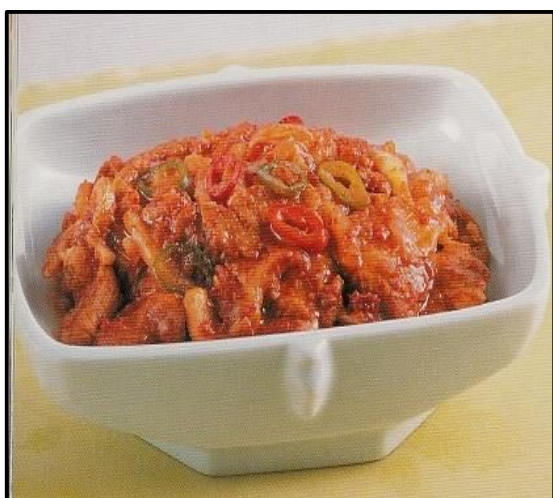
(1) 만드는 법

- ① 쇠고기에 양념장을 넣고 간이 배이도록 주무른 후, 양파를 넣고 재운다.
- ② 팬을 달구어 쇠고기를 넣고 센불에서 굽는다.

(2) 재료 및 분량

재료	(%)
쇠고기(등심)	40.21
양파	26.81
상추	13.40
간장	4.83
설탕	1.61
배즙	6.70
꿀	1.27
다진파	1.88
다진마늘	1.07
깨소금	0.40
후춧가루	0.07
참기름	1.74
Total	100.00

5) 제육볶음(제조량: 30kg)



(1) 만드는 법

- ① 돼지고기에 양념장을 넣고 간이 배이도록 재운다
- ② 팬을 달구어 식용유를 두르고 돼지고기를 넣고 센불에서 볶다가 양파를 넣고 중불로 낮추어 더 볶는다.
- ③ 청, 홍고추와 파를 넣고 좀 더 볶는다.

(2) 재료 및 분량

	재료	%
	돼지목살*	51.70
	양파	17.23
	청고추	1.72
	홍고추	2.58
	파	4.31
	식용유	2.24
	고추장	3.27
	간장	2.07
	설탕	2.07
	고춧가루	3.62
양념장*	청주	2.58
	다진마늘	2.76
	생강즙	2.76
	통깨	0.34
	후춧가루	0.05
	참기름	0.69
Total		100.00

6) 쇠고기 장조림(제조량: 25kg)



(1) 만드는 법

- ① 쇠고기는 핏물을 제거 후 썬다.
- ② 냄비에 쇠고기와 물을 넣고 끓인 후 향채를 넣고 좀 더 끓인다.
- ③ 쇠고기가 익으면 간장과 설탕을 넣고 졸인다.
- ④ 마늘과 파리고추를 넣고 좀 더 끓인다.

(2) 재료 및 분량

재료		%
	쇠고기(우둔살)	46.08
	파리고추	11.52
	마늘	11.52
	파	2.30
양념장	간장	23.04
	설탕	5.53
Total		100.00

8) 고등어 구이(제조량: 20kg)



(1) 만드는 법

- 손질한 고등어를 굽는다.
- 한 조각: 114.89±8.29

(2) 재료 및 분량

재료	%
고등어	100.00
Total	100.00

7) 삼겹살(제조량: 20kg)



(1) 만드는 법

- 삼겹살을 팬에 굽는다.

(2) 재료 및 분량

재료	%
삼겹살	100.00
Total	100.00

9) 고등어 조림(제조량 : 25kg)



(1) 만드는 법

- ① 냄비에 무를 깔고 양념장의 1/2를 끼얹고, 손질한 고등어와 마늘, 생강, 나머지 양념장을 넣고 물을 붓는다.
- ② 센불에서 끓으면 뚜껑을 덮고 중불로 낮추어 국물을 끼얹어가며 조리한다.
- ③ 국물이 조려지면, 청,홍고추와 파를 넣고 좀 더 조리한다.

(2) 재료 및 분량

	재료	%
	고등어	45.44
	무	17.21
	마늘	1.24
	생강	0.96
	청고추	1.24
	홍고추	1.10
	파	2.20
	물	20.66
양념장	간장	4.96
	고추장	3.92
	고춧가루	0.96
	설탕	0.08
	후춧가루	0.01
Total		100.00

10) 갈치 구이(제조량 : 20kg)



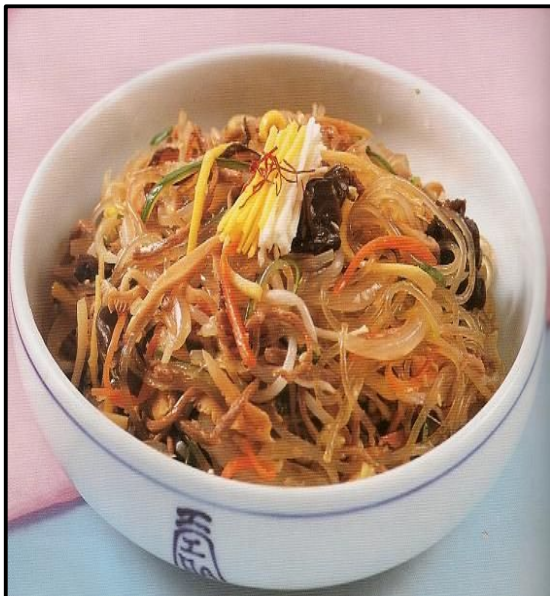
(1) 만드는 법

- ① 손질한 갈치에 소금을 뿌려 간을 하고 10분 정도 두었다가 물기를 닦는다.
- ② 생선포에 밀가루를 묻힌 후 굽는다.

(2) 재료 및 분량

재료	%
갈치	95.51
소금	0.48
밀가루	2.29
식용유	1.72
Total	100.00

11) 잡채(제조량 : 25kg)



(1) 만드는법

- ① 팬을 달구어 식용유를 두르고, 쇠고기, 표고버섯, 목이 버섯을 넣고 중불에서 볶는다.
- ② 오이와 당근은 센불에서 볶고, 도라지와 양파는 중불에서 볶는다.
- ③ 냄비에 물을 붓고 센불에서 끓으면 소금과 숙주를 넣고 데친 후 체에 받쳐 물기를 빼고 양념한다.
- ④ 당면을 삶아 건져 양념장을 넣고 무친다.
- ⑤ 팬에 식용유를 두르고, 중불에서 당면을 살짝 볶는다.
- ⑥ 당면과 준비한 재료를 함께 넣어 고루 버무려 그릇에 담고, 황백지단을 곁들여 얹는다.

(2) 재료 및 분량

	재료	(%)
	당면*	48.08
	소고기**	11.57
	표고***	4.63
	목이***	2.97
	오이	3.91
	당근	3.39
	도라지	4.42
	양파	4.58
	숙주 삶은 것****	4.42
	계란 지단	1.67
당면 양념*	간장	2.97
	설탕	1.98
	통깨	0.58
	참기름	1.07
소고기 양념**	간장	1.04
	설탕	0.23
	파	0.28
	마늘	0.16
	깨	0.12
	후춧가루	0.02
	참기름	0.02
버섯 양념***	간장	0.74
	설탕	0.17
	파	0.20
	마늘	0.12
	깨	0.08
	후춧가루	0.02
숙주양념****	숙주 소금	0.08
	숙주 참기름	0.33
Total		100.00

12) 해물파전(제조량 : 20kg)



(1) 만드는 법

- ① 해물은 소금물에 씻어 체에 받쳐 물기를 빼고 양념을 넣고 재운다.
- ② 쪽파와 청, 홍 고추를 썰다.
- ③ 밀가루에 멥쌀가루 소금, 물을 넣고 반죽을 만든다.
- ④ 팬을 달구어 중불에서 반죽을 둥글게 만든다.
- ⑤ 반죽 위에 쪽파를 넣고 준비한 청, 홍고추를 얹은 후 반죽을 더 떠서 고루 편 다음 풀어 놓은 달걀물을 끼얹는다.
- ⑥ 중불에서 지져 익으면, 뒤집어 뚜껑을 덮고 더 지진다.

(2) 재료 및 분량

	재료	%
	홍합살*	10.63
	조갯살*	7.44
	굴*	7.44
	쪽파	21.27
	청고추	1.06
	홍고추	1.60
	달걀	6.38
	식용유	9.04
반죽	밀가루	10.10
	찹쌀가루	3.19
	소금	0.11
	물	21.27
양념*	소금	0.43
	후추가루	0.03
Total		100.00

13) 멸치볶음(제조량 :20kg)



(1) 만드는 법

- ① 냄비에 식용유를 두르고 멸치를 볶는다.
- ② 냄비에 양념장을 넣고 끓으면 볶아 놓은 멸치를 넣고 더 볶다가 참기름과 통깨를 뿌린다.

(2) 재료 및 분량

재료		%
	멸치	39.53
	청고추	5.64
	홍고추	5.64
양념장	간장	3.37
	설탕	4.51
	다진 파	2.58
	다진 마늘	3.16
	식용유	7.33
	참기름	4.51
	통깨	2.27
	꿀	21.48
Total		100.00

14) 생선전(제조량 : 20kg)



(1) 만드는 법

- ① 생선포에 소금과 후춧가루를 뿌려 간을 하고 10분 정도 두었다가 물기를 닦는다.
- ② 생선포에 밀가루와 달걀물을 섞은 후 중불에서 굽는다.

(2) 재료 및 분량

재료	%
동태	85.59
소금	0.09
후춧가루	0.03
밀가루	1.80
달걀	10.27
식용유	2.23
Total	100.00

4. 찌개류(2종)

1) 김치찌개(제조량 : 20kg)



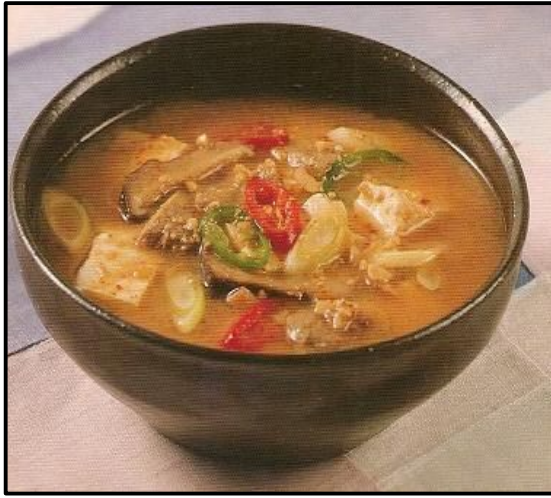
(1) 만드는 법

- ① 냄비에 물을 붓고 무와 양파를 넣어 센불에서 끓으면 중불로 낮추어 좀 더 끓인다. 다시마를 넣고 불을 끈 다음 5분 정도 두었다가 체에 걸러 찌개 국물을 만든다.
- ② 냄비를 달구어 참기름을 두르고, 돼지고기를 넣어 중불에서 볶다가 김치를 넣고 좀 더 볶는다.
- ③ 볶은 돼지고기와 김치에 찌개국물과 고춧가루를 넣고 센불에서 끓인 후 중불로 낮추어 좀 더 끓인다.
- ④ 소금으로 간을 맞추고 두부와 파, 후춧가루를 넣고 끓인다.

(2) 재료 및 분량

재료		(%)
양념*	배추김치	13.79
	돼지고기(목등심)*	8.28
	청주	0.83
	다진마늘	0.88
	생강즙	0.88
	참기름	0.72
	찌개국물**	66.21
	두부	7.17
	파	0.99
	후춧가루	0.02
	고춧가루	0.12
	소금	0.11
	Total	100.00
찌개국물**	물	88.40
	무	5.25
	양파	5.25
	다시마	1.10
Total	100.00	

2) 된장찌개(제조량 : 20kg)



(1) 만드는 법

- ① 냄비를 달구어 쇠고기와 표고버섯을 넣고, 중불로 볶다가 쌀뜨물을 붓는다.
- ② 된장을 풀어 센불에서 끓으면, 중불로 낮추어 더 끓인다.
- ③ 된장국물의 맛이 충분히 우러나면, 두부와 고춧가루를 넣고 끓인 후 청, 홍고추와 파를 넣어 좀 더 끓인다.

(2) 재료 및 분량

	재료	(%)
	쇠고기(등심)*	7.25
	표고버섯*	2.42
양념장*	청장	0.72
	다진파	0.36
	다진마늘	0.23
	깨소금	0.04
	후춧가루	0.02
	참기름	0.32
	쌀뜨물	58.67
	된장	6.85
	두부	19.96
	고춧가루	0.18
	청고추	0.81
	홍고추	0.97
	파	1.21
Total		100.00

5. 외국메뉴(7종)

1) 돈가스(제조량 : 30kg)



(1) 만드는 법

돼지고기 등심돈가스를 기름에 튀긴다.

(2) 재료 및 분량

재료	%
갈치	80.00
식용유	20.00
Total	100.00

2) 스테이크(제조량 : 40kg)



(1) 만드는 법

- ① 팬에 레드와인을 부어 2/3 분량이 되도록 조린 후 다진 마늘, 다진 양파, 우스타소스, 발사믹 식초를 넣고 한소끔 끓여 스테이크 소스를 만든다.
- ② 스테이크용 고기를 굽는다.
- ③ 스테이크 고기와 소스를 함께 접시에 담는다.

(2) 재료 및 분량

	재료	(%)
	소고기	84.51
	소스	15.49
Total		100.00
	레드와인	70.19
	우스타소스	8.84
소스	발사믹식초	8.34
	다진마늘	4.32
	다진양파	8.31
Total		100.00

3) 피자 (약 20kg)



사용한 피자: 미스터피자 콤비네이션(한 조각: 118.05 ± 9.92)

* 2011년 한국산업의 고객만족도(KCSI) 조사 결과

4) 미트소스스파게티(제조량 : 30kg)



(1) 만드는 법

- ① 양파와 당근은 곱게 다지고, 셀러리는 필러로 겉껍질을 벗긴 후 곱게 다진다.
- ② 팬에 올리브오일을 두르고 다진 마늘 볶아 기름에 향을 낸 다음 다진 양파와 당근, 셀러리를 중간불로 볶는다.
- ③ 다진 쇠고기를 넣고 볶다가 완전히 익으면 레드와인을 넣고 살짝 끓이고, 토마토 소스와 치킨 스톡, 월계수 잎, 오레가노를 넣고 약한불에서 문근히 끓인다. 국물이 자작해 지도록 줄인 다음 소금과 후춧가루로 간한다.
- ④ 삶은 스파게티와 소스를 함께 접시에 담는다.

(2) 재료 및 분량

	재료	%
	스파게티 면	24.43
	소금	0.98
	올리브오일	2.93
	다진마늘	1.30
	다진쇠고기	16.29
	토마토소스**	32.57
소스	양파	4.07
	당근	4.07
	셀러리	4.07
	레드와인***	2.69
	치킨스톡****	6.51
	월계수잎	0.05
	오레가노	0.04
	Total	100.00

5) 햄버거 (약 15kg)



버거킹, 와퍼

6) 프렌치후라이드 (약 40kg)



프렌치후라이드(버거킹)

7) 후라이드 치킨(약 20kg)



후라이드 치킨 BBQ
- 2011년 프랜차이즈랭킹,인지도 1위

6. 기타(3종)

1) 고추장 (약 10kg)



사용한 고추장: 순창 우리쌀로 만든 찰고추장 보통 매운맛 대상(청정원)

* 2011년 한국산업의 고객만족도(KCSI) 조사 결과

2) 된장 (약 10kg)



사용한 된장: 문옥례 우리콩 된장

3) 떡볶이(제조량: 30kg)



(1) 만드는 법

- ① 어묵과 대파(어슷썰기)를 썬다.
- ② 고추장 양념을 만든다.
- ③ 냄비에 물과 양념장을 넣고 센불에서 끓인 후 떡과 어묵, 대파를 넣고 중불로 줄여 졸인다.

(2) 재료 및 분량

	재료	%
	떡	33.98
	어묵	8.55
	대파	9.26
	물	33.98
	고추장	6.46
	고춧가루	0.59
	케찹	1.49
	맛술	1.27
양념장	간장	0.76
	물엿	2.42
	설탕	0.51
	다진마늘	0.41
	다시다	0.31
	Total	100.00

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 ‘한식세계화용역사업’의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림수산식품부에서 시행한 한식세계화용역사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.