

최 종
연구보고서

콩의 발아에 의한 생리기능성 개선
및 이를 이용한 제품개발

The physiological function characteristic improvement due to the germination of the soybean and will reach and the product development which it uses.

한림대학교
세종대학교

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “콩의 발아에 의한 생리기능성 개선 및 이를 이용한 제품개발에 관한 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2005 년 11 월 9 일

주관연구기관명 : 한림대학교

총괄연구책임자 : 원 무 호

세부연구책임자 : 신 현 경

협동연구기관명 : 세종대학교

협동연구책임자 : 김 우 정

요 약 문

I. 제 목

콩의 발아에 의한 생리기능성 개선 및 이를 이용한 제품개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

현재 적절한 발아 처리를 함으로써 콩에서의 생리활성 성분의 변화, 발아한 콩의 생리기능성 성분을 최대한 증가시키는 조건 확립, 그리고 이 발아콩을 실험동물에 투여하였을 때 성장, 지질대사, 인지능력, 골대사, 암발생, 노화 및 수명에 미치는 영향의 연구에 관하여는 연구 발표된 바가 적다. 따라서 본 연구는 발아콩의 생리기능성을 연구하여 콩의 적절한 발아조건을 확립하고 이것을 기존의 제품이나 신제품에 활용하고자 하였다.

콩의 기능성 연구를 종합적으로 진행함으로써 발아콩 전체의 향상된 기능성을 증명하여 가공식품에 활용도를 넓힐 수 있다. 또한 국내 콩 품종 중 생리활성이 높은 품종을 선택하여 발아 처리함으로써 국내의 콩재배를 활성화 시키고 이를 이용한 제품의 실용화를 할 수 있다. 궁극적으로 본 연구는 발아콩의 향상된 기능성을 증명하고 이를 식품원료로 사용하여으므로써 만성질환 예방에 효과를 볼 수 있어 국민 건강 증진에 보탬이 될 것이며 발아콩의 이용방법과 제품을 세계시장에 소개하여 한국의 식문화와 기술을 외국에 알릴 수 있는 좋은 계기가 될 것이다.

III. 연구개발 내용 및 범위

1. 발아콩의 섭취가 흰쥐의 생리활성과 인지능력에 미치는 영향

- 발아시 변화하는 유효성분 추정
 - 일반성분, 아미노산, 지방산, 미네랄
 - Isoflavone, 비타민(C,B1,B2,and E)

- Saponin, γ -aminobutyric acid
- 발아콩의 생리활성 측정
 - 마우스의 일반적인 변화측정(체중, 사료섭취량, 혈청지질)
 - 항산화 효소 측정
 - 골다공증 관련 지표 측정(대퇴골의 길이, 무게, 파단력, 골밀도)
 - 인지능력측정을 위한 행동학적 관찰(water maze, Y-maze, Passive avoidance test)
 - 면역염색을 통한 인지능력 관련 효소 및 protein 측정

2.. 기능성 성분 조사 및 이용 제품 개발

- 발아방법 확립
 - 발아 중 isoflavone 변화 측정 (발아온도 : 20℃, 30℃)
 - 불용성, 수용성 단백질 변화 조사
 - 발아조건 확립(기능성 물질 중심으로)
- 가공적성 및 1차적 활용방법 조사
 - 선정된 조건에서 발아콩의 가공적성 조사 (흡수, 분산성, 용해성, 기포성 등)
 - 발아콩분말의 첨가량에 따른 반죽 및 면류 특성에의 영향 조사 및 첨가량 확정
- 발아콩 첨가 제품과 초콩의 제조
 - 발아콩분말 첨가 시 가공식품에의 영향조사와 첨가량 설정(빵, 라면, 떡)
 - 발아콩을 이용한 초콩의 제조 방법 조사 및 기능성 성분 조사

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

대두의 한 종류인 신평달 2호를 선별하여 수침한 콩과 발아한 콩의 생리활성 및 인지능력에 미치는 영향을 알아보려고 하였다. 일반성분 분석결과 미발아콩이 발아콩에 비해 수분, 회분, 조단백질의 함량이 증가하였으며 조지방의 함량은 거의 변화가 없었다. 아미노산과 지방산 및 무기물의 변화를 살펴본 결과 발아콩의 총 아미노

산과 무기물의 함량이 미발아콩에 비해 크게 증가하였고, 지방산의 조성변화는 거의 나타나지 않았다. 콩에 함유된 대표적인 유효물질인 isoflavone의 함량은 발아시간 0,12,24,48 시간으로 나누어 HPLC로 측정하였다. 그 결과 발아콩과 발아하지 않은 콩 모두 대부분 glycoside형태로 존재함을 확인하였고, aglycone 형태는 소량으로 나타났다. 총 isoflavone 함량을 살펴본 결과, 발아할수록 그 함량이 증가하였으며 48시간 발아시 가장 높은 값을 나타내었다. polyphenol화합물은 발아시간이 경과할수록 그 함량이 증가하였다. Saponin의 경우 발아 12시간 후 증가하였으며 그 후 큰 차이를 보이지 않았다, Vitamin C는 12시간 발아 후 그 양이 크게 증가하였고, vitamin B1,2는 발아하면서 증가와 감소를 반복하는 경향을 나타내었다. 콩에 많이 함유되어 있는 비타민 E 또한 HPLC를 이용하여 분석하였다. α -tocopherol은 3가지 tocopherol중 그 함량이 가장 낮게 나타났으며, 발아 12시간때에 가장 높은 값을 나타내었다. γ -tocopherol의 경우 그 함량이 α 와 β 에 비해 월등히 높게 나타났으며 마찬가지로 12시간 때에 가장 높은 값을 보였다. δ -tocopherol도 12시간 발아시 그 함량이 가장 높게 나타났다. 총 tocopherol 함량 역시 12시간 발아시 가장 높았으며, 그 다음으로는 48시간 발아로 나타났다. 신경계통과 밀접한 관련이 있는 GABA 측정 결과 48시간 발아시 그 함량이 가장 높았으며, 그다음으로 12시간이었다. 이들 결과를 바탕으로 발아콩이 흰쥐의 생리활성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 실험동물로서 마우스를 택하여 사육시험을 실시하였다. 대조군의 casein protein을 기준으로 하여 이에 약 70%에 해당하는 단백질을 콩단백질로 대체하였으며 이에 따라 조절되는 각각에 영양소들의 비율을 맞추어 실험동물의 사료로 사용하였다. 실험동물의 체중변화를 살펴본 결과 초기 두달간은 세군 모두 비슷하였으나 그 이후부터 대조군인 casein 섭취군의 체중이 발아콩과 미발아콩군에 비해 증가하였으며 식이 섭취량 또한 대조군에서 높게 나타났다. 실험동물의 혈중 triglyceride ,HDL, total cholesterol 를 측정 한 결과 실험식이 섭취 4개월째에서는 모든 항목에서 유의적인 차이를 보이지 않았다. triglyceride의 경우 식이 섭취 6개월의 경우 대조군과 미발아콩군 사이의 유의적 차이를 보였으며, HDL은 3군 모두 유의적 차이가 나타나지 않았다. Total cholesterol은 대조군과 콩 섭취군 간의 유의적 차이를 보였으며, 발아콩군에서 가장 낮은 값을 나타내었다. 식이 6개월 섭취 후 실험쥐를 도살하여 체성분의 변화를 관

잘하였다. 수분함량은 각 군간의 차이를 보이지 않았으며, 조지방의 경우 대조군인 casein 섭취군에서 높은 값을 나타내었다. 이에 반해 콩섭취군은 유의적으로 낮은 값을 보였다. 또한 조단백질의 경우 콩 섭취군에서 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 회분함량은 발아콩군에서 높은 함량 값을 나타내었다. 장기 무게로서 간의 무게를 측정하였는데 4개월의 경우 발아하지 않은 콩 군에서, 6개월의 경우 대조군에서 그 함량이 높게 나타났으며 각 군간의 유의적 차이를 보였다. 또한 간의 항산화 효소인 catalase, SOD, GST 활성을 측정한 결과 catalase의 경우 식이 섭취 4, 6개월째에 대조군에서 가장 높은 활성을 나타내었다. SOD의 경우 식이 섭취 4개월, 6개월 모두 큰 차이를 보이지 않았다. 또한 GST는 식이 4개월째에 발아콩과 발아하지 않은 콩 군에서 유의적으로 높은 함량값을 보였으나, 6개월째에는 각군간의 차이가 없었다. 골대사와 관련하여 길이, 무게, breaking force, bone mineral content 와 density 를 측정하였다. 식이 4개월째에는 대퇴골의 무게, breaking force 차이가 없었으며 대퇴골의 길이는 발아콩군에서 길게 나타났다 breaking force값은 각 군간의 차이가 있었으며, BMD와 BMC 모두 미발아 섭취군에서 높은 값을 나타내었다. 식이 6개월째에는 길이와 무게 모두 대조군에서 높게 나타났으며, 그 다음으로 발아콩군에서 높은 값을 보였다. BMC의 경우 발아콩군에서 높은 density를 나타내었고, BMC는 대조군에서 높게 나타났으나 각 군간의 큰 차이는 보이지 않았다 인지능력과 관련된 효과를 알아보기로 water maze, passive avoidance test를 실행하였다. Water maze의 경우 발아콩 섭취군에서 단시간에 platform 찾아가는 것을 알 수 있었으며, passive avoidance test는 식이 섭취 4개월째에서는 각 군간의 큰 차이를 보이지 않았다. 또한 식이 6개월 섭취 후 측정 시 대조군에서 shuttle box안에 머무는 시간이 가장 긴 것으로 나타났고 발아콩이 가장 짧게 나타났다. Immunohistochemistry법을 이용하여 인지능력과 관련된 물질인 Cholinacetyltransferase, Adenyly cyclase, ERK 1/2, PI3 kinase들의 면역반응을 Diagonal band와 hippocampal CA 1 region으로 나누어 살펴보았다. 식이 섭취 4개월의 경우 대조사료 및 발아콩을 먹인 경우보다 미발아콩을 먹었을 때 ChAT에 면역반응을 보인 신경세포가 Diagonal band에서 유의적으로 많은 것을 확인할 수 있었다. 6개월의 경우 대조군 보다 발아콩 및 미발아콩을 먹었을 때 ChAT에 면역반응을 보인 신경세포가 Diagonal band에서 유의적으로

많은 것을 확인할 수 있었다. 한편 투사되는 부위의 말단인 hippocampus에서 ChAT에 면역반응을 보인 신경섬유의 density를 조사한 결과 Diagonal band와 유사한 형태를 확인할 수 있었다.

AC1의 경우 4개월의 경우 미발아콩을 급여한 군에서 면역반응세포의 수가 증가하였고 발아콩군의 경우도 대조군에 비해 증가하였다. 6개월 식이 섭취 경우 4개월군과 비슷한 경향을 나타내었다. Hippocampal CA1 region의 경우 4개월째에는 대조군에서 거의 면역반응세포를 관찰할 수 없었으며, 콩군에서도 미약한 반응이 관찰되었다. 식이 섭취 6개월의 경우 모든군에서 약한 면역반응을 보였으며 유의적 차이는 확인할 수 없었다. pERK 1/2의 면역반응성을 살펴본 결과 식이 4개월째에서는 미발아콩군에서 면역반응이 급격히 증가하는 것을 확인할 수 있었으며, 6개월의 경우 미발아콩 및 발아콩군 모두에서 pERK 1/2의 반응이 증가하는 것을 확인하였으나 유의적 차이는 없었다. PI3 kinase의 경우 4개월째에 미발아콩군에서 반응성이 증가하였고, 발아콩군에서는 감소하는 경향을 보였다. 또한 6개월의 경우 모든 군에서 큰 차이를 보이지 않았다. Hippocampal CA1 region의 경우 식이 섭취 4개월째에 대조군과 미발아콩군에서 면역반응성이 증가하였으며 발아콩군에서는 약하게 관찰되었다. 또한 6개월째에 살펴본 결과 대조군에서는 면역반응이 관찰되었으나 발아콩과 미발아콩군에서는 감소하는 경향이 나타났다. 결론적으로 콩의 발아시 많은 유효한 성분들이 증가하는 것으로 나타났으며, 실험쥐를 통한 생리활성과 인지능력을 살펴본 결과 콩식이 흰쥐의 생리활성과 인지 능력에 긍정적 효과를 미치는 것으로 사료된다.

한편, 본 연구에서는 콩을 발아시켜 기능성 성분인 isoflavone의 함량을 높이기 위하여 온도와 발아시간 및 콩품종을 선정하고 발아시킨 발아콩분말의 가공적성과 기존 가공식품에의 첨가영향을 조사하였다. 가공적성은 단백질 용해도, 유화성, 수분 및 유지흡착력 등 기능적 특성이었으며 기존 가공 식품은 국수, 빵, 인절미, 라면 등 밀가루 이용 제품이었다. 또한 초콩 제조시 발아콩의 변화를 조사하였다.

그 결과 5개의 품종별 isoflavone 함량은 실파달 2호가 1.428 mg/g으로 가장 많았으며 non GMO(0.956 mg/g), 서목태(0.746 mg/g), GMO, 명주나물콩 순이었다. 100립중의 무게는 실파달 2호가 23.36 g으로 가장 무거웠으며 명주나물콩은 가장 가

비웠다. 콩을 20℃와 30℃에서 발아시켜 isoflavone을 측정할 결과 전반적으로 발아 초기에 증가하였다가 감소하는 경향을 보여주었다. 20℃에서의 발아는 신평달 2호를 12시간 발아시켰을 때 총 isoflavone이 1.638 mg/g으로 가장 많이 증가하였으며 특히 기능성이 우수한 genistein의 함량이 가장 많이 증가하였다. 30℃에서의 경우 24시간 발아시켰을 때 20%가 증가하였으나 36시간 이후 부패현상이 심하여 발아온도로 적합하지 않음을 알 수 있었다. 따라서 발아를 위해 선정된 품종은 신평달 2호였으며 발아조건은 20℃에서 12시간과 24시간이 적절함을 알 수 있었다. 신평달 2호콩을 96시간까지 발아시키면서 단백질의 변화를 조사한 결과 조단백질과 수용성, 불용성 단백질은 감소하였으며 비단백태 질소는 증가하였다.

발아콩분말의 가공적성 조사에서 단백질 용해도는 신평달 2호와 서목태를 12, 24시간 발아시켜 콩분말의 단백질 용해도, 기포성, 유화성, 수분 및 유지 흡착력을 조사한 결과 발아에 대한 영향은 미진하였다.

신평달 2호의 발아콩분말을 국수, 라면, 식빵, 인절미 등 대표적 밀가루 이용제품에 16%까지 첨가했을 때 그 영향의 결과는 다음과 같다. 발아콩분말의 첨가량이 늘어날수록 RVA 호화점도와 Mixograph에 의한 반죽특성이 감소하였다. 국수에의 발아콩분말 첨가는 신장도, 무게, 부피 모두 발아콩분말 8%까지 증가하다가 그 이상의 첨가량에서 감소하는 경향을 보여주었다. 생면과 조리면의 색도는 첨가량이 늘어날수록 L값은 감소하고 -a, b값은 증가하였다. Hardness에서는 생면의 경우 증가하였으나 조리면에서는 감소하였다. 발아콩분말이 첨가된 국수의 관능검사에서는 고소한 향미는 유의적으로 증가하였다. 발아콩분말 생면의 저장성 향상을 위하여 반죽시 주정을 3%되게 첨가하고 저장시 탈산소제를 넣은 결과 약 2배정도의 연장 효과가 있었다.

라면에서는 첨가한 발아콩분말의 양이 증가하면서 익힌 라면의 hardness는 감소하였고 부피와 무게는 증가하였다. 라면의 색은 greenish yellow에서 redish yellow로 변하였다. Isoflavone 함량은 복합분말에 비해 26-43%나 증가하였다. 관능검사 결과 고소한 맛과 콩비린맛이 증가하였고 기호도 검사에서는 발아콩분말의 첨가량이 8%까지 적절하다고 평가되었다.

식빵에서는 발아콩분말을 첨가로 수분함량은 감소하고 단백질, 지방, 회분은 증가

하였으며 부피와 반죽의 소화점도가 감소하였다. 빵을 제조한 후 isoflavone의 함량은 약 20% 증가하였다. Texture 특성인 경도는 증가하고 응집성은 감소하였으며 빵의 표면색은 L값이 감소하고 b값은 증가하였다. 발아콩분말을 4% 첨가한 빵은 관능검사에서도 첨가하지 않은 control과 비슷한 기호도 평점을 받았다. 인질미에 발아콩분말을 첨가하면 hardness와 단백질, 지방, pH는 증가하고 수분함량은 감소하였다. Isoflavone 함량은 약간 향상되었다. 인질미의 색은 L값이 감소하고 b값은 증가하였으며 관능검사에서는 고소한 향과 맛이 증가하여 4%와 8% 첨가구의 선호도가 첨가하지 않은 인질미와 차이가 없었다.

초콩을 24시간 발아시킨 콩으로 식초에서 20일간 절임시켜 제조하였을 때 isoflavone의 함량은 비발아초콩의 경우 128.3 mg%에서 208.6 mg%로 약 63%가 향상되었고 발아초콩은 133.5 mg%에서 239.6 mg%으로 약 80% 증가하였으며 특히 aglycone type의 증가가 더욱 현저하였고 oligo 당은 빠르게 감소하였다.

본 연구에서 콩의 발아시 isoflavone의 증가 뿐만 아니라 아미노산, 미네랄, 기타 비타민류등이 증가하였으며, 특히 콩에는 소량 존재하는 Vitamin C의 증가가 나타났다. 뿐만 아니라 지용성 비타민은 tocopherol도 발아시 증가하였다. 이를 바탕으로 한 동물실험에서는 체지방의 감소가 두드러지게 나타났으며, 골대사와 인지능력에도 긍정적인 영향을 미쳤다. 발아조건에 따라 콩의 유용한 성분들의 변화는 큰 차이를 보인다. 이러한 유용한 성분의 최고점에 이르는 발아조건의 확립이 정립되어야 할 것이며, 동물실험과 관련하여 골다공증이나 인지능력에 관련된 다른 biomaker들을 조사할 필요성을 느끼며, soy protein이나 isoflavone을 단일 물질로 하여 실험쥐에 공급했을 경우 나타나는 변화 관찰이 필요한 것으로 생각되며, 이를 바탕으로 인간을 대상으로한 임상연구가 보충되어야 할 것으로 생각된다.

콩의 발아는 주요 기능성 성분인 isoflavone의 함량을 증가시켰을 뿐만 아니라 라면과 같이 가열처리과정이 있는 가공식품에서도 그 함량이 크게 증가하였다. 그러나 발아콩분말을 밀가루사용 식품에 적용할 때 발생하는 물리적 특성의 저하는 발아콩분말 이용에 걸림돌이 될 수 있다. 국수나 라면에의 첨가는 그 첨가량을 소비자 기호도에 의해 조절될 수 있으며 또한 황성글루텐 등 천연 첨가제의 첨가로 개선이 가능할 것으로 사료된다. 빵에서 용적률이 감소하는 것은 글루텐의 첨가로 개선이 가

능할 것이다, 발아콩을 식초에 절임은 isoflavone을 크게 향상시켰으나 oligo 당이 감소하여 oligo 당 시럽을 첨가하는 것이 효과적일 것으로 생각된다.

SUMMARY

I. Subject

The physiological function characteristic improvement due to the germination of the soybean and will reach and the product development which it uses.

II. Objective and necessity of research and development

This study is to investigate the change of composition in germinated and non-germinated soybean. Germination of soybean changes a nutrition ingredient and it increases the useful of ingredient in nutrition. We observed that germinated soybean was increased for general composition in moisture, protein, lipid, ash, Isoflavone, Vitamin C, B1, B2 and tocopherol. In mice feeding by germinated soybean diet after that we would like to investigate the affect of growth, lipid metabolism, bone metabolism, cancer genesis, learning ability, memory, aging and longevity. So we applied this research report into composition analysis and physiological activity in mice and to fix the optimal condition for processing germinated soybean

It advances the function characteristic research of the bean overview with to prove the function characteristic which the germination bean whole improves, there is a possibility of widening an application degree in the food processing. Also, in domestic bean breed it selects the breed where the physiological activity is high and germination it controls with bean cultivation of domestic, the activation hour height nose will reach and there is a possibility of doing the utility anger of the product which it uses. Finally, in the present studies, it proves the function characteristic which the germination bean improves and with the foodstuffs materials which will reach and an effect to chronic diseased

prevention it uses with there is and makes up the fact that it will become in citizen healthy increase. Moreover, It will introduce use method and the product of the germination bean to the international market and there is a possibility which it will inform culture and technique of Korea to the foreign nation it means becomes the good opportunity.

III. Research and development contents and scope

1. Effects of the Intake of Germinated soybean on physiological activity and Memory in Mice.

- The effectiveness component measurement which changes from germination
 - General component, amino acid, fatty acid, mineral
 - Isoflavone, vitamin(C,B1,B2,and E)
 - Saponin, Ψ -aminobutyric acid
- Physiological activity measurement of germination soybean
 - General change measurement of mouse(Body weight, food intake quantity, lipid in serum)
 - Antioxident enzyme measurement
 - Osteoporosis measurement
 - Recognition ability measurement (Water maze, Y-maze, Passive avoidance test
 - Recognition ability-related enzyme and protein measurement by immunohistochemistry

2.. Function characteristic ingredient investigation and product development

- Germination method establishment
 - Isoflavone change measurement in germinating (Germination temperature : 20°C, 30°C)
 - Insoluble and soluble protein change measurement

- Germination condition establishment(Functional component)
- Processing aptitude and primary application method research
 - From the condition which is selected processing aptitude investigation of the germination soybean
 - Effect investigation and addition quantity decision in the dough which it follows in addition quantity of the germination soybean powder and noodles quality
- Germination bean addition product and manufacture of the *chokong*
 - Effect investigation and addition quantity set in the food processing due to a germination soybean powder addition
 - Manufacturing method and function characteristic ingredient investigation of the *chokong* which uses the germination bean

IV. Research and development result and the proposal against an applicatio

The purpose of this study is to investigate the change of physiological and cognitive effect of germinated soybean diet in mice. Soybean seeds (Shinpaldal cultivor No.2) were germinated for 24 hours and they are analyzed for their composition in general composition, amino acid, fatty acid and mineral contents. The content of water, protein and ash in germinated soybeans were greater than these of non-germinated soybean. Crude fat was not changed between. Major amino acid of germinated soybean was glutamic acid and aspartic acid. The contents of alanine, aspartic acid, glycine, proline, and histidine were increased for 24 hr germination time. Major fatty acids of germinated soybean lipid were linoleic acid(55%)and oleic acid(22%), and their composition did not change by germination. The contents Ca, P, K and Fe in germinated soybean was increased. The concentration of isoflavones, polyphenol complex, saponin, tocopherol, ascorbic acid and γ -aminobutyric acid in germinated soybean and

non-germinated along with the germination time of 0, 12, 24 and 48 hours. In accordance with the germination time, the contents of total isoflavone and polyphenol complex were increased.

In 12hr- germination sample, The concentration of tocopherols in soybean seed was the highest, particularly α and γ -tocopherol significantly greater than 0 hr. However, the total tocopherol decreased after 24hr germination time. The L-ascorbic acid in soybeans was increased greatly at 12hr germination time and then decreased gradually after 24hr germination. Saponin and γ -aminobutyric acid content of soybean during germination did not show any significant changes.

For animal test of the germinated soybean, the mice were divided into three groups and fed for 6 months, with experimental diets. Control group was fed with AIN-76 diet. While 24hr germinated soybean diet group(GSB) and non-germinated soybean group(NGSB) were fed a diet with 70% of the casein in control diet replaced with soybean protein in germinated or non-germinated soybean flour, respectively. The control group mice showed an increased body weight and food intake than soybean diet groups. Liver weight was increased in NSB and control group after 4month and 6month, respectively. Body composition of mice was also estimated after 6month of feeding with experimental diets. Crude ash and protein proportion in GSB group was increased, but lipid was higher than the control group, Whereas the lipid ratio decreased in GSB group. HDL-cholesterol and total cholesterol contents did not show any difference among the test groups after 4 month of feeding. Triglycerides level lowered in control and NGSB groups. After feeding the diet for 6 month, HDL-cholesterol and triglycerides levels were decreased in GSB and NGSB group, and total cholesterol was increased in control group.

The activities of the antioxidant enzymes including total SOD, catalase and glutathione-S-transferase(GST) were measured in the liver of mice. The catalase activity was increased in control group after 4months of feeding.

However, the GST was increased in GSB group. After 6 month, the activities of catalase and SOD were increased in control group, but GST activity was not changed. The weight, length, breaking force, BMD and BMC of mice bone were no difference among the test groups after 4 and 6 months after feeding. Total activities of mice were not changed among the three groups. The memory performance of mice were tested on water maze, Y-maze and passive avoidance test. In water maze test, GSB group showed better performance than the control and NSGB groups at 1, 4 and 6 month. But Y-maze test did not show any difference among the three groups at 4 and 6 months of feeding. After 4 months of feeding experimental diets, acetylcholine content were increased in control and GSB group than NGSB group in cortex of mice. In hippocampus of mice was greater in the GSB and NGSB groups than control group. Acetylcholine esterase activity in the GSB group was inhibited in cortex and hippocampus. After 6month of feeding these diets, the content of acetylcholine in GSB group was significantly increased in hippocampus. Acetylcholine esterase activity in the control group was inhibited in cortex and hippocampus. In GSB and NGSB groups, the number of ChAT immunoreactive neurons in the diagonal band and CA1 were increased compared to control after feeding diets for 4 and 6 month. In the mossy fibers of hippocampus, GBS treated group, pERK1/2 immunoreactivity are slightly increased compared to control group, especially in 6 month group. The number of AC-1 immunoreactive neuron was increased in the diagonal band in NGSB and GSB group. The increase of AC-1 immunoreactivity was detected in the hippocampal CA1 region in germinated soybean treated 4 month group. The PI3 kinase immunoreactivity was significantly increased in the diagonal band and hippocampa CA1 region in non-germinated soybean treated 4 month group, and in CA1 region decreased in non-germinated and germimated soybean treated 6 group.

This study was carried out to investigate the effects of germination of

soybean on isoflavone and protein and selection of proper conditions of germination on the basis of isoflavone contents, study on functional and physical properties of germinated soybean powder, feasibility of utilizing germinated soybean powder as an ingredients into several processed foods and finally changes in isoflavone and some properties of *chokong*(pickled soybean) during preparation pickling. The results obtained were as follow.

Among the five varieties tested, *Shinpaldal-2* was measured the highest isoflavone contents of 1.428 mg/g followed by non GMO U.S soybean (0.956 mg/g), *Seomoktae* (0.746 mg/g), GMO U.S. soybean and *Myeongju*. The roots were started to grow after 12-24 hr of germination. The isoflavone contents were increased during initial 12-24 hr of germination, the roots started to grow, followed by a gradual decrease. Among the varieties, isoflavone in *Shinpaldal-2* was measured maximum after 12-24 hr of germination, particularly in genistein and genistin. Germination at 30°C also showed a similar changes in isoflavone except spoilage observed after 30 hr. From the results, germination of soybean at 20°C for 12-24 hr was selected as a proper condition on the basis of isoflavone.

The functional properties of 12 and 24 hr germinated soybean powder showed that oil absorption capacity and protein solubility were relatively low at pH 2 and 10 when those values were compared to ungerminated soybean powder. The water absorption capacity was significantly high for the soybean powder germinated for 24 hr. A relatively lower foaming capacity at pH 2-12 and higher foaming stability at pH 2-12 were measured for germinated soybean powder than those values of ungerminated one. Emulsion capacity and stability at pH 10-12 were improved by germination.

Additional effects of germinated soybean powder to wheat flour upto 16% on dough and noodle characteristics showed that the viscosity properties of RVA and Mixograph properties were significantly decreased. The width and length extensibility were increased when the soybean flour added upto 8% and then

decreased thereafter. The color of wet and cooked noodle became to be darkish and greenish yellow by addition of the soybean flour. The hardness and gumminess were increased for wet noodle while cooked noodle showed a gradual decrease. Sensory evaluation showed that addition of the soybean flour resulted a significant increase in savory flavor. Addition of ethanol of 5% to total noodle weight and packed with free oxygen absorber extended the storage life by approx. 80%.

For the feasibility study on processed foods, the 24 hr germinated soybean powder was added upto 16%. The results showed that Ramyon was significantly increased in isoflavone contents by 26-43% as the soybean powder increased when it was compared to those values of mixed flour before Ramyon preparation. The volume and weights of cooked Ramyon were also increased and hardness was decreased. The color values showed that the Ramyon became to be redish yellow from greenish yellow. When the bread was prepared, specific volume and dough yield were significantly decreased and texture properties of hardness, springiness and gumminess increased as the germinated soybean powder increased. The proximate analysis showed that protein, lipid and ash contents were increased. Total isoflavone content was increased approx. 20% after bread preparation. The crumb color showed a decrease in L value and increase in b value. The hedonic preference test yielded the bread added with 4% germinated soybean powder was similar in quality characteristics to the control.

Additional effects of germinated soybean powder on *Injulmi* properties showed that the moisture content decreased and hardness and pH of *Injulmi* were increased. Total isoflavone content *Injulmi* was slightly increased after preparation. Results of sensory evaluation showed that *Injulmi* with 4 and 8% germinated soybean powder was considered to be as acceptable .

The soybeans used were 24 hr germinated soybeans when the *Chokong*, a pickled and dried soybeans, was prepared with 24hr germinated soybeans, the

total isoflavone contents were significantly increased by approx. 80%, particularly in aglycone type while oligosaccharides were rapidly decreased after 20 days of pickling. The pH and soluble solids contents in pickling solution increased markedly and L values of *Chokong* powder was decreased during initial pickling of 24 hr.

CONTENTS

Chapter 1. Synopsis of research and development subject

Paragraph one. Necessity of research and development

1. Technical side
2. Economical and industrial side
3. Social and culture side

Chapter 2. The inside and outside of the country technical development present condition

1. Functional characteristic
2. Use of germination soybean

Chapter 3. Research and development accomplishment contents and result

Paragraph one. Materials and methods

1. Materials
2. Germination method establishment
3. Processing aptitude investigation of germination soybean powder
4. Application in foodstuffs of germination soybean
5. Statistical analysis
6. General ingredient analysis of experimental material
7. Trace component analysis
8. Animal experiment plan
9. Animal experiment analysis

Paragraph two. Result and Discussion

1. Germination method establishment
2. Processing aptitude of germination soybean powder
3. Application in foodstuffs of germination soybean

4. Change of general ingredient of germination soybean and nogermination soybean
5. Change of amino acid
6. Change of fatty acid
7. Change of inorganic component
8. Content change of Isoflavone and polypheno chemical compound
9. Total saponin
10. Tocopherols
11. Vitamin B1, B2
12. L-Ascorbic acid
13. γ -aminobutric acid
14. Weight change of food intake quantity of experiment animal, body weigh and the internal organs
15. Body component
17. Antioxident enzyme activity
18. Length and weight of the femer
19. Total activity
20. Water maze
21. Y-maze test
22. Passive avoidance test
23. Acetylcholine and Acetylcholinesterase activity
24. Immunohistochemistry

Chapter 4. Attainment of object and coherence in relation field

1. Germination method establishment
2. Processing aptitude of germination soybean powder
3. Application in foodstuffs of germination soybean
4. coherence

Chaptor 5. Application plan of research and development recult

Chaptor 6. The overseas scientific and technical information which it
collects from research and development process

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요

제1절. 연구개발의 필요성

1. 기술적 측면
2. 경제·산업적 측면
3. 사회·문화적 측면

제 2 장 국내외 기술개발 현황

1. 기능적 특성
2. 발아콩의 이용

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제1절. 재료 및 방법

1. 재료
2. 발아방법 확립
3. 발아콩분말의 가공적성 조사
4. 발아콩의 식품에의 활용
5. 통계처리
6. 실험재료의 일반성분 분석
7. 미량성분 분석
8. 동물실험 설계
9. 동물실험의 분석

제2절. 결과 및 고찰

1. 발아방법 확립
2. 발아콩분말의 가공적성
3. 발아콩의 식품에의 활용
4. 발아콩 및 미발아콩의 일반성분의 변화
5. 아미노산의 변화

6. 지방산의 변화
7. 무기질의 변화
8. Isoflavone과 polyphenol 화합물의 함량 변화
9. 총 사포닌
10. Tocopherols
11. Vitamin B1, B2
12. L-Ascorbic acid
13. γ -aminobutric acid
14. 실험동물의 식이 섭취량, 체중 및 장기의 무게 변화
15. 체성분
17. 항산화 효소 활성
18. 대퇴골의 길이, 무게
19. Total activity
20. Water maze
21. Y-maze test
22. Passive avoidance test
23. Acetylcholine and Acetylcholinesterase activity
24. Immunohistochemistry

제 4 장. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

1. 발아방법의 확립
2. 발아콩 분말의 가공적성
3. 발아콩의 식품에의 활용
4. 기여도

제 5 장. 연구개발결과의 활용계획

제 6 장 . 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1절. 연구개발의 필요성

1. 기술적 측면

○ 콩의 발아는 오래전부터 콩나물을 재배하여 섭취하던 방법으로 빛이 없는 조건에서 7-8일 발아시켜 깻뿌리와 특유의 신선한 맛을 갖는 나물로써 섭취하여왔으나, 이를 가공원료로서의 이용 연구는 발표된 바 없다.

○ 콩나물 발아는 광합성이 일어나지 않은 상태에서 성장을 위한 호흡과 대사작용이 일어나는 것으로 발아중 주요 반응은 에너지 대사에서 초기에 당성분의 이용, 중간 단계에서는 단백질과 지방질이 이용되고 결과적으로 뿌리의 성장과 함께 섬유질의 증가가 일어나며 이러한 변화에 대한 연구는 많은 발표가 있었다⁽¹⁻³⁾.

○ 발아중 변화는 성분 변화 외에 향미 성분의 변화가 있어 발아전의 콩비린 맛 등 특유의 불쾌한 맛이 신선한 맛으로 전환되며 이러한 향미 성분 변화와 관능적 특성 변화는 보고⁽⁴⁾된 바 있다.

○ 그러나 본 연구에서 관심을 갖고 있는 기능성 성분들의 발아중의 변화에 관하여는 연구 발표된 바가 적다. 일부 발표된 것으로서는 콩나물의 isoflavone 함량, 발아중의 oligo당 및 asparagine의 변화가 있으나, 콩 주요 기능성 성분인 isoflavone과 saponin, phytate 등의 발아과정중 변화에 관한 연구는 발표된바 없다.

○ 콩의 주요 기능성물질과 그 기능성 효과에 관하여는 Table 1에 요약되어 있으며, 그 중 isoflavone의 genistin과 genistein이 항암, 항콜레스테롤, 심환기질환예방, 당뇨병예방, 골다공증예방 등 탁월한 기능성을 갖고 있으며 daidzin과 daidzein도 유익한 생리활성이 있음이 밝혀졌다.

○ 콩의 isoflavone은 glucose가 결합되어 있는 glycoside(배당체)와 glucose가 제거된 aglycone type이 있으며, isoflavone에 malonyl기와 acetyl기가 결합되어 있는 isomer 형태가 존재한다.

○ 본 협동연구책임자의 연구실에서는 isoflavone과 oligo당에 관한 예비실험에서 발아중 oligo당의 감소와 isoflavone의 증가가 확인되었음. 특히 isoflavone은 발아 초기에 발생하여 콩의 발아를 약간만 발아시킨, 즉 뿌리의 성장이 일어나기 전의 발아콩을 가공 원료로 사용함이 가능하리라 생각됨.

○ 따라서 발아중 기능성물질이 최대가 되는 조건을 확립하며 이때 불용성단백질과 섬유질의 감소와 수용성 물질이 증가가 예상됨. 또한 콩비린내 등 불쾌한 향미가 개선될 것으로 기대됨

○ 그러므로 적절한 조건에서의 발아는 기능성과 가공적성의 향상이 예상되는 바 이를 이용한 다양한 기능성 가공제품의 개발연구와 함께 기능성의 향상을 동물 및 임상실험으로 확인하고자 함

○ 현재까지의 콩의 기능성연구는 단일성분 즉 isoflavone이나 saponin, phytate, peptides 등에 대해 중점적으로 연구되어 왔으나 이들의 성분 전부를 종합적으로 연구된 바는 없음. 이들 기능성 성분간에는 그 효과가 중복되는 것도 있어 서로 상승효과가 있을 것으로 예측될 뿐만 아니라 발아콩 전체의 향상된 기능성을 증명하므로 해서 가공식품에의 활용도를 넓히는 연구가 될 것임

○ 콩에 다량으로 존재하는 콩의 단백질이나 유지 성분도 콜레스테롤을 억제, 순환기능개선등 건강기능성 성분으로서 그 효능이 FDA에 의해 공인되었기 때문에 발아콩을 경제적으로 이용하기 위해서는 이들 성분을 분리하지 않고 전체적으로 이용하는 연구가 필요함

○ 현재까지 동물실험에 의한 생리기능성 연구는 대부분 단기실험에 의해 단편적으로 이루어졌으나, 본 연구에서는 이유기부터 노화, 사망까지 시육시키면서 생육, 인지능력, 지질대사, 골대사, 노화, 암발생, 수명연장등 다방면에 걸쳐 종합적이 연구를 계획하고 있으므로 본 연구가 꼭 필요함

Table 1. 콩에 함유된 기능성물질과 기능성

기능성물질	기 능 성
Isoflavone	<ul style="list-style-type: none"> o. 항암, 골다공증, 신부전, 심장질환 등의 만성질환의 예방 o. 콩 뿌리의 질소고정 촉진
Genistein Genistin	<ul style="list-style-type: none"> o. 유방암세포, 전립선암세포, 백혈구 종양세포 및 간암세포 등의 성장저해작용, 세포분화촉진 o. tyrosine protein kinase 저해제 o. topoisomerase II, ribosomal S6 kinase 저해 o. benzo(a)pyrene(폐암, 전위암 유발)에 의한 cytochrome p450 활성화억제 o. 동맥경화 예방-혈중 cholesterol, LDL(low density lipid) 감소와 HDL(high density lipid) cholesterol 증가
Daidzein	<ul style="list-style-type: none"> o. 골다공증 예방
Daidzin	<ul style="list-style-type: none"> o. 음주욕구 저하 o. 음주후 급격한 혈중알콜농도상승 억제
Oligosaccharide (stachyose, raffinose)	<ul style="list-style-type: none"> o. 장내균총개선 o. Bifidobacterium 증식
Phytic acid (Inositol hexaphosphate)	<ul style="list-style-type: none"> o. 항암효과-암조직의 크기 감소, 세포분열속도 억제 (탈인산에 의해 생겨나는 inositol triphosphate에 의한 세포내 신호전달체계 조절) o. 간암, 폐암, 유방암 및 피부암의 생성의 효과적 저해 o. 결장암 예방
Saponin	<ul style="list-style-type: none"> o. 혈중 cholesterol 감소 o. 항암효과, 면역증진효과 o. 만성퇴행성 질병의 발생을 지연시킴 o. 항산화능력
Bowman-Birk trypsin inhibitor(BBTI)	<ul style="list-style-type: none"> o. 장암, 간암, 구강암, 폐암 등에 대한 예방효과 o. 대장암 발생 억제 o. 정상 세포의 암세포로의 전환 억제
Peptides	<ul style="list-style-type: none"> o. 항암성, 항고혈압성, 항혈전활성 o. Angiotensin converting enzyme(ACE)저해 o. 혈압강하효과

2. 경제·산업적 측면

○ 콩은 쌀, 밀, 옥수수 다음으로 세계 생산량이 많은 작물(약 1억 6000만톤)이며 단백질과 지방질이 풍부하여 “밭에서 나는 고기”라는 별명을 얻었던 식품 원료이다. 최근 콩에는 인간의 노인성질환 즉, 만성질환을 예방하는 물질들이 속속 밝혀지고 그 탁월한 가능성이 증명되면서 콩의 섭취를 확대시키고자하는 많은 연구 노력이 진행되고 있음

○ 전통적으로 콩을 다양하게 가공 또는 조리하여 섭취해온 동양권과는 달리 서양에서는 콩의 섭취 방법이 개발되어 있지 않아 여러 가공식품(빵, 육제품, 우유제품 등)에 첨가하는 방법이 사용되고 있으나 콩제품의 불쾌한 향미와 물리적 특성이 적합하지 않아 첨가량이 제한되어 있음

○ 따라서 본 연구에서 시도하고자 하는 발아콩의 이용은

- ① 뿌리가 나오기 전단계이어서 가공원료로서 사용함에 어려움이 없으며
- ② 기능성 물질을 증가시켜 만성질환 예방과 일부 질환의 치료효과를 높일 수 있고
- ③ 관능적 향미의 개선과 불용성 물질의 감소로 가공적성이 향상될 것으로 기대되므로

콩의 이용방법과 가공제품이 더욱 발전하리라 믿음

○ 현재 문헌탐색결과 발아콩을 이용한 특허와 같은 기술등록이 세계적으로 되어있지 않아 발아콩의 우수성이 증명되면 이 기술의 세계시장에의 기술판매가 가능할 것임

○ 현재 국내에서 공업적으로 다량 사용되고 있는 콩은 대부분 수입해서 사용되고 있으며 국내에서 동일한 품종의 콩을 유사한 용도를 목적으로 재배하는 것은 경제성이 낮다. 따라서 가능하면 국내에서 재배되는 콩 품종 중 isoflavone 등 생리기능성 성분의 함량이 높은 품종을 선택하고 이를 발아 처리하여 기능성분의 량을 증가시킨

다면 국내의 콩재배를 활성화시키고 이를 이용한 제품의 실용화가 가능하다고 판단
될

3. 사회·문화적 측면

○ 우리나라의 경우 콩을 이용한 다양한 제품과 조리방법이 개발되어 있지만 현재
젊은층과 자라나는 세대의 전통적 콩제품(장류, 두부류 등)에 대한 기호성이 낮아 이
들의 기호에 적합한 여러식품(면류, 빵, 육가공품, snack과 과자류 등)에 첨가하는 방
안이 더욱 발전될 것임

○ 발아콩의 향상된 기능성을 증명하고 이를 식품원료로 사용함으로써 노인들의 만
성질환은 물론 최근 확산되고 있는 젊은 세대들의 만성질환 예방에 큰 효과를 볼 수
있어 전반적으로 국민건강 향상에 이바지할 것임

○ 발아콩 이용방법과 제품을 세계시장에 소개함으로써 한국의 식문화와 기술을 외국
에 알려줄 수 있는 좋은 계기가 될 것임

제 2 장 국내외 기술개발 현황

1. 기능적 특성

○ 콩의 기능성 연구는 세계적으로 단일물질 즉 isoflavone, 올리고당, saponin,
phytate 등에 대하여는 심도 있는 연구가 발표되었고 현재도 진행중임을 알고 있으
나 이들 성분을 종합적으로 연구한 것은 거의 없음

○ 특히 발아콩의 경우와 같이 기능성 성분이 변화된 경우는 더욱 연구된 바 없으
며, 본 연구진의 예비실험결과 밝혀진 isoflavone의 함량 증가로 인한 기능성의 향상
효과는 흥미있는 연구가 되리라 믿음

2. 발아콩의 이용

○ 콩의 이용에 관하여는 외국(주로 미국과 유럽)에서는 탈지대두박을 2차가공한 탈

지대두분, 농축콩단백 분리콩단백 등으로 제조하여 기존 식품에의 첨가와 인조육 제조에 사용하고 있으며, 국내에서는 전통식품에의 제조와 일부 면류와 떡류에 첨가하는 것을 검토하고 있다.

○ 이러한 이용은 앞서도 언급한 것과 같이 기존 가공식품에의 첨가는 불쾌한 맛과 낮은 물리적 특성으로 첨가량이 제한되어있어 발아콩의 분말을 이용할 때 물리적, 관능적 특성이 향상되고 가공적성이 좋아져 첨가량을 더 높일 수 있을 것임

○ 또한 현재 초콩이라 하여 검정콩(서리태, 서목태 등)을 양조식초에 절임한 것을 건조 또는 분쇄하여 건강향상에 유익한 제품이 판매되고 있음. 이 제품에 isoflavone 등 기능성이 향상된 발아콩을 이용하면 만성질환에 대한 기능성이 더욱 향상되리라 생각됨

○ 현재 발아콩을 이용하고자 하는 연구 발표가 없어 가공적성과 첨가량의 영향을 밝혀준다면 전반적으로 콩을 이용한 식품가공기술 발전에 기여할 것임

○ 또한 이러한 발전은 발아시키지 않은 콩과 비교할 때 발아콩의 기능성 향상으로 더욱 유익한 결과를 줄 것임

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1절. 재료 및 방법

1. 재료

본 연구에 사용한 콩은 5품종(국산콩: 신팔달 2호, 서목태, 명주나물콩, 외국콩: GMO, non-GMO)으로 국산콩의 경우 각 품종은 연구한 해당년도 전체에 수확한 것을 구입하여 실험하였으며 외국콩은 미국 대두 협회(ASA) 한국 지사를 통하여 미국에서 2002년 가을에 수확한 콩을 공급받아 사용하였다. 실험에 사용한 모든 콩 시료는 형태, 색, 크기가 일정한 완전립만을 사용하였다. 라면제조를 위하여 중력분(삼아제분), 초산전분(Emess E/E사, 독일), 정제염((주) 한주)과 농심에서 제공받은 알칼리제와 팜유(토코페롤 400ppm 첨가)를 사용하였다. 식빵 제조를 위한 밀가루(삼양사), 소금(청정원), 설탕(CJ주식회사), 탈지분유(조은식품공업사), dry yeast(S.I.Lesaffre., France), shortening(한국하인즈)은 시중에서 구입하여 사용하였다. 인절미 제조에 사용된 쌀은 찹쌀(경기도 화성시 정남면, 2004년 수확)을 구입하여 사용하였으며 소금은 정제염(청정원), 물은 증류수를 사용하였다. 초콩의 제조를 위하여는 총산도 6-7%의 양조식초((주)오뚜기)를 사용하였다,

Isoflavone의 함량 분석을 위하여 표준시약인 daidzin (Fluka, Louis, MO, USA), glycitin (Fujicco, Kobe Hyogo, Japan) 그리고 daidzein, genistin, genistein, glycitein (Sigma-Aldrich, Louis, MO, USA)과 oligo 당 분석을 위한 sucrose, raffinose, stachyose (Sigma-Aldrich, Louis, MO, USA)는 구입하여 사용하였다. 그 밖의 추출 및 HPLC 이동상 용매인 water, acetonitrile, ethanol, acetic acid(Fisher Scientific, Pittsburgh, PA, USA)는 HPLC용 용매를 사용하였다.

2. 발아방법 확립

1) 콩무게 및 형태적 특성과 발아 중 뿌리길이의 변화 조사

(1) 콩의 무게, 형태 및 색의 특성 측정

콩무게는 콩을 random sampling하여 100개의 무게를 달아 g whole soybean/100

seeds으로 표시하였으며 콩의 부위별 무게를 측정하여 g cotyledone/100 seeds, g hypocotyl/100seeds, g seedcoat/100seeds를 측정하였다. 콩 크기는 버어니어캘리퍼스(5/100m, Mitutoyo, Japan)를 사용하여 길이(length), 높이(hight), 폭(width), hilum의 길이를 30개 측정하여 평균값과 표준편차 값을 계산하였다.

콩 전체와 표피, 자엽의 색 측정을 위해 콩은 30 mesh로 마쇄하였고 표피와 자엽은 각각 분리하여 30 mesh로 마쇄한 분말을 색차계(CR300, Minolta, Japan)로 L, a, b값을 측정하였으며 이때 사용한 표준백판의 Hunter 값은 L : 97.5, a : -0.21, b : +1.62 이었다.

(2) 발아 및 발아 중 뿌리 길이 측정

품종별로 일정무게를 취하여 증류수로 세척한 후 20℃와 30℃ 항온기에서 지름이 30cm 정도인 플라스틱 콩나물 재배기를 사용하여 처음 3시간은 지속적인 물뿌림, 그 후는 3시간 간격의 물 뿌림하면서 4일간 발아시켰다. 발아과정 중 뿌리의 길이는 버어니어캘리퍼스를 사용하여 30개를 측정하여 평균값과 표준편차 값을 계산하였다.

2) 발아 중 isoflavone 및 단백질의 변화 조사

(1) Isoflavone 분석

Isoflavone 분석을 위한 시료의 전처리에는 60 mesh체로 통과한 콩분말 1.0 g에 80% ethanol 20 mL를 넣고 ultrasonicator(3210R-DTH, Branson ultrasonics Co., Danbury, CT., USA)에서 isoflavone을 추출(50℃, 60min)하였다. 추출액은 12,000×g로 10분간 원심분리(HMR-220IV, Hanil centrifuge Co., Inchon, Korea)하여 상등액만을 취하고 0.2 µm syringe fliter(Target[®] -RC 13 mm, National Scientific Chromatography Accessories)로 여과한 다음 HPLC(Waters 1525, Waters Co., Milford, Massachusetts, USA)에 20 µL 주입하여 Waters 2487 dual λ absorbance detector로 254 nm에서 1 mL/min의 유속으로 isoflavone을 분석하였다. 분석에 사용된 column은 Water사(Waters Co., Milford, Massachusetts, USA)의 X-Terra[™]RP₁₈ (5 µm, 4.6×250 mm)이었고, 이동상은 acetic acid 0.1%를 각각 함유한 3차 증류수(용매A)와 acetonitrile(용매B)을 사용하였으며, gradient는 용매A : 용매B = 85 : 15

로 시작하여 10분에는 81 : 19, 20분에는 65 : 35, 35분에는 50 : 50, 40분에는 85 : 15로, 45분까지 유지하였다. 분리한 isoflavone은 daidzin, genistin, glycitin, daidzein, genistein, glycitein이었고, 이들 함량은 6가지 standard의 농도에 대한 peak 면적의 표준정량곡선(standard calibration curve)으로부터 계산하였다. Isoflavone의 결과는 건물량 기준으로 환산(mg/g)하였으며 3반복 측정결과의 평균값을 계산하였다.

(2) 수용성 및 불용성 단백질 측정

단백질 측정은 AOAC¹⁾의 micro-kjeldahl법에 의하여 질소함량을 측정하였으며 단백질은 $N \times 5.71$ 하여 계산하였다. 불용성 단백질은 콩분말 2 g에 증류수 50 mL를 첨가한 후 상온에서 1시간동안 100 rpm으로 shaking 한 후 여과지에 남은 고형분의 질소량을 측정하여 불용성 단백질 함량을 계산하였고, 여과된 액은 7.5% trichloroacetic acid로 단백질을 침전시킨 후 여과하여 여과지에 남은 침전물을 건조시켜 측정된 질소량에서 수용성 순단백질을 계산하였다. 비단백태 질소(non-protein nitrogen)함량은 조단백질 함량에서 수용성과 불용성 순단백질 함량을 빼서 계산하였다.

3. 발아콩분말의 가공적성 조사

콩의 발아에 의한 isoflavone 함량의 증가 결과에 의해 콩을 20°C에서 12, 24시간 발아시키는 조건을 선정하여 발아콩의 가공적성을 조사하였다. 발아콩의 가공적성 조사를 위한 콩분말의 제조는 20°C 항온기에서 신평달 2호와 서목태를 12 및 24시간 발아시켜 60°C의 열풍건조기에서 건조 후 waring blender(34BL97, Waring commercial, USA)로 마쇄를 하여 60 mesh 체에 통과시켰다. 반죽과 면류 특성 조사를 위한 복합분 제조는 밀가루(중력분, 대한제분)에 신평달 2호를 12 및 24시간 발아시키고 90°C의 물에서 10분간 데쳐 효소를 불활성시켜 껍질을 제거한 후 60°C 열풍건조기에서 24시간동안 건조를 시킨 것을 waring blender를 사용하여 60 mesh로 마쇄하여 혼합하였다. 혼합비율은 발아콩분말 첨가비율이 0, 4, 8, 12, 16%였다.

(1) 단백질의 용해도 측정

발아콩분말의 단백질 용해도는 Franzen과 Kinsella²⁾의 방법을 일부 수정하였다. 발아콩 분말 0.1 g에 증류수 10 mL를 가하고 1N HCl과 NaCl 용액을 첨가하여 pH meter로 pH 2-12로 조정하였다. pH 조정 후 ultrasonicator로 10분간 ultrasonication한 후 pH를 재조정하였다. pH를 재조정한 발아콩분말 분산액은 15,000 rpm에서 20분간 원심분리하고 그 상등액을 여과지(Whatman No. 41)에 통과시킨 뒤 여액 1 mL에 증류수 9 mL를 넣었다. 희석된 여액 3 mL와 biuret 반응시약(Sigma-Aldrich, Louis, MO, USA) 3 mL를 혼합하고 상온에서 30분간 방치한 후 spectrophotometer(Du 650, Beckman Instruments inc., Fullerton, CA, USA)로 540nm에서 흡광도를 측정하였다. 용해도의 표준곡선은 bovine serum albumin(Sigma-Aldrich, Louis, MO, USA)을 표준시약으로 사용하여 pH 12에서의 용해된 단백질량을 표준곡선에서 환산하여 그 값을 100으로 한 상대적인 양으로 나타내었다.

$$\text{Protein solubility (\%)} = \frac{\text{solubility vs. pH}}{\text{solubility at pH 12}} \times 100$$

(2) 거품형성능 및 안정성 측정

발아콩분말의 거품형성능은 Sathe 등³⁾의 방법을 일부 수정하였다. 발아콩 분말 1.5 g에 증류수 50 mL를 가하고 1N HCl과 NaOH 용액을 첨가하여 pH meter로 pH 2-12로 조정하였다. pH 조절 후 ultrasonicator로 10분간 ultrasonication한 후 pH를 재조정하고 waring blender로 speed 5에서 3.5분동안 whipping한 후 100 mL 메스 실린더에서 30초간 방치하여 전체부피를 측정하였다. 거품안정성은 거품생성 후 30분 간격으로 2시간동안 거품부피를 측정하였다.

$$\text{Vol. increase (\%)} = \frac{\text{Vol. after whipping(mL)} - \text{Vol. before whipping(mL)}}{\text{Vol. before wipping (mL)}} \times 100$$

$$\text{Foaming stability (\%)} = \frac{\text{Vol. of whipping(mL) after t}}{\text{Vol. of initial whipping(mL)}} \times 100$$

(t : 30, 60, 90, 120min)

(3) 유화력 및 유화 안정성 측정

발아콩분말의 유화력과 안정성 측정은 Pearce와 Kinsella⁴⁾의 방법을 일부 수정하였다. 발아콩분말 0.1 g에 증류수 25 mL를 가하고 1N HCl과 NaOH 용액을 첨가하여 pH meter로 pH 2-12로 조정하여 ultrasonicator로 10분간 ultrasonication한 후 pH를 재조정하였다. 그 후 콩기름(해표, (주)신동방) 1 mL를 넣은 후 homogenizer(Polytron pt 2100, Kinematica Ag, Switzerland)로 30,000 rpm에서 1분간 균질화를 하여 유화액을 형성하였다. 유화력 측정은 유화액 0.1 mL에 0.1% sodium dodecyl sulfate(SDS) 용액으로 1 : 150이 되게 희석한 뒤 spectrophotometer로 500 nm에서 흡광도를 측정하였고 탁도는 다음 계산식에 의해 구하였으며 이 탁도로 유화력을 표현하였다.

$$T = \frac{2.303A}{l} \quad (T : \text{탁도}, A : \text{흡광도}, l : \text{cuvette의 길이}(1\text{cm}))$$

유화 안정성 측정은 유화액 형성 후 30, 60분후에 0.1 mL의 유화액을 취하여 유화력 측정방법과 동일하게 0.1% SDS용액으로 150배 희석하여 500 nm에서 흡광도를 측정한 뒤 탁도를 구하여 아래와 같은 식으로 계산을 하였다.

$$\text{Emulsion stability (\%)} = \frac{T \text{ of emulsion after } t}{T \text{ of intial emulsion}} \times 100 \quad (t : 30, 60\text{min})$$

(4) 수분 및 유지 흡착력 측정

발아콩분말의 수분 흡착력은 Beuchat⁵⁾의 방법으로 측정하였다. 발아콩분말 0.5 g을 증류수 10 mL에 첨가한 후 voltex(M37614, Thermolyne, Dubuque, Iowa, U.S.A.)로 mixing한 다음 15,000 rpm으로 30분간 원심분리한 상등액의 부피를 측정하여 감소한 증류수량에서 흡수된 수분을 계산하여 시료 1 g당 흡착된 물의 양으로 표현을 하였다. 유지 흡착력 측정은 수분흡착력과 같은 방법으로 증류수 대신 콩기름 10 mL를 첨가하였다.

4. 발아콩의 식품에의 활용

1) 국수

(1) RVA와 Mixograph에 의한 반죽 특성의 측정

발아콩분말 첨가시 반죽 특성 조사는 중력분에 발아콩분말을 혼합하여 RVA (Rapid Visco Analyser-4D, Newport Co., Australia)를 사용하여 ICC 표준방법⁶⁾에 따라 측정하였다. 중력분 3.0 g(건량기준)과 증류수 25 mL를 RVA용기에 넣고, 50℃에서 1분간 유지 후 12℃/min의 가열속도로 95℃까지 가열하고 95℃에서 2.5분간 유지한 다음 12℃/min의 냉각속도로 50℃까지 냉각시키고 50℃에서 2분간 유지하였다. RVA viscogram으로부터 최고점도(peak), 최저점도(trough), breakdown, 최종점도(final visc.), setback 및 peak time(min)를 구하였으며, breakdown은 최고점도에서 최저점도를 뺀 값, setback은 최종점도에서 최저점도를 뺀 값으로 계산하였다. 점도 단위는 Rapid Viscosity Unit(RVU)로 표시하였다.

발아콩분말 첨가시 반죽의 특성을 알아 보기위해 10-gram Mixograph(National Mfg. Co., Lincoln, NE., USA)를 이용하여 AACC 54-40⁷⁾의 방법에 따라 조사하였다. 중력분 10.0 g(건량기준)과 증류수 6.1 mL를 bowl에 넣고 10분간 반죽을 하면서 점탄성을 측정하였다. 측정은 최고탄성에 이르는 시간(MPT; min)과 최고탄성에서의 peak의 높이(MPH; %)로 하였다.

(2) 생면과 조리면의 제조

발아콩분말을 첨가한 면류의 특성을 조사하기 위하여 밀가루에 발아콩분말을 0, 4, 8, 12, 16%(w/w)의 무게비율로 첨가하여 복합분을 만들었다. 복합분 100 g에 소금 3 g을 첨가하였고, 물 45 mL를 가하여 실온에서 10분간 mixer(KitchenAid inc., USA)를 이용하여 반죽을 실시하였다. 반죽 후 비닐봉지에 넣어 2시간동안 20℃에서 숙성시킨 후 수동식 제면기(Y91, (주)아룩)를 이용하여 롤간격 8 mm에서 면대를 형성한 뒤 면대는 4.2, 3.0, 1.5 mm의 3단계의 롤을 거쳐 생면을 제조하였다. 조리면은 생면 20 g을 끓는 물 500 mL에 넣고 4분간 조리한 후 건져서 흐르는 냉수에 30초간 냉각시킨 다음 건져내어 5분간 상온에서 방치한 다음 면의 표면수를 흡수지로 제거하여

조리면을 제조하였다.

(3) 국수 특성의 측정

① 생면의 신장도

생면 제조 시 4.2 mm의 롤에서 형성된 면대를 가로 8.0 cm 세로 25.0 cm로 자른 후, 두께를 4.2, 3.0, 1.5 mm의 3단계의 롤을 거쳐 형성된 면대의 길이를 측정하여 1.5 mm 롤에서의 최종적으로 늘어난 길이를 신장도(%)로 계산하였다⁸⁾.

② 무게 및 부피변화

생면의 조리시 무게 변화는 수분흡수율(water absorption ratio)로 계산하였다. 생면 20 g 정도를 정확히 칭량하고, 조리한 후 조리면의 표면 물기를 흡수지로 제거한 뒤 무게를 측정하였다. 부피변화는 정확히 칭량한 20 g 정도의 생면을 300 mL 증류수를 채운 500 mL 메스실린더에 넣어 증가된 부피로 측정하고, 조리면의 부피도 같은 방법으로 측정하여 부피팽창율(volume expansion ratio)을 다음 식에 의해 계산하였다⁹⁾.

$$\text{Water absorption ratio(\%)} = \frac{\text{Cooked noodle(g)} - \text{Wet noodle(g)}}{\text{Wet noodle(g)}} \times 100$$

$$\text{Volume expansion ratio(\%)} = \frac{\text{Cooked noodle (mL)}}{\text{Wet noodle (mL)}} \times 100$$

③ 조리액의 탁도

생면의 조리 후 조리액의 탁도는 실온으로 냉각한 다음 spectrophotometer (Smart PLUS SP-1900PC)를 사용하여 675nm에서 흡광도를 측정하였다¹⁰⁾.

④ 색도

생면과 조리면의 색은 색차계(JX777, Juki, Japan)를 사용하여 표면색을 Hunter 값인 L, a, b로 측정하였다. 이때 사용한 표준관색은 L : 98.50, a : 0.07, b : -0.04이었

다. 색도는 5회 측정된 후 측정값의 평균값으로 나타내었다.

⑤ Texture

생면 및 조리면의 텍스처 특성은 Rheometer(Compac-100, sun scientific co., Japan)를 사용하여 측정하였다. 생면 제조시 만들어진 면대를 3×3 cm 크기로 잘라 plate 위에 올려놓고 지름 5 mm인 평면원통형의 No. 5 rod로 압축하여 측정하였으며, 조리면은 조리 후 물기를 제거하여 5분간 방치한 것을 측정하였다. 측정된 텍스처 특성은 탄력성(springiness), 견고성(hardness), 응집성(cohesiveness), 겹성(gumminess), 부서짐성(brittleness) 등이었고 측정조건은 Table 1과 같으며 모든 측정은 20회 이상 반복 측정하여 최대치와 최저치 2개씩을 제외한 나머지 값에서 평균값을 계산하였다.

Table 1. Operating conditions of Rheometer

Instrument	COMPAC-100, sun scientific co., Japan
Test type	hardness, mastication test
Adaptor	round (4mm diameter)
Table speed	120mm/min
Measuring	load 2kg
Set value	12mm

(4) 관능검사

발아콩분말을 첨가한 생면을 4분간 조리하여 밀가루 국수를 표준시료(R)로 하여 색, 냄새, 맛, texture에 대한 관능검사를 실시하였다. 관능검사원은 본 대학 식품공학과 대학원 학생 10명을 선정하여 이들에게 실험의 목적을 설명하고 2회 반복 실시하였다. 시료는 투명한 petri dish에 10 g정도를 담아 제공하였으며 검사방법은 다시료 비교법으로 9점 채점법을 사용하여 검사하였다. 관능검사 설문지는 Fig. 1과 같다.

발아콩분말 첨가 조리면의 기호도를 조사하기 위하여 12, 24시간 발아시킨 신팔달 2호 분말을 각각 12%, 16%를 첨가한 조리면의 전체적 기호도 검사는 Fig. 2와 같이 하였다. 기호도 검사원은 46명이었으며, 시료의 온도는 상온으로 하였다.

기호도					
제품명 :	이름 :	날짜 :			
앞에 제시된 국수의 맛을 보시고 가장 좋아하는 시료부터 순위를 기입하여 주십시오.					
시료번호	478	238	864	319	581
	_____	_____	_____	_____	_____

Fig. 2. Questionnaire for overall acceptance by ranking test of cooked noodles prepared with addition of germinated soybean powder.

(5) 생면의 저장성 향상 조사

생면의 저장 중 총균수의 변화를 조사하기 위하여 생면 제조시 콩분말의 첨가는 isoflavone의 함량(Ⅱ-1-2)-(1))과 기호도 검사(Ⅱ-3-1)-(4))의 결과를 참조하여 24시간 발아시킨 신평달 2호의 분말을 12% 첨가하여 제조한 생면은 4°와 20°, 37°C에서 저장하였다. 생면 제조시 제조에 사용된 모든 실험 기구는 70% 에탄올로 세척하여 사용하였다. 발아콩분말 첨가 생면의 저장성 향상을 위한 보존제는 주정과 탈산소제를 사용하여 실험 검토 하였다.

① 보존제 첨가 생면의 제조 및 저장

생면의 저장성 향상 검토를 위한 보존제는 주정(95% ethanol)과 탈산소제(free oxygen absorber, O2-zero, (주)티피지, 경기, 한국)로, 주정은 반죽 시 첨가하였으며 탈산소제는 저장시 생면과 함께 밀봉하여 저장하였다. 주정을 첨가한 생면의 제조는 밀가루 88.0 g에 발아콩분말 12.0 g을 혼합한 복합분에 소금 3g을 녹인 증류수 40.6 mL와 주정(95% ethanol) 4.4 g이 포함된 용액을 넣고 반죽기에서 10분간 반죽을 한 뒤 앞의 방법과 같이 숙성시키고 면대의 형성 및 생면 제조를 하였다. 주정을 첨가하지 않은 발아콩분말 첨가 생면(control)의 제조는 앞의 생면제조(Ⅰ-3-나-가))와

동일하였으며 탈산소제는 포장된 주정 첨가 생면과 무첨가 생면에 각각 넣었다. 생면의 저장은 생면 20 g 정도를 petri dish에 넣고 parafilm(Menasha, WI, USA)으로 밀봉시킨 뒤 온도별로 저장하였다. 저장온도와 측정기간은 4℃에서의 경우 20일간 5일 간격으로 20℃와 37℃에서는 4일간 1일 간격으로 저장하면서 총균수를 측정하였다.

② 총균수 측정

저장 중 생면의 총균수 측정은 표준평판법으로 하였다. 즉 저장중의 생면 10.0 g을 정확히 취하여 bag mixer용 멸균 bag에 넣은 후 멸균생리식염수 90 mL를 가해서 stomacher로 1분간 분쇄 및 균질화하여 순차적으로 10배씩 희석한 후 plate count agar(PCA, Difco, USA) 배지에 분주하였다. 분주한 배지는 37℃에서 48시간 배양한 다음 생성된 colony수를 희석배수에 적용하여 colony forming unit(CFU/g)로 계산하였다.

2) 라면

(1) 라면과 조리면의 제조

라면 제조를 위한 발아콩분말 제조는 20℃에서 24시간 발아시킨 신평달 2호 콩을 90℃의 물에서 10분간 데친 후 껍질을 제거하고 60℃의 열풍건조기에서 24시간동안 건조를 한 후 60 mesh로 마쇄하였다. 라면은 일반적인 제조방법(11)을 일부 수정하여 제조하였다. 즉 밀가루 90 g과 초산전분 10 g을 반죽기(N50, Hobart, USA)를 사용하여 5분간 혼합하여 복합분을 만들었다. 물 40 mL에 소금 1.2 g, 알칼리제 0.2 g을 용해시켜 복합분에 첨가하고 15분간 반죽한 다음 수동식 제면기(아룩산업)에서 두께 1.5 mm의 면대를 형성한 후 면발(1.5×2.0 mm)을 뽑아 자체 제작한 종이틀(14.4×0.9×9.2 cm)에서 wave를 주었다. 형성된 면은 둥근 철망(지름 11.0 cm, 높이 6.0 cm)에 넣고 찜통에서 증기로 4분간 증자한 후 1분간 상온에서 방냉시켰다. 증자가 끝난 면은 전기튀김기(BDF2029, New city industrial area, China)로 150℃에서 50초간 라면을 제조하였다. 발아콩분말을 첨가한 라면 제조의 배합비는 Table 2와 같이 하여 발아콩분말을 16%까지 첨가하였다.

조리면은 Bae 등12)의 최적조리시간 관정의 방법에 따라 500 mL의 끓는 물에 100 g의 라면을 넣고 30초 간격으로 조리면을 채취한 후 수돗물로 냉각하여 유리판 사이에 놓고 눌러서 하얀 심이 대부분 없어지는 4분 30초로 하였다.

Table 2. Formulas for Ramyon prepared with germinated soybean powder

Sample ^{*)}	Ingredients (g)					
	Wheat flour	Soybean powder	Modified starch	Salt	Alkali agent	Water (mL)
Ra-0	90	0	10	1.2	0.2	40
Ra-4	86	4	10	1.2	0.2	40
Ra-8	82	8	10	1.2	0.2	40
Ra-12	78	12	10	1.2	0.2	40
Ra-16	74	16	10	1.2	0.2	40

*) : Ramyon added germinated soybean powder 0-16%

(2) 라면 특성의 측정

① 조리면의 무게, 부피 및 조리액의 탁도

조리면의 무게와 부피측정은 Kim 등13)의 방법을 이용하였다. 라면 20 g정도를 정확히 칭량하여 끓는 물 400 mL에 넣고 4분 30초간 조리한 후 건져서 흐르는 물에 30초간 냉각시키고 1분간 실온에서 방치한 다음 표면 물기를 흡수지로 제거하고 무게를 측정하여 조리전과 후의 증가된 무게 차이에서 조리면의 수분흡수율(water absorption ratio)을 계산하였다.

부피팽창율(volume expansion ratio)은 라면 20 g정도를 40 mL 증류수가 채워진 100 mL 메스실린더에서 부피를 측정 후 조리면의 표면수를 제거하여 다시 부피를 측정하였다. 부피팽창율은 조리전후의 증가된 부피 차이에서 라면의 부피를 나누어 백분율로 계산하였다.

조리액의 탁도 측정은 Park와 Kim14)의 방법에 따라서 끓는 증류수 400 mL에

라면 20 g을 넣어 4분 30초간 삶아 면을 조리한 후 조리액을 모아 20℃로 냉각한 후 증류수를 첨가하여 1,000 mL volumetric flask를 사용하여 1,000 mL로 정용한 후 탈지면으로 여과하여 spectrophotometer를 사용하여 675 nm에서 흡광도를 측정하였다.

② 색도

복합분과 면의 색도측정은 색차계를 사용하여 Hunter L, a, b값을 측정하였으며 이때 사용한 표준백판의 Hunter 값은 L : 97.5, a : -0.21, b : +1.62 이었다. 복합분은 분말 그대로, 생면은 면대를 형성한 후, 라면은 30 mesh로 마쇄한 것을, 조리면은 조리면의 표면의 물기를 흡수지로 제거하고 waring blender로 1분간 마쇄한 것의 표면을 측정하였다.

③ Texture

조리면의 texture 특성은 조리 직후 흐르는 물에서 냉각시킨 면을 Rheometer(CR-200D, Sun scientific Co., Japan)를 사용하여 측정하였다. 면 한가닥을 6 cm 길이로 잘라 adaptor No. 8(피아노선)로 mode 2와 set 50, table speed 100mm/min에서 측정하였다. 측정한 texture 특성은 면이 잘릴 때의 최대힘(max weight), 최대힘에 도달할 때의 면의 깊이 값(distance), 전단응력(shear strength), 부착성(adhesiveness)을 측정하였다. 모든 측정은 10회 측정하여 최대값과 최저값 2개씩을 제한 6개의 평균을 계산하였다.

④ Isoflavone

라면의 isoflavone의 분석을 위해 조쇄한 라면을 ethylether로 탈지시키고 용매를 제거하였다. Waring blender를 이용하여 60 mesh로 마쇄하고 분말 1 g에 80% ethanol 20 mL와 혼합하였으며 이후의 추출 및 isoflavone 측정은 앞의 발아콩의 isoflavone 측정(I-2-2)-(1)) 방법과 같았다.

(3) 관능검사

라면 100 g을 끓는 물 500 mL에 넣어 4분 30초간 조리한 후 흐르는 물에 30초간

식힌 뒤 물기를 제거하고 petri dish에 담아 밀가루만의 라면을 표준시료(R)로 하여 라면의 황갈색의 강도(yellowish brown)와 콩비린 냄새(beaney flavor), 구수한 냄새(savory flavor), 콩비린 맛(beaney taste) 및 구수한 맛(savory taste) 등 향미특성, 견고성(hardness), 씹힘성(chewiness) 등 텍스처 특성을 9점 척도법으로 차이식별검사를 하였다. 관능검사원은 대학원생 9명을 선정하여 이들에게 실험의 목적을 설명하고 실시하였다. 전체적 기호도는 23명이 밀가루만의 라면을 포함하여 발아콩분말을 4-16% 첨가한 라면 5가지를 가장 좋아하는 것을 1로한 순위법(ranking test)으로 평가하였다.

3) 식빵

(1) 식빵의 제조

식빵은 직접 반죽법으로 제조하였고 재료의 배합비율은 Table 3과 같다. 유지와 dry yeast를 제외한 재료를 반죽기(5K5SS, KitchenAid, USA)에 넣고 저속(2단)에서 30초간 mixing한 후, 30℃ 물에 미리 풀어 둔 dry yeast를 넣고 저속(2단)에서 2분 30초, 중속(6단)에서 3분간 mixing하고 shortening을 첨가하여 다시 중속(6단)에서 10분간 mixing하였다. Mixing이 끝난 반죽을 27℃, 습도 75%의 발효기(EP-20, Daeyoung Co., Korea)에서 60분간 1차 발효를 시킨 후 170 g씩 분할하여 둥글리기를 하였다. 둥글리기한 반죽을 실온에서 15분간 중간발효를 거쳐 가스를 빼고 성형한 뒤 35℃, 습도 85%로 조정된 발효기에서 20분간 2차 발효를 하였다. 굽기는 윗불 190℃, 아랫불 190℃의 오븐(FDO-7103, Daeyoung Co., Korea)에서 30분간 구운 후 꺼내어 1시간 방냉시킨 다음 실험에 사용하였다.

(2) 식빵 특성의 측정

① 일반성분

식빵의 일반성분 분석은 AOAC법1)에 따라 수분함량은 상압가열건조법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조단백질은 micro Kjeldahl법, 조회분은 직접회화법으로 분석하였다.

Table 3. Formulas for bread prepared with germinated soybean powder

Sample ^{*)}	Ingredients (g)						
	Wheat flour	Soybean powder	Shortening	Dry yeast	Salt	Skim milk	Water
Br-0	100	0	4	1.8	2	3	65
Br-4	96	4	4	1.8	2	3	65
Br-8	92	8	4	1.8	2	3	65
Br-12	88	12	4	1.8	2	3	65
Br-16	84	16	4	1.8	2	3	65

^{*)} : Bread prepared with addition of germinated soybean powder 0-16%

② 식빵의 무게, 부피, 비용적, 반죽수율

식빵의 부피는 종자치환법으로 측정하였고 비용적(mL/g)은 부피를 무게로 나누어 구하였으며 식빵의 반죽수율은 다음 식에 의하여 구하였다.

$$\text{Dough yield (\%)} = \frac{\text{Weight of dough(g)}}{\text{Weight of bread(g)}} \times 100$$

③ Isoflavone

식빵의 isoflavone 분석은 식빵분말 1.0 g에 80% ethanol 20 mL를 넣고 50℃의 ultrasonicator에서 60분간 추출하였으며 이후의 isoflavone 측정은 앞의 발아콩의 isoflavone 측정(I-2-2)-(1))의 방법과 같았다.

④ Texture 및 색도

식빵의 texture 측정은 baking이 끝난 식빵을 실온에서 1시간 냉각시킨 후 식빵의 내부를 동일한 크기(30×30×30 mm)로 잘라 Rheometer(Compac-100, Sun Scientific Co., Japan)를 사용하여 masticability test를 실시하였고 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄성(springiness), 검성(gumminess) 및 깨짐성(brittleness)등을 조사

하였다. 한 처리군당 3개의 시료를 이용하여 각각 3회 반복 측정하여 평균치를 표시하였으며 측정시 사용된 조건은 test type: mastication, load cell: 2 kg, adaptor type: round, table speed: 60 min/min, sample height: 20 mm이었다.

식빵의 색도는 식빵의 외부색(crust color)과 내부색(crumb color)을 색차계(JX 777, Juki apan)를 이용하여 L, a, b값을 측정하였고 한 처리군당 3개의 시료를 이용하여 3회 반복 측정하여 평균치로 나타내었다.

(3) 관능검사

관능검사는 baking이 끝난 식빵을 실온에서 1시간 방냉한 후 관능검사실에서 실시하였다. 관능검사 요원은 학생 10명을 선발하여 평가항목에 대해 설명하고 관능적 평가 내용을 인지하도록 훈련한 후 실험에 응하도록 하였다. 평가항목은 표면의 껍질색(crust color), 내부색(crumb color), 기공의 크기(air cell size), 냄새(smell), 고소한 맛(savory taste), 촉촉한 정도(moistness), 경도(hardness)등에 대하여 각 항목별로 9점 척도법으로 1점에서 9점으로 갈수록 특성의 강도가 강해지는 것을 나타내도록 하였다. 기호도 검사는 20-45세의 일반 성인 32명을 대상으로 전반적인 기호도를 9점 척도법으로 하여 1점(대단히 싫어한다)에서 9점(대단히 좋아한다)까지로 평가하도록 하였다.

4) 인절미

(1) 인절미의 제조

찹쌀가루를 4회 씻어 상온에서 2시간 수침 후 체에 받쳐 30분 동안 물빼기를 한 후 분쇄기(FM-909T, Hanil, korea)로 분쇄하여 20 mesh 체를 통과시켜 얻은 쌀가루를 인절미 제조용 시료로 사용하였다. 발아콩분말 첨가 인절미 제조를 위한 배합비율은 Table 4와 같고 찹통(지름 30 cm, 높이 24 cm)에 2 L의 물을 넣은 후 젓은 행주를 깔고 찹쌀가루를 편편하게 놓은 다음 20분간 강한 불로 찌고 5분간 뜸을 들여 완전히 익혔다. 찌진 떡을 반죽기(5K5SS, KitchenAid., USA)에 넣고 6단에서 10분간 치댄 후 플라스틱 petri dish(지름 5cm, 높이1cm)에 30 g씩 넣고 성형하여 실험에 사용하였다.

Table 4. Formulas for *injulmi* prepared with germinated soybean powder

Sample ^{*)}	Ingredients (g)		
	Rice powder	Soybean powder	Salt
In-0	100	0	1
In-4	96	4	1
In-8	92	8	1
In-12	88	12	1
In-16	84	16	1

*) : *Injulmi* prepared with addition of germinated soybean powder 0-16%

(2) 인절미 특성의 측정

① 일반성분 분석 및 pH

인절미의 일반성분 분석은 식빵의 일반성분(I-4-3)-(2)-①의 방법과 같이 하였고 인절미의 pH 측정은 시료 10 g을 증류수 50 mL와 함께 마쇄(FM-909T, Hanil, Korea)한 후 pH meter(level II, inoLab., Germany)로 측정하였다.

② Isoflavone

인절미의 isoflavone 분석은 식빵분말 1.0 g에 80% ethanol 20 mL를 넣고 50°C의 ultrasonicator에서 60분간 추출하였으며 이후의 isoflavone 측정은 앞의 발아콩의 isoflavone 측정(I-2-2)-(1))의 방법과 같았다.

③ Texture 및 색도

인절미의 texture 및 색도 측정은 식빵(I-4-3)-(2)-④의 방법과 동일하게 측정하였다.

④ 저장 중 인절미의 hardness의 변화

저장 중 인절미의 hardness 변화는 성형이 끝난 인절미를 실온(20°C)과 냉장(4°C)에서 각각 저장하면서 4시간마다 Rheometer(Compac-100, Sun Scientific Co., Japan)를 사용하여 hardness를 측정하였고 측정시 사용된 조건은 4)-가-2)-사)의 방

법과 같이 하였다.

(3) 관능검사

관능검사는 성형이 끝난 인절미를 실온에서 1시간 방냉한 후 관능검사실에서 실시하였다. 관능검사 요원은 대학원생 10명을 선발하여 평가항목에 대해 설명하고 관능적 평가 내용을 인지하도록 훈련한 후 실험에 응하도록 하였다. 평가항목은 색(color), 냄새(smell), 단단한 정도(hardness), 촉촉한 정도(moistness), 고소한 맛(savory taste), 전체적인 바람직성(overall desirability) 등에 대하여 각 항목별로 9점 척도법으로 1점에서 9점으로 갈수록 특성의 강도가 강해지는 것을 나타내도록 하였고 3일에 걸쳐 3회 반복 실시하였다.

5) 초콩

(1) 초콩 제조

발아 초콩 제조를 위한 콩의 발아는 신평달 2호 콩을 20℃ 인큐베이터에서 24시간 동안 발아시켜 건조(60℃, 24시간)한 것을 사용하였으며, 초콩 제조는 발아콩 25g 정도를 정확히 칭량하여 양조식초 75 mL에 절임하였다. 절임기간은 20℃ 인큐베이터에서 480시간동안 실시하였고 대조구로는 발아시키지 않은 신평달 2호 콩을 같은 방법으로 절임하였다.

(2) 초콩과 절임액의 특성 측정

① 절임액의 pH, 당도

식초 절임액의 pH, 색도, 당도 측정은 Kim 등¹⁵⁾의 방법을 이용하였다. 절임시간에 따른 절임액의 pH 변화는 pH meter(DMP 600, 동우메디컬시스템)로 측정하였으며, 당도는 Refractometer(Atago, Japan)를 사용하여 °Brix로 측정하였다.

② 초콩의 흡수율

초콩의 흡수율 측정은 Kim 등¹⁵⁾의 방법을 이용하였다. 즉 25 g 정도의 콩을 정확히 칭량하여 절임기간마다 콩 표면의 절임액을 흡수지로 제거한 후 무게를 측정하였

다. 초콩의 흡수율(absorption, %)은 절입전후의 무게차이를 절입전의 무게로 나누어 백분율로 계산하였다.

③ 초콩의 texture

절입한 초콩에서 비교적 크기가 균일한 10개를 선별하여 껍질을 제거한 후 반쪽을 갈라 Rheometer(CR-200D, Sun scientific Co., Ltd, Japan)로 texture 특성을 측정하였다. 사용한 adaptor는 No. 10(칼날)이었으며 mode 2와 set 50, table speed 100 mm/min에서 측정하였다. 측정된 texture 특성은 초콩이 잘리는 동안의 최대힘(max weight ; g), 최대힘에 도달할 때의 초콩의 깊이(distance ; mm), 부착성(adhesiveness ; g)이었고, 10개의 값 중 최고와 최저값 2개씩 제외한 6개값에서 평균값을 계산하였다.

④ 색도

절입시간에 따른 초콩분말의 색 변화는 waring blender를 사용하여 60 mesh로 마쇄하여 색차계(CR 300, Minolta, Japan)로 L, a, b값을 측정하였고 ΔE 를 계산하였다. 이때 사용한 표준백판의 값은 L : 97.5, a : -0.21, b : +1.62 이었다. 절입액의 색도 측정은 식초액을 색차계 cell(21.5×13.0×50.0 mm)에 담아 L, a, b값의 측정과 ΔE 를 계산하였다. 이때 사용한 표준액의 Hunter값은 L : 100.0, a : -0.00, b : +0.03 이었다.

⑤ Isoflavone

초콩 절입중의 isoflavone 분석은 앞의 발아콩의 isoaflavone 측정(I-2-2)-(1)) 방법과 같이 하였다. 그리고 절입액의 isoflavone 분석은 초콩의 isoflavone 분석에서의 ethanol 농도(80%)와 같게 하기 위하여 식초절입액 10 mL에 100% ethanol 40 mL를 첨가하여 최종 ethanol 농도가 80%가 되게 한 다음 isoflavone을 측정하였다. 초콩의 isoflavone의 결과는 건물량 기준(mg%)으로, 식초절입액은 mg/mL로 환산하였으며 3반복 측정결과의 평균값과 표준편차를 계산하였다.

⑥ Oligo 당

초콩의 oligo 당 분석은 Kim과 Yoon¹⁶⁾의 방법을 수정하여 측정하였다. 초콩분말 0.5 g에 증류수 9.5 mL를 넣어 80°C water bath에서 2시간 가열하여 추출한 후 12,000×g로 10분간 원심분리 하였다. 상등액은 0.2 µm syringe filter를 통과시켜 미세물질을 제거하여 이것을 HPLC에 20 µL를 주입하여 oligo 당을 분석하였다. 분석시 사용된 column은 Waters사(USA)의 µBondapak™NH₂(5 µm, 3.9×300 mm)이었으며, 이동상은 탈기한 65% acetonitrile을 사용하였고 유속은 0.5 mL/min이었다. 분리한 oligo 당은 sucrose, raffinose, stachyose이었으며 이들 함량은 3가지의 표준물질의 농도에 대한 peak 면적의 표준정량곡선으로부터 계산하였다. 초콩의 oligo 당의 함량은 건물량 기준(mg/g)으로 환산하였으면 2반복 측정결과의 평균값으로 계산하였다. 절임액의 oligo 당 분석은 절임액 0.5 mL에 증류수 9.5 mL를 넣은 이후 초콩의 oligo 당 분석 방법과 동일하게 하였다.

5. 통계처리

관능검사 및 분석자료의 통계적 분석은 SAS (Statistical Analysis System, version 8.12) package를 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였고 Duncan's multiple range test를 실시하여 시료간의 유의차를 검정하였다($p < 0.05$).

6. 실험재료의 일반성분 분석

1) 수분의 정량

수분정량은 건조법에 따라 상압가열 건조법에 따라 측정하였다. 칭량병을 뚜껑을 열어 105-110°C dry oven에 넣고 1시간 가열한 후 뚜껑을 닫고 desiccator에서 30분 방냉하고 칭량병의 무게를 측정하였다. 칭량병의 항량을 구한 후 시료 1g을 동일한 방법으로 반복 수행하여 항량을 얻었다. 수분정량 값의 계산은 다음과 같이 하였다.

2) 회분의 정량

항량을 구한 회분정량용 도가니에 시료 1g을 전기로 속 500-600℃에서 수시간 태운 다음 desiccator에 옮기어 방냉한 후 실온에 달했을때 무게를 측정하여 항량이 될 때까지 반복하여 회분 정량값을 계산하였다.

3) 조지방의 정량

조지방의 정량은 Soxhlet법에 의하여 측정하였다. 준비된 sample 1g을 여과지에 싸서 105℃ Dry oven에서 건조시킨 후 건조된 sample을 방냉한 후 무게를 측정하고 soxhlet장치의 사이폰관에 넣은 다음 reciving flask에 ether를 넣어주었다. 12시간 정도 추출 후 sample을 꺼내어 ether를 날린 후 방냉하여 무게를 측정하여 조지방 함량을 계산하였다.

4) 조단백질 정량

조단백질의 정량은 Micro kildhal 법을 사용하였다. 준비된 시료 1g을 유산지에 쌓아서 킬달 플라스크에 넣고 분해 촉매제와 농황산을 12ml을 넣고 분해장치에서 분해시켰다. 플라스크를 식힌 후 증류장치에서 증류한 다음 0.1 N HCl로 적정하여 조단백질의 함량을 구하였다.

5) 지방산 분석

지방질은 Bligh와 Dyer의 방법으로 추출, 정제하였다. 대두 분말 시료 100g을 취하여 chloroform과 ethanol(1: 2)혼합액 300ml를 가해 homogenizer로 균질화 한 후 감압여과 하였다. 이여액을 분액 플라스크에 모으고 잔사에 100ml의 chloroform을 더가해 다시 한번 균질화하여 여과액을 합친 다음 100ml의 0.88% KCl용액을 가하여

두 층으로 분리시켰다. 비지방질 물질은 상층인 물층으로 이행시키고, 하층인 지방질 층만 취하여 55℃의 온도에서 감압농축켜 용매를 제거하여 지방시료로 하였다.

지방산 분석은 Metcalf et al의 방법에 준하여 지방 0.2g을 captube에 취해 0.5N NaOH·ethanol용액 3ml를 가하여 질소가스로 치환하고 밀봉하여 100℃에서 30분간 끓인 후 30-40℃에서 냉각시켜 2ml의 hexan을 가하고 질소가스로 치환한 다음 격렬히 흔들어 섞었다. 포화 NaCl 10ml을 넣어 실온에서 방치하여 두 층으로 분리되면 상층액을 취하여 gas chromatography에 주입하여 분석하였으며, 분석조건은 Table 1과 같다, Fatty acid methyl ester 표준품(sigma chemical)을 사용하였다.

6) 아미노산 분석

시료 10g을 냉각 아세톤으로 탈수시킨 후 60℃의 dry oven에서 여과지에 퍼서 건조시키고 마쇄하였다. 경질 시험관 (1.6×16cm)에 마쇄 시료 5mg을 취해 6N-HCl 5ml를 가하여 탈기한 후 밀봉하여 110℃에서 24시간 가수분해 시켰다. 가수분해한 분해물은 2-3회 소량의 증류수로 씻은 후 evaporator로 50℃에서 가능한 짧은 시간에 건조시켜 염산을 제거하고 시료 회석용 완충액으로 용해하여 아미노산 분석기로 분석하였다. 총 아미노산의 분석은 다음의 Table 2와 같은 조건으로 분석하였다.

7) 무기질 분석

대두분말의 무기질 분석은 Osborn과 Voogt의 방법을 이용하여 분석하였다. 시료 5g을 500℃에서 담색의 재가 얻어질 때까지 8시간 회화시켰다. 방냉 후 소량의 물로 재를 적신 다음 4ml의 HNO₃용액 (HNO₃:H₂O=1:1)을 가한 후 hot plate에서 증발, 건조시켰다. 이를 다시 50℃에서 1시간 동안 회화하고 10ml의 HCl(HCl:H₂O=1:1)용액을 가해 서서히 저어가면서 water bath위에서 수분간 가열하면서 용해시켰다. 이것을 Whatman No.6의 여과지를 사용해 100ml 매스플라스키에 여과하였다. 증류수로 회화용기, 여과지, 깔때기 등을 세척하고 이 세척액도 매스플라스크에 합한 후, 증류수로 총량이 10ml가 되도록 희석해 분석시료로 하였다.

분석시료는 원자흡수분광기를 사용하여 Ca(422.7nm), Mg(285.2nm), Fe(248.3nm), Zn(213.9nm), K(766.5nm)을 정량하였다. P는 UV-vis spectrophotometer를 사용하여 714.0nm에서 분석하였다.

Table 5. Operating conditions of gas chromatography for fatty acid analysis

Instrument	Hewlett packard 5890 Series II Plus
Detector	Flame ionization detector
Colum	HP FFAP(30mm×0.53mm×1.0 μ m film thickness)
Injection temperature	230 $^{\circ}$ C
Oven temperature	Programmed form 160 $^{\circ}$ C to 220 $^{\circ}$ C at 5 $^{\circ}$ C/min
Detector temperature	250 $^{\circ}$ C
Carrier gas, flow rate	He, 1ml/min

Table 2. Operating conditions of amino acid autoanalyzer

Instrument	System 6300 hyperperformance analyzer(Bekman)
Column	Li 10cm column No. 338051 ion exchange(Bekman)
Ion-exchange resin	#2619
Analysis time	150 min
Buffer flow rate	20ml/hr
Ninhydrin flow rate	10ml/hr
Column pressure	1,380 psi
Optimum sample quantity	50 μ l
N2 gas pressure	40 psi

7. 미량성분 분석

1) Isoflavone

Isoflavone 분석을 위한 시료의 전처리는 콩분말 1g에 80% ethanol 50ml을 넣어 ultrasonicator(Branson ultrasonic, USA)에서 60분간 추출한 다음 고속원심분리기로 3000xg에서 20분간 원심분리 하였다. 상정액을 취하여 Whatman paper(No.41)로 여과하고, 여액은 40℃에서 Rotary vaccum evaporator를 사용하여 농축한 다음 80% methanol 10ml를 넣고 추출하였다, 추출액인 syringe filter (0.22 μ m)로 여과하여 미세 물질을 제거한 다음 HPLC에 20ul 주입하여 isoflavone 을 분석하였다. 콩의 isoflavone은 HPLC를 사용하여 Wang 등의 방법을 수정하여 분석하였다. 분석에 사용된 Colum은 jjjjjj이었고, UV detector를 사용하여 254nm에서 isoflavone을 측정하였다. 이동상은 시작시 20% methanol 100에서 5분후 60%methanol이 100되도록 하였고 flow rate는 1ml/min이었다. 분리한 isoflavone 함량은 daidzin, genistin, daidzein, genistein 네가지의 표준 물질의 농도에 대한 peak 면적의 표준정량 곡선으로부터 계산하여 산출하였다.

2) Polyphenol

분말 시료인 발아콩과 발아하지 않은 콩 2g을 취하여 80% methanol을 100ml 첨가한 후 1시간 동안 추출하여 여과하였다. 여과액을 4ml 취하여 0.2N의 Folin 용액 0.5ml을 첨가하여 3분 동안 반응 시킨 후 10% sodium carbonate를 0.5ml에 넣어 1시간 동안 방치하였다. 상등액을 취하여 여과 후 725nm에서 흡광도를 측정하였고 표준물질로서 gallic acid를 사용하여 검량곡선을 그려 함량을 구하였다.

3) Saponin

사포닌은 sulfuric acid-vanillin법을 이용하여 정량하였다. 탈지 분말 약 1g에 80% methanol 30ml을 첨가하여 80℃ 항온수조에서 1시간 환류 추출한 후 잔류물에 다시 80% methanol 용액 20ml로 추출, 여과하는 조작을 2회 반복하여, 1차 추출액과 함께 감압 농축하였다. 농축물을 증류수에 용해하고 분획깔대기에 넣어 diethylether로 지용성 물질을 추출 제거하였다. 물 층을 water saturated buthanol로 4회 추출 한

후, buthanol층을 모아 증류수로 씻은 다음에 water saturated bithanol층을 감압 농축하였다, 농축물을 methanol에 녹여 50ml로 정용하여 saponin 추출액으로 하였다, 사포닌 추출액을 100ul 취하여 ice-bath속에서 8% vanillin-ethanol용액과 72% sulfuric acid 용액을 넣고 60℃ water bath에서 10분간 발색시켜 분광광도계로 545nm에서 흡광도를 측정하였다. 대두 사포닌은 wako(192-08851, Wako, Japan)제품을 사용하였다.

4) Tocopherols

분말 건조된 콩가루 100mg에 1ml의 메탄올을 첨가하여 1분간 vortexing하고 825 xg에서 10분간 원심분리 하였다. 이와 같은 과정을 3회 반복하여 모아진 상등액을 질소로 날리고, 남아있는 농축물에 메탄올 3ml을 첨가하여 filtration 후 HPLC로 측정하였다. 각각의 α, β, γ -tocopherol 세가지의 표준 물질의 농도에 대한 peak 면적의 표준정량 곡선으로부터 계산하여 산출하였다.

5) Ascorbic acid

각각의 시료 1g 을 5% metaphosphoric acid 10ml를 첨가하여 10분간 shaking 하여 원심분리(4000xg, 15분)후 0.45 μ m membrane filter로 여과하여 HPLC (dionix)분석 시료로 사용하였다. 이동상은 0.5mM phosphate buffer (pH 4.6)로 하였으며, 265nm에서 분석하여 표준물질인 L-ascorbic acid에 대한 peak 면적의 표준정량 곡선으로부터 계산하여 산출하였다.

6) Vitamin B1, B2

비타민 B1은 시료 1g을 정확히 칭량하여 10% trichloroacetic acid 5ml을 넣고 균질기로 균질화 한 후 균질화한 용액에 다시 10% trichloroacetic acid 10ml을 첨가하여 9000rpm에서 30분간 원심분리 하였다. 상층액을 200 μ l 취하여 시험관에 넣고 4M trichloroacetic acid 30 μ l를 첨가하고 여기에 2% takadiastase 용액 10 μ l를 첨가하고 잘 섞은 후 37℃에서 8-10시간 방치하여 시험용액으로 하였다. 표준용액은 비타민 B1-HCl을 비타민B1으로 하여 0.01-1.0mg/ml가 되도록 10% trichloroacetic acid에

녹여 여기에 4M sodium acetic acid, 2% takadiastase를 20:3:1의 비율로 한 후 표준 용액으로 사용하였다. 표준용액과 시험용액을 각각 50 μ l씩 주입하고 컬럼에서 분리 용출시킨 비타민B1을 반응액 송액 펌프에서 보내진 반응액과 자동적으로 혼합시켜 형광물질로 변환시켰으며, fluorescence 375/450nm에서 측정하였다. 표준용액의 피크 면적 또는 높이에 의해 검량선을 구한후 비타민 B1의 함량을 계산하였다. 이동상은 0.1M phosphate buffer를 사용하였고 flow rate 0.7ml/min로 하였다.

비타민 B2는 일정량의 시료를 달아 소량의 물을 가해 균질화하고 D.W를 가하여 70-80 $^{\circ}$ C에서 잘 혼합하여 12-20분간 추출하였다. 추출액을 식힌 후 1ml중 비타민 B2 0.05-0.5 μ g이 되도록 일정용량으로 하여 시험용액으로 사용하였다. 리보플라빈과 FMN(Flavin mononucleotide)과 FDA(Flavin adeninedinucleotide)표준용액을 만든 후 표준물질로 사용하였다. 표준용액과 시험용액을 각 10 μ l씩 주입하여 이동상 methanol: 10mM NaHPO₄(pH5.5)를 35:65로 하였으며 fluorescence 445/530nm에서 검출하여 검량곡선을 통해 비타민 B2의 양을 구하였다.

7) γ -butyric acid(GABA)

먼저 시료 1g에 ACTN:MeOH:DW를 혼합한 용매 10ml을 첨가하여 24시간 추출하였다. 추출한 후 15000xg에서 15분 원심분리하여 상층액을 분리한 후 0.45 μ m filter로 여과 후 tube에 분주하여 진공감압상태에서 용매를 날렸다.

용매가 제거된 tube에 coupling buffer와 PITC를 첨가하고 5분 방치 후 다시 진공감압하여 용매를 다 날린 후 D.W를 첨가하여 고형물을 녹이고, 필터 하여 HPLC를 위한 분석시료로 사용하였다.

8. 동물실험 설계

1) 실험동물의 사육실험

실험동물은 대한바이오링크를 통해 ICR mouse 3주령을 분양받아 일주일간 자유섭취방법으로 AIN-76과 물로 사육하면서 환경에 적응시켰다 일주일간 안정시킨 후 4주령이 되었을때 실험동물 난괴법(randomized complete block design)에 의하여 각 군당 15마리씩 3개 군으로 분리하여 6개월 동안 실험식으로 사육하였다. 실험기간

중 사육실 환경은 $23\pm 2^{\circ}\text{C}$, 상대습도 $55\pm 10\%$ 를 유지하였고 12시간 인공조명 하에서 마우스용 케이지에 4마리씩 넣어 사육하였다. 체중과 식이 섭취량은 1주일에 3회 일정한 시간에 측정하여 기록하였다.

2) 실험식이조성

대조군은 AIN 76을 기본식으로 하여 각각의 식이 재료들을 혼합형태인 powdered mixed diet를 사용하였고, 발아콩군과 발아하지 않은 콩군의 기본식은 casein 함량을 기준으로 하여 대조군 식이에는 100%의 casein을 첨가하였으며, 실험식의 경우 총 casein의 함량을 30%로 하고 나머지 70%를 콩분말에 함유한 단백질로 대체하였다. 콩의 protein을 분리하지 않고 분말 그 자체로 사용하였기 때문에 기타 다른 성분의 비율을 맞추기 위하여 콩 실험군의 diet를 조정하였다. Table 7은 실험쥐의 diet 조성을 나타낸 것이다.

Table 7. Composition of experimental diets (g/3000kg of diet).

g	Control	Germinated soybean	Non-germinated soybean
Soy flour		1008	1080
Casein	600	180	180
Corn starch	1590	1432.8	1375.8
Sucrose	300	198	192
Soy oil	210	18	9
Mineral mix.	105	105	105
Vit.mix.	30	30	30
DL-methionine	9	9	9
Cellulose	150	13.2	13.2
C h o l i n e bitartrate	6	6	6
Total	3000	3000	3000

3) 시료의 수집 및 처리

4개월과 6개월의 실험사육이 끝난 쥐를 12시간 동안 절식시킨 후 ether로 마취시킨 후 경추탈골법에 의해 도살하였다. 즉시 뇌와 간을 적출하여 분석을 위해 -70℃의 냉동고에 보관하였다. 최종적으로 체조성의 분석을 위하여 소화관을 제거하여 empty carsses의 무게를 측정하고 사체는 -20℃의 냉동고에 보관하였다.

9. 실험동물의 분석

1) 체조성의 분석

식이 섭취 6개월 쯤 실험동물의 체조성 분석을 위하여 -20℃에 보관하였던 사체를 동물 시험용 작두를 이용하여 적당한 크기로 자른 후에 중량의 3배량의 D.W를 첨가하고 mixer를 이용하여 분쇄하였다. 분쇄한 사체는 -70℃의 냉동고에 얼린 후 freeze dryer를 이용하여 동결건조하고 high speed mixer 분쇄하여 sample로 사용하였다. 회분은 항량을 구한 회분정량용 도가니에 시료를 넣고 전기로 속에 수시간 태운 후 방형하여 무게를 측정하였다. 조지방은 Soxhlet법을 이용하여 측정하였고 단백질은 킬달분해 장치를 이용하여 조단백질 함량을 구하였다.

2) 혈중 지질 분석

헤파린으로 처리된 모세관을 이용하여 마우스 안와 정맥총에서 혈액을 채취한 후 4℃, 3,000 rpm에서 20분간 원심분리하여 혈장을 분리하였다. 분리된 혈장은 자동혈액분석기(Spotchem SP-4430, ARKRAY, Japan)를 이용하여 혈당, TG, Total cholestel, HDL-cholesterol을 각각 측정하였다.

3) 간의 항산화효소 측정

(1) Catalase 활성 측정

간 효소원의 조제는 적출한 간 조직 1g에 냉장된 0.25M sucrose buffer를 가하여 균질화 시킨 후 3000rpm에서 10분간 원심분리하여 상등액을 취한 후 다시 105×g에서 60분간 원심분리 후 상등액을 취하여 항산화 활성도를 측정하였다.

Catalase 활성도는 소모되는 과산화수소의 양으로 측정하였다. 1M-Tris -HCl, 5mM EDTA(pH8), H₂O₂, H₂O, 효소원을 즉시 혼합하여 240nm에서 1분간 흡광도의 변화를 측정하였다. 효소의 활성도는 H₂O₂를 분해시킬 수 있는 효소의 양을 단백질 1 mg당 1분간의 반응정도로 나타내었다.

(2) Superoxide dismutase(SOD)활성 측정

SOD 측정은 Xanthine이 xanthine oxidase의 작용을 받아 superoxide(O₂⁻)를 생성하고 이 superoxide가 ferric cytochrom C(Fe⁺⁺⁺)를 ferrous cytochrom C(Fe⁺⁺)로 환원시키는데 이때 SOD가 존재하면 이 반응이 저해되는 원리를 이용하여 측정하였다. buffer와 xanthine, DOC, KCN, cytochrom C, xanthine oxidase를 즉시 첨가하여 550nm에서 blank값이 분당 0.025/min이 되게 맞추고, 효소원 첨가시 blank값의 1/2이 되는 범위에서 측정하였다.

(3) Glutathione sulfur transferase(GST)활성 측정

GST 측정은 기질은 1-chloro-2,4-dinitrobenzene과 glutathione이 반응하여 생성된 GSH-DNCB conjugate를 이용하여 산출하였다. 0.1M phosphate buffer, 0.1M glutathione, 효소원, 0.12M 2,4-DNCB를 25℃에서 1분간 340nm에서 측정하였다.

(4) 대퇴골의 길이 및 강도, 골밀도 분석

실험실이 섭취 4개월과 6개월이 되는 때에 실험쥐를 하룻밤 절식시킨 후 경추탈골로 도살하여 양쪽 대퇴골을 각각 적출하였다. 뼈에 부착되어 있는 인대나 근육을 제거하고, 캘리퍼스를 이용하여 길이를 재었고 전자 저울로 무게를 측정하였다. 뼈 강도 측정은 Rheometer를 이용하여 대퇴골을 고정하고 이동속도 60mm/min, max weight 10Kg으로 대퇴골의 일정부위에 힘을 가하여 골절이 일어났을때의 힘의 크기를 측정하였다. 골밀도 측정은 방사선 골밀도 측정기 Lunar PIXImus 2(Lunar corp. modison. WI USA)으로 양쪽 대퇴골을 측정하여 평균치를 취하였다.

4) Behavior test

(1) Total activity

노화기 쥐에 실험식이를 2개월 섭취시킨 다음 총활동량을 Ethovision (Noldus, Netherlands)을 이용하여 측정하였다. 즉 길이 너비가 24*24cm 되는 box에 실험쥐를 한마리씩 넣고 저녁 6:00부터 아침 6:00시까지 12시간 mouse가 움직인 거리를 시간 별로 Video 카메라로 측정하였다.

(2) Water maze test

메모리 테스트를 위한 시스템은 Ethovision (Noldus, Netherlands)을 사용하였다. 직경이 150cm인 원형의 수조에 platform보다 물 높이가 0.5-1.0cm정도 높게 물을 채우고 주위에 위치를 인지하는데 단서가 되는 그림을 부착하였다. 첫날에는 platform의 위치를 인지시키고(120초 이내에) 이어서 4회씩 platform을 찾는데 걸리는 시간을 측정하여 테스트를 실시하였다. 연속 4일간 4회씩 테스트를 실시한 다음 5일째 되는 날에는 platform을 제거하고 mouse가 처음 platform을 지나간 시간과 120초 동안 platform을 지나간 횟수를 측정하였다.

(3) Passive avoidance test

기억력 테스트 실험방법으로 널리 사용되고 있는 수동회피 테스트(Passive avoidance test)실험은 Gemini Avoidance System(San Diego Instruments, USA)을 이용하여 수행하였다. 1분간 양쪽 모두 어두운 상태의 방에서 적응시킨 후 오른쪽 방에 빛을 주고 왼쪽 방은 어두운 상태에서 2분간 적응시켰다. 적응 기간에는 오른쪽 왼쪽 방은 자유로이 드나들 수 있게 문을 열었다. 30분 지난 후 오른쪽 방에 실험쥐를 넣고 쥐가 왼쪽 어두운 방으로 들어가면 0.25mA의 전기shock을 주었다. 이튿날 밝은 방에 실험쥐를 넣고 mouse가 어두운 방으로 건너갔을 때의 시간을 기록하였으며 300초 동안 건너가지 않으면 기억한 것으로 간주 하였다.

(4) Y-maze test

Working memory 를 알아보기 위해 Y-maze를 이용하여 spontaneous alternation

behaviour를 측정하였다. 검은색으로 칠해진 나무판으로 Y자 모양으로 하여 길이 2cm, 높이 14cm, 넓이 5cm로, 각각의 angle이 같도록 제작하였다. Mice를 통로의 끝에 두어 자유롭게 움직이게 하여 각 통로로 들어가는 횟수를 8분동안 관찰하여 기록하였다.

(5) 뇌조직중의 acetylcholine 함량과 acetylcholine esterase activity 측정

식이 4개월과 6개월 섭취 후 뇌를 적출하여 기억력과 관련된 신경전달물질인 acetylcholine의 함량을 측정하였다. acetylcholine은 Molecular probes사의 acetylcholine assay kit를 이용하여 측정하였으며, Cortex와 hippocampus로 나누어 각각 측정하였다. Acetylcholine esterase activity는 Ellman et al(81)의 방법으로 측정하였다.

5) Immunohistochemistry

각 실험군을 Chloral hydrate (Sigma, USA)로 마취하고 0.1 M phosphate-buffer saline (PBS, pH 7.4)으로 심장 관류세척한 후 4% paraformaldehyde (in 0.1M PB, pH 7.4)로 고정하였다. 적출된 뇌는 동일한 고정액에 6시간동안 후 고정하였다.

뇌조직은 동결보호를 위해 30% sucrose용액에서 하룻밤 침강시켰다. 그 후 조직을 냉동절편기에서 30 μ m의 두께로 얼려 절단하고 절편은 PBS가 담긴 6 well plate에 보관하였다. 면역 조직화학의 정확한 자료를 얻기 위해 대조군과 실험군 각각 군들을 동일한 시간에 면역조직화학을 수행하였다. 절편들은 PBS에 0.3%로 희석한 과산화 수소(H₂O₂)에 30분간 처리하고 0.05M의 PBS에 10%로 희석된 normal goat serum에 30분간 처리하였다. 이어서 실온에서 mouse ChAT antibody(1:500, Chemicon) rabbit anti-adenylate cyclase type I (AC-I, Chemicon International, 1;1,000, USA), rabbit anti-phosphorylated Extracellular-related kinase 1/2 (pERK1/2, Chemicon International, 1;2,000, USA) 및 mouse anti-phosphatidylinositol 3-kinase (PI-3 kinase, Biosource, diluted 1:50, UK)에 24-48시간 반응시켰다. 그 후 반응시킨 조직은 biotinylated goat anti-mouse IgG 또는 anti-rabbit IgG에 반응 시키고 이어서 streptavidin peroxidase complex (diluted 1:200, Vector, USA)에 반응시켰다. 그 후

절편은 0.1M Tris buffer에 녹인 3,3'-diaminobenzidine에서 발색하였으며 젤라틴 코팅된 슬라이드에 도말하였다.

6) 데이터의 정량과 통계적 분석

Diagonal band와 해마의 CA1 영역에서 ChAT, AC-I, pERK1/2 및 PI-3 kinase 면역반응의 정량 분석을 위해 Diagonal band와 해마 CA1 영역이 포함된 범위에서 각 실험동물 당 10장의 조직 절편을 임의로 선택하였다. 모든 ChAT, AC-I, pERK1/2 및 PI-3 kinase 면역반응성을 보이는 구조들은 CCD 카메라가 연결된 Axiophot light microscope (Carl Zeiss, Germany)로 촬영하였다. 촬영된 영상은 조직영역 140 x 140 μm (40 x primary magnification)가 512 x 512 pixels 이 되도록 정렬하여 디지털화 하였다. 각 pixel 해상도는 256 gray 수준으로 하였다. AC-I, pERK1/2 및 PI-3 kinase 면역반응 강도는 relative optical density (ROD) 값으로 측정하였다. Mean gray 값을 공식 $\text{ROD} = \log(256/\text{mean gray})$ 에 넣어 ROD 값을 구했다. 각 절편에서 면역표지된 구조물을 제외하고 얻어진 배경 변수는 통계과정을 거쳐 값을 얻기 전에 제외하였다. ROD 값은 ROD 단위로서 표시하였다. 또한 Western blot 연구의 결과는 스캔하여 Scion Image software (Scion Corp., USA)를 사용해 ROD 값을 구했다. 모든 정량적 자료는 통계적 의미를 부여하기 위해 one-way ANOVA를 사용하여 분석하였고 Duncan의 다중분석 또는 Newman-Keuls 테스트를 통해 대조군, 미발아군, 발아군의 통계적 유의성 검증을 실시하였다. 표준편차가 0.05이하에 있는 값들은 통계적으로 유의성이 있다고 보았다.

제2절. 결과 및 고찰

1. 발아방법 확립

1) 콩 무게 및 형태적 특성과 발아 중 뿌리 길이의 변화

(1) 콩의 무게, 형태 및 색의 특성

본 실험에서 사용된 콩의 무게, 형태 및 색의 특성은 Table 5와 같다. 콩의 100립 중은 실파달 2호가 23.36 g으로 가장 컸고, GMO, non GMO가 중간정도이고 서목태와 명주나물콩이 가장 작았다. 콩의 크기에서는 8.27×6.50×7.27 mm로 실파달 2호가 가장 컸으며 명주나물콩과 서목태가 가장 작았다. Hilum의 길이는 GMO, non GMO(3.27mm)로 가장 길고 서목태(2.0 mm)가 가장 짧았다. 콩의 자엽(cothledone), 씨눈(hypocotyl), 표피(seed coat), hilum의 무게는 100립당 실파달 2호가 각각 21.25 g, 0.60 g, 1.36 g, 0.15 g으로 부위별 무게가 가장 높았으며 특히 씨눈의 무게에서도 실파달 2호가 가장 높았다.

콩전체와 표피의 색의 비교는 검정콩인 서목태의 L값은 콩 전체분말이 73.8내외로 낮았고 특히 표피는 38.41로 실파달 2호의 67.96보다 현저히 낮았다. 반면 자엽의 L값은 서목태가 82.56으로 실파달 2호의 87.21보다 낮았다. 따라서 콩 전체 분말의 L값의 차이는 표피가 크게 영향을 줄 수 있었다. 적색과 녹색을 나타내는 a값은 서목태의 자엽이 -5.47로 실파달 2호 자엽의 -2.23보다 현저히 낮았고 표피색은 서목태와 실파달 2호가 -0.31, -0.25 로 약간 녹색을 띤 반면 그 외의 콩품종은 녹색이 없었다. b값은 황색콩인 실파달 2호의 전체분말이 19.54로 황색이 가장 높았으며 표피값은 검정콩인 서목태가 가장 낮았다.

(2) 발아 중 뿌리길이

발아 중 뿌리길이의 성장은 Table 6과 같이 발아가 시작되는 시기는 온도와 품종에 따라 다소 차이가 있었다. 20℃에서는 non GMO를 제외하고 모두 24시간부터 뿌리의 생성이 시작되었다. 발아 후의 뿌리 성장은 서목태가 빨랐고 non GMO는 성장속도가 비교적 느렸다. 콩 품종별로는 서목태와 같은 소립종은 발아도 잘되고 고르게 뿌리가 성장하였으나 실파달 2호는 뿌리가 성장하면서 콩조직에 균열이 가고 상해가 되는 것이 관찰되었다. 발아 72시간 후부터는 점질물이 생성되고 부패취가 완연하였다. 이러한 현상은 30℃에서는 36시간일 때부터 생성되기 시작하였다.

Table 8. Comparison of weights, size and color values characteristics of five varieties of soybeans

Characteristics	Variety				
	<i>Sinpaldal-2</i>	<i>Seomoktae</i>	<i>Myeongju</i>	GMO	Non GMO
Weight (g)					
100-seed	23.36	10.94	10.19	16.02	17.54
Cotyledon	21.25	9.27	9.13	14.29	15.82
Hypocotyl	0.60	0.25	0.29	0.45	0.48
Seed coat	1.36	0.91	0.86	1.19	1.23
Hilum	0.15	0.12	0.09	0.12	0.12
Size (mm)					
Whole length	8.27±0.54	5.84±0.57	6.36±0.30	7.25±0.38	7.35±0.42
Long width	6.5±0.34	4.24±0.56	5.13±0.32	5.57±0.27	5.86±0.38
Short width	7.27±0.30	5.23±0.49	5.99±0.27	6.59±0.32	6.74±0.34
Hilum length	2.79±0.21	2.00±0.33	2.98±0.26	3.27±0.19	3.27±0.19
Color value					
Whole seed					
L	86.41±0.55	73.80±0.47	85.53±0.28	83.53±0.12	84.08±0.11
a	-2.27±0.14	-4.36±0.43	-1.19±0.07	-1.75±0.02	-1.62±0.04
b	19.54±0.48	12.61±0.91	18.85±0.07	17.77±0.30	17.80±0.14
Seed coat					
L	67.96±0.17	38.41±0.89	65.65±0.97	63.27±1.17	65.50±1.48
a	-0.25±0.17	-0.31±0.13	2.01±0.09	1.67±0.21	1.77±0.12
b	17.24±0.53	1.61±0.35	16.38±0.23	16.08±0.55	14.71±0.36
Cotyledon					
L	87.21±0.23	82.56±0.31	86.38±0.25	85.38±0.12	85.65±0.15
a	-2.23±0.02	-5.47±0.27	-1.19±0.08	-1.86±0.01	-1.61±0.08
b	18.71±0.16	15.30±0.95	20.29±0.17	20.85±0.58	20.06±0.23

Table 9. Changes in root length of soybean sprouts during germination of soybeans at 20°C and 30°C

Germination time (hr)	Root length (mm)				
	<i>Sinpaldal-2</i>	<i>Seomoktae</i>	<i>Myeongju</i>	GMO	Non GMO
Germination at 20°C					
0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0
24	2.00±1.54	1.84±0.33	1.95±0.40	3.40±0.56	0
30	4.30±2.35	2.54±1.56	3.74±1.75	4.15±1.43	3.25±1.59
36	5.00±1.71	5.35±1.75	4.40±1.81	5.89±1.89	4.76±1.84
48	12.2±4.21	10.6±2.22	6.40±2.01	6.30±2.81	5.31±2.75
72	27.8±7.21	31.4±6.27	29.6±6.10	31.2±7.15	27.2±6.65
96	44.0±17.06	56.3±9.64	49.3±13.5	42.8±11.3	39.2±9.91
Germination at 30°C					
0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0
24	8.10±4.0	3.20±0.7	2.3±2.4	6.0±2.0	6.4±2.9
30	9.60±7.5	3.80±1.6	6.6±3.0	12.3±4.6	7.9±3.3
36	14.3±7.8	5.10±2.6	7.1±4.5	20.7±5.6	17.7±4.8
48	34.9±16.5	9.90±7.7	14.1±7.0	39.0±9.9	24.3±8.4

2) 발아 중 isoflavone 및 단백질의 변화

(1) Isoflavone

콩의 발아를 20°C에서 할 때 isoflavone의 변화는 Table 7와 같다. 전반적으로 싹이트기 시작한 발아 초기에 isoflavone이 증가하였다가 감소하는 경향을 보여주었고 어느 품종은 발아 후반기에 증가하는 것도 있었다. 발아시키지 않은 원료콩의 가

장 높은 isoflavone 함량을 보여준 것은 신평달 2호로 총 isoflavone이 1.428 mg/g 이었으며, 서목태, 명주나물콩, GMO, non GMO는 각각 0.746 mg/g, 0.692 mg/g, 0.738 mg/g, 0.956 mg/g이었다. Isoflavone의 발아 중 변화는 신평달 2호의 경우 12 시간후 1.638 mg/g의 최대값을 보였다가 약간 감소 후 다시 약간 증가하였다. Isoflavone의 종류별 변화는 발아 초기에 genistein이 가장 많은 상승을 보여 신평달 2호와 서목태는 발아 12시간째에 약 12-13배, 명주나물콩과 GMO는 6시간때에 약 15배의 증가를 보였다. 이와같은 결과는 총 isoflavone의 함량변화와 같은 경향으로 총 isoflavone이 증가한데는 genistin과 genistein의 함량의 변화가 가장 크게 작용한 것으로 생각된다. 30℃에서의 발아는 Table 8과 같다. 신평달 2호의 경우를 보면 발아 24시간일때가 1.727 mg/g으로 가장 높은 함량을 보이고 서목태, 명주나물콩, GMO, non GMO의 경우는 발아 6시간일 때 가장 높은 함량을 보이는데 원료콩보다 약 1.2배정도 증가한 값이나 30℃발아의 경우는 발아 36시간부터 표면에 균열이 생기고 점질물이 생기는 현상이 심하였다.

콩의 isoflavone중 genistin과 genistein이 암 발생의 예방과 동맥경화 예방및 혈중 cholesterol감소에 효과가 큰 것이어서 genistin과 genistein의 현저한 증가는 콩의 기능성을 높이는데 대단히 중요한 결과라 하겠다. 특히 aglycone type의 증가는 isoflavone의 체내흡수를 향상시켜주는 결과가 될 것이다.

(2) 수용성 및 불용성 단백질

콩의 품종과 발아 중 isoflavone의 함량측정에서 선정된 품종인 신평달 2호의 발아 중 질소화합물의 변화는 Table 9와 같다. 측정된 질소화합물은 조단백, 수용성 및 불용성 단백질, 비단백태질소화합물이었다. 그 결과 조단백과 수용성, 불용성 단백질은 지속적으로 감소하였고 비단백태는 발아 48시간부터 증가함을 보였다. 이러한 현상은 발아 중 대사 작용을 위하여 일부 단백질이 소모됨을 보여주고 있다.

Table 10. Changes in isoflavone contents during germination of soybeans at 20℃
(mg/g, d.b.)

Isoflavone	Germination time (hr)								
	0	6	12	24	30	36	48	72	96
<i>Sinpaldal-2</i>									
Daidzin	0.278	0.306	0.336	0.320	0.256	0.302	0.280	0.350	0.312
Genistin	1.026	0.859	0.946	0.963	0.633	0.907	1.081	1.053	1.023
Glycitin	0.079	0.089	0.101	0.100	0.076	0.089	0.099	0.114	0.083
Daidzein	0.002	0.020	0.035	0.032	0.026	0.021	0.017	0.008	0.010
Genistein	0.013	0.155	0.191	0.144	0.079	0.103	0.082	0.017	0.018
Glycitein	0.030	0.028	0.029	0.024	0.013	0.017	0.017	0.003	0.004
Total	1.428	17.457	1.638	1.583	1.083	1.439	1.576	1.545	1.450
<i>Seomoktae</i>									
Daidzin	0.134	0.126	0.119	0.117	0.112	0.139	0.130	0.123	0.163
Genistin	0.548	0.527	0.525	0.463	0.453	0.469	0.532	0.456	0.534
Glycitin	0.024	0.026	0.017	0.019	0.019	0.025	0.017	0.020	0.023
Daidzein	0.032	0.052	0.051	0.058	0.052	0.055	0.045	0.055	0.073
Genistein	0.007	0.079	0.087	0.028	0.029	0.040	0.016	0.011	0.010
Glycitein	0.001	0.007	0.008	0.003	0.002	0.004	0.002	0.003	0.004
Total	0.746	0.817	0.807	0.688	0.667	0.732	0.742	0.668	0.807
<i>Myeongju</i>									
Daidzin	0.172	0.197	0.164	0.169	0.161	0.152	0.212	0.230	0.266
Genistin	0.465	0.449	0.378	0.384	0.379	0.376	0.472	0.484	0.502
Glycitin	0.033	0.038	0.033	0.038	0.037	0.036	0.044	0.050	0.041
Daidzein	0.008	0.010	0.010	0.005	0.000	0.017	0.049	0.027	0.024
Genistein	0.009	0.133	0.095	0.064	0.052	0.064	0.039	0.034	0.030
Glycitein	0.005	0.022	0.014	0.012	0.006	0.010	0.008	0.007	0.006
Total	0.692	0.849	0.694	0.672	0.635	0.655	0.824	0.832	0.869
GMO									
Daidzin	0.178	0.179	0.188	0.185	0.168	0.151	0.169	0.159	0.162
Genistin	0.466	0.386	0.412	0.462	0.397	0.315	0.415	0.390	0.384
Glycitin	0.089	0.083	0.086	0.075	0.075	0.085	0.097	0.099	0.092
Daidzein	0.000	0.018	0.011	0.016	0.007	0.008	0.000	0.006	0.004
Genistein	0.004	0.084	0.059	0.028	0.019	0.013	0.014	0.013	0.012
Glycitein	0.001	0.013	0.008	0.005	0.002	0.003	0.002	0.003	0.003
Total	0.738	0.763	0.764	0.771	0.668	0.575	0.697	0.670	0.657
Non GMO									
Daidzin	0.282	0.269	0.256	0.228	0.225	0.245	0.252	0.238	0.226
Genistin	0.561	0.475	0.482	0.440	0.484	0.593	0.653	0.533	0.540
Glycitin	0.088	0.079	0.082	0.067	0.062	0.091	0.081	0.066	0.060
Daidzein	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001
Genistein	0.014	0.140	0.113	0.045	0.040	0.034	0.033	0.028	0.030
Glycitein	0.004	0.031	0.023	0.010	0.007	0.006	0.008	0.007	0.006
Total	0.956	0.994	0.956	0.790	0.818	0.969	1.028	0.872	0.863

Table 11. Changes in isoflavone contents during germination of soybeans at 30°C

(mg/g, d.b.)

Isoflavone	Germination time (hr)				
	0	6	12	24	30
<i>Sinpaldal-2</i>					
Daidzin	0.278	0.392	0.405	0.440	0.406
Genistin	1.026	0.830	0.864	0.949	0.849
Glycitin	0.079	0.095	0.102	0.108	0.111
Daidzein	0.002	0.143	0.073	0.096	0.148
Genistein	0.013	0.159	0.151	0.114	0.037
Glycitein	0.030	0.027	0.026	0.020	0.005
Total	1.428	1.646	1.621	1.727	1.556
<i>Seomoktae</i>					
Daidzin	0.134	0.283	0.266	0.255	0.273
Genistin	0.548	0.430	0.454	0.443	0.503
Glycitin	0.024	0.036	0.037	0.033	0.041
Daidzein	0.032	0.021	0.073	0.007	0.050
Genistein	0.007	0.144	0.090	0.044	0.034
Glycitein	0.001	0.026	0.016	0.009	0.005
Total	0.746	0.940	0.936	0.791	0.906
<i>Myeongju</i>					
Daidzin	0.172	0.152	0.121	0.109	0.124
Genistin	0.465	0.369	0.297	0.271	0.323
Glycitin	0.033	0.036	0.035	0.035	0.035
Daidzein	0.008	0.148	0.139	0.112	0.142
Genistein	0.009	0.123	0.086	0.049	0.044
Glycitein	0.005	0.016	0.011	0.007	0.009
Total	0.692	0.844	0.689	0.583	0.677
GMO					
Daidzin	0.178	0.183	0.138	0.154	0.156
Genistin	0.466	0.446	0.312	0.374	0.412
Glycitin	0.089	0.082	0.071	0.077	0.083
Daidzein	0.000	0.128	0.109	0.075	0.075
Genistein	0.004	0.072	0.030	0.020	0.019
Glycitein	0.001	0.010	0.004	0.004	0.005
Total	0.738	0.921	0.664	0.704	0.750
Non GMO					
Daidzin	0.282	0.263	0.182	0.245	0.249
Genistin	0.561	0.483	0.290	0.463	0.462
Glycitin	0.088	0.087	0.072	0.078	0.084
Daidzein	0.007	0.104	0.063	0.081	0.064
Genistein	0.014	0.124	0.047	0.037	0.033
Glycitein	0.004	0.023	0.010	0.007	0.007
Total	0.956	1.084	0.664	0.911	0.899

Table 12. Changes in total, soluble, insoluble protein and nonprotein nitrogen contents in *Sinpaldal-2* soybean during germination

at 20℃

(%, d.b.)

	Germination time(hr)								
	0	6	12	24	30	36	48	72	96
Protein	40.46	36.37	36.35	36.33	35.58	35.90	35.81	35.70	35.67
Soluble protein	24.35	20.77	20.23	20.06	20.09	20.47	18.73	18.27	17.60
Insoluble protein	12.02	11.49	11.41	11.42	11.12	11.01	12.48	10.47	10.46
Non protein N	4.09	4.11	4.71	4.85	4.37	4.42	4.60	6.96	7.61

2. 발아콩분말의 가공적성

(1) 단백질의 용해도

발아 기간별 신평달 2호와 서목태 분말의 pH에 따른 단백질 용해도를 분리콩단백(ISP)과 비교한 결과는 Fig. 3과 같다. pH 2-12의 범위에서 ISP는 전형적인 단백질 용해도 곡선을 나타내는데 반해 신평달 2호와 서목태 원료콩은 pH 6 이후 완만한 증가를 보여 ISP와 차이를 보였다. 이런 차이는 ISP가 순수단백질인 반면 신평달 2호와 서목태의 구성성분이 단백질 외에 지방과 섬유질이 다량 포함되어 각 pH에 대한 용해도에 관여하였을 것으로 생각된다. 이 결과는 pH 12에서의 용해도를 100으로 하여 비교한 값으로 ISP는 등전점 근처인 pH 4에서의 용해도(19.22%)는 신평달 2호(4.89%)와 서목태(7.25%) 분말 보다 높았다.

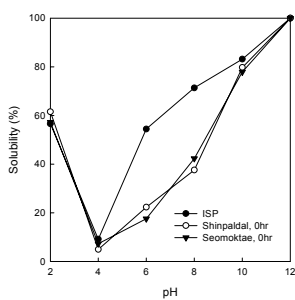


Fig. 3. Protein solubility of ISP, Shinpaldal-2, Seomoktae at various pH

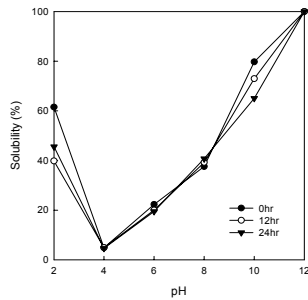


Fig. 4. Protein solubility of Shinpaldal-2 during germination at various pH

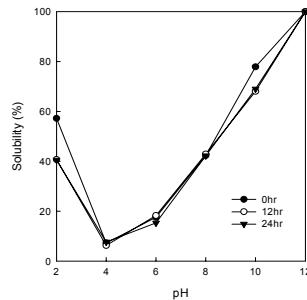


Fig. 5. Protein solubility of Seomoktae during germination at various pH

신평달 2호를 발아시킨 분말의 용해도 곡선(Fig. 4)의 경우 pH 4이상에서는 발아의 영향이 거의 없었으나 pH 2에서는 발아한 것이 낮았다. 이러한 경향은 서목태에

서도 신팔달 2호와 거의 비슷하였지만(Fig. 5) pH 2에서 발아 12시간과 24시간 간에는 차이가 없었다. 이러한 단백질 용해도에의 발아 영향은 발아가 진행되면서 단백질의 구조적 변화가 있었기 때문으로 보여진다.

(2) 거품형성능 및 안정성

신팔달 2호와 서목태의 발아 기간별 분말을 pH 변화에 따른 거품형성능과 안정성을 비교한 결과는 Table 10, 11과 같다. 거품형성능(Table 10)은 pH 4에서 가장 낮은 값을 보였다가 그 이상이나 이하의 pH 에서 증가하는 경향을 보였다. pH 4에서의 거품형성능은 신팔달 2호 원료콩의 경우 6.0%, 서목태는 2.0%의 최소값이었으나 pH 2에서는 각각 19%와 17%, pH 12에서는 각각 32%와 21%로 증가하였다.

Table 13. Comparison of foaming capacity of germinated *Sinpaldal-2* and *Seomoktae* at various pH (Unit: %)

Germination time (hr)	pH					
	2	4	6	8	10	12
<i>Sinpaldal-2</i>						
0	19.0±1.88	6.00±0.00	20.0±2.00	20.6±0.53	17.3±0.58	32.2±1.61
12	14.0±1.68	4.00±0.50	16.9±0.85	18.3±0.64	11.6±1.76	23.2±3.26
24	15.4±4.37	6.00±1.15	20.0±1.00	17.0±0.89	13.7±0.30	24.6±2.08
<i>Seomoktae</i>						
0	17.0±1.31	2.00±2.00	11.7±1.86	13.8±1.66	11.5±2.31	21.0±2.77
12	17.9±1.87	4.20±1.32	11.1±1.31	12.3±5.61	12.0±2.41	21.7±1.66
24	19.2±1.65	1.80±1.85	10.0±1.00	10.6±2.12	11.1±2.10	27.0±0.51

발아를 12시간과 24시간 시켰을 경우 거품형성능이 약간 감소하였고 이러한 경향은 신팔달 2호가 뚜렷하였다. 산성과 알칼리에서는 단백질의 구조가 상당량 풀려 거품이 많이 생성되고, pH 4에서는 단백질이 응집된 상태이어서 거품형성능이 감소한 것으로 보여진다. pH에 따른 단백질 용해도의 결과와 비교할 때 거품형성능은 단백질의 용해도에 영향받는다고 생각된다. 또한 발아의 영향은 품종간에 차이가 있었으나 신팔달 2호의 경우는 거품형성능이 감소되었고 서목태는 감소 경향이 뚜렷하지 않았다. 거품형성 후 30분, 60분, 120분이 경과되면서 거품안정성(Table 11)은 거품형성 후 초기인 30분 후 빠르게 낮아지다가 30분 이후부터 감소정도가 완만하게 나타났다. 또한 pH에 따른 거품안정성은 pH 4에서 가장 높고 pH 12에서 가장 낮았으며 발아에 의한 영향은 전반적으로 안정성이 증가했다. 그러나 24시간 발아콩의 pH 10과 12에서는 오히려 약간 감소함을 보였다. 등전점 근처인 pH 4에서 거품안정성이 최대가 되는데 이는 등전점 부근에서 표면장력이 최소로 되고 거품 안정성이 최대로 된다는 Mita 등¹⁷⁾ 과 Waniska와 Kinsella¹⁸⁾ 의 보고와 일치하는 경향을 보였다.

(3) 유화력 및 유화 안정성

Fig. 6은 신팔달 2호와 서목태 분말의 pH별 유화력을 ISP의 유화력과 비교한 결

과이다. 전반적으로 탁도로 측정된 유화력에 대한 pH의 영향은 단백질의 용해도와 비슷한 경향을 나타내었다. 등전점 근처인 pH 4에서 최저를 나타내었고 pH 4이하에서 증가하였고 pH 12에서 최고를 보였다. ISP의 유화력이 원료콩의 유화력보다 높았으며 특히 알칼리성에서 더욱 현저하였다. 실파달 2호와 서목태는 비슷한 유화력의 경향이었지만 실파달 2호가 서목태보다 다소 높은 값을 나타내었다.

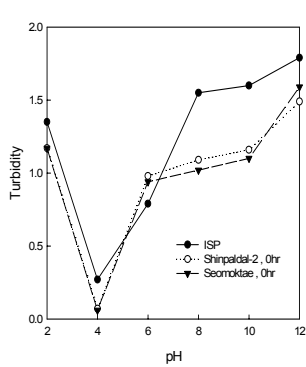


Fig. 6. Turbidity of ISP, Shimpaldal-2 and Seomoktae at various pH

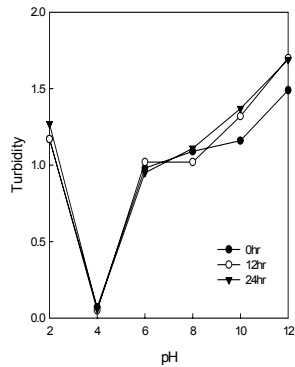


Fig. 7. Turbidity of Shimpaldal-2 during germination at various pH

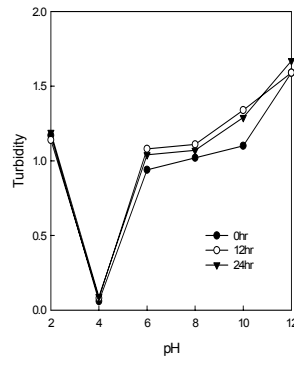


Fig. 8. Turbidity of Seomoktae during germination at various pH

Table 14. Effects of various pH and setting time on foaming stability of germinated *Sinpaldal-2* and *Seomoktae* (Unit: %)

pH	Setting time(min)	<i>Sinpaldal-2</i> germination time (hr)			<i>Seomoktae</i> germination time (hr)		
		0	12	24	0	12	24
2	0	100	100	100	100	100	100
	30	95.2	96.8	98.4	96.9	95.5	97.0
	60	93.7	95.2	96.8	96.9	93.9	92.4
	90	93.7	95.2	95.2	96.9	92.4	92.4
	120	93.7	95.2	95.2	93.8	92.4	92.4
4	0	100	100	100	100	100	100
	30	98.2	98.2	98.2	94.8	98.2	98.2
	60	98.2	98.2	98.2	94.8	98.2	98.2
	90	98.2	98.2	98.2	94.8	98.2	96.4
	120	98.2	98.2	98.2	94.8	98.2	96.4
6	0	100	100	100	100	100	100
	30	93.5	98.4	98.3	96.8	95.2	96.8
	60	93.5	96.7	98.2	96.8	95.2	93.5
	90	93.5	95.1	98.2	95.2	95.2	93.5
	120	93.5	95.1	98.2	95.2	93.7	91.9
8	0	100	100	100	100	100	100
	30	95.0	96.7	98.3	96.8	98.4	98.3
	60	95.0	95.1	96.7	96.8	96.7	98.3
	90	93.3	95.1	95.0	95.2	95.1	98.3
	120	91.7	95.1	95.0	92.1	95.1	98.3
10	0	100	100	100	100	100	100
	30	95.1	96.7	96.7	96.8	95.2	93.4
	60	93.4	95.0	95.0	95.2	92.1	93.4
	90	93.4	93.3	93.3	95.2	92.1	91.8
	120	91.8	91.7	91.7	93.5	87.3	90.2
12	0	100	100	100	100	100	100
	30	91.1	94.4	94.4	95.9	93.3	96.0
	60	91.1	90.3	90.3	91.9	89.3	86.7
	90	86.1	88.9	88.9	90.5	86.7	86.7
	120	82.3	86.1	86.1	87.8	84.0	85.3

Table 15. Effects of various pH and setting time on the emulsion stability of ISP and germinated *Sinpaldal-2* and *Seomoktae* (Unit : %)

pH	Setting time(min)	ISP	<i>Sinpaldal-2</i> germination time (hr)			<i>Seomoktae</i> germination time (hr)		
			0	12	24	0	12	24
2	0	100	100	100	100	100	100	100
	30	96.74	94.87	93.16	94.49	90.60	90.36	94.12
	60	89.67	83.76	83.76	81.10	88.03	78.95	84.03
4	0	100	100	100	100	100	100	100
	30	82.50	57.14	80.00	66.67	66.67	62.50	55.56
	60	82.14	28.57	60.00	33.33	50.00	50.00	66.67
6	0	100	100	100	100	100	100	100
	30	84.38	93.88	97.06	96.84	92.55	93.52	93.27
	60	81.25	78.57	86.27	85.26	87.23	86.11	88.46
8	0	100	100	100	100	100	100	100
	30	96.90	92.66	94.12	94.59	88.24	96.40	91.59
	60	90.32	83.49	85.29	94.59	82.35	83.78	91.59
10	0	100	100	100	100	100	100	100
	30	92.11	97.41	98.48	94.89	95.45	96.27	97.67
	60	91.30	78.45	84.29	86.13	83.64	91.04	96.90
12	0	100	100	100	100	100	100	100
	30	96.48	92.62	97.65	99.41	91.19	95.60	97.01
	60	89.39	86.58	87.65	97.63	86.79	93.71	91.02

발아에 의한 유화력에 영향은 Fig. 7, 8과 같이 pH 2-12범위에서 유화력이 약간 증가함을 보였다. 그러나 발아 12시간과 24시간에는 큰 차이가 없었다. 실파달 2호와 서목태 모두 pH 4에서는 차이가 없었으나 pH 4이상에서는 유화력의 향상이 뚜렷하였으며 실파달 2호는 pH 10-12에서, 서목태는 pH 6-10에서 더욱 현저하였다. 정치시간과 pH, 발아시간이 ISP와 실파달 2호, 서목태 유화안정성에 미치는 영향은 Table 12와 같다. 정치시간을 30분과 60분으로 할때 시간이 지나면서 유화안정성이 감소하였으며 특히 pH 4와 pH 6에서의 유화력 감소가 현저하였다. 이러한 변화는 유화에 작용하는 단백질의 peptide의 크기가 작고 구형이 깨지면서 기름방울을 잘 둘러싸지 못하기 때문이라고 보고¹⁸⁾된 바 있고 본 결과도 유사한 경향을 보여주었다.

(4) 수분 및 유지 흡착력

실파달 2호와 서목태, ISP의 수분과 유지흡착력을 비교한 결과는 Table 13과 같다. 수분흡착력은 ISP가 4.69 mL/g으로 실파달 2호와 서목태보다 높았으며, 실파달 2호는 2.88 mL/g으로 서목태 3.31 mL/g 보다 낮아 두 품종간에는 서목태가 수분을 잘 흡착하는 결과를 보여주었다. 유지흡착력은 큰 차이가 없었으나 실파달 2호가 ISP와 서목태보다 다소 높았다. 발아 기간별 실파달과 서목태의 수분 흡착력은 두 품종 모두 발아가 진행되면서 증가하는 경향을 보여 주었고 그 값은 서목태가 3.31-3.45 mL/g의 범위를 보여 실파달 2호보다 높았다. 유지 흡착력은 발아에 의해 실파달 2호는 감소하는 경향을 보여 주었으나, 서목태는 그 변화에 큰 차이가 없었다.

3. 발아콩의 식품에의 활용

1) 국수

(1) RVA에 의한 반죽 특성

Table 14와 Fig. 9는 밀가루에 12, 24시간 발아시킨 실파달 2호의 콩분말을 혼합한 복합분의 호화패턴을 RVA를 사용하여 측정한 결과이다. 밀가루에 12시간 발아콩분말의 첨가에 따른 점도 변화는 첨가량이 4%에서 16%로 증가하면서 호화시 최고점도(peak), 최저점도(trough), 최종점도(final visc.)는 전반적으로 지속적

Table 16. Comparison of water and oil absorption of ISP, germinated

Germination time (hr)	Water absorption capacity	Oil absorption capacity
ISP	4.69±0.08	2.02±0.08
<i>Sinpaldal-2</i>	0	2.88±0.20
	12	2.93±0.04
	24	3.02±0.12
<i>Seomoktea</i>	0	3.31±0.13
	12	3.39±0.19
	24	3.45±0.04

감소 경향을 보였다. 밀가루만의 최고 점도인 138.09 RVU에서 발아콩분말을 16% 첨가했을 경우 83.13 RVU가 되어 약 38%의 감소가 있었다. 최저점도에서도 감소하였고 최종점도는 35% 감소하였다. 24시간 발아콩분말을 첨가했을 때에도 거의 같은 호화 점도 특성의 감소경향을 보였다. 발아콩분말의 첨가로 이러한 점도 특성의 감소 경향은 발아 콩가루의 낮은 전분 함량과 높은 섬유질과 단백질 함량이 밀가루의 호화 점도를 감소시킨 것이라고 생각한다. 최고점도에 도달하는 peak time 역시 밀가루 반죽이 5.90분에서 12, 24시간 발아콩분말을 16%첨가했을 때 5.40-5.38분으로 감소하여 최고점도에 도달하는 시간이 현저히 짧아짐을 알 수 있었다.

밀가루 반죽시 일반적으로 첨가하는 소금의 양을 3%로 하여 소금 첨가시의 호화 패턴을 측정된 결과는 Table 14와 Fig. 9과 같다. 전반적으로 호화패턴의 점도 변화는 소금을 첨가하지 않았을 경우와 유사하였으나 최고점도, 최저점도, 최종점도 모두 약간씩 낮은 값을 보였고 breakdown과 setback 점도도 함께 약간 낮아졌다. 이러한 경향은 12시간 발아콩분말 첨가시 뚜렷하였고 24시간 발아콩 분말 첨가의 경우는 breakdown과 peak time에서 소금을 첨가하지 않은 군보다 약간 높은 수치를 보인 것이 달랐다.

Table 17. Effects of addition of germinated *Sinpaldal-2* powder on

RVA viscogram properties with or without 3% salt addition

Treatment ¹⁾	Peak (RVU)	Trough (RVU)	Breakdown ²⁾ (RVU)	Final Visc. (RVU)	Setback ³⁾ (RVU)	Peak time (min)
0% Salt						
Wheat	138.09±0.12 ^a	90.84±0.94 ^a	47.25±0.82 ^a	168.09±0.12 ^a	77.25±0.82 ^a	5.90±0.04 ^a
Germinated 12hr						
4%	120.75±0.47 ^b	79.59±0.94 ^b	41.17±0.47 ^b	150.09±0.23 ^b	70.50±0.71 ^b	5.80±0.00 ^b
8%	106.63±0.53 ^c	70.84±0.47 ^c	35.79±0.06 ^c	134.80±0.53 ^c	63.96±0.06 ^c	5.56±0.05 ^c
12%	96.00±0.59 ^d	64.29±0.65 ^d	31.71±0.06 ^d	122.38±0.18 ^d	58.09±0.83 ^d	5.53±0.00 ^c
16%	86.39±1.00 ^e	57.67±0.44 ^e	28.72±0.68 ^e	109.14±1.34 ^e	51.47±1.27 ^e	5.38±0.04 ^d
Germinated 24hr						
4%	119.46±0.53 ^b	79.38±0.64 ^b	40.09±1.18 ^b	150.04±1.00 ^b	70.67±0.35 ^b	5.80±0.00 ^b
8%	106.46±0.06 ^c	71.21±1.00 ^c	35.25±0.95 ^c	136.42±1.77 ^c	65.21±0.76 ^c	5.67±0.00 ^c
12%	96.05±0.53 ^d	63.21±0.53 ^d	32.83±1.06 ^d	122.04±0.06 ^d	58.84±0.47 ^d	5.53±0.00 ^d
16%	86.03±1.17 ^e	56.75±0.37 ^e	29.28±0.89 ^e	109.28±1.17 ^e	52.53±0.89 ^e	5.40±0.00 ^e
3% Salt						
Wheat	138.92±0.12 ^a	91.25±0.83 ^a	48.31±0.59 ^a	165.03±0.06 ^a	73.78±0.76 ^a	6.02±0.05 ^a
Germinated 12hr						
4%	121.83±0.35 ^b	79.29±0.41 ^b	42.54±0.06 ^b	147.83±1.06 ^b	68.54±0.65 ^b	5.97±0.05 ^a
8%	108.09±0.23 ^c	70.80±0.88 ^c	37.29±0.65 ^c	131.21±1.12 ^c	60.42±0.23 ^c	5.80±0.00 ^b
12%	93.51±0.59 ^d	62.34±0.59 ^d	31.50±0.00 ^d	117.21±0.88 ^d	54.88±0.29 ^d	5.67±0.00 ^c
16%	83.13±0.06 ^e	54.67±1.65 ^e	28.46±1.59 ^e	103.34±1.62 ^e	48.67±0.00 ^e	5.53±0.00 ^d
Germinated 24hr						
4%	121.21±0.53 ^b	79.63±1.12 ^b	41.59±0.59 ^b	147.17±1.41 ^b	67.54±0.30 ^b	5.93±0.00 ^b
8%	107.21±0.65 ^c	69.71±1.12 ^c	37.50±0.47 ^c	131.88±0.88 ^c	62.17±0.23 ^c	5.84±0.05 ^c
12%	92.84±0.12 ^d	60.00±0.24 ^d	32.84±0.12 ^d	115.17±0.35 ^d	55.17±0.12 ^d	5.67±0.00 ^d
16%	83.67±0.47 ^e	53.63±0.06 ^e	30.05±0.53 ^e	102.84±1.29 ^e	49.21±1.24 ^e	5.47±0.00 ^e

¹⁾ : Mixed flour added germinated soybean powder 0-16%

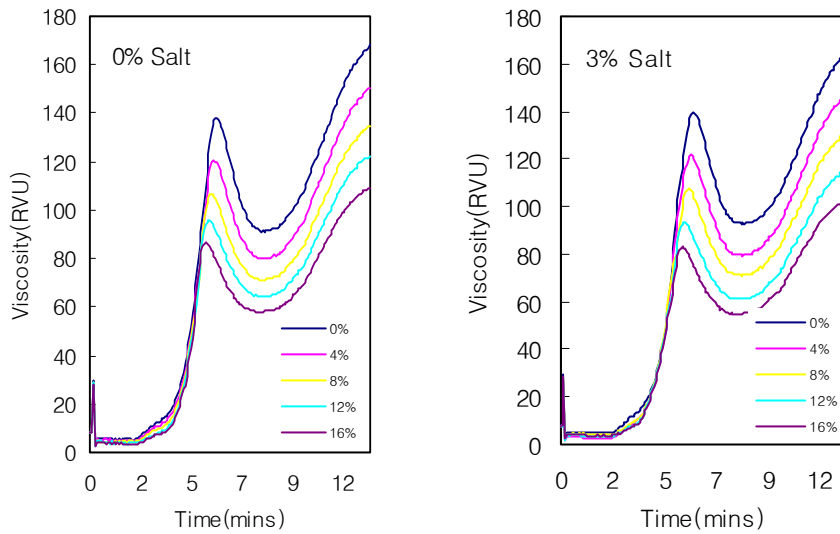
²⁾ : Breakdown : Peak - Trough, ³⁾ : Setback : Final visc. - Trough

^{a-e} Means with different superscripts in a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

(2) Mixograph에 의한 반죽 특성

Table 15는 밀가루에 12, 24시간 발아시킨 신탄달 2호의 콩분말을 첨가한 복합분을 반죽했을 때의 점탄성을 mixograph를 사용하여 측정한 결과이다. 반죽이 최대 점탄성을 가질 때의 시간인 MPT는 12, 24시간 발아콩분말을 8% 첨가했을 때 각각 1.34와 0.72분 연장되었으나 16%를 첨가했을 때는 오히려 약간 단축이 되었다. 소금을 첨가했을 때에는 전반적으로 12시간 발아 콩가루를 첨가했을 때 연장되었으나 24시간 발아의 경우 경향이 뚜렷하지 않았다. MPH는 MPT에서의 점탄성을 나타내는 값으로 12, 24시간 발아콩분말을 첨가하였을 때 소금의 첨가와 관계없이 모두 감소함을 알 수 있었으며 첨가량에 따른 감소 폭은 거의 같았으나 소금을 첨가했을 때의 점탄성이 약 5% 높았다.

Fig. 9. Effect of addition of soybean powder germinated for 12 hr on RVA viscogram of wheat flour with or without addition of 3% salt.



(3) 국수 특성

① 생면의 신장도

밀가루에 12시간, 24시간 발아시킨 신평달 2호 콩분말을 첨가한 복합분(소금 3%첨가)에 물 45 mL 넣어 면대를 형성한 후 롤간격을 줄이면서 신장도(%)를 측정된 결과는 Table 16과 같다. 12시간 발아콩분말 첨가의 경우 가로(width)의 신장도는 밀가루만의 면대와 비교할 때 8%까지 증가하여 최고점인 146.4%가 되었다가 그 이상의 첨가량에서 감소하여 16%일때 134.4%가 되었다. 24시간 발아콩분말에서도 8%에서 153.6%의 최고 신장도를 보였다가 12%와 16%에서 134-144% 내외로 감소가 있었다. 세로(length) 신장도의 경우는 12시간 발아콩 분말 첨가시 8% 에서 약 2% 정도 증가하여 21.9%이었으며 12, 16%에서는 1-2% 감소하여 17-18%를 나타내었다.

Table 18. Effects of addition of germinated *Sinpaldal-2* powder on Mixograph properties with or without 3% salt addition

Treatment ¹⁾	without salt		added 3% salt	
	MPT (min) ²⁾	MPH (%) ³⁾	MPT (min)	MPH (%)
Germinated 12hr				
0%	4.47±0.11 ^c	50.67±0.25 ^a	5.37±0.03 ^a	55.10±0.57 ^a
4%	5.19±0.33 ^a	46.33±0.23 ^b	6.17±0.74 ^a	53.10±0.97 ^b
8%	5.81±0.34 ^b	45.26±0.21 ^c	6.18±0.52 ^a	51.12±0.18 ^c
12%	4.40±0.24 ^c	44.28±0.77 ^d	6.29±0.61 ^a	50.30±1.14 ^c
16%	4.29±0.42 ^c	44.15±0.02 ^d	5.76±0.35 ^a	49.77±0.55 ^c
Germinated 24hr				
0%	4.47±0.11 ^{ab}	50.67±0.25 ^a	5.37±0.03 ^{ba}	55.10±0.57 ^a
4%	4.85±0.31 ^a	45.60±0.06 ^b	4.89±0.55 ^b	53.23±0.56 ^b
8%	5.19±0.23 ^a	45.07±0.29 ^{cb}	5.79±0.84 ^{ba}	50.88±0.45 ^c
12%	5.07±0.66 ^a	45.00±0.01 ^c	6.17±0.33 ^a	50.06±0.34 ^c
16%	3.96±0.33 ^b	44.60±0.55 ^c	5.36±0.60 ^{ba}	48.86±0.69 ^d

¹⁾ : Mixed flour added germinated soybean powder 0-16%

²⁾ : MPT : Midline peak time, ³⁾ : MPH : Midline peak height

^{a-e} Means with different superscripts in a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

② 무게 및 부피 변화

생면을 조리한 후 무게증가와 부피증가율의 결과(Table 16)에서 무게증가율은 발아콩분말을 4% 첨가하여 제조한 조리면에서 최대값을 보였다가 감소하는 경향을 보여주어 12, 24시간 발아콩분말을 첨가한 조리면의 경우는 밀가루만의 조리면에 대하여 각각 약 3-6% 증가하여 99%, 102%가 나타났다. 12시간 발아콩분말을 첨가한 조리면의 부피 증가율의 경우 발아콩분말을 4% 첨가했을 때 증가율이 최대값으로 밀가루만의 조리면인 114%에서 124%로 10% 증가율이 보였으며 이후 감소함을 알 수 있었다. 24시간 발아콩분말을 첨가한 조리면도 12시간 발아콩분말을 첨가한 조리면과 같은 경향을 보여주어 4% 발아콩분말을 첨가한 조리면이 최대값을 보여주었다. 그 값은 밀가루만의 조리면 보다 약 4% 증가하여 118%를 나타내었다.

Table 19. Properties of cooked noodle prepared with addition of germinated *Sinpaldal-2* powder

Properties	Addition of germinated soybean powder(%)				
	0	4	8	12	16
Germinated 12hr					
Width extensibility(%)	131.2±6.2	133.4±0.3	146.4±1.7	139.4±0.8	134.4±2.3
Length extensibility(%)	19.4±0.9	21.3±1.8	21.9±0.8	17.6±1.8	18.8±1.8
Weight gain(%)	96.6±1.2	99.8±5.3	97.6±4.5	88.4±2.9	86.2±1.6
Volume gain(%)	114.6±3.6	124.4±0.8	121.9±4.4	118.8±10.8	106.3±8.8
Turbidity(O.D.)	0.42±0.02	0.39±0.03	0.37±0.02	0.49±0.01	0.57±0.01
Germinated 24hr					
Width extensibility(%)	131.2±6.2	143.2±5.1	153.6±5.1	134.8±4.0	144.8±7.4
Length extensibility(%)	19.4±0.9	21.7±0.7	20.0±1.7	22.5±1.8	21.9±0.8
Weight gain(%)	96.6±1.2	102.6±3.3	86.7±5.6	91.6±2.1	87.5±0.2
Volume gain(%)	114.6±3.6	118.8±8.8	109.4±4.4	115.6±4.4	109.4±4.4
Turbidity(O.D.)	0.42±0.02	0.46±0.03	0.61±0.04	0.57±0.03	0.49±0.02

③ 조리액의 탁도

국수를 조리한 후 조리액의 탁도는(Table 16) 끓이는 과정 중 고형분이 용출된 양으로 발아콩분말을 첨가한 조리면이 밀가루만으로 만든 조리면 보다 증가하는 경향

을 보여주었다. 밀가루만의 조리면은 0.42인 반면 12시간 발아콩분말의 경우에는 0.37-0.57 범위로 탁도가 증가하였다. 24시간 발아콩분말을 첨가한 조리면에서도 탁도는 0.46-0.61범위로 밀가루만의 조리면의 0.42보다 탁도가 증가하였고 12시간과 24시간 조리면의 탁도를 비교할 때 24시간 조리면의 탁도가 더 높게 나타나 조리 중 생면에 함유되어 있는 수용성 단백질과 당이 많이 함유된 24시간 발아콩분말로부터의 용출 물질이 더 많았기 때문으로 생각된다.

④ 색도

밀가루에 12, 24시간 발아시킨 신평달 2호 콩분말의 첨가량을 달리하여 만든 국수의 생면과 조리면의 색도는 Table 17과 같다. 생면의 경우 밝기를 나타내는 L값은 발아콩분말의 첨가가 증가하면서 점진적으로 낮아 졌으며 생면과 조리면을 비교하였을 때 전반적으로 생면의 L값보다는 조리면의 L값이 더 낮음을 알 수 있었다. 이러한 결과는 콩분말에 함유된 oligo 당과 단백질이 갈색화 반응을 더 진행시켰기 때문이라고 생각된다. 적색과 녹색의 범위를 갖는 a 값은 발아콩 분말의 첨가량이 증가되면 다소 낮아지는 경향을 보였으며 생면과 조리면 모두 (-)값을 보여 적색보다는 녹색의 범위에 있었다. b값의 경우 모두 (+)값을 보여 황색범위의 값을 갖고 있었으며 발아콩분말의 함량이 많을수록 증가함을 보였다. 생면의 b값이 조리면 보다 높았으며 (-)a값도 생면의 값이 조리면 보다 더 높았다.

⑤ Texture

발아콩 분말을 첨가한 생면과 조리면의 texture 특성은 Table 18과 같다. 생면의 경우 견고성(hardness)은 발아콩 분말의 첨가량이 증가할수록 견고성이 증가하여 12시간 발아콩분말 16% 첨가하였을 때 약 2.9배 증가하였으며, 24시간 발아콩분말을 16% 첨가하였을 때 약 1.8배 증가 하였다. 조리면의 경우는 밀가루만의 조리면보다 발아콩분말을 첨가한 조리면의 견고성이 첨가량에 상관없이 모두 감소함을 보여주었다. 응집성(cohesiveness)은 발아콩분말을 첨가한 생면이 모두 밀가루만의 생면보다 증가하는 경향을 보여주었다. 탄력성(springiness)에서도 증가하는 경향을 보였고 12시간 발아콩분말은 16% 첨가에서, 24시간 발아콩분말은 8%에서 가장 높은

탄력성을 보였다. 조리면은 발아콩분말 첨가에 따른 뚜렷한 증가를 보이지 않았다. 점성(gumminess)과 부서짐성(brittleness)은 생면의 경우 발아콩분말 첨가량이 증가할 수록 그 값이 증가하는 경향을 보여주었고 조리면의 경우는 오히려 감소하였으나 첨가량에 따른 경향은 일정하지 않았다. 이 결과로 볼 때

Table 20. Changes in color value of wet and cooked noodle sheet as affected by addition of 12 or 24hr germinated *Sinpaldal-2* powder

Treatment ¹⁾	Color value			
	L	a	b	
Germinated 12hr				
Wet noodle	0%	76.44±0.55 ^a	-2.62±0.31 ^a	13.67±1.03 ^c
	4%	74.43±0.01 ^b	-2.71±0.09 ^b	15.11±0.23 ^b
	8%	73.17±0.30 ^c	-2.97±0.03 ^c	16.90±0.21 ^b
	12%	72.30±0.15 ^d	-3.07±0.06 ^d	18.20±0.54 ^a
	16%	72.06±0.11 ^d	-3.12±0.01 ^e	19.49±0.10 ^a
Cooked noodle	0%	67.68±0.77 ^{ab}	-2.03±0.40 ^a	5.04±0.43 ^d
	4%	66.56±1.36 ^{ab}	-2.31±0.08 ^b	6.79±1.41 ^c
	8%	69.56±4.84 ^a	-2.65±0.01 ^c	9.20±0.47 ^b
	12%	64.96±0.81 ^b	-2.90±0.03 ^d	9.34±0.18 ^b
	16%	66.35±0.81 ^{ab}	-3.21±0.01 ^e	11.19±0.45 ^a
Germinated 24hr				
Wet noodle	0%	76.44±0.55	-2.62±0.31	13.67±1.03
	4%	76.66±1.69	-2.51±0.17	11.86±1.01
	8%	75.92±0.45	-2.87±0.62	13.45±0.02
	12%	75.02±1.68	-2.65±0.18	13.81±0.53
	16%	73.71±0.89	-3.11±0.16	16.54±0.44
Cooked noodle	0%	67.68±0.77	-2.03±0.40	5.04±0.43
	4%	65.38±0.27	-1.68±0.11	4.10±0.28
	8%	67.06±0.92	-2.04±0.47	5.06±0.33
	12%	67.52±0.88	-2.05±0.26	6.28±1.08
	16%	67.44±0.23	-2.82±0.25	8.94±1.24

¹⁾ : Noodle prepared with addition of germinated soybean powder 0-16%

^{a-d} Means with different superscripts in a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

발아콩분말을 첨가한 생면의 텍스처 특성은 견고성, 응집성, 탄력성, 점성, 부서짐성 모두 증가하는 효과가 있는 것으로 밝혀졌으며 조리면의 경우는 밀가루만의 조리면

에 대하여 응집성과 탄력성은 증가하였고 견고성, 부서짐성은 감소하는 경향을 나타냈다.

Table 21. Changes in textural properties of wet and cooked noodle sheet as affected by addition of 12 or 24 hr germinated *Sinpaldlal-2* powder

Treatment ¹⁾	Textural properties					
	Hardness (g/cm ²)	Cohesiveness (%)	Springiness (%)	Gumminess (g)	Brittleness (g)	
Germinated 12hr						
Wet noodle	0%	3137.6±52.8 ^c	39.1±2.2 ^b	49.9±0.1 ^d	45.9±1.9 ^d	25.9±0.5 ^d
	4%	3853.1±251.2 ^d	43.6±0.4 ^a	56.9±0.4 ^{bc}	65.2±0.6 ^{dc}	38.7±1.4 ^{cd}
	8%	5628.6±333.5 ^c	45.2±2.2 ^a	60.3±3.3 ^{ba}	74.1±4.2 ^c	50.8±2.8 ^{cb}
	12%	7369.1±6.00 ^b	45.0±0.1 ^a	55.7±3.2 ^c	105.6±4.3 ^b	63.1±3.5 ^b
	16%	9056.0±158.2 ^a	43.3±0.8 ^a	61.5±2.1 ^a	132.6±25.2 ^a	84.8±21.7 ^a
Cooked noodle	0%	4675.5±418.1 ^a	57.7±1.8 ^b	89.9±0.8 ^a	107.5±13.5 ^a	96.9±13.3 ^a
	4%	4002.4±176.6 ^b	64.0±1.8 ^a	88.0±1.4 ^a	94.9±2.2 ^{ba}	85.6±0.4 ^{ba}
	8%	3676.7±26.9 ^b	56.6±0.8 ^b	88.0±0.6 ^a	76.5±0.5 ^c	67.7±0.4 ^c
	12%	3943.9±215.7 ^b	54.7±1.3 ^b	91.1±0.2 ^a	82.4±3.9 ^{bc}	70.5±3.0 ^c
	16%	3883.3±194.0 ^b	61.3±2.3 ^a	89.7±4.8 ^a	86.1±10.0 ^{bc}	78.6±6.5 ^{bc}
Germinated 24hr						
Wet noodle	0%	3137.6±52.8 ^c	39.1±2.2 ^b	49.9±0.1 ^d	45.9±1.9 ^c	25.9±0.5 ^d
	4%	3404.0±183.8 ^c	46.1±1.0 ^a	57.8±0.5 ^c	68.8±1.8 ^b	37.3±2.9 ^c
	8%	4466.5±216.3 ^b	47.6±3.7 ^a	62.0±2.2 ^a	72.0±1.2 ^b	46.4±4.3 ^b
	12%	5470.6±392.7 ^a	44.8±0.1 ^a	60.9±1.1 ^{ba}	93.1±1.3 ^a	55.5±1.6 ^a
	16%	5672.5±101.2 ^a	44.5±1.1 ^a	59.0±1.7 ^{bc}	94.1±2.5 ^a	56.1±3.0 ^a
Cooked noodle	0%	4675.5±418.1 ^a	57.7±1.8 ^b	89.9±0.8 ^a	107.5±13.5 ^a	96.9±13.3 ^a
	4%	3533.0±184.1 ^{cd}	62.2±1.1 ^a	85.7±0.8 ^b	80.8±8.7 ^{bc}	69.4±8.5 ^{bc}
	8%	3777.7±201.5 ^{cb}	57.6±2.6 ^b	88.0±0.2 ^{ba}	82.9±9.4 ^{bc}	83.0±5.0 ^{ba}
	12%	4097.6±181.9 ^b	56.3±2.3 ^{cb}	87.2±0.8 ^{ba}	92.2±7.1 ^{ba}	68.9±5.2 ^{bc}
	16%	3265.6±259.7 ^d	53.1±2.5 ^c	86.0±3.1 ^b	65.9±6.3 ^c	56.9±7.6 ^c

¹⁾ : Noodle prepared with addition of germinated soybean powder 0–16%

^{a-e} Means with different superscripts in a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

(4) 관능검사

발아시킨 신탄달 2호 콩분말(4, 8, 12, 16%)을 첨가한 조리면의 관능적 특성을 밀가루 조리면(R)과 비교한 결과는 Table 19와 같다. 12시간 발아시킨 콩분말을 첨

가한 조리면의 경우 콩비린 냄새와 맛에서는 첨가량에 상관없이 발아콩분말 첨가가 유의성이 있는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 고소한 냄새와 맛의 경우는 발아콩분말 첨가량이 증가할수록 고소한 냄새의 증가가 현저하였으며 12%와 16% 첨가시 더욱 뚜렷하였다. 고소한 맛의 경우도 발아콩분말의 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향을 보였고 12%와 16% 첨가시 특히 유의적으로 증가하였다. 색은 발아콩가루의 첨가량이 증가할수록 황갈색이 진해져 콩가루의 황색과 조리중 갈색화 반응이 영향을 준 것으로 생각된다. 텍스처는 hardness와 chewiness 모두 발아콩분말 첨가량에는 유의성이 없음이 나타났다. 24시간 발아콩분말을 첨가한 경우 콩비린 냄새에서는 발아콩분말 첨가량이 증가할수록 증가하였으며, 콩비린 맛에서는 발아콩분말 첨가량에 대한 차이는 없었다. 고소한 냄새와 맛에서는 발아콩분말 첨가량이 증가할수록 유의적 증가 경향을 보여 주었다. 색에서는 12시간 발아콩분말 첨가 조리면과 같이 첨가량이 증가할수록 증가하여 유의성이 뚜렷 하였으며, 텍스처의 경우는 12시간 발아콩분말과 같이 밀가루 면(R)과의 유의성이 없었다.

신팔달 2호를 12시간과 24시간 발아시킨 콩분말을 밀가루에 12%와 16% 첨가하여 제조한 조리면의 기호도를 순위법으로 검사한 결과는 Table 20과 같다. 그 결과 12시간 발아시킨 콩분말을 12% 첨가한 조리면과 24시간 발아시킨 콩분말 12%를 첨가한 조리면이 밀가루만의 조리면(R)이나 이들 발아콩분말을 16% 첨가한 것 보다 유의성있게 높은 기호도를 보여 주었다. 관능검사결과 발아콩분말을 첨가하여 국수를 제조할 경우 12%의 발아콩분말 첨가가 적합한 것으로 밝혀졌다.

Table 22. Sensory properties of cooked noodle as affected by addition of 12 or 24 hr germinated *Sinpaldal-2* powder

Properties	Addition of soybean powder (%)				F-value
	4	8	12	16	
Germinated 12 hr					
Odor					
Beany	5.09 ^a	5.45 ^a	5.18 ^a	5.45 ^a	0.45
Savory	5.63 ^c	5.90 ^{bc}	6.54 ^{ab}	6.90 ^a	5.93 ^{**}
Taste					
Beany	5.27 ^a	5.45 ^a	5.45 ^a	5.90 ^a	1.32
Savory	5.54 ^b	6.00 ^b	6.00 ^b	6.90 ^a	4.86 ^{**}
Hardness	5.36 ^a	5.45 ^a	5.45 ^a	5.36 ^a	0.02
Chewiness	5.81 ^a	5.72 ^a	5.00 ^a	5.36 ^a	0.70
Color (yellowish brown)	5.18 ^c	6.18 ^b	6.72 ^{ba}	7.09 ^a	10.01 ^{**}
Germinated 24 hr					
Odor					
Beany	5.27 ^b	5.63 ^{ba}	6.00 ^{ba}	6.18 ^a	2.21
Savory	5.63 ^b	5.90 ^{ba}	6.36 ^{ba}	6.63 ^a	2.08
Taste					
Beany	5.18 ^a	5.36 ^a	5.36 ^a	5.27 ^a	0.13
Savory	5.54 ^b	5.63 ^b	6.09 ^{ba}	6.63 ^a	3.83 ^{**}
Hardness	5.09 ^a	5.18 ^a	5.36 ^a	5.81 ^a	0.81
Chewiness	5.36 ^a	5.63 ^a	5.54 ^a	5.90 ^a	0.39
Color (yellowish brown)	5.00 ^c	5.90 ^b	6.45 ^{ba}	7.00 ^a	7.33 ^{**}

^{a,b,c} : Means with different superscripts in a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 23. Effect of addition of germinated *Sinpaldal-2* powder on overall acceptance of cooked noodles

	0	12hr-12 ¹⁾	24hr-12	12hr-16 ²⁾	24hr-16
Overall	191 ^c	118 ^a	118 ^a	132 ^b	131 ^b
Acceptance					

^{1),2)} : 12%,16% addition of 12hr germinated soybean powder

^{a,b,c} : Value within the same row different letters are significantly different at 1% level by Basker's statistical table

(5) 생면의 저장성 향상

발아콩분말을 첨가한 생면의 저장 중 총균수의 변화를 측정한 결과는 Fig. 10에 나타내었다. 발아콩분말을 첨가하여 생면을 제조한 직후의 초기 균수는 2.5×10^4 CFU/g이었고, 주정을 첨가한 생면은 3.1×10^3 CFU/g으로 주정은 첨가 즉시 세균 억제 효과가 있었음을 알 수 있었다. 저장을 20°C와 37°C에 저장할 경우 각 처리구에서 급속한 총균수 증가가 관찰되었으며 4°C에 저장한 처리구는 완만한 증가를 보였다. Park 등¹⁹⁾은 세균의 증가속도는 저장온도가 높을수록 빠르다고 보고하였으며 이는 본 실험에서도 같은 경향을 보였다. 보존제로 사용한 주정의 첨가와 포장한 탈산소제와 함께 저장했을 총균수의 변화는 4°C에서의 20일 저장 후 control의 4×10^6 에 비해 탈산소제처리와 주정첨가구는 큰 차이가 없었으나 주정과 탈산소제 처리를 하였을 때는 2.5×10^6 으로 약간 낮았다. 그러나 20°C와 37°C에서 저장했을 때 이를 보존처리의 효과는 더 많아져 20°C에서의 4일후의 경우 주정 + 탈산소제 처리는 약 60%의 세균번식 억제 효과가 있었다.

우리나라 식품공전²⁰⁾에 의하면 유통중 생면의 허용 총균수를 1.0×10^6 으로 제한되어 있어 이 기준에 의해 각 온도별, 처리별로 이 생균수에 도달한 시간을 정리한 것은 Table 21과 같다. 그 결과 보존을 위한 처리를 주정이나 탈산소제 하나를 한 것보다 두개의 처리를 함께 한 것이 세균번식을 억제하는데 더욱 효과적임을 알 수 있었다. 4°C에서 저장했을 때는 7.8일에서 13.9일로, 20°C에서는 1.5일에서 2.4일로, 37°C에서는 0.7일에서 1.5일로 연장되었고 그 효과는 각각 78%, 60%, 114%의 저장성 향상 효과가 있었다.

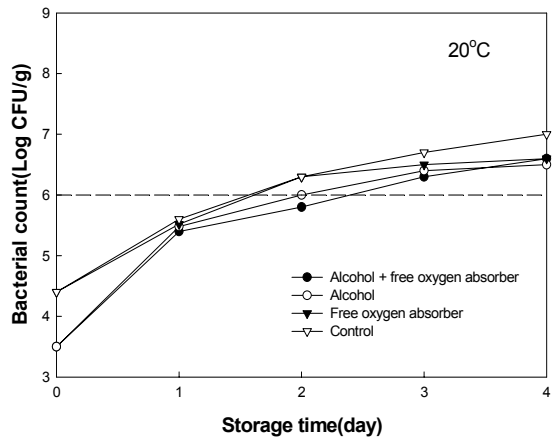
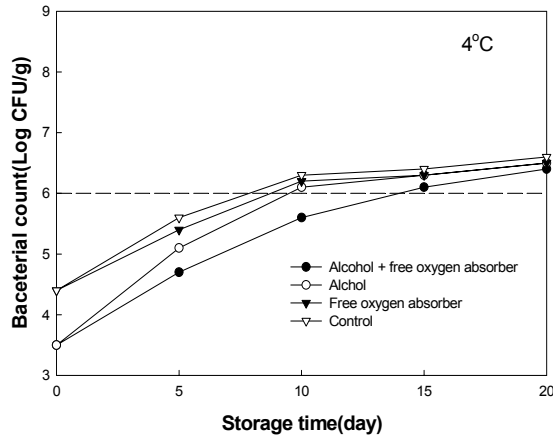
2) 라면

(1) 라면 특성

① 조리면의 무게, 부피 및 조리액의 탁도

밀가루에 발아콩분말을 첨가하여 라면을 제조한 뒤 조리하였을 때 발아콩 분말의 첨가량이 조리전의 라면과 비교하여 무게와 부피의 증가율에 미치는 영향을 측정한 결과는 Table 22와 같다. 라면 20g 정도를 정확히 칭량하여 조리한 결과 조리전의 무게에 대한 무게증가율은 밀가루만의 라면의 경우 147.18%인 것에 비해 발아콩분

말의 첨가량이 많아지면서 현저히 무게증가율이 증가하여 16% 첨가한 라면의 조리 면은 180.60%되었다. 이러한 증가 경향은 부피 증가율에서도 있어 밀가루만의 조리 면 72.64%에서 16% 발아콩분말 첨가시의 132.50%가 되었다. 라면에의 콩분말첨가가 조리후의 무게와 부피의 증가에 미치는 영향은 전분의 상대적 감소와



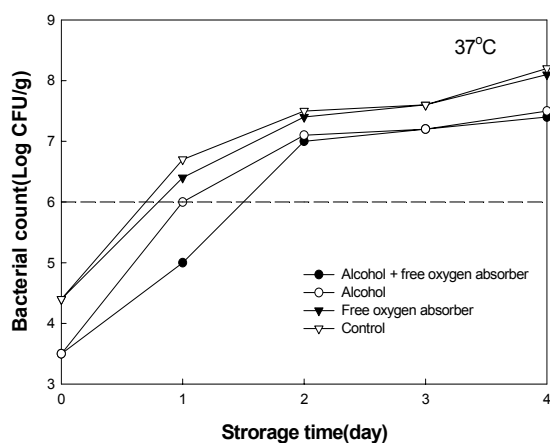


Fig. 10. Changes in bacterial counts of wet noodle added with germinated soybean powder containing various preservative during storage at 4°, 20° and 37°C.

Table 24. Storage days required to reach 1.0×10^6 bacterial CFUs of wet noodle prepared with addition of 12% germinated *Sinpaldal-2* powder during storage at 4°, 20° and 37°C

	Storage temp.(°C)	Days
Control	4	7.8
	20	1.5
	37	0.7
Free oxygen absorber	4	8.6
	20	1.6
	37	0.8
Alcohol ¹⁾	4	9.5
	20	2.0
	37	1.0
Alcohol + free oxygen absorber	4	13.9
	20	2.4
	37	1.5

¹⁾ : 5% ethanol

콩분말에 함유된 친수성 단백질과 섬유질의 증가가 영향을 주었으리라 믿어진다. Hong 등21)도 국수제조를 위해 콩분말을 첨가한 복합분을 만들었을 때 콩분말의 첨가가 복합분의 흡수력을 증가시켰다는 보고를 하여 본 결과와 유사함을 보여주었다.

라면의 조리후 흡광도로 측정된 조리액의 탁도는 발아콩분말의 첨가량이 많을수록 0.19에서 0.58로 증가하여 발아콩분말이 첨가된 복합분에 의해 제조된 라면은 조리시 고형분의 용출이 많아짐을 알수 있었다.

② 색도

밀가루와 발아콩분말의 복합분으로 생면과 라면, 조리라면을 제조하였을 때의 색도를 측정한 결과는 Fig 11과 같다. 복합분에서 생면, 라면, 조리라면의 과정을 지나면서 발아콩분말의 첨가량이 같을 때 L값은 계속 감소하였고, a값은 생면을 만들었을 때 발아콩분말 첨가량이 많아지면서 (-)a 값이 더 증가하였다. 그러나

Table 25. Changes in weight, volume, turbidity of cooked Ramyon prepared with addition of germinated *Sinpaldal-2* powder

Sample ¹⁾	Weight gain(%)	Volume gain(%)	Turbidity
Ra-0	147.18±19.40 ^b	72.64±1.10 ^c	0.19±0.04 ^d
Ra-4	151.61±20.91 ^{ab}	108.01±10.45 ^b	0.29±0.10 ^c
Ra-8	169.30±14.41 ^{ab}	115.80±10.09 ^b	0.39±0.02 ^b
Ra-12	177.35±14.35 ^{ab}	121.20±5.38 ^{ab}	0.40±0.01 ^b
Ra-16	180.60±13.72 ^a	132.50±10.61 ^a	0.58±0.01 ^a

¹⁾ : Ramyon prepared with addition of germinated soybean powder 0-16%

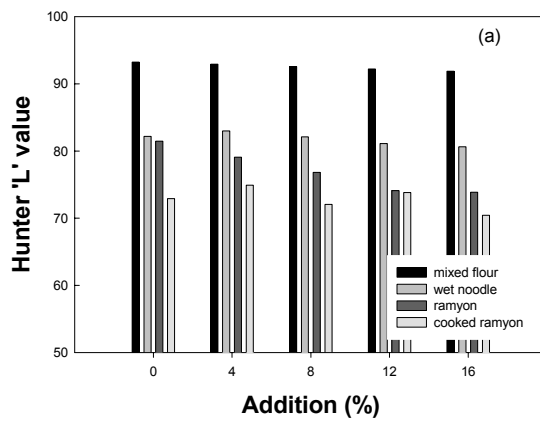
^{a-e} Means with different superscripts in a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

튀김 후의 a값은 (-)값이 감소하였고 12%이상의 발아콩분말 첨가시 a 값이 (+)값으로 전환되었다. 조리 후에도 a 값의 변화가 조리전의 라면과 비슷한 경향이나 그 변

화의 폭은 적었다. b값은 복합분, 생면, 라면의 제조과정에서 증가하다가 조리 후 감소하였고 전반적으로 콩분말의 첨가량이 많을수록 b값이 커졌다. 발아콩분말의 첨가량에 따른 L값의 차이는 복합분과 생면, 조리면에서 그 차이가 적은 반면 튀김을 한 라면에서의 감소는 커졌다. 이 결과는 150℃에서의 튀김과정 중 maillard 반응에 의한 갈색화가 촉진되었기 때문으로 생각된다. 발아콩분말 첨가로 갈색화가 촉진된 이유는 콩에 함유된 단백질과 당이 영향을 주었으리라 생각된다. 결과적으로 발아콩분말의 첨가는 라면의 색을 어둡게 한 반면 노란색은 증가하고 녹색을 적색으로 변화하게 함을 알 수 있었다.

③ Texture

발아콩분말 첨가한 조리라면의 texture 특성은 Table 23과 같다. 조리라면의 texture 특성은 발아콩가루의 첨가량이 늘어날수록 max weight가 감소하여 밀가루만의 조리라면이 43.8g에서 콩분말 16% 첨가했을 때의 17.3g으로 현저히 감소하였다.



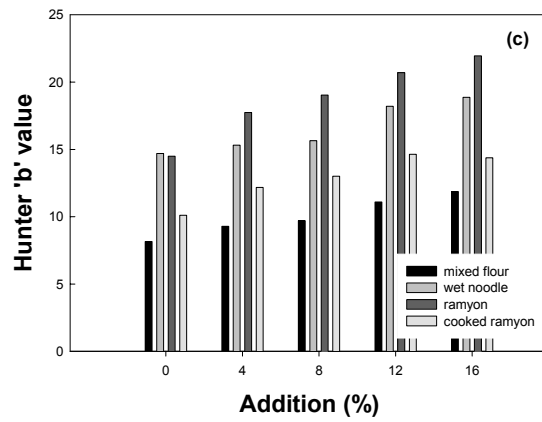
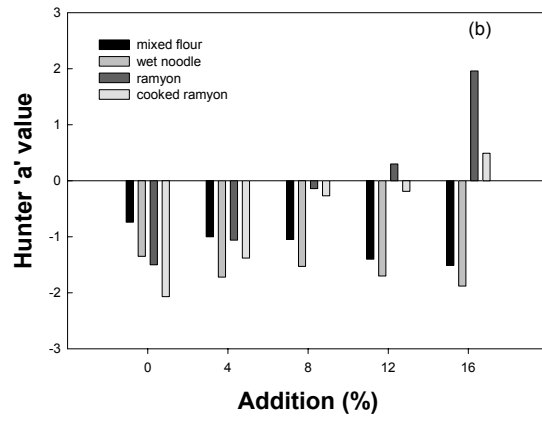


Fig. 11. Comparison of color values of mixed flour, wet noodle, Ramyon and cooked Ramyon as affected by addition of germinated *Sinpaldal-2* powder.

이러한 감소는 콩분말의 첨가량이 증가하면서 밀가루에 함유된 gluten의 양의 감소와 섬유질과 단백질 양의 증가가 영향주었으리라 생각된다. 이와 유사한 감소 결과로는 제면시 대두분(14), 가루녹차(9), 들깨가루(22) 첨가량이 늘어날수록 hardness가 감소하는 경향과 비슷하였다. Park 등(14)은 대두분의 첨가량이 늘어나면 점탄성의 저하가 커져 대두분을 첨가한 면의 최대절단력이 감소한다고 하였다.

발아콩분말의 첨가량이 늘어날수록 최대힘(max weight)에 도달할 때의 압축된 깊이값(distance)과 전단응력(shear strength)은 모두 감소하였다. Adhessiveness의 변화는 어떠한 경향도 보이지 않았다.

Table 26. Changes in textural properties of cooked Ramyon with germinated *Sinpaldal-2* powder

Sample ¹⁾	Textural properties			
	Max weight(g)	Distance(mm)	Strengthness (g/cm ²)	Adhesiveness(g)
Ra-0	43.83±2.48 ^a	2.19±0.18 ^a	25.05±1.42 ^a	2.67±0.52 ^a
Ra-4	27.17±2.93 ^b	1.53±0.13 ^b	15.52±1.67 ^b	3.00±0.10 ^a
Ra-8	27.00±1.26 ^b	1.52±0.05 ^b	15.43±0.72 ^b	2.83±0.41 ^a
Ra-12	21.67±1.21 ^c	1.25±0.08 ^c	12.38±0.69 ^c	2.83±0.75 ^a
Ra-16	17.33±1.21 ^d	0.98±0.09 ^c	9.90±0.69 ^d	3.00±0.10 ^a

¹⁾ : See the legend of Table 22.

^{a-e} Means with different superscripts in a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

④ Isoflavone

발아콩 분말의 첨가량에 따른 라면의 isoflavone의 분석 결과는 Table 24와 같이 발아콩 분말의 첨가량이 늘어날수록 제조한 라면의 총 isoflavone 함량은 증가하였다. 복합분의 총 isoflavone의 경우 첨가한 발아콩분말의 양이 4%일 때 3.2 mg%이고 16%일 때는 13.6 mg%로 발아콩분말 첨가량에 따른 총 isoflavone 함량의 증가경향은 상관관계(r^2)가 0.99로 높았다. 제조한 라면에서도 발아콩분말 첨가량이 증가하

면서 isoflavone 함량이 증가하여 증가한 총 isoflavone과의 상관관계가 0.99로 높았다. 그러나 라면에서의 총 isoflavone 함량은 라면 제조전의 복합분의 isoflavone 함량보다 크게 증가하였다. 그 증가량은 26-43%였으며 이러한 증가는 라면 제조 시 고온에서의 튀김과정에 의하여 malonyl기와 acetyl기가 붙은 isoflavone의 전구체인 isomer들이 isoflavone으로 전환되었기 때문으로 생각된다.

Table 27. Changes in isoflavone contents of mixed flour and Ramyon with germinated *Sinpaldal-2* powder (mg%, d.b.)

	Addition of germinated soybean powder(%)			
	4	8	12	16
Mixed flour				
Daidzin	1.0±0.0 ^d	1.7±0.0 ^c	3.4±0.0 ^b	4.8±0.0 ^a
Genistin	1.8±0.0 ^d	3.0±0.0 ^c	5.5±0.1 ^b	7.2±0.1 ^a
Glycitin	0.2±0.0 ^c	0.2±0.0 ^c	0.5±0.1 ^b	1.0±0.1 ^a
Subtotal	3.0±0.0^d	4.9±0.0^c	9.4±0.2^b	13.0±0.2^a
Daidzein	0.1±0.0 ^b	0.2±0.0 ^a	0.2±0.0 ^a	0.2±0.0 ^a
Genistein	0.1±0.0 ^c	0.1±0.0 ^c	0.2±0.0 ^b	0.3±0.0 ^a
Glycitein	ND	0.1±0.0 ^a	0.1±0.0 ^a	0.1±0.0 ^a
Subtotal	0.2±0.0^d	0.4±0.0^c	0.5±0.0^b	0.6±0.0^a
Total	3.2±0.0^b	5.3±0.0^b	9.9±0.2^b	13.6±0.2^a
Ramyon				
Daidzin	1.5±0.3 ^d	2.6±0.3 ^c	4.8±0.4 ^b	6.3±0.2 ^a
Genistin	2.2±0.4 ^d	4.0±0.5 ^c	7.2±0.7 ^b	8.8±0.4 ^a
Glycitin	0.3±0.1 ^d	0.5±0.0 ^c	1.0±0.1 ^b	1.2±0.1 ^a
Subtotal	4.0±0.8^d	7.1±1.0^c	13.0±1.6^b	16.3±1.0^a
Daidzein	0.1±0.0 ^b	0.2±0.0 ^a	0.2±0.1 ^a	0.2±0.0 ^a
Genistein	0.1±0.0 ^d	0.2±0.0 ^c	0.4±0.1 ^b	0.6±0.2 ^a
Glycitein	ND	0.1±0.0 ^a	0.1±0.0 ^a	0.1±0.0 ^a
Subtotal	0.2±0.1^b	0.5±0.1^{ab}	0.7±0.3^a	0.9±0.3^a
Total	4.2±0.8^d	7.6±1.1^c	13.7±1.9^b	17.2±1.3^a

^{a-e} Means with different superscripts in a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Isolflavone의 구성성분에서도 그 증가경향은 유사했으며 기능성과 관계있는 genistin과 genistein의 증가가 더욱 현저하였다. Chien 등²³⁾은 100℃ 이상의 열에서 malonyl, acetyl기가 붙은 isoflavone의 isomer들이 glycosides와 aglycones 형태로 전환되었다는 보고했는데 본 실험과 관계가 있다고 사료된다.

(2) 관능검사

발아콩분말을 첨가한 라면의 관능적 특성인 색, 냄새, 맛, texture를 비교하기 위하여 밀가루만으로 만든 라면을 기준 시료로 한 차이식별의 다시료 비교법으로 조사한 결과는 Table 25와 같다. 그 결과 발아콩분말의 첨가량이 4%에서 16%로 증가할수록 황갈색의 강도가 강해졌다. 맛과 냄새에서 콩냄새의 향미에는 유의적 차이가 없었지만 구수한 맛과 냄새는 콩분말의 첨가량이 많아질수록 강해졌고 특히 16%첨가시 뚜렷하였다. 텍스처 특성에서는 단단함과 씹힘성 모두 낮아졌지만 씹힘성의 감소만이 통계적 유의성을 보여주었다. 이러한 결과는 발아콩분말이 첨가되면서 콩에 함유된 당과 단백질이 튀김과정 중에 갈색화 반응을 일으키고 콩 특유의 고수한 맛이 색과 향미에 영향을 주었으리라 생각된다. 또한 콩분말의 첨가로 밀가루 함량이 상대적으로 감소하면서 글루텐 함량이 적어져 라면의 텍스처 특성을 감소시켰다고 믿어진다.

전체적인 기호도의 결과는 Table 26과 같다. 콩분말의 첨가로 텍스처 특성의 감소와 갈색화 현상이 있었지만 구수한 향미의 증가로 기호도가 8% 첨가구까지는 큰 변화가 없어 발아콩분말의 첨가는 8%가 적당하다고 사료되었다.

3) 식빵

(1) 식빵 특성

① 일반성분

발아콩분말을 첨가한 식빵의 일반성분을 분석한 결과는 Table 27과 같다. 수분 함량은 발아콩분말 첨가구가 41.66-41.84%로 대조구의 41.88%에 비해 다소 낮게 나타났는데 이는 발아콩분말의 수분함량이 7.60%로 낮기 때문이다. 단백질, 지방, 회분함량은 발아콩분말 첨가구가 대조구보다 유의적으로 증가한 것으로 나타났는데 이것은

발아콩분말 자체의 단백질, 지방 및 회분 함량이 각각 20.87%, 24.03%, 5.29%로서 밀가루의 단백질, 지방 및 회분 함량보다 높기 때문이다.

Table 28. Sensory properties of cooked Ramyon as affected by addition germinated *Sinpaldal-2* powder

Properties		Sample ¹⁾			
		Ra-4	Ra-8	Ra-12	Ra-16
Color	Yellowsh brown	5.56 ^c	6.22 ^{bc}	7.33 ^{ab}	8.22 ^a
Flavor	Beany	4.78 ^a	5.22 ^a	5.22 ^a	5.44 ^a
	Savory	5.67 ^b	5.89 ^b	7.22 ^a	7.78 ^a
Taste	Beany	4.56 ^a	4.56 ^a	4.67 ^a	5.00 ^a
	Savory	5.33 ^b	5.11 ^b	5.22 ^b	7.78 ^a
Texture	Hardness	4.56 ^a	3.33 ^a	3.33 ^a	3.11 ^a
	Chewiness	4.89 ^a	3.67 ^{ab}	3.67 ^{ab}	3.33 ^b

¹⁾ : See the legend of Table 22.

^{a-e} : Means with different superscripts in a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 29. Effect of addition of germinated *Sinpaldal-2* powder on overall acceptance of cooked Ramyon

	Sample ¹⁾				
	Ra-0	Ra-4	Ra-8	Ra-12	Ra-16
Overall Acceptance	53 ^c	54 ^c	51 ^c	73 ^a	67 ^b

¹⁾ : See the legend of Table 21.

^{a,b,c} : Means with different superscripts in a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 30. Proximate composition of bread prepared with germinated *Sinpaldal-2* powder (% , wet basis)

Sample ¹⁾	Moisture	Protein	Lipid	Ash
Wheat flour	12.19±1.29	10.04±1.21	1.79±0.15	0.51±0.37
Soybean powder	7.60±0.37	20.87±2.46	24.03±3.69	5.29±0.21
Br-0	41.88±0.33 ^a	8.10±0.53 ^a	4.85±0.38 ^a	1.54±0.20 ^a
Br-4	41.66±0.28 ^{ab}	8.64±0.38 ^b	5.11±0.37 ^a	1.63±0.21 ^{ab}
Br-8	41.54±0.31 ^{ab}	9.17±0.43 ^c	5.77±0.54 ^b	1.77±0.23 ^{bc}
Br-12	41.38±0.65 ^b	9.81±0.25 ^d	6.19±0.81 ^b	1.90±0.14 ^{cd}
Br-16	41.84±0.48 ^a	10.60±0.50 ^e	6.85±0.74 ^c	2.02±0.18 ^d

¹⁾ : See the legend of Table 3.

^{a-e} : Means with different superscripts in a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

② 식빵의 무게, 부피, 비용적, 반죽수율

발아콩분말을 첨가한 식빵의 무게, 부피, 비용적 및 반죽수율을 Table 28에 나타내었다. 완성된 무게는 대조구가 147.11 g, 발아콩가루 첨가구가 148.02 g-150.46 g으로 발아콩분말 첨가량의 증가에 따라 무게가 증가하는 것으로 나타났다. 반면에 부피와 높이는 발아콩분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였는데 ($p < 0.05$) 이는 Fig. 12에도 잘 나타나 있다. 비용적은 부피를 무게로 나눈 값 (mL/g)으로 부피가 감소함에 따라 비용적이 감소하여 발아콩분말 첨가구가 대조구보다 감소하는 경향을 보였다. 식빵은 밀가루 반죽 시 글루텐이 형성되어 골격을 유지하게 되므로 식빵의 부피, 높이 및 비용적은 글루텐의 양과 질, 반죽 시 글루텐의 발달 정도 등에 의하여 영향을 받는다. 발아콩분말 첨가에 따른 부피의 감소는 밀가루가 발아콩분말로 대체됨으로써 글루텐 양이 감소하여 골격 형성 능력이 저하되고

발아콩가루에 함유되어 있는 무기질에 의하여 반죽에서 효모 활성이 억제되어 나타난 결과로 여겨진다. 이러한 결과는 흑미가루를 첨가한 식빵의 경우도 흑미가루 첨가구의 부피가 대조구보다 현저하게 감소하였다고 보고²⁴⁾함으로써 본 실험의 결과와 유사하였다. 반죽수율은 대조구가 114.88%로 가장 높고 발아콩분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하여 114.17%-112.33%를 나타냈다($p<0.05$).

Table 31. Changes in weight, volume, height, specific volume and dough yield of bread prepared with germinated soybean powder

Sample ¹⁾	Weight(g)	Volume(mL)	Height(cm)	Specific volume (mL/g)	Dough yield(%)
Br-0	147.11±0.48 ^a	446.67±15.01 ^a	7.08±0.10 ^a	3.14±0.16 ^a	114.88±0.38 ^a
Br-4	148.02±0.41 ^a	440.00±13.86 ^{ab}	6.92±0.20 ^{ab}	3.04±0.11 ^a	114.17±0.31 ^a
Br-8	148.48±0.28 ^{ab}	419.33±9.24 ^b	6.63±0.21 ^{bc}	2.91±0.14 ^{ab}	113.82±0.21 ^{ab}
Br-12	150.06±1.66 ^{bc}	377.33±19.63 ^c	6.40±0.17 ^c	2.67±0.25 ^{bc}	112.63±1.18 ^{bc}
Br-16	150.46±1.24 ^c	364.00±10.39 ^c	6.08±0.08 ^d	2.50±0.15 ^c	112.33±0.93 ^c

¹⁾ : See the legend of Table 3.

^{a-d} : Means with different superscripts in a column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

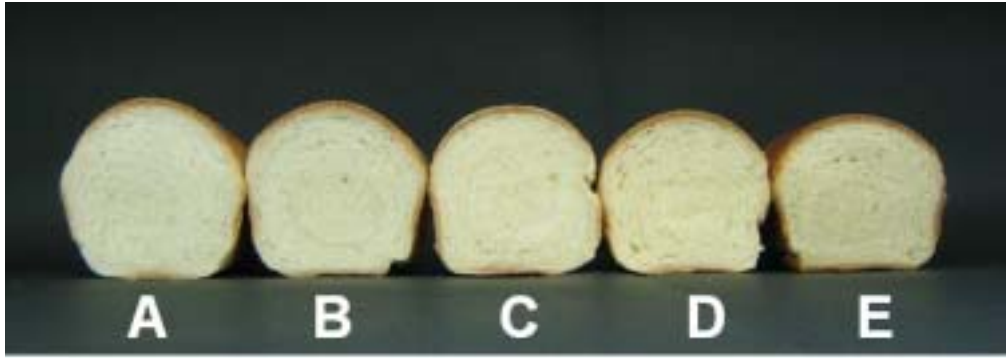


Fig. 12. Photographs of vertical sections of bread prepared with germinated *Sinpaldal-2* powder.

A: Br-0, B: Br-4, C: Br-8, D: Br-12, E: Br-16.

③ Isoflavone

발아콩분말을 첨가한 식빵의 가열전후의 isoflavone 함량을 Table 29에 나타내었다. 가열 전 복합분 상태의 isoflavone 함량은 3.39-16.35 mg%로 발아콩가루 첨가량이 증가할수록 높게 나타났다. 식빵 제조 후 isoflavone의 함량은 4.62~17.87 mg%로 식빵 제조 전 복합분의 isoflavone 함량보다 증가하였고 발아콩분말 첨가량이 증가할수록 증가하는 것으로 나타났으며 그 증가량은 26.6-47.4%이었다. 생리활성이 우수한 것으로 알려진 genistin, genistein, daidzin, daidzein을 합한 양은 발아콩분말 첨가구에 서 총 isoflavone 함량의 91.3-93.4%를 차지하는 것으로 나타났다.

Table 32. Changes in isoflavone contents of bread prepared with germinated *Sinpaldal-2* powder (mg%, d.b.)

		Addition of germinated soybean powder (%)			
		4	8	12	16
Mixed flour					
Glycoside	Daidzin	1.037	1.738	3.435	5.423
	Genistin	1.829	2.959	5.487	8.216
	Glycitin	0.201	0.238	0.536	1.005
	Subtotal	3.066	4.935	9.458	14.644
Aglycone	Daidzein	0.194	0.089	0.156	0.232
	Genistein	0.132	0.114	0.215	0.363
	Glycitein	ND	0.009	0.061	0.106
	Subtotal	0.326	0.211	0.432	0.701
Total		3.392	5.146	9.890	15.346
Bread					
Glycoside	Daidzin	0.941	1.984	2.705	3.988
	Genistin	1.474	3.326	4.693	6.931
	Glycitin	0.101	0.405	0.431	0.608
	Subtotal	2.516	5.715	7.829	11.527
Aglycone	Daidzein	0.650	1.272	1.606	2.108
	Genistein	1.252	2.344	2.631	3.560
	Glycitein	0.202	0.443	0.547	0.672
	Subtotal	2.104	4.059	4.784	6.340
Total		4.620	9.744	12.613	17.867

④ Texture

발아콩분말을 첨가하여 제조한 식빵의 기계적 조직감 특성을 측정한 결과는 Table 30과 같다. Hardness는 발아콩분말 첨가구가 대조구보다 높았고 발아콩가루 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). Hardness에 영향을 미치는 요인은 air cell의 발달정도, 부피, 수분함량 등을 들 수 있고 부피가 커질수록 hardness가 낮아지는 것으로 보고²⁵⁾되고 있어 본 실험에서 대조구보다 발아콩가루 첨가구의 수분함량과 부피가 감소한 것과 hardness가 증가한 것은 서로 관련이 있다고 하겠다. Cohesiveness는 대조구보다 발아콩분말 첨가구에서 다소 감소하는 경향을 보였다.

으나 유의적인 차이가 없었고 springiness, gumminess 및 brittleness는 발아콩분말 첨가구가 대조구보다 유의적으로 높게 나타났다. 다시마가루를 첨가한 식빵의 hardness는 대조구보다 다시마 첨가구에서 유의적으로 높게 나타났다고 보고하였고²⁶⁾ 신선초가루첨가 식빵의 hardness와 springiness는 대조구보다 증가하였으나 cohesiveness, gumminess 및 chewiness는 감소하였다고 보고하였다²⁷⁾. 반면에 양과분말가루를 첨가한 식빵의 hardness, springiness, gumminess 및 chewiness는 첨가량 증가에 따라 감소하는 것으로 보고하였다⁴³⁾.

Table 33. Changes in textural properties of bread prepared with germinated *Sinpaldal-2* powder

Sample ¹⁾	Textural properties				
	Hardness (g/cm ²)	Cohesiveness (%)	Springiness (%)	Gumminess (g)	Brittleness (g)
Br-0	201.35±28.55 ^a	81.01±4.97 ^a	82.78±3.15 ^a	42.51±6.82 ^a	35.23±6.13 ^a
Br-4	251.92±37.07 ^b	81.52±5.08 ^a	85.13±4.42 ^{ab3)}	54.58±11.04 ^b	46.82±11.77 ^b
Br-8	330.34±37.99 ^c	79.68±2.77 ^a	86.06±3.39 ^{ab}	71.32±10.17 ^c	61.25±10.11 ^c
Br-12	424.20±35.30 ^d	79.78±5.87 ^a	86.18±5.68 ^{ab}	88.79±4.07 ^d	78.67±5.04 ^d
Br-16	462.94±43.85 ^e	77.21±7.67 ^a	88.81±3.06 ^b	92.55±11.67 ^d	82.44±12.67 ^d

¹⁾See the legend of Table 3.

^{a-e} : Means with different superscripts in a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

⑤ 색도

발아콩분말 식빵의 껍질(crust)색과 내부(crumb)의 색도를 측정된 결과는 Table 31과 같다. Crust의 L(명도)값은 대조구가 45.25, 발아콩분말 첨가구가 40.97-45.25로 발아콩분말 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. 적색도를 나타내는 a값은 발아콩분말 16% 첨가구를 제외하고는 대조구보다 높게 나타났다. 황색도를 나타내는 b값은 대조구가 30.88, 발아콩분말 첨가구가 22.53-25.82로 발아콩분말 첨가량이

증가할수록 감소하는 것으로 나타났다. Crumb의 L값은 발아콩분말 첨가구가 대조구보다 대체적으로 감소하는 경향을 보였고 a값은 모든 시료에서 (-) 값으로 녹색 범위를 나타냈고 발아콩분말 첨가량 증가에 따라 (-) 값이 감소하는 경향으로 나타났다. 반면에, b값은 발아콩가루 함량이 증가할수록 증가하였는데 이는 황색의 발아콩가루 양이 대조구에 비해 상대적으로 증가하여 나타난 결과로 여겨진다.

Table 34. Changes in color value of bread prepared with germinated *Sinpaldal-2* powder

Soybean powder		Color value		
(%)		L	a	b
Crust	0	49.54±7.57 ^a	14.58±0.97 ^{ab}	30.88±3.27 ^a
	4	45.25±2.72 ^b	14.73±0.54 ^b	25.82±3.15 ^b
	8	44.50±2.72 ^b	15.08±0.57 ^b	25.91±3.62 ^b
	12	42.40±2.15 ^b	15.25±0.77 ^b	23.78±3.46 ^b
	16	40.97±3.64 ^b	13.61±1.91 ^a	22.53±4.47 ^b
Crumb	0	69.36±1.35 ^a	-0.58±0.37 ^a	14.13±0.77 ^a
	4	70.03±1.43 ^a	-0.60±0.26 ^a	16.10±0.86 ^b
	8	69.30±1.78 ^a	-0.58±0.25 ^a	18.10±1.00 ^c
	12	68.30±1.91 ^{ab}	-0.32±0.21 ^{ab}	20.54±1.58 ^d
	16	67.16±2.43 ^b	-0.27±0.35 ^b	22.01±1.25 ^e

^{a-e} : Means with different superscripts in a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

대두가루를 첨가하여 제조한 식빵의 경우 L값은 감소하였고, a값은 유의적인 차이가 없었으며 b값은 증가하였다고 보고하였고²⁸⁾ 현미가루를 첨가하여 제조한 식빵의 L값은 현미가루 첨가량 증가에 따라 감소하고 a값은 증가하였는데 이는 발아과정 중 효소반응에 의하여 당류가 생성되어 환원당양이 증가하면서 아미노화합물에 의한 maillard 반응이 촉진되어 갈변화가 많이 일어난 때문인 것으로 보고하였다²⁹⁾.

(2) 관능검사

발아콩분말을 첨가한 식빵의 관능적 특성을 알아보기 위하여 실시한 관능검사의

결과는 Table 32와 같다. 껍질색과 내부색은 모두 발아콩분말 첨가구가 대조구보다 유의적으로 강한 색으로 평가되었는데 이는 발아콩분말 첨가량이 증가할수록 콩가루 자체의 황색 및 조리중 갈색화 반응이 복합적으로 영향을 준 것으로 추측된다. 기공의 크기는 8% 첨가구가 가장 크다고 평가되었고 대조구가 가장 작은 것으로 평가되었으나 발아콩분말 첨가량에 따른 일정한 경향은 없었다. 고소한 맛과 냄새에 대한 평가는 발아콩분말 첨가구가 대조구보다 높은 점수로 평가되었고 이 역시 발아콩분말 자체의 고소한 맛과 냄새가 영향을 준 것으로 여겨진다. 촉촉한 정도는 시료간에 유의적인 차이가 없었고 경도는 발아콩분말 첨가구가 대조구보다 높은 점수로 평가되어 Table 30의 texture 특성 결과에서 나타났듯이 발아콩분말 첨가량이 증가할수록 hardness가 증가한 것과 일치하는 결과를 나타내었다. 기호도 검사를 실시한 결과 Table 33과 같이 대조구가 6.72의 점수를 받아 가장 기호도가 높게 나타났고 그 다음이 4% 첨가구로 6.31의 점수를 받아 대조구와 4% 첨가구간에는 유의적인 차이가 없었다. 8% 첨가구는 5.91의 점수로 평가되어 대조구와 비교하여 기호도가 다소 떨어지는 것으로 평가되었고 12%와 16% 첨가구는 유의적으로 기호도가 낮은 것으로 평가되었다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때 발아콩분말을 적정량 첨가하여 식빵을 제조한다면 기능성이 향상된 건강지향적인 새로운 제품으로 이용될 수 있으리라 기대된다.

Table 35. Sensory properties of bread as affected by addition germinated *Sinpaldal-2* powder

Sample ¹⁾	Br-0	BR-4	Br-8	Br-12	Br-16
Crust color	4.90±0.84 ^a	6.13±0.86 ^b	6.83±0.79 ^{bc}	6.53±0.97 ^c	7.53±0.73 ^d
C r u m b color	2.43±0.73 ^a	3.50±0.94 ^b	4.50±1.17 ^c	5.33±0.92 ^d	6.10±0.80 ^e
Air cell size	4.53±0.78 ^a	5.17±1.34 ^{ab}	6.17±1.37 ^c	5.30±1.32 ^b	4.88±1.62 ^{ab}
Smell	4.33±1.54 ^a	4.83±1.70 ^{ab}	4.90±1.67 ^{ab}	5.40±1.59 ^{bc}	6.03±1.50 ^c
Savory taste	4.13±1.22 ^a	4.57±1.33 ^{ab}	5.10±1.47 ^{bc}	5.57±1.38 ^{cd}	5.87±1.85 ^d
Moistness	5.23±1.45 ^a	4.80±1.37 ^a	5.27±1.48 ^a	4.97±1.81 ^a	5.50±1.68 ^a
Hardness	4.73±1.46 ^a	4.73±1.74 ^a	5.50±1.61 ^{ab}	5.93±1.60 ^b	6.07±1.74 ^b

¹⁾ : See the legend of Table 4.

^{a-e} : Means with different superscripts in a column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 36. Consumer acceptance of bread prepared with germinated soybean powder

Sample ¹⁾	Br-0	Br-4	Br-8	Br-12	Br-16
Overall Acceptance	6.72±1.33 ^a	6.31±1.15 ^{ab}	5.91±1.20 ^b	4.38±1.31 ^c	3.94±0.91 ^c

¹⁾ : See the legend of Table 4.

^{a-c} : Means with different superscripts in a column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

4) 인절미

(1) 인절미의 특성

① 일반성분

발아콩분말을 첨가한 인절미의 일반성분을 분석한 결과는 Table 34와 같다. 수분 함량은 대조구가 45.60%로 가장 높게 나타났고 발아콩분말 첨가구가 44.01-44.60%로 대조구보다 낮게 나타났는데 이는 발아콩분말의 수분함량이 7.60%로 낮기 때문이다. 단백질, 지방 및 회분 함량은 발아콩분말 첨가량이 증가함에 따라 증가하여 대조구보다 유의적으로 높게 나타났고 이것은 발아콩분말의 단백질, 지방 및 회분 등의 일반성분이 쌀의 일반성분보다 높기 때문으로 사료된다.

Table 37. Proximate composition of *Injulmi* prepared with germinated *Sinpaldal-2* powder

	(%, wet basis)			
Sample ¹⁾	Moisture	Protein	Lipid	Ash
Rice powder	41.23±0.78	7.08±1.02	3.62±0.61	0.49±0.13
Soybean powder	7.6±0.37	20.87±2.46	24.03±3.69	5.29±0.21
In-0	45.60±1.02 ^a	3.39±0.20 ^a	0.77±0.58 ^a	0.83±0.28 ^a
In-4	44.60±0.19 ^b	4.37±0.23 ^b	0.94±0.55 ^a	0.92±0.29 ^a
In-8	44.31±0.76 ^b	5.31±0.38 ^c	1.03±0.62 ^a	1.25±0.25 ^b
In-12	45.04±0.41 ^{ab}	6.25±0.45 ^d	1.24±0.62 ^a	1.30±0.33 ^b
In-16	44.30±0.49 ^b	7.10±0.36 ^e	1.33±0.58 ^a	1.52±0.17 ^b

¹⁾: See the legend of Table 4.

^{a-e} : Means with different superscripts in a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

② pH

발아콩분말을 첨가한 인절미의 pH를 측정된 결과는 Table 35와 같다. 대조구의 pH는 5.92이었고 발아콩분말 첨가구가 6.12~6.50으로 발아콩분말 첨가량이 증가할수록 높게 나타났다.

Table 38. pH value of *Injulmi* prepared with germinated *Sinpaldal-2* powder

Sample ¹⁾	In-0	In-4	In-8	In-12	In-16
pH	5.92±0.34 ^a	6.12±0.28 ^{ab}	6.30±0.26 ^{bc}	6.41±0.23 ^{bc}	6.50±0.23 ^c

¹⁾ : See the legend of Table 4.

^{a-c} : Means with different superscripts in a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

③ Isoflavone

발아콩분말을 첨가한 인절미의 제조 중 가열처리 전후 isoflavone의 함량 변화를 Table 36에 나타내었다. 가열 전 복합분의 isoflavone 함량은 3.39-15.35 mg%로 발아콩분말 첨가량이 증가함에 따라 증가하는 것으로 나타났고 가열 후 isoflavone 함량은 3.95-15.96 mg%로 복합분에서보다 다소 증가하였으나 큰 차이는 없었다. 생리활성이 우수한 것으로 알려진 genistin, genistein, daidzin, daidzein의 양은 총 isoflavone 함량의 92.3-93.1%를 차지하는 것으로 나타났다.

Table 39. Changes in isoflavone contents of *Injulmi* prepared with germinated *Sinpaldal-2* powder

(mg%, d.b.)

		Addition of germinated soybean powder(%)			
		4	8	12	16
Mixed powder					
Glycoside	Daidzin	1.037	1.738	3.435	5.423
	Genistin	1.829	2.959	5.487	8.216
	Glycitin	0.201	0.238	0.536	1.005
	Subtotal	3.066	4.935	9.458	14.644
Aglycone	Daidzein	0.194	0.089	0.156	0.232
	Genistein	0.132	0.114	0.215	0.363
	Glycitein	ND	0.009	0.061	0.106
	Subtotal	0.326	0.211	0.432	0.701
Total		3.392	5.146	9.890	15.345
<i>Injulmi</i>					
Glycoside	Daidzin	1.300	2.851	3.636	5.871
	Genistin	1.834	4.042	5.217	8.335
	Glycitin	0.274	0.589	0.750	1.133
	Subtotal	3.408	7.482	9.603	15.339
Aglycone	Daidzein	0.413	0.165	0.193	0.242
	Genistein	0.128	0.375	0.375	0.332
	Glycitein	ND	0.027	0.022	0.050
	Subtotal	0.541	0.567	0.590	0.624
Total		3.949	8.049	10.193	15.963

④ Texture

발아콩분말을 첨가한 인절미의 기계적 조직감 특성을 측정된 결과는 Table 37과 같다. Hardness는 발아콩분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하여 대조구보다 높은 값을 나타내었는데 현미녹차가루 첨가 인절미 연구³⁰⁾와 흑미첨가 인절미의 연구³¹⁾에서도 시료첨가구의 hardness가 대조구보다 증가하는 경향을 보여 본 연구의 결과와 유사한 것으로 나타났다. 반면에, 차생엽을 첨가한 인절미의 hardness는 차생엽 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내어³²⁾ 본 실험의 경향과 상반된 결과를 나타냈다. 발아콩분말 첨가 인절미의 cohesiveness와 springiness는 대조구보

다 감소하였고 gumminess는 4% 첨가구를 제외하고 발아콩분말 첨가구에서 증가하는 것으로 나타났으며 brittleness는 시료간에 유의적인 차이가 없었다.

Table 40. Changes in textural properties of *Injulmi* prepared with germinated *Sinpaldal-2* powder

Sample ¹⁾	Textural properties				
	Hardness (g/cm ²)	Cohesiveness (%)	Springiness (%)	Gumminess (g)	Brittleness (g)
In-0	123.81±9.65 ^a	109.93±27.03 ^a	102.90±26.37 ^a	69.77±21.79 ^a	77.09±50.03 ^a
In-4	135.81±13.17 ^{ab}	99.03±30.94 ^a	89.51±25.54 ^{ab}	66.01±21.01 ^a	63.23±42.60 ^a
In-8	143.30±14.34 ^b	100.23±24.76 ^a	96.93±31.55 ^{ab}	72.37±22.34 ^a	77.47±61.17 ^a
In-12	200.13±27.34 ^c	95.36±10.15 ^{ab}	95.56±13.91 ^{ab}	91.31±11.95 ^b	87.86±22.19 ^a
In-16	222.09±30.29 ^d	81.59±7.78 ^b	80.31±10.57 ^b	91.20±14.36 ^b	73.46±15.65 ^a

¹⁾: See the legend of Table 4.

^{a-d} : Means with different superscripts in a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

⑤ 색도

발아콩분말을 첨가한 인절미의 색도측정 결과는 Table 38과 같다. 발아콩분말 첨가구의 L 값(명도)은 73.51-77.80으로 대조구의 78.18보다 감소하는 경향을 보였고 a 값은 (-)값으로 나타나서 녹색을 범위를 나타냈고 발아콩분말 8% 첨가구가 -2.62로 가장 낮은 값을 나타냈다. 황색도를 나타내는 b값은 대조구가 7.90, 발아콩가루 첨가구가 16.41-28.18로 발아콩분말 함량이 증가할수록 높게 나타났는데 이는 쌀가루의 흰색이 발아콩분말의 황색으로 대체되었기 때문이며 Fig. 13에 잘 나타나 있다.



Fig. 13. Photographs of *Injulmi* prepared with germinated *Sinpaldal-2* powder.

A: In-0, B: In-4, C: In-8, D: In-12, In: SO-16

Table 41. Changes in color value of *Injulmi* prepared with germinated *Sinpaldal-2* powder

Sample ¹⁾	Color value		
	L	a	b
In-0	78.18±1.68 ^a	-1.50±0.40 ^{ab}	7.90±0.60 ^a
In-4	77.80±1.61 ^a	-2.29±0.42 ^b	16.41±1.41 ^b
In-8	78.34±1.34 ^a	-2.62±0.60 ^b	21.41±2.48 ^c
In-12	76.23±1.62 ^b	-1.92±0.33 ^c	25.73±0.85 ^d
In-16	73.51±4.23 ^c	-1.23±0.70 ^a	28.18±1.17 ^e

¹⁾ : See the legend of Table 4.

^{a-e} : Means with different superscripts in a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

㉔ 저장 중 hardness의 변화

인절미를 포함한 떡류의 품질 저하를 가져오는 가장 큰 원인은 노화로서 물성에 큰 영향을 미치게 된다. 노화도를 측정하는 물리적 방법 중 hardness를 측정하여 그 변화를 살펴보는 것은 노화도의 지표로 사용되고 있다³³⁾. 인절미를 실온(20℃)과 냉장(4℃)온도에서 24시간 저장하면서 hardness의 변화를 측정한 결과는 Fig. 14, 15와

같다. 실온에서 저장한 인절미의 경우 hardness는 저장 16시간까지 모든 시료에서 완만한 증가율을 보였으나 그 이후부터 24시간까지 급격히 증가하여 저장 24시간 후에는 대조구가 968.79 g/cm^2 , 발아콩가루 첨가구가 $776.24\text{-}1157.56\text{g/cm}^2$ 로 8% 첨가구가 가장 낮은 값을 나타내었고 그 다음이 $16\% < 0\% < 12\% < 4\%$ 첨가구 순으로 나타났다(Fig. 14). 냉장 저장한 인절미의 경우도 시간이 경과함에 따라 hardness가 증가하였고 실온 저장한 인절미의 hardness보다 높게 측정되어 더 단단해지는 것을 알 수 있었다. 냉장 저장 12시간 이후부터 hardness는 급격히 증가하여 저장 24시간 후에는 대조구가 $16,350.67 \text{ g/cm}^2$, 발아콩분말 첨가구가 $11,030.74\text{-}19221.51 \text{ g/cm}^2$ 로 12% 첨가구가 가장 낮은 값을 나타내었고 그 다음이 $8\% < 16\% < 0\% < 4\%$ 첨가구 순으로 나타났다(Fig. 15). Kim³⁴⁾은 저장 온도에 따른 멥쌀 및 찹쌀떡의 노화정도를 측정한 결과 실온 및 냉동온도에 비해 냉장온도에서 저장한 경우 노화가 빨리 진행되었다고 보고하였다.

(2) 관능검사

발아콩분말을 첨가한 인절미의 관능적 특성을 알아보기 위하여 실시한 관능검사의 결과는 Table 39와 같다. 색의 강도는 발아콩분말 첨가량이 증가할수록 대조구에 비해 유의적으로 높은 점수를 받았는데 이는 황색의 발아콩가루 첨가량의 증가에 따라 나타난 결과이며 Table 38에서 나타난 바와 같이 b값이 증가하는 결과와 일치한다고 볼 수 있다. 단단한 정도는 발아콩 첨가구가 대조구에 비해 높은 점수로 평가되어 Table 37의 texture 검사에서 발아콩분말 첨가량이 증가할수록 경도가 증가한 결과와 일치하는 결과라고 볼 수 있다. 고소한 맛과 냄새는 발아콩분말 첨가구가 대조구보다 높은 점수로 평가되었는데 이러한 결과는 발아콩분말

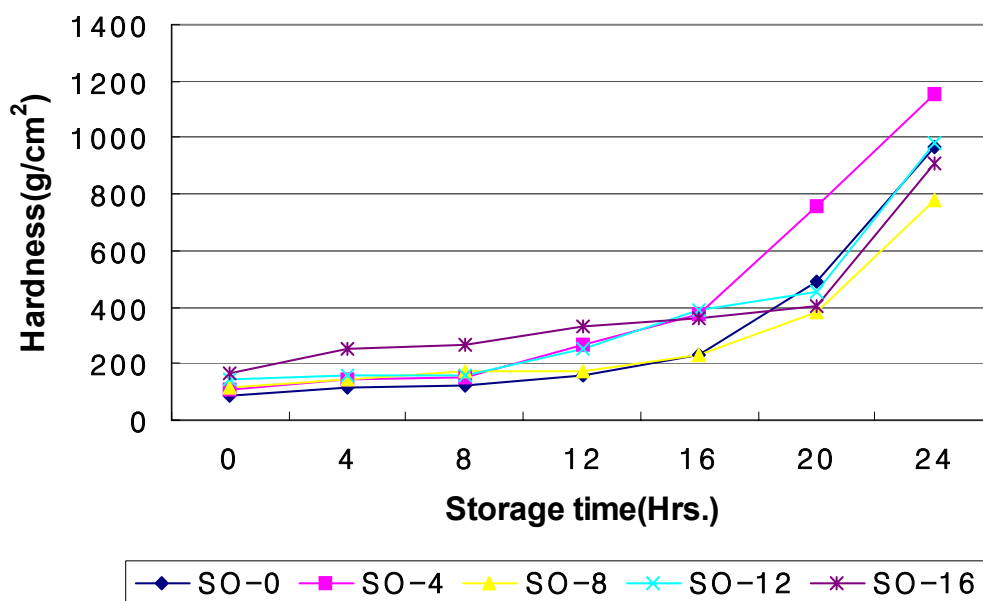


Fig. 14. Changes in hardness of *Injulmi* prepared with germinated *Sinpaldal-2* powder during storage at 20°C.

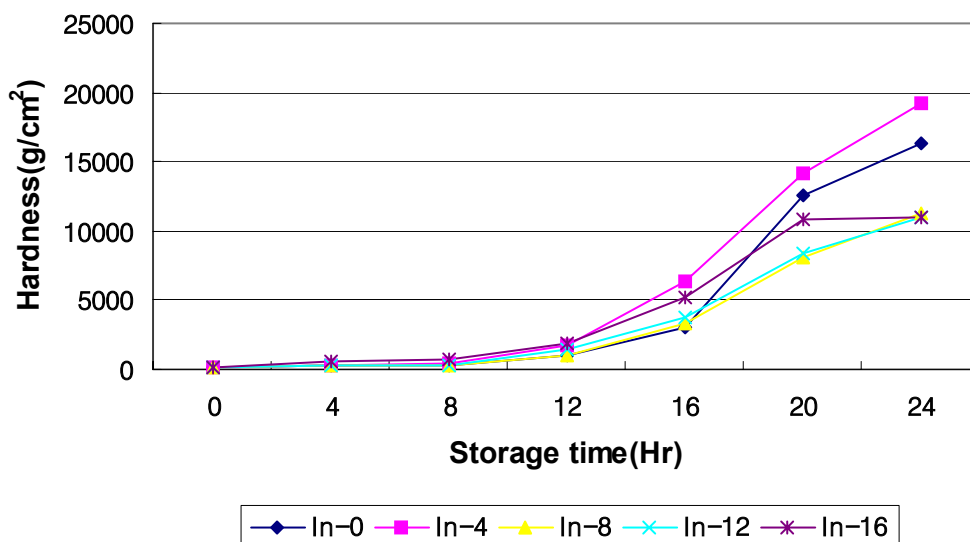


Fig. 15. Changes in hardness of *Injulmi* prepared with germinated *Sinpaldal-2* powder during storage at 4°C.

자체의 맛과 냄새가 강하기 때문이라고 추측된다. 촉촉한 정도는 발아콩분말 첨가구가 대조구보다 낮은 점수로 평가되었고 전체적인 바람직성은 대조구가 가장 높은 점수로 평가되었고 16% 첨가구가 가장 낮은 점수로 평가되었다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 발아콩분말 첨가 수준 및 제조 방법을 다양화한다면 기능성이 우수한 인절미의 이용 및 대중화가 가능하리라 여겨진다.

Table 42. Sensory properties of *Injulmi* as affected by addition of germinated *Sinpaldal-2* powder

Sample ¹⁾	In-0	In-4	In-8	In-12	In-16
Color	2.17±0.71 ^a	3.83±0.71 ^b	5.22±0.81 ^c	6.56±0.62 ^d	7.83±0.71 ^e
Smell	2.96±0.98 ^a	3.85±1.17 ^b	4.93±1.41 ^c	6.19±1.30 ^d	7.22±1.22 ^e
Hardness	3.59±1.01 ^a	4.52±1.25 ^b	5.56±1.40 ^c	6.52±0.92 ^d	7.33±1.40 ^e
Savory taste	3.74±1.29 ^a	4.44±0.97 ^b	5.52±1.19 ^c	6.96±1.29 ^d	7.26±1.23 ^d
Moistness	5.93±1.38 ^a	5.26±1.35 ^{ab}	5.30±1.56 ^{ab}	4.89±1.83 ^b	4.89±2.22 ^b
Overall acceptability	5.70±1.29 ^a	5.48±0.97 ^a	5.63±1.19 ^a	3.70±1.29 ^b	3.48±1.23 ^b

¹⁾ : See the legend of Table 4.

^{a-e} : Means with different superscripts in a column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

5) 초콩

(1) 초콩과 절임액의 특성

① 절임액의 pH, 당도

발아콩과 발아시키지 않은 콩을 양조식초에 절임하는 동안 절임액의 pH와 당도의 변화는 Fig. 16과 같다. 절임전 양조식초의 pH는 2.43이었던 것이 비발아 콩을 절임하는 동안 절임액의 pH는 절임 6시간 후 3.53으로 빠르게 증가하였다가 24시간 후 3.88로 된 후 그 이상에서는 변화가 거의 없었다. 발아콩의 경우에도 거의 같은 경향을 보였다. 이러한 pH의 변화는 절임중 용출된 단백질이 H⁺을 흡수하였기 때문이라

고 생각된다. Lee 등³⁵⁾은 콩을 침지시켰을 때 침출액의 pH가 등전점에 근접하면서 콩단백질의 용출이 억제된다고 보고한 바 있다. 본 실험의 결과에서도 pH가 상승하여 pH 4 근처에 도달한 후 pH 변화가 거의 없었던 것은 pH 4이하의 낮은 pH에서의 단백질 등 가용성 성분이 절입초기에 많이 용출되어 pH가 높아지거나 pH가 등전점 근처에 도달하면서 단백질의 용출이 거의 일어나지 않았으리라 생각된다.

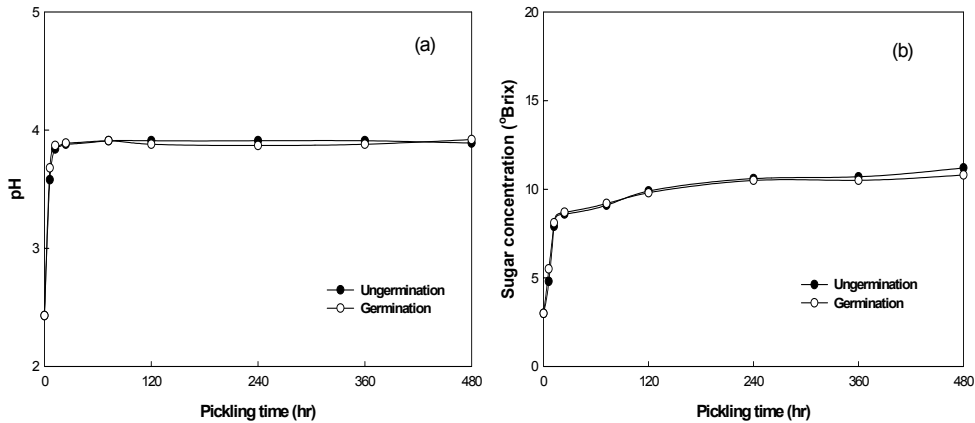


Fig. 16. Changes in pH(a) and sugar concentration(b) of pickled vinegar during pickling ungerminated or germinated *Sinpaldal-2* at 20°C.

초절입액의 당도 변화는 초절입이 진행되는 동안 절입액의 당도는 증가하였다. 비발아 콩 절입액의 당도는 절입 6시간에 4.8 °Brix로 증가하다가 24시간 이후에는 증가 경향이 줄어들었다. 이러한 경향은 발아콩 절입액에서도 같은 경향으로 콩의 발아 영향은 거의 없었다. 이러한 결과는 Kim 등¹⁵⁾의 초절입 중 당의 용출과 Lee 등³⁵⁾의 수침 중 콩의 수용성 성분의 용출 결과에서 수침이나 절입초기에 당이나 수용성 성분의 용출이 많았다가 용출속도가 크게 줄었다는 보고와 유사하였다.

② 초콩의 흡수율

비발아 초콩과 발아 초콩의 흡수율은 절입 12시간 후 120%의 흡수율에 도달하였다. 그 이후 흡수율은 거의 변화 없었지만 발아 초콩의 126% 정도로 120%인 비발아 콩보다 약간 더 높았다(Fig. 17). 흡수율과 이의 변화는 Kim 등³⁶⁾의 결과와 유사하였다. 침지시 콩의 수화속도에 영향을 미치는 요인으로 표피 조직의 세공, 표면적, 침

지온도, 침지수의 염류와 농도, 콩의 성분 조성 등이 알려져 있으며³⁶⁾, 발아 초콩의 흡수율이 비발아 초콩의 흡수율보다 상대적으로 높았던 이유는 발아과정에서의 약해진 표피영향보다 발아에 의한 성분의 변화 특히 단백질의 분해와 구조의 변화에 의한 친수성기의 증가가 영향 주었으리라 생각된다.

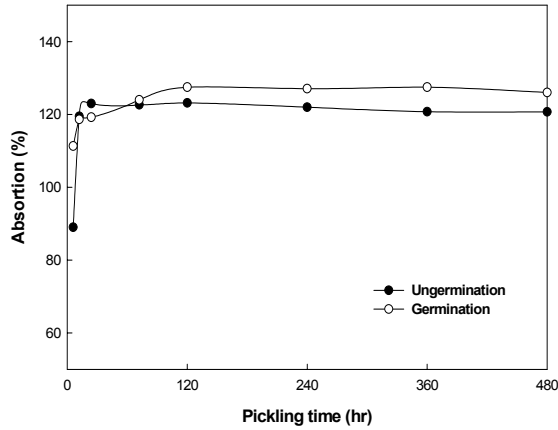


Fig. 17. Changes in water absorption of pickled *Sinpaldal-2* in vinegar at 20°C.

③ 초콩의 texture

절임 후 건조하지 않은 초콩의 texture 결과는 Table 40과 같이 절임초기에 콩은 식초를 흡수하여 강도가 빠르게 연해졌음을 알 수 있었다. 그 결과 절임 6시간 만에 max weight가 1/10로 감소하였다가 그 후 완만한 감소가 있었고 절임 120시간 후 부터는 별 변화없이 비발아 초콩은 140g 정도, 발아 초콩은 150g 정도를 유지하였다. 절임 24시간까지 비발아 초콩의 max weight가 발아 초콩의 max weight보다 높았으나 절임 72시간부터는 발아초콩의 max weight가 다소 높은 경향을 나타내었다. 이는 초콩의 흡수율과 같은 경향이였다. 절임 24시간까지의 발아 초콩의 max weight가 비발아 초콩보다 낮았던 이유는 절임 전의 초기 max weight의 영향이 있었고 절임전의 발아콩 수분함량이 4.79 %로 비발아 콩(6.87 %)보다 높아 수분함량이 관여되었음을 알 수 있었다. 절임 72시간부터의 높은 max weight 값은 Lee³⁷⁾의 결과에서 조섬유의 양이 발아에 의해 증가하였다는 결과가 있어 높은 조섬유양이

영향 주었다고 생각된다. Max weight에 도달한 distance 변화는 초콩 제조 전보다는 깊어졌으나 절임기간과 발아에 의한 영향에는 큰 차이를 나타내지 않았고, adhesiveness의 변화는 어떠한 경향도 보이지 않았다.

Table 43. Changes in textural properties of *Chokong* during pickling ungerminated or germinated *Sinpaldal-2* in vinegar at 20 °C

Pickling time (hr)	Textural properties		
	Max weight (g)	Distance (mm)	Adhesiveness (g)
Ungerminated <i>Chokong</i>			
0	2098.40±149.89 ^a	0.449±0.07 ^b	3.00±0.71 ^e
6	222.38±16.04 ^b	2.25±0.13 ^a	5.80±0.41 ^d
12	200.00±20.49 ^b	2.61±0.17 ^a	5.60±0.55 ^d
24	178.80±12.60 ^b	2.70±0.70 ^a	5.80±1.20 ^{cd}
72	165.43±9.81 ^b	2.70±0.40 ^a	6.20±0.22 ^{cd}
120	144.60±12.92 ^b	2.71±0.36 ^a	7.50±0.93 ^b
240	144.83±14.84 ^b	2.65±0.23 ^a	6.80±0.07 ^{bc}
360	145.83±7.25 ^b	2.50±0.18 ^a	6.17±0.31 ^{cd}
480	149.75±6.55 ^b	2.24±0.21 ^a	8.83±1.17 ^a
Germinated <i>Chokong</i>			
0	1792.33±310.59 ^a	3.72±0.55 ^a	5.67±1.37 ^b
6	170.60±17.87 ^b	2.45±0.15 ^{bc}	6.00±0.82 ^b
12	169.14±10.19 ^b	2.58±0.36 ^{bc}	5.67±0.50 ^b
24	166.13±42.23 ^b	2.50±0.13 ^{bc}	6.50±0.71 ^b
72	169.00±0.01 ^b	2.60±0.22 ^{bc}	8.86±0.49 ^a
120	151.80±5.40 ^b	2.81±0.38 ^b	8.88±1.36 ^a
240	156.00±27.07 ^b	2.53±0.30 ^{bc}	8.67±0.93 ^a
360	155.71±18.35 ^b	2.44±0.28 ^{bc}	6.40±0.21 ^b
480	159.75±15.63 ^b	2.29±0.26 ^c	6.50±0.15 ^b

^{a-e} : Means with different superscripts in a column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

④ 색도

양조식초에 침지시키는 동안 초콩의 분말색도 변화는 Table 41과 같이 절입시간이 길어질수록 Hunter L 값은 감소하고 a와 b 값은 증가하였다. 절입전 콩의 분말은 밝은 황색이었던 것이 산절입이 오래된 것일수록 진한 황적색으로 변해지고 있음이 관찰되었다. 비발아 초콩의 L값은 발아초콩보다 대체적으로 높았고, a값은 낮았으며 b값은 비슷하였다.

산절입 시간에 따른 초콩분말의 색도변화는 L값은 지속적인 감소가 있었지만 a값은 절입 초기 빠른 증가가, b값도 절입초기에 빠른 증가가 있었다. 이러한 변화 중 L값의 감소는 갈변 물질의 생성이, (-) a값에서 (+)값으로의 증가는 녹색 색소 물질의 용출이 영향을 주었으리라 생각된다. Reyes³⁸⁾ 등은 glucose, fructose 및 sucrose가 아미노산인 glycine과 반응할 때 일어나는 갈변화 현상을 보고하였는데, 침지에 의해 oligo 당이 단당류로 분해되면서³⁹⁾ 콩에 존재하는 유리아미노산과 반응하였고 초콩 제조가 끝난 후 60°C에서 건조시키면서 maillard 반응이 일어났을 것으로 생각된다.

한편 절입액의 색도 변화(Table 41)는 절입 중 고형분과 색소 성분의 용출로 인하여 Hunter L 값과 a 값은 감소하는 반면 b 값은 증가했다. L값의 감소는 고형분의 용출로 증가한 탁도가 영향을 주었으리라 생각되며 b값의 증가는 콩의 색소성분 용출이 영향 주었다고 생각된다. 콩의 발아 영향은 비발아 콩 절입액의 L값이 발아콩 절입액의 L값보다 약간 낮은 값을 나타냈다. 이는 발아콩의 고형분 용출량이 상대적으로 적음을 알 수 있었다.

⑤ Isoflavone

발아콩과 비발아콩을 양조식초에 절입하는 동안 콩의 isoflavone의 변화는 Table 42와 Fig. 18(a)와 같다. 두 종류의 콩 모두 절입 중 증가하여 480시간 후의 isoflavone 총량은 비발아 콩이 208.6 mg%, 발아콩이 239.6 mg%에 도달하였고 절입전과 비교할 때 비발아콩은 62.6%, 발아콩은 79.5% 향상되었다. Daidzin, genistin, glycitin 등 glycosides 형태에 대한 aglycones 형태의 비율은 480시간 후 비발아콩은 100:27, 발아콩은 100:48로 발아 초콩이 현저히 더 높았다. 특히

Table 44. Changes in color value of *Chokong* and pickled vinegar during pickling of ungerminated or germinated *Sinpaldal-2* in vinegar at 20°C

Color value	Pickling time (hr)								
	0	6	12	24	72	120	240	360	480
Soybean									
Ungerminated <i>Chokong</i>									
L	87.76±0.01 ^a	86.26±0.01 ^{ab}	83.09±2.42 ^{bc}	82.63±2.62 ^{bc}	82.16±0.18 ^c	81.77±2.27 ^c	79.63±4.78 ^c	74.92±4.49 ^d	71.78±0.01 ^d
a	-1.71±0.01 ^e	1.21±2.38 ^d	1.14±1.20 ^d	1.15±1.39 ^d	1.40±0.30 ^{cd}	1.26±1.21 ^{cd}	1.58±0.01 ^c	1.94±0.01 ^b	2.34±0.01 ^a
b	16.85±0.01 ^b	18.11±2.44 ^{ab}	18.25±1.83 ^{ab}	18.35±1.30 ^{ab}	18.45±0.24 ^{ab}	19.08±1.03 ^a	19.49±1.24 ^a	19.67±1.10 ^a	19.72±0.01 ^a
Δ E	-	3.52	5.65	6.06	6.60	7.05	9.16	13.64	16.73
Germinated <i>Chokong</i>									
L	87.76±0.01 ^a	80.36±0.44 ^b	80.39±1.31 ^b	79.59±2.09 ^{bc}	78.28±3.87 ^c	77.07±0.01 ^c	77.95±0.01 ^{cd}	75.67±2.57 ^d	71.90±0.01 ^e
a	-1.40±0.01 ^b	2.02±0.76 ^a	2.15±0.13 ^a	2.52±0.78 ^a	2.79±1.51 ^a	2.29±1.24 ^a	2.29±1.71 ^a	3.00±0.01 ^a	2.25±0.01 ^a
b	15.81±0.01 ^c	18.37±0.35 ^b	18.41±0.19 ^b	18.74±0.23 ^b	18.88±0.01 ^b	19.00±0.01 ^b	19.04±1.08 ^b	19.81±0.01 ^a	19.81±0.01 ^a
Δ E	-	8.54	8.58	9.52	10.81	11.75	10.97	13.47	16.76
Vinegar									
Ungerminated <i>Chokong</i>									
L	98.98±1.03 ^a	92.17±3.27 ^b	91.27±0.02 ^b	91.61±0.01 ^b	91.65±2.50 ^b	91.34±0.12 ^b	89.69±3.22 ^b	88.97±0.34 ^b	88.03±4.61 ^b
a	-0.61±0.11 ^a	-1.08±0.10 ^a	-2.05±0.60 ^b	-2.49±0.83 ^b	-2.96±0.83 ^{bc}	-3.50±0.64 ^c	-3.85±0.62 ^c	-3.94±0.58 ^c	-3.89±0.21 ^c
b	3.77±1.68 ^d	9.64±2.10 ^c	13.32±3.23 ^b	14.32±1.36 ^b	15.52±1.93 ^{ab}	17.23±0.15 ^a	17.45±0.56 ^a	17.09±0.01 ^a	17.57±0.56 ^a
Δ E	-	9.00	12.36	13.01	14.05	15.74	16.85	16.99	17.92
Germinated <i>Chokong</i>									
L	98.98±0.30 ^a	94.00±0.52 ^b	92.66±3.42 ^{bc}	92.45±0.42 ^{bc}	92.58±0.40 ^{bc}	92.50±0.55 ^{bc}	92.62±1.84 ^{bc}	91.06±0.28 ^c	90.48±3.04 ^c
a	-0.61±0.11 ^a	-1.28±0.43 ^b	-2.22±0.40 ^c	-3.44±0.15 ^d	-3.70±0.21 ^{de}	-4.03±0.04 ^e	-3.89±0.51 ^{de}	-3.79±0.12 ^{de}	-3.90±0.83 ^{de}
b	3.77±1.68 ^f	11.27±1.02 ^e	13.79±2.83 ^d	15.12±0.01 ^{cd}	16.45±0.43 ^{bc}	17.89±1.27 ^{ab}	17.56±1.05 ^{ab}	17.38±0.15 ^{ab}	18.39±1.27 ^a
Δ E	-	9.03	11.96	13.40	14.54	15.91	15.54	16.06	17.23

^{a-e} : Means with different superscripts in a column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

암과 고혈압 등 만성질환에 효과가 높은 genistin과 genistein의 양은 480시간 후의 발아 초콩이 130.9 mg%, 비발아 초콩이 111.40 mg%로 발아초콩이 약 18% 더 높았다. 식초절임에 의한 isoflavone의 총합량의 향상과 aglycones 형태의 양이 증가한 것은 Wang 등⁴⁰⁾과 Kim 등¹⁵⁾의 결과와 일치하였으며, 이는 malonyl daizin, malonyl genistin, acetyl daidzin, acetyl genistin 등 isoflavone isomer들이 산절임 동안 산 가수분해 되면서 isoflavone으로 전환되고 glycosides도 당이 분리되면서 aglycone 형태로 바뀌어지기 때문으로 생각된다.

식초 절임액의 초콩으로부터 isoflavone의 용출량에 대한 결과는 Table 43과 Fig. 18(b)에서와 같이 절임시간이 늘어날수록 isoflavone의 용출량은 증가하는 경향을 보였다. 비발아 초콩은 절임 6시간만에 건량기준으로 0.220 mg%에서 절임 480시간 후에 1.565 mg%로 7.1배 더 용출되었고, 발아 초콩은 절임 6시간만에 0.375 mg%에서 절임 480시간후에는 1.276 mg%로 3.4배 더 용출되었다. 480시간 절임한 절임액에 용출된 isoflavone의 양은 비발아 초콩의 0.75%, 발아 초콩의 0.53%로 상당히 미미하였다.

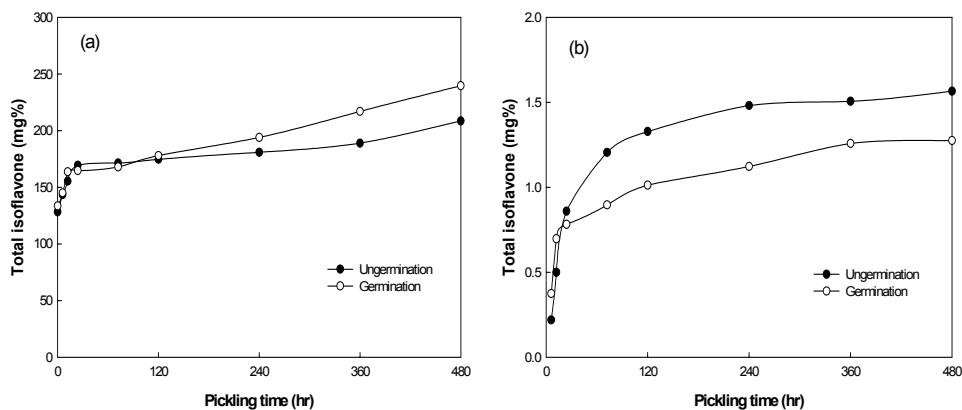


Fig. 20. Changes in total isoflavone of *Chokong*(a) and vinegar(b) during pickling ungerminated or germinated *Sinpaldal-2* in vinegar at 20°C.

Table 45. Changes in isoflavone contents of *Chokong* during pickling ungerminated or germinated *Sinpaldal-2* in vinegar at 20°C (mg%, d.b.)

Isoflavone	Pickling time (hr)								
	0	6	12	24	72	120	240	360	480
Ungerminated <i>Chokong</i>									
daidzin	47.5±5.8 ^b	47.5±5.2 ^b	51.0±5.9 ^{ab}	54.5±0.1 ^{ab}	53.8±2.0 ^{ab}	53.3±7.8 ^{ab}	54.9±2.1 ^{ab}	57.1±7.1 ^a	59.1±1.0 ^a
genistin	68.2±6.5 ^d	72.2±1.2 ^d	83.5±0.7 ^{bc}	88.5±5.2 ^{ab}	82.7±1.2 ^c	86.5±1.2 ^b	86.4±2.6 ^b	83.7±2.2 ^c	90.6±1.0 ^a
glycitin	9.4±1.9 ^c	9.8±1.2 ^c	9.9±1.0 ^c	10.7±1.2 ^{bc}	12.2±0.3 ^b	11.3±1.6 ^b	12.3±0.7 ^b	15.3±7.2 ^{ab}	16.0±1.3 ^a
subtotal	125.1±31.4^a	129.5±31.4^a	144.4±37.0^a	153.7±41.1^a	148.7±37.1^a	151.1±36.0^a	153.6±37.3^a	156.1±34.5^a	165.7±41.8^a
daidzein	1.3±0.1 ^e	7.1±2.3 ^d	6.3±2.4 ^d	7.4±1.0 ^d	10.4±0.4 ^c	12.5±2.7 ^{bc}	12.7±1.1 ^{bc}	13.8±1.7 ^b	18.1±1.1 ^a
genistein	1.6±0.1 ^f	8.8±2.3 ^{de}	6.7±2.0 ^c	7.7±0.6 ^{de}	10.7±0.5 ^{cd}	12.7±3.2 ^{bc}	13.6±2.3 ^b	14.7±1.5 ^b	20.8±0.8 ^a
glycitein	0.2±0.1 ^f	1.9±0.8 ^{de}	1.6±0.7 ^c	2.0±0.3 ^{de}	2.7±0.1 ^{cd}	3.6±0.9 ^{bc}	3.8±0.4 ^b	4.3±0.8 ^b	5.4±0.1 ^a
subtotal	3.1±0.7^f	17.8±3.6^{de}	14.6±2.8^e	17.1±3.2^{de}	23.8±4.5^{cd}	28.8±5.2^{bc}	30.1±5.4^{bc}	32.8±5.8^b	44.3±8.2^a
total	128.3±13.2^c	143.5±23.5^{bc}	155.4±2.5^b	169.4±10.4^b	171.4±48.8^b	174.7±24.4^b	180.9±5.4^b	189.0±50.8^{ab}	208.6±23.6^a
Germinated <i>Chokong</i>									
daidzin	28.5±6.5 ^d	33.1±3.5 ^d	33.0±1.1 ^d	42.5±1.3 ^c	40.5±0.1 ^c	41.1±0.8 ^c	45.5±7.9 ^c	55.0±1.5 ^b	61.5±0.4 ^a
genistin	40.9±5.5 ^f	49.5±5.2 ^e	69.9±1.5 ^{cd}	66.4±4.0 ^d	69.9±7.2 ^{cd}	65.9±2.8 ^d	75.2±1.6 ^{bc}	80.1±1.4 ^{ab}	85.8±3.3 ^a
glycitin	6.7±3.4 ^d	8.4±2.1 ^{cd}	7.7±1.7 ^d	10.7±0.3 ^{bc}	10.7±0.4 ^{bc}	11.5±0.3 ^b	11.7±0.8 ^b	14.4±0.2 ^a	14.8±0.5 ^a
subtotal	76.1±15.3^c	91.0±10.6^{de}	110.6±27.0^{cd}	119.6±2.4^c	121.1±7.7^c	118.5±3.9^c	132.4±25.4^{bc}	149.5±0.1^{ab}	162.1±3.4^a
daidzein	22.2±8.2 ^{ab}	18.4±6.6 ^{ab}	18.9±3.2 ^{ab}	15.9±4.8 ^b	16.5±4.0 ^b	21.0±4.8 ^{ab}	21.0±1.7 ^{ab}	23.6±0.7 ^{ab}	26.7±2.8 ^a
genistein	30.8±10.9 ^{bc}	31.1±11.8 ^{bc}	31.0±4.3 ^{bc}	26.7±6.8 ^c	27.4±6.9 ^{bc}	34.4±7.7 ^b	36.7±4.6 ^b	39.1±1.0 ^{ab}	45.1±0.2 ^a
glycitein	4.3±2.4 ^b	4.6±1.3 ^b	3.2±0.5 ^c	2.6±0.4 ^d	2.9±0.1 ^{cd}	4.0±0.7 ^b	4.3±0.3 ^b	4.8±0.2 ^{ab}	5.8±1.3 ^a
subtotal	57.3±21.5^{ab}	54.1±8.7^b	53.1±13.4^b	45.2±12.0^b	46.8±11.1^b	59.4±13.2^{ab}	62.0±6.6^{ab}	67.5±0.2^{ab}	77.6±4.3^a
total	133.5±11.6^d	145.1±9.0^d	163.7±48.0^{cd}	164.8±7.2^{cd}	168.0±4.3^{cd}	178.0±5.4^c	194.0±57.4^b	217.0±0.3^{ab}	239.6±2.5^a

^{a-f} : Means with different superscripts in a column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 46. Changes in isoflavone contents of vinegar during pickling ungerminated or germinated *Sinpaldal-2* in vinegar at 20°C (mg%)

Isoflavone	Pickling time (hr)							
	6	12	24	72	120	240	360	480
Ungermination								
daidzin	0.114±0.064 ^f	0.241±0.050 ^e	0.477±0.068 ^d	0.519±0.039 ^{cd}	0.587±0.011 ^{bc}	0.653±0.021 ^{ab}	0.651±0.028 ^{ab}	0.686±0.082 ^a
genistin	0.070±0.039 ^e	0.162±0.039 ^d	0.171±0.017 ^d	0.435±0.038 ^c	0.514±0.085 ^{bc}	0.581±0.034 ^{ab}	0.581±0.024 ^{ab}	0.623±0.085 ^a
glycitin	0.025±0.020 ^d	0.069±0.031 ^c	0.148±0.001 ^b	0.146±0.005 ^b	0.157±0.014 ^{ab}	0.169±0.005 ^{ab}	0.186±0.004 ^a	0.169±0.025 ^{ab}
subtotal	0.209±0.124^f	0.472±0.119^e	0.796±0.103^d	1.100±0.082^c	1.258±0.203^{bc}	1.403±0.049^{ab}	1.418±0.056^{ab}	1.478±0.020^a
daidzein	0.005±0.003 ^d	0.014±0.008 ^{cd}	0.029±0.008 ^{bc}	0.053±0.029 ^a	0.039±0.010 ^{ab}	0.042±0.003 ^{ab}	0.042±0.002 ^{ab}	0.045±0.002 ^a
genistein	0.004±0.002 ^e	0.009±0.002 ^{de}	0.012±0.001 ^{cd}	0.016±0.001 ^{bc}	0.017±0.001 ^{bc}	0.021±0.003 ^{ab}	0.025±0.008 ^a	0.025±0.004 ^a
glycitein	0.002±0.001 ^b	0.004±0.001 ^b	0.013±0.006 ^a	0.018±0.009 ^a	0.014±0.005 ^a	0.015±0.002 ^a	0.020±0.001 ^a	0.017±0.001 ^a
subtotal	0.011±0.007^c	0.055±0.011^{bc}	0.054±0.027^{ab}	0.087±0.039^a	0.070±0.016^a	0.078±0.002^a	0.087±0.029^a	0.087±0.011^a
total	0.220±0.019^g	0.499±0.019^f	0.850±0.018^e	1.187±0.021^d	1.328±0.033^c	1.481±0.079^b	1.505±0.010^{ab}	1.565±0.030^a
Germination								
daidzin	0.174±0.039 ^e	0.333±0.087 ^d	0.369±0.055 ^{cd}	0.398±0.046 ^c	0.443±0.010 ^{bc}	0.472±0.057 ^{ab}	0.533±0.003 ^a	0.544±0.002 ^a
genistin	0.119±0.027 ^f	0.213±0.067 ^c	0.239±0.036 ^{de}	0.298±0.024 ^{cd}	0.352±0.014 ^{bc}	0.402±0.045 ^b	0.463±0.013 ^a	0.465±0.001 ^a
glycitin	0.050±0.005 ^c	0.108±0.028 ^b	0.129±0.016 ^{ab}	0.130±0.012 ^{ab}	0.140±0.001 ^a	0.148±0.019 ^a	0.152±0.007 ^a	0.154±0.003 ^a
subtotal	0.343±0.070^e	0.654±0.018^d	0.737±0.011^{cd}	0.826±0.081^c	0.935±0.014^b	1.022±0.121^b	1.148±0.022^a	1.163±0.002^a
daidzein	0.017±0.004 ^d	0.026±0.001 ^{cd}	0.025±0.006 ^{cd}	0.039±0.016 ^{bc}	0.042±0.012 ^{ab}	0.054±0.006 ^a	0.056±0.006 ^a	0.057±0.001 ^a
genistein	0.011±0.002 ^d	0.012±0.007 ^d	0.014±0.001 ^{cd}	0.021±0.010 ^{bc}	0.024±0.006 ^b	0.034±0.001 ^a	0.040±0.002 ^a	0.042±0.001 ^a
glycitein	0.004±0.001 ^c	0.006±0.004 ^{bc}	0.006±0.001 ^{bc}	0.010±0.003 ^{ab}	0.011±0.001 ^a	0.013±0.003 ^a	0.014±0.002 ^a	0.014±0.002 ^a
subtotal	0.032±0.001^e	0.055±0.030^{de}	0.045±0.001^{de}	0.070±0.029^{cd}	0.077±0.020^{bc}	0.101±0.010^{ab}	0.110±0.007^a	0.113±0.001^a
total	0.375±0.052^g	0.698±0.016^f	0.782±0.008^e	0.896±0.042^d	1.012±0.024^c	1.123±0.098^b	1.258±0.022^a	1.276±0.001^a

^{a-g} : Means with different superscripts in a column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

⑥ Oligo 당

비발아 초콩과 발아 초콩의 oligo 당 분석 결과 절입시간이 늘어날수록 감소하였다(Table 44). 비발아콩의 경우 절입전 oligo 당 함량은 12.5%에서 절입 중 감소하여 120시간 후에는 raffinose와 stachyose는 측정되지 않았고 sucrose도 240시간후에는 존재하지 않았다. 이러한 경향은 발아콩의 절입 중에도 유사하였다. 발아콩의 절입초기 oligo 당의 함량이 비발아콩보다 현저히 낮았던 것은 발아 중 oligo 당이 감소하였기 때문이며 그 감소는 Kim⁴¹⁾의 결과와 같았다. 전반적으로 절입 중 oligo 당의 감소는 절입 6시간 후 약 40%가 감소하였고 72시간 후에는 약 90% 이상 감소하였다.

절입 중 oligo 당의 식초에 용출된 것을 측정한 결과는 Table 45와 같다. 절입 전 oligo 당이 검출되지 않았던 양조식초가 절입 중 증가하기 시작하여 oligo 당의 농도가 가장 높았던 24시간 후에는 비발아콩의 경우 7.99 mg/mL, 발아콩의 경우 12.92 mg/mL로 큰 차이가 있었다. 절입에 사용한 콩의 원료에서 발아콩의 oligo 당 함량이 비발아콩보다 적었음을 참고할 때 이 결과는 발아콩의 oligo 당이 절입 중 용출속도가 더 빨랐기 때문으로 생각되며 그 이유는 발아에 의해 콩의 조직에 변화가 있었기 때문으로 추측된다. 절입 식초의 oligo 당 함량은 24시간을 최고점으로 하여 서서히 감소하여 sucrose와 raffinose는 240시간 후부터, stachyose는 480시간에 측정되지 않았다. 이러한 결과는 oligo 당이 산절입 중 산가수분해의 가능성도 있겠으나 절입 온도가 낮아 분해정도는 미약한 것이며 따라서 효소에 의한 분해 가능성이 높다 하겠다. 이 경우 콩에 존재하는 oligo 당의 가수분해 효소인 α -galactosidase나 sucrase 등 효소가 pH 4 정도인 절입 식초액에서 활성을 보였을 가능성이 있다고 생각하며 α -galactosidase의 경우 pH 3-4에서 약 30%의 활성이 있다는 보고⁴²⁾가 있다.

Table 47. Changes in oligosaccharides of *Chokong* during pickling ungerminated or germinated *Sinpaldal-2* in vinegar at 20°C

(mg/g, d.b.)

Oligosaccharide s	Pickling time (hr)								
	0	6	12	24	72	120	240	360	480
Ungerminated <i>Chokong</i>									
Sucrose	72.83±2.44 ^b	55.16±1.62 ^b	51.89±1.73 ^{ab}	27.47±2.02 ^{ab}	8.17±0.41 ^{ab}	4.27±0.75 ^{ab}	ND	ND	ND
Raffinose	5.00±0.30 ^d	4.30±0.41 ^d	3.30±0.74 ^{bc}	0.85±0.63 ^{ab}	0.52±0.02 ^c	ND	ND	ND	ND
Stachyose	48.05±1.09 ^c	16.40±1.12 ^c	6.66±1.41 ^c	2.67±0.02 ^{bc}	2.41±0.03 ^b	ND	ND	ND	ND
total	125.88±5.42^a	75.86±4.45^a	61.85±3.75^a	30.99±4.41^a	11.10±0.82^a	4.27±0.75^a	ND	ND	ND
Germinated <i>Chokong</i>									
Sucrose	52.98±1.75 ^d	41.07±1.53 ^d	32.71±1.01 ^d	24.42±0.73 ^c	2.34±0.01 ^c	0.78±0.08 ^c	0.58±0.01 ^c	ND	ND
Raffinose	2.99±0.53 ^f	0.81±0.02 ^e	0.73±0.01 ^{cd}	0.51±0.04 ^d	ND	ND	ND	ND	ND
Stachyose	30.63±1.42 ^d	11.28±1.11 ^{cd}	8.36±0.07 ^d	7.41±0.03 ^{bc}	2.94±0.04 ^{bc}	1.65±0.03 ^b	ND	ND	ND
total	86.60±4.03^e	53.16±3.56^{de}	41.80±2.64^{cd}	32.34±0.44^c	5.28±0.02^c	2.43±0.02^c	0.58±0.02^{bc}	ND	ND

^{a-e} : Means with different superscripts in a column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 48. Changes in oligosaccharides of vinegar during pickling ungerminated or germinated *Sinpaldal-2* in vinegar at 20°C

(mg/mL)

Oligosaccharide s	Pickling time (hr)							
	6	12	24	72	120	240	360	480
Ungermination								
Sucrose	ND	1.52±0.05 ^e	4.85±0.06 ^d	1.52±0.03 ^{cd}	0.67±0.01 ^{bc}	ND	ND	ND
Raffinose	ND	ND	0.19±0.01 ^d	0.19±0.03 ^c	0.19±0.08 ^{bc}	ND	ND	ND
Stachyose	ND	1.24±0.03 ^c	2.95±0.01 ^b	3.42±0.05 ^b	1.81±0.14 ^{ab}	1.14±0.05 ^{ab}	1.05±0.04 ^a	ND
total	ND	2.76±0.11^e	7.99±0.10^d	5.13±0.08^c	2.67±0.20^{bc}	1.14±0.04^{ab}	1.05±0.05^{ab}	ND
Germination								
Sucrose	2.76±0.03 ^e	5.51±0.08 ^d	7.98±0.05 ^{cd}	4.28±0.04 ^c	3.14±0.01 ^{bc}	ND	ND	ND
Raffinose	ND	ND	0.19±0.01 ^d	0.19±0.03 ^c	0.19±0.08 ^{bc}	ND	ND	ND
Stachyose	1.90±0.05 ^c	2.00±0.02 ^b	4.75±0.01 ^{ab}	6.46±0.01 ^{ab}	5.23±0.01 ^a	2.47±0.01 ^a	0.95±0.01 ^a	ND
total	4.66±0.07^e	7.51±0.01^d	12.92±0.01^{cd}	10.93±0.08^c	8.56±0.01^b	2.47±0.01^b	0.95±0.01^a	ND

^{a-e} : Means with different superscripts in a column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

4. 발아콩 및 미발아콩의 일반성분의 변화

대두의 일반성분을 살펴본 결과(Table 3) 수분이 4%, 조단백질 38.7%, 조지방 18.8%, 회분 5.0% 로 나타났다. 발아콩은 수분 4.9%, 조단백질 41.7%, 조지방 19%, 회분 5.4%로 일반성분 거의 대부분이 발아콩에서 증가함을 알 수 있었다. 특히 조단백질의 양의 증가가 두드러지게 나타났다. 이와 유사한 연구를 한 전수현의 실험에서 여러품종의 콩으로 일반성분을 측정된 결과, 발아 할수록 수분함량과 조단백질 함량이 증가하는 것으로 나타났다. 회분과 조지방도 동일한 결과를 나타내었으며 이 결과는 본 연구 결과와도 일치하는 것으로 나타났다. Watt와 Merrill은 발아하는 동안 protein, energy, macronutrient 등의 감소를 보고하였다. Legume와 cereal에서 발아중 효소의 변화들로 인해 phytic acid와 zinc와 iron의 흡수를 방해하는 여러 요인들이 개선되는 것으로 나타났다. 발아중 protease와 phytase의 활성 증가로 인한 phytate의 감소와 trypsin inhibitor의 주목할 만한 감소는 조단백질의 함량을 증가시키고 soluble 단백질과 무기물을 방출시켰다. 발아하는 Lentils는 haemagglutinins와 trypsin inhibitor의 감소와 단백질 소화율과 질소 용해도를 증가시켜 그들의 영양학적 가치를 높였다.

5. 아미노산의 변화

대두중의 아미노산 조성을 살펴보면 glutamic acid 가 가장 많았고 그다음으로 Asp>Lue>Arg>Lys>Val>phe>Ile>pro>Ala>Gly>Ser>Thr>His>Tyr>Cys>Met 순으로 나타났다(table 4). 발아 중 총 아미노산의 변화를 보면 전체적으로 그 양이 증가하는 것을 볼 수 있었다. 특히 Ala의 양이 크게 증가됨이 관찰되었고 이밖에 aspartic acid, glycine, proline 등의 아미노산이 증가하였다. 대두의 아미노산중 가장 적은 양을 차지하는 methionine의 경우는 큰 증가를 보이지 않았다. 총 아미노산의 함량은 침지한 대두의 경우 35586 mg, 하루 발아시킨 대두의 경우 36616mg으로 증가함을 알 수 있었다. 필수아미노산 중 arginine, valine, methionine, lysine, isoleucine, leucine의 증가가 나타났으며, phenylalanin과 threonine은 함량의 변화를 보이지 않았다. 또한 어린 아이들에게 요구되는 필수 아미노산인 histidine의 경우도 24시간 발아 후 소량 증가함을 관찰 할 수 있었다.

차별양의 연구에서는 대두 중의 아미노산 조성을 살펴본 결과 glutamic acid와 aspartic acid의 비율이 가장 높게 나타났으며 그다음으로는 다음과 같이 Lys>Arg>Leu>Phe>Val>Ile>Ser>Thr> Gly>His>Tyr>Pro>Ala>Try>Met 나타났다. 이 결과는 본 실험과는 약간의 차이를 보이고 있으나 이는 대두의 품종이나 산지 또는 토양의 차이로 인해 생기는 것으로 생각된다.

발아하는 과정 중 일어나는 많은 변화 가운데 큰 변화가 아미노산의 변화이다. 콩의 발아가 진행됨에 따라 콩 단백질이 저분자 peptide로 분해되고 생장을 위한 대사에 아미노산의 양이 많이 소비되기 때문에 일어나는 변화로 볼 수 있다.

Table 49. Proximate composition of germinated and Non-germinated soybean.

%	Germinated soybean	Non-germinated soybean
Moisture	4.9	4
Crude protein	41.7	38.7
Crude lipid	19	18.8
Ash	5.4	5.0

Table 50. Amino acid composition of germinated and Non-germinated soybean.

	Germinated soybean	Non-germinated soybean
Aspartic acid	4070.0	3899.0
Serine	1390.8	1412.3
Glutamic acid	7223.4	7183.6
Glycine	1688.0	1571.0
Histidine	1135.9	1075.2
Threonine	1337.1	1364.7
Arginine	2931.2	2554.1
Alanine	1698.6	1749.5
Proline	2026.9	1891.2
Cysteine	548.7	556.7
Tyrosine	978.8	1001.7
Valine	2046.6	1955.7
Methionine	379.6	352.7
Lysine	2438.5	2407.7
Isoleucine	1894.3	1852.8
Leucine	2937.8	2862.8
Phenylalanine	1890.4	1896.0
Total	36616.4	35586.6

Table 8. Body weights and food intakes in mice fed experimental diets for 6 months.

Diet	Initial weight (g)	Final weight (g)	Daily food intake (g)
Control ²⁾	21.42±0.32 ¹⁾	45.59±1.42 ^a	5.60±0.18
GSB ³⁾	21.14±0.34	39.05±1.17 ^b	4.75±0.14
NGSB ⁴⁾	20.93±0.28	39.74±1.11 ^b	4.79±0.22

¹⁾ Values are mean±SE

²⁾ CON: Control group

³⁾ GSB: Germinated soybean group

⁴⁾ NGSB: Non-germinated soybean group

6. 지방산의 변화

대두의 가장 많은 양의 지방산을 차지하고 있는 것이 linoleic acid와 oleic acid로 각각 55%와 21.7%의 함량을 나타내었으며, 단기 발아 동안의 두 지방산은 거의 변화가 없었다. 주요 불포화 지방산인 oleic acid와 linoleic acid를 포함한 불포화 지방산의 함량은 대두의 경우 84.8%, 단기 발아대두의 경우 85%로 나타났다. 그밖에 다른 지방산들도 큰변화를 보이지 않았다. 본 연구에서는 단기 발아에 중점을 두었기 때문에 24시간 이후 발아 과정은 관찰하지 않았으나 이인봉연구에서는 어두운 조건과 빛이 주어진 조건하에서 stearic acid와 linolenic acid가 발아동안 점차적으로 증가하는 것으로 나타났으며, 반면 oleic acid와 linoleic acid는 불규칙 적으로 감소하는 것으로 보고하였다. 신의 연구에서는 stearic acid는 증가하고 linoleic acid는 감소한다고 보고하였으며, 이와 반대로 Brown et al 등은 어두운 상태에서 대두의 cotyledon의 linoleic acid는 계속적으로 증가한다고 하였다.

7. 무기질의 변화

단기 발아대두의 무기질은 Ca 248(mg/100g), P 40.7(mg/100g), Na 9.6(mg/100g), K 1768(mg/100g), Mg 194.9(mg/100g), Fe 9.3(mg/100g), Zn 4.5(mg/100)으로 나타났다(Table 6). 이러한 수치는 발아하지 않고 수침만 한 대두에 비해 높은 것임을 알 수 있었다. 메밀종자의 경우 발아 7일째의 메밀 나물의 무기질을 측정된 결과 메밀종자에 비해 칼슘 8.4배, 마그네슘 2.4배, 철분 1.8 배 등으로 그 함량이 상당히 증가하는 것을 볼 수 있었다. 대두의 경우도 계속 해서 장기간 발아를 시킨 후 무기물을 측정한다면 상당한 양의 무기물이 증가할 것으로 예상되며 콩나물 뿐만 아니라 단기 발아한 대두 역시 무기질의 공급원으로서 충분한 가치가 있을 것으로 사료된다.

Table 51. Fatty acid composition of Germinated and Non-germinated soybean

Fatty acid		Samples(%)	
		Germinated soybean	Non-germinated soybean
14:0	Myristic acid	0.1	0.1
16:0	Palmitic acid	10.6	10.7
18:0	Stearic acid	4.0	4.1
18:1	Oleic acid	21.7	21.5
18:2	Linoleic acid	55.0	54.9
18:3	Linolenic acid	8.1	8.2
20:0	Arachidic acid	0.3	0.3
20:1	Gadoleic acid	0.2	0.2
Total		100	100

Table 52. Mineral composition of Germinated and Non-germinated soybean

Minerals	Sample(mg/100g)	
	Germinated soybean	Non-germinated soybean
Ca	248.6	215.3
P	40.7	35.1
Na	9.6	12.0
K	1768.0	1624.1
Mg	194.9	201.6
Fe	9.3	6.3
Zn	4.5	4.7

8. Isoflavone과 polyphenol 화합물의 함량 변화

콩의 발아 중 isoflavone의 함량변화는 Fig 1과 같다. isoflavone의 변화는 발아초기에 증가하였으며 본격적인 발아가 시작되면서부터 감소하였다가 다시 증가하는 변화를 보여주었다. 발아하지 않은 콩의 경우 총 isoflavone 함량이 건물량당 32.4mg/100g 이었으며, 12시간 후에는 37.82mg/100g으로 약 16% 증가하였다. 또한 24시간 발아후 함량은 40.27mg/100g으로 수침만 한 콩에 비해 약 24% 이상 증가하였고 48시간 후에는 약 26% 가 증가하였다. isoflavone의 종류별 함량변화를 살펴보면 daidzine, genistin의 경우 발아 시간이 경과할 수록 그 함량이 증가하였고, daidzine의 경우 발아 48시간 후의 함량은 수침한 콩에 비해 약 57%정도 크게 증가하였다. Genistin은 24시간째에 가장 높은 함량을 나타내었으며 수침한 콩보다 약 28% 증가한 양이었다. Daidzein과 genistein은 증가와 감소를 반복하는 경향이 나타났으며, 특히 daidzein의 경우 24시간 발아시 그 함량이 크게 감소하는 것으로 나타났다. polyphenol화합물의 경우도 마찬가지로 발아하면서 그 함량이 증가하는 것을 알 수 있었다. 콩의 주된 폴리페놀 화합물은 isoflavone으로서 발아시 증가한 폴리페놀화합물과 isoflavone은 비례관계를 보였다. 일반적으로 동물체내에서는 aglycone 형태가 활성화된 형태지만 식물체내에서는 glycoside 형태가 활성화된 상태로 알려져 있으며(67), 대두내에는 0.1-0.4%함유되어 있는 isoflavone의 대부분이 glycoside 형태로 존재한다고 보고되고 있다. Nai M et al의 보고에 의하면 콩내 isoflavone 조성은 대략적으로 genistin 64%, daidzin 23%, glyctin 13%로 보고되고 있다. 일반적으로 대두에는 glycoside 형태인 genistin과 daidzin이 주를 이루며(98%), 몇몇 콩에서는 malonyl-glucoside 형태가 주요한 glucoside 형태로 보고되고 있다. Wang등은 대두가 발아하여 콩나물이 되는 과정에서 총 isoflavone의 함량이 발아시간에 비례하여 증가하는 것으로 보고하였으며, 최등은 콩나물이 되는 과정에서 daidzein의 양이 크게 증가한다고 보고하였다. 대두에서도 부위에 따라 함량 차이를 보이는데 배아부분에는 약 2% 내외로 자엽부에 비해 많은 양이 함유되어 있는 것으로 조사되었다. Tsukamoto 등은 다른 유전용인이나 다 기작에 의해 isoflavone 축적율이 다르며 배축의 경우, 자엽보다 환경의 영향을 적게 받으면서 고농도로 isoflavone을 축적하는 기작이 존재할것으로 추정하였다.

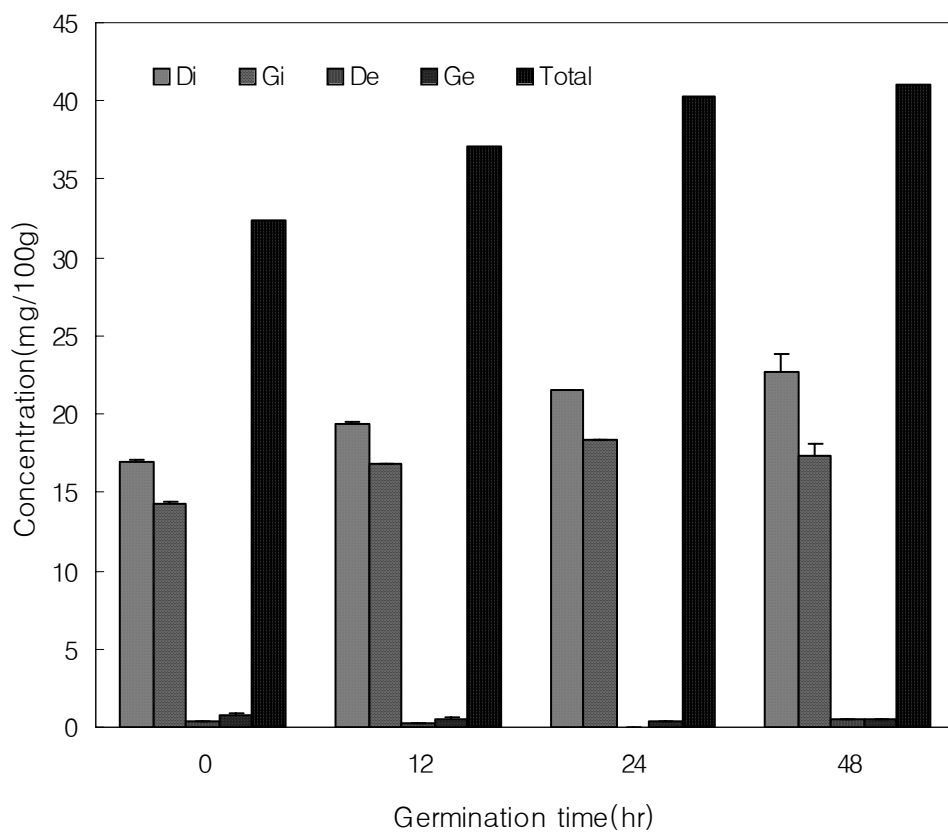


Figure 21. Change of isoflavone content of soybean during germination time.

Di:Daidzin, Gi: Genistin, De:Daidzein, Ge:Genistein

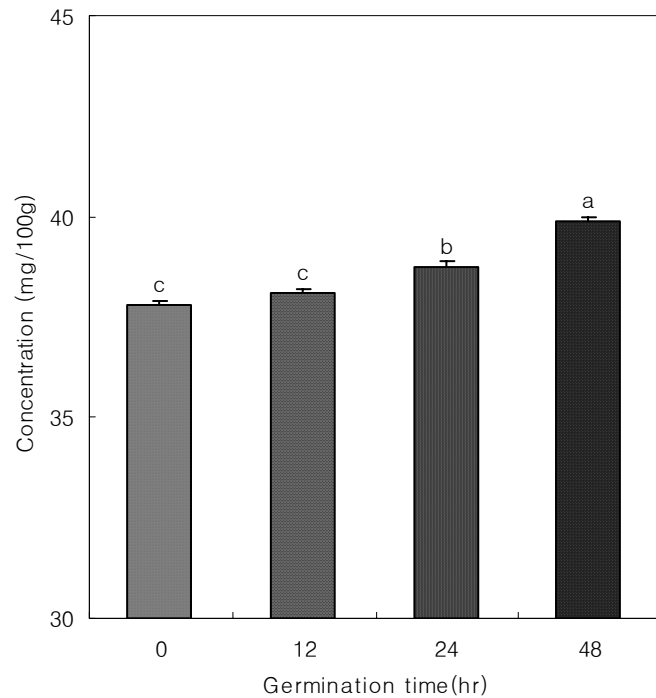


Figure 22. Change of polyphenol complex content of soybean during germination time.

9. 총 사포닌

대두의 총 사포닌을 측정한 결과는 Fig.3 에 나타내었다. 발아전 수침한 콩의 경우 2.8%(dry basis)를 나타내었으며 발아 12시간 후에는 3.1%로 증가하였다. 발아 24시간 후에는 3% 감소하였다가 48시간 후 다시 3.2%로 증가하는 경향을 보였으며 다른 영양소들과 마찬가지로 증가와 감소를 반복하는 경향을 나타내었으며 유의적 차이는 보이지 않았다. . 함경식의 연구에서도 수침전에 비해 수침 후 사포닌의 함량이 감소하였음을 보고하였으며, 이는 수세와 침지하는 동안 외부로 유출되는 것으로 생각되며 이후 콩나물이 발아 성장하면서 점차적으로 함량이 증가하는 것으로 나타났다. 본 실험에서는 48시간까지 측정한 결과는 위의 연구와 비교한 결과, 비슷한 경향을 보이는 것으로 나타났다.

콩 사포닌은 몇가지 종류로 구분되지만 대부분의 생리활성은 DDMP(2,3-dihydro-2,5-dihydroxy-6-methyl-4H-pyran-4-one)사포닌이 담당하며 group A의 사포닌은 주로 쓴맛과 강한 수렴성을 갖는 것으로 알려져 있다. 사포닌은 사포닌의 생리활성은 주로 DDMP의 기능으로 알려져 있으며, 혈중 콜레스테롤 감소, 항암효과, 면역증진 등을 수행하는 것으로 밝혀졌다. 콩 사포닌은 담즙산과 결합함으로써 콜레스테롤 축적을 저해하며, 항암효과는 암세포에 대한 독성 및 성장 저해 작용, 면역 증진 작용 등을 수행하기 때문인 것으로 보고되고 있으며, 한편으로 비정상적인 세포분열을 정상화 시키는 항암기준도 지니고 있다고 한다. 이밖에 콩 사포닌은 간 손상 억제, 알레르기 억제, 바이러스 억제 등의 생리활성도 지니고 있는 것으로 보고되었다. 사포닌의 함량은 분석 방법에 따른 차이를 보이고 있는데 대두의 경우는 0.22-0.53%의 범위를 보이고 있다고 하는 연구 결과도 있었으며, 분석자에 따라서는 3.2%(dry basis)정도의 값을 보이는 경우도 있었다. 본 연구에서는 3.2% 범위내에서의 값을 나타내었다,

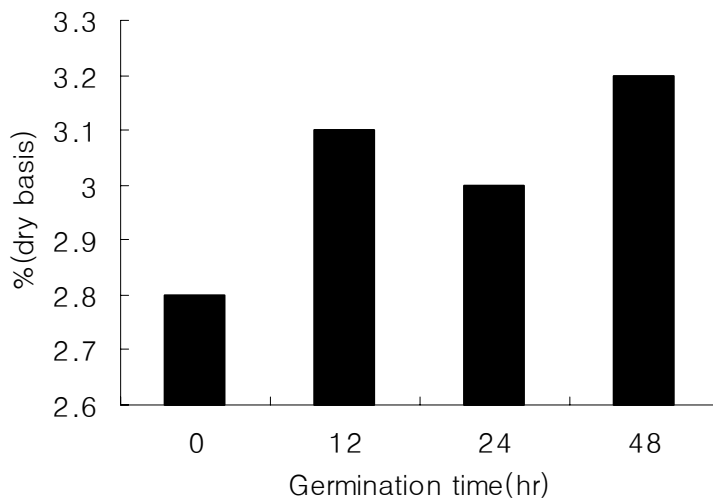


Figure 23. Change of total saponin content of soybean during germination time.

10. Tocopherols

토코페롤 동족체 간의 함유량은 γ -토코페롤 > δ -토코페롤 > α -토코페롤 순으로 나타났다(Fig. 4). α -토코페롤의 경우 수침만 한콩에 비해 12시간 발아시킨 콩에서 약 54.9%의 높은 증가가 나타났으며, 24시간 후에는 다시 감소하였으나 48시간 후 다시 증가하는 변화를 보였다. γ -토코페롤의 경우 가장 많은 함량을 차지하는 동족체로서 발아 12시간째에 가장 높은 값인 23.80 mg/100g을 나타내었으며, 이는 수침만한 콩에 비해 약 35% 증가한 양이다. 또한 δ -토코페롤도 마찬가지로 12시간 발아시 7.60mg/100g으로 최대값을 나타내었다. 총 토코페롤의 함량을 발아시간별로 살펴본 결과 25.69, 35.89, 30.49, 31.84 mg/100g 으로 발아 12시간대에 가장 높은 함량값을 보였다. 이미 보고된 바와 같이 토코페롤 동족체들 중에서 가장 생물학적 활성도가 높은 것은 α -토코페롤로 알려졌고, 그러한 이유로 인해 α -토코페롤에 초점이 맞추어져 왔으나 오늘날 연구에서는 α -토코페롤이 산소에 의해 쉽게 산화되기 때문에 γ -tocopherol이 보다 큰 항산화활성을 가진다는 연구들이 보고되고 있다. Cilliard의 연구에서는 linoleic acid에 대한 항산화 활성을 측정한 결과 α -토코페롤은 prooxidant로서, γ -토코페롤은 antioxidant 로서 작용함을 보고하였다.

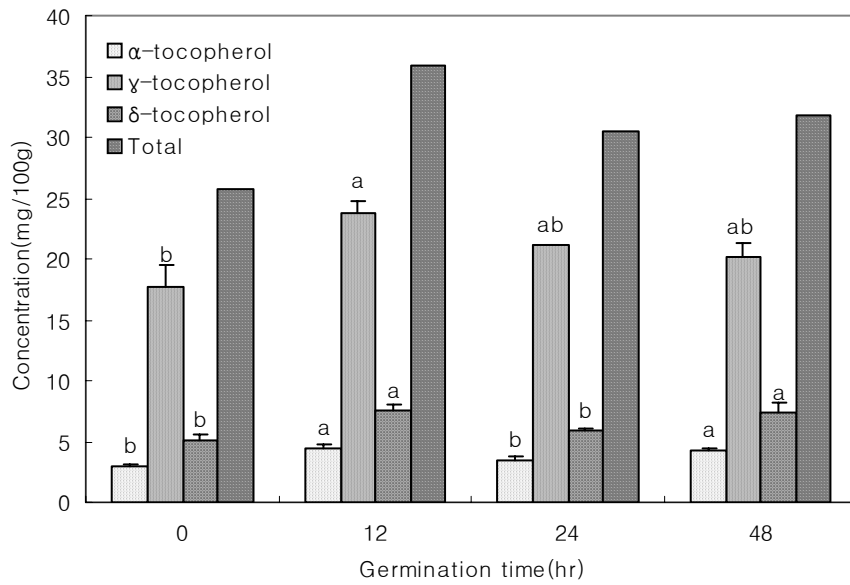


Figure 24. Change of tocopherols content of soybean during germination time

11. Vitamin B1, B2

발아시간에 따른 비타민 B1과 B2의 함량변화는 Fig.5 와 같다. 비타민 B1의 경우 발아하지 않은 콩에서 1.12mg/100g으로 나타났으며 24시간때에 가장 높은 값인 1.51mg/100g을 나타내었다. 이후 48시간에서는 다시 감소하는 경향을 나타내었다. 비타민 B2의 경우는 초기 발아 전 함량은 0.35mg/100g으로 나타났으며, 12시간 발아 시 0.24mg/100g으로 감소하였으며 24시간 후 다시 발아 전 함량과 동일하게 나타났으며 48시간 발아 시 다시 감소하였다. 이로서 비타민 B1, B2 모두 발아 중 감소와 증가를 반복하는 경향을 나타내었다.

12. L-Ascorbic acid

Ascorbic acid의 함량변화는 Fig. 6 와 같다. 수침한 콩의 경우 ascorbic acid의 함량은 3.02mg/100g으로 나타났으며, 12시간 발아 후 약 2배 증가한 6.37mg/100g으로 발아기간 중 가장 높은 값을 나타내었다. 또한 24시간발아부터는 그 양이 점차 감소하였으나 수침함 콩에 비해 약 98%증가한 5.99mg/100g 이었고 48시간의 경우 84% 증가한 5.56mg/100g 이었다. 콩이 발아 성장할 때 콩속에 소량 존재하거나 없었던 비타민 C가 생성된다는 것은 이미 알려져 있는 사실이다. Riddoch의 연구에서도 여러 종류의 콩을 발아시켜 비타민 C의 함량을 살펴본 결과 발아 할수록 그 함량이 크게 증가하였으며, 특히 Black eyed bean에서 발아 5일째 약 600ug/g (fresh weight)의 큰 증가를 보였으며 이는 발아전 비타민 C 함량에 비해 약 6배가 증가한 것이다. 대두의 경우도 초기 발아 전 비타민 C의 함량은 약 80ug/g으로 나타났지만 발아 48시간때에는 약 3배 정도 증가한 것으로 나타났다. 비타민 C의 생합성은 생물체에서 glucose로 부터 전환된 L-glunolactone 과 L-galatonolactone이 각각 L-glunolactone oxidase와 L-galactonolactone dehydrogenase의 작용에 의한 두 경로에 의해서 생합된다. 또한 빛의 존재하에서 비타민 C의 함량이 더 높게 관찰되어 엽록체와 비타민 C콩의 관련성을 주장하는 연구도 있다. 우리나라에서는 주로 콩나물의 형태로 콩을 소비하고 있으며, 콩나물에는 약 15mg%의 비타민 C를 함유하는 것으로 알려져 있다. Niacin, thiamin과 riboflavin 또한 발아로 인해 증가하는 것으로 밝혀졌다.

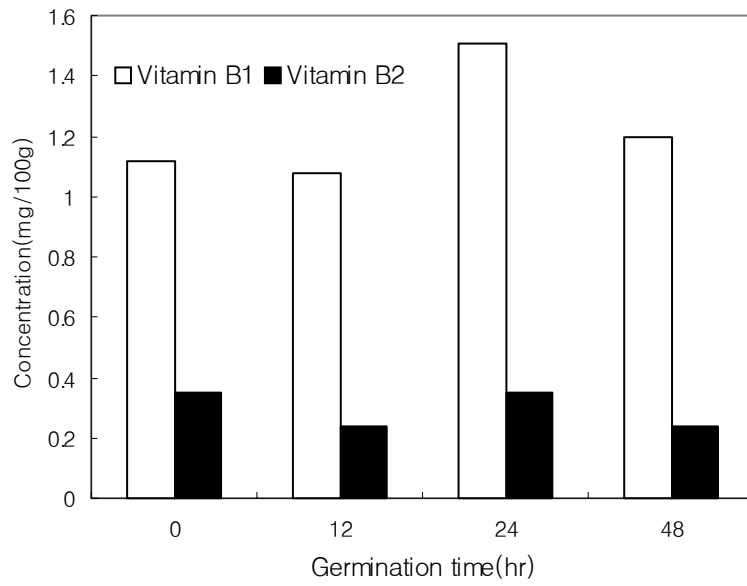


Figure 25. Change of Vitamin B1 and B2 content of soybean during germination time

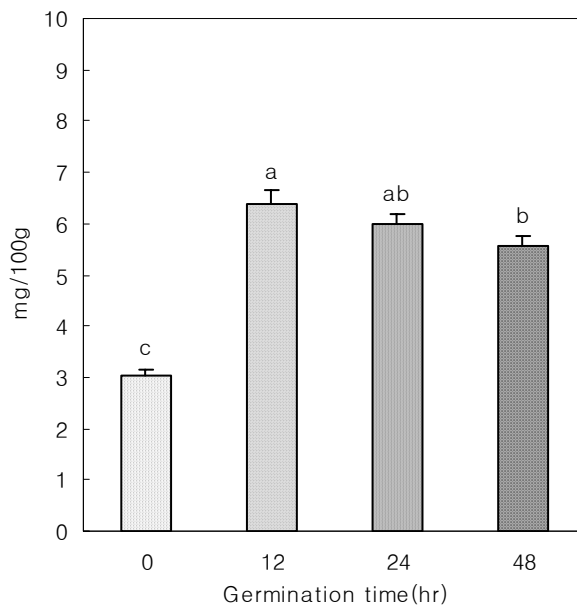


Figure 26. Change of L-ascorbic acid content of soybean during germination time.

13. γ -aminobutyric acid

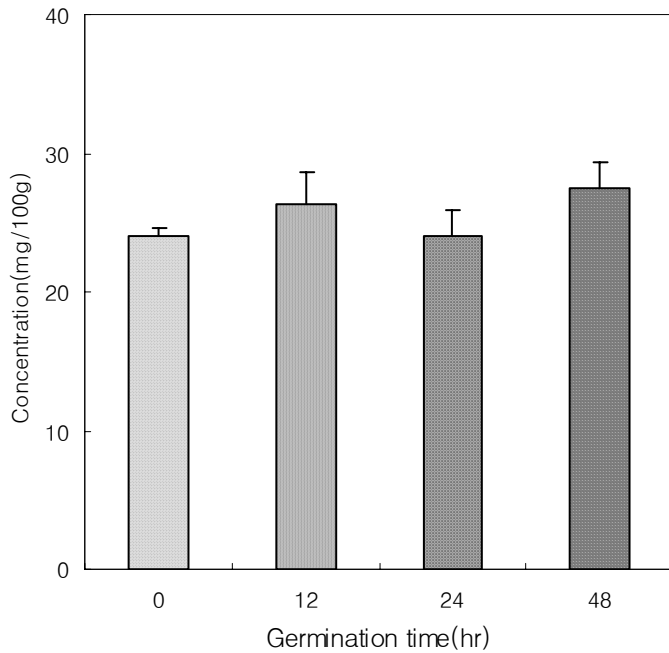
콩의 발아 단계별 GABA 함량 변화를 조사해 본 결과는 Fig. 7 과 같다. 발아 전 수침한 콩의 경우 23.98mg/100g으로 나타났으며 12시간 발아 후 소량 증가하였으나 다시 24시간 발아 때에는 감소하였고 48시간 발아시 27.42mg/100g으로 초기 수침한 콩에 비해 그 양이 증가하는 것으로 나타났으며 유의적 차이는 보이지 않았다. 발아 현미의 경우 발아할 수록 GABA이 양이 크게 증가하는 것으로 나타났으며, 이미 상품화 되어 시중에 유통되고 있는 실정이다. 그러나 본 실험에서 사용한 콩의 경우 발아동안 약간의 변화를 보였으나 현미와 같이 큰 폭의 증가는 없는 것으로 나타났다. Hideyk의 연구에서는 여러 종류의 균으로 발효시킨 콩을 대상으로 GABA의 함량 변화를 조사한 결과 cultivation time에 따라 GABA의 함량이 크게 증가하는 것으로 나타났다. 그 양은 초기 발효 전의 콩의 GABA 함량에 약 6배 이상이 증가한 것으로서 발효에 의한 GABA양이 크게 증가함을 알 수 있었다. GABA는 비단백태 아미노산으로 동물의 경우 중추신경계의 주된 억제성 신경전달물질로서 잘 알려져 있다. GABA는 많은 생리적인 메카니즘의 조절에 관여하여 동물의 경우 뇌의 혈류를 활발하게 하고 산소공급량을 증가시켜 뇌세포의 대사기능을 향진시키는 것으로 알려져 있다. 최근에 정보를 저장하는 능력, 즉 학습과 기억에 대한 생물학적 메카니즘에 대한 이해가 증진되고 있다. 정보저장의 주요 수단이 신경세포사이의 시냅스 효율의 변화이다. 이 과정에 대한 대표적인 모델이 long-term potentiation(LTP)이다. LTP란 특정한 자극이 전달된 뒤 후시냅스 반응의 크기가 안정적으로 장기간 증가되어 유지되는 현상이다. LTP유도에 사용되는 자극의 형태는 다양하지만 전시냅스 활성화와 후시냅스 활성화가 동시에 나타날 수 있어야 한다. LTP유도 및 유지에서 NMDA수용체의 역할이 광범위하게 이해되고 있다. 그러나 LTP 유도에서 억제성 시냅스의 기능도 직·간접적으로 중요하다. GABAA 수용체를 통한 억제성 시냅스가 작용을 하면 LTP는 일어나지 않는다. LTP 유도 자극이 전달될때 GABAB 수용체에 의한 억제 작용을 감소시킨다. 즉, GABA성 억제를 감소시켜서 LTP를 더 잘 일어날

수 있게 유도한다. 또한 GABA는 prolactin의 분비, 성장호르몬의 분비 조절에도 관여하며 혈압강하 및 통증완화 등에도 효과가 있는 것으로 알려져 있어 약리적으로 매우 관심이 높은 물질이다. 김치와 요구르트, 홍국등에도 그 함량이 많은 것으로 알려져 있으며 일본에서는 녹차잎을 혐기처리 하여 GABA의 함량을 증가시켜 GABANON tea를 산업적으로 개발하였다. Chang et al 등은 제주도 다원에서 생산된 녹차 생엽을 적체 시기별로 혐기적으로 처리하여 GABA 및 기타 주요 성분의 함량을 측정된 결과 GABA의 함량이 증진되는 것을 확인하였다. Yun 등도 보리 맥아제조시 발아된 보리에 혐기적 처리를 가함으로서 맥아중의 GABA 함량을 약 2배 증가시킬 수 있다고 보고하였다. Oh et al(83-84)의 연구에서도 키토산처리한 발아현미의 GABA 함량을 측정한 결과 발아시간이 경과함에 따라 GABA 함량이 증가하는 것으로 나타났다. GABA는 침지온도와 산소의 존재유무에 따라 그 함량이 달라진다. 최희돈의 연구에서는 침지온도에 따른 GABA의 함량 변화를 측정한 결과 침지온도가 40℃ 일때 GABA의 함량이 크게 증가하는 것으로 나타났으며, 이는 glutamate decarboxylase(GDA)의 활성이 크게 영향을 받았음을 보고하였다. 본 연구에서는 침지 온도와 발아온도가 20℃ 였으므로 GDA의 활성이 증가하지 못하였고, 또 호기적 조건에서 발아하여 발아기간 동안 GABA의 함량의 변화가 크게 관찰되지 않은 것으로 사료된다.

Figure 27. Change of γ -aminobutric acid content of soybean during germination time.

14. 실험동물의 식이 섭취량, 체중 및 장기의 무게 변화

실험동물의 하루 평균 식이 섭취량은 대조군이 5.60g/day, 발아콩군이 4.75g/day, 미발아콩군이 4.79g/day 으로 대조군의 실험쥐의 식이 섭취량이 콩섭취군에 비해 높은 것으로 나타났다, 또한 초기 실험동물의 체중은 대조군과 실험군에서 각각 20-21g 사이로 비슷한 경향을 나타내었으며, 6개월 후 측정결과 대조군과 콩식이군 간의 유의적 차이를 나타내면서 대조군의 체중이 월등히 높은 것으로 나타났다. 이



는 김매화의 실험에서 이와 유사한 결과로서 콩 두유섭취군의 체중이 대조군에 비해 낮은 것으로 나타났다. 이 결과는 매일 식이 섭취량과도 관계가 있으며, 콩의 antinutritional factor 들로 인한 소화율 저하에서 오는 차이인 것으로 생각된다. 실험쥐의 간 무게 측정결과 식이 섭취 4개월의 경우 미발아콩군에서 그 무게가 유의적으로 무거웠으나 발아콩군과의 유의성은 나타나지 않았다. 또한 6개월 섭취시 측정결과 대조군이 1.8g, 발아콩군과 미발아콩군이 각각 1.5, 1.3g으로 대조군과 콩군간의 유의적인 차이는 있었으나 콩군간의 유의적 차이는 나타나지 않았다. Yoritaka의 연구에서는 rat에 casein과 egg protein, soy protein, wheat protein을 14일 동안 공급하여 bodyweight의 변화를 관찰한 결과 casein 섭취군에 비해 egg protein과 soyprotein 섭취군에서 체중의 증가가 작게 나타나는 것으로 보고하였으며, 이결과는 식이 섭취량과는 무관한 것으로 나타났다. 류승희의 연구에서도 대조군과 노란콩의 식이 섭취율 및 체중의 차이가 나타남을 보고하였으며, protein 효율 또한 노란콩군이 대조군에 비해 낮은 것으로 나타났다. 실험 쥐에 8주간 genistein이 첨가되지 않은 식이와 하루 8mg의 genistein을 첨가한 식이를 섭취시켜 장기 무게를 관찰한 결

과 간과 신장, 비장 등의 무게는 각 군간의 큰 차이가 없는 것으로 보고하였다. 그러나 암컷과 수컷의 장기를 비교한 결과 수컷 간과 비장의 무게가 암컷의 장기무게에 비해 유의적으로 낮은 값을 나타내었으며, Adrenal gland에서도 큰 차이를 나타내었다. 그러나 genistein의 영향은 장기무게와 상관이 없는 것으로 나타났다. SHR/N-cp rat에 isoflavones 식이를 섭취시킨 후 body weight과 장기 무게를 측정 한 결과 isoflavones 섭취군의 body weight 과 liver, kidney, spleen의 무게가 크게 증가하는 것으로 나타났다. 폐경후 여성에게 고농도의 isoflavone을 공급하였을 때 isoflavones을 적게 공급하거나 아예 공급하지 않은 대조군에 비해 body mass index가 낮아지는 것으로 나타났으며, 더불어 isoflavone 뿐만 아니라 saponin 또한 adipose tissue의 fat deposition을 억제하는 것으로 보고되었다.

15. 체성분

6개월간 식이 섭취후 측정된 체 성분의 Table. 10 에 나타내었다. 수분함량은 대조군 3.16 ± 0.3 , 발아콩군, 3.42 ± 0.39 , 미발아콩군 2.83 ± 0.32 로 대조군과 발아콩군은 비슷한 함량을 보였으며, 미발아콩군은 그에 비해 낮은 함량을 나타내었다. 또한 조지방의 경우 발아콩 섭취군에서 $5.25 \pm 0.56\%$ 로 가장 높은 값을 나타내었다. 조지방은 주로 복부에 많이 분포하고 있었으며, 대조군의 경우 73.14 ± 1.95 , 발아콩군은 63.48, 미발아콩군은 64.58%로 콩 섭취군에서 그 양이 현저히 감소하는 경향을 나타내었다. 조단백질은 대조군이 21.33 ± 2.92 , 발아콩군 26.11 ± 2.29 , 미발아콩군이 $26.7 \pm 1.59\%$ 로 콩 섭취군의 조단백질이 증가하는 경향을 나타내었다. Adipose tissue는 estrogen에 민감하게 반응한다. Ovariectomy 후의 estrogen circulating의 감소는 body weight과 adipose weight를 증가시키고, 이것은 estrogen replasement에 의해 개선되는 결과를 보여주었다. Estrogen이 adipose tissue에 영향을 미치는 것을 두가지로 나누어 볼 수 있다. 간접적인 방법으로는 식욕조절과 에너지소비를 통한 방법이며, 직접적으로는 lipoprotein lipase(LPL)의 activity를 조절하는 것이다. Ovariectomy는 LPL activity를 증가시키고, adipocyte에서 lipid deposition을 증가시키며 17β -estradiol가 이것의 작용을 억제하는 하는 것으로 알려져 있다. Nazz A et al연구에서는 OVX 젊은쥐에 genistein의 농도를 달리하여 투여한 결과 섭취 농도가 증가할 수록 fat

pad seight이 감소하였으며, 또한 LPL 역시 대조군과 비교시 genistein 섭취군에서 감소하는 것으로 나타났다. 어린 새끼쥐를 대상으로 동일한 실험을 실시한 결과 fat pad weight 뿐만 아니라 adipocyte의 size역시 감소하는 것으로 나타났다. 이런 결과로 볼때 genistein은 estrogen 과 마찬가지로 adipose tissue에 영향을 미치며, adipocyte의 무게 뿐 아니라 크기에도 영향을 미치는 것으로 나타났다.

Table 54. Liver weights of mice fed experimental diets for 4 and 6months.

Liver weight(g)	4month	6month
Control ²⁾	1.26±0.061) ^b	1.80±0.04 ^a
GSB ³⁾	1.33±0.04 ^{ab}	1.49±0.07 ^b
NGSB ⁴⁾	1.51±0.09 ^a	1.37±0.05 ^b

¹⁾ Values are mean±SE

²⁾ CON: Control group

³⁾ GSB: Germinated soybean group

⁴⁾ NGSB: Non-germinated soybean group

Table 55. Effects of mice fed experimental diets for 6month on body composition.

(%/g dry weights)

Diet	Moisture	Crude Ash	Crude lipids	Crude protein
Control ²⁾	3.16±0.30 ¹⁾	3.43±0.47	73.14±1.95	21.33±2.92
GSB ³⁾	3.42±0.39	5.25±0.56*	63.48±2.42*	26.11±2.92
NGSB ⁴⁾	2.83±0.32	4.93±0.44*	64.58±2.27*	26.7±1.59

¹⁾ Values are mean±SE

²⁾ CON: Control group

³⁾ GSB: Germinated soybean group

⁴⁾ NGSB: Non-germinated soybean group

16. 혈청지질

식이 4개월과 6개월 섭취군의 혈청지질 변화를 살펴본 결과는 Table.11-12 에 나타내었다. 식이 섭취 4개월의 경우 HDL-cholesterol은 미발아 콩군에서 가장 높게 나타났으나 각군간의 유의적 차이는 보이지 않았다. triglyceride 역시 각군간의 유의적 차이가 없었으며, 대조군의 경우 55.75 ± 7.22 , 발아콩군 77.22 ± 7.58 , 미발아콩군 62.38 ± 9.06 mg/dl 로 발아콩군에서 높게 나타났다. Total cholesterol의 경우 발아콩군이 대조군과 미발아콩군보다 함량이 적은 것으로 나타났다. 식이 섭취 6개월 후 혈청지질농도를 측정한 결과 HDL-cholesterol은 대조군에서 가장 높은 수치를 나타내었으며 발아콩과 미발아콩군 사이는 큰 차이는 없었으며 유의적 차이도 보이지 않았다. Triglyceride는 대조군이 162.2 ± 10.07 , 발아콩군이 141.3 ± 6.09 , 미발아콩군 113.7 ± 5.83 mg/dl 로 미발아콩군에서 가장 낮게 나타났으며 대조군과 발아콩군에 대한 유의적 차이를 나타내었다. Total cholesterol은 발아콩군이 54.83 ± 2.40 mg/dl 로 유의적으로 낮은 값을 나타내었다.

Table 56. Serum lipids of mice fed experimented diets for 4month.

Diet	HDL-C ⁵⁾ (mg/dl)	Triglycerides (mg/dl)	Total-C ⁶⁾ (mg/dl)
Control ²⁾	38.75±5.03 ¹⁾	55.75±7.22	64.5±6.03
GSB ³⁾	40±2.13	77.22±7.58	57.11±2.97
NGSB ⁴⁾	41.75±3.75	62.38±9.06	61.5±4.80

¹⁾ Values are mean±SE

²⁾ CON: Control group

³⁾ GSB: Germinated soybean group

⁴⁾ NGSB: Non-germinated soybean group

⁵⁾ HDL-C: HDL cholesterol

⁶⁾ Total-C: Total cholesterol

Table 57. Serum lipids of aging mice fed experimented diets for 6month.

Diet	HDL-C ⁵⁾ (mg/dl)	Triglycerides (mg/dl)	Total-C ⁶⁾ (mg/dl)
Control ²⁾	55±5.44 ^a	162.17±24.67 ^a	74.17±11.84 ^a
GSB ³⁾	48±8.81 ^a	141.3±14.92 ^a	54.83±5.88 ^b
NGSB ⁴⁾	46±5.22 ^a	113.7±14.29 ^b	60.83±12.16 ^b

¹⁾ Values are mean±SE

²⁾ CON: Control group

³⁾ GSB: Germinated soybean group

⁴⁾ NGSB: Non-germinated soybean group

⁵⁾ HDL-C: HDL cholesterol

⁶⁾ Total-C: Total cholesterol

17. 항산화 효소 활성

간의 항산화 효소의 활성을 알아보기 위해 catalase, SOD, GST를 측정하였다. 식이 4개월 섭취후 측정된 결과는 Table. 13-14 에 나타내었다. catalase의 활성은 대조군, 발아콩, 미발아콩군 순으로 나타났으며 대조군과 미발아콩군 간의 유의적 차이가 있음을 확인하였다. 또한 SOD의 경우는 각 군간의 큰 차이를 보이지 않았으며, GST는 대조군 59.26 ± 3.60 , 발아콩군 71.672 ± 3.44 , 미발아콩군 72.57 ± 1.978 로 콩 섭취군에서 그 활성이 유의적으로 높게 나타났다. 식이 6개월 섭취후 그 활성을 측정된 결과는 table 와 같다. Catalase의 경우는 식이 4개월과 마찬가지로 대조군에서 그 활성이 높게 관찰되었으며 유의적 차이를 보였다. SOD의 경우도 대조군에서 그 활성이 높게 나타났으나 각군간의 유의적 차이는 나타나지 않았다. GST는 대조군 72.35 ± 2.720 , 발아콩군 70.85 ± 3.053 , 미발아콩군 72.330 ± 5.31 unit으로 비슷한 수준의 활성을 보임으로써 각군간의 차이가 나타나지 않았다. Yoritaka는 casein군과 soy protein 섭취군간의 SOD와 catalase의 활성을 측정된 결과 두군 모두 큰 유의적 차이가 없음을 보고하였다. 또한 류승희의 연구에서도 콩섭취군과 대조군 사이의 catalase 활성은 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다고 보고하였다. 또한 간의 세포질에서 활성산소인 superoxide anion 함량을 측정된 결과 대조군에 비해 콩단백질을 섭취시킨 실험군에서 superoxide 함량이 유의적으로 감소하였다고 보고하였다. 체내 항산화 효소계는 주로 간에 함유되어 있고, 이들 효소계는 대사 과정 중 발생하는 활성산소 중의 유리기를 제거하여 생체를 보호하려는 목적으로 생물체와 더불어 발달되어 왔다. Orr와 Sohal은 초파리의 Cu, Zn-SOD와 catalase의 과발현은 수명을 연장시키고 노화와 관련된 생화학적, 기증적 변화를 지연시켰으며 또한 항산화효소계를 과발현시킨 군은 대조군에 비해 단백질 카르보닐 함량도 상대적으로 적었음을 보고하였다. SENCAR mice에 genistein 50과 250ppm을 30일동안 식이로 공급하고 antioxidant enzyme를 측정된 결과 catalase, SOD, GST, glutathione reductase, glutathione peroxidase 등이 피부와 신장, 간, 소장등에서 그 활성이 높은 것으로 나타났다. Fermented soybean extract(95)를 섭취시켜 항산화 효소의 활성을 측정된 결과 SOD, CAT, GPX등이 간과 신장 그리고 뇌에서 그 활성이 관찰되었다. 간에서 CAT와 SOD, GPX가 높게 나타났으며, 신장에서는 SOD활성이 낮은 것으로 나타났

다. 또한 뇌에서는 SOD와GPX의 활성이 감소하는 것으로 보고하였다.

Table 58. Effects of mice fed experimental diets for 4 month on the activity of Catalase, SOD and GST.

(unit/mg protein)

Groups	Catalase	SOD	GST
Control ²⁾	2.67±0.21 ^{1)a}	0.047±0.0023 ^a	59.97±3.61 ^b
GSB ³⁾	1.62±0.27 ^{ab}	0.047±0.0014 ^a	71.67±3.45 ^a
NGSB ⁴⁾	0.68±0.12 ^b	0.048±0.0016 ^a	72.57±1.98 ^a

¹⁾ Values are mean±SE

²⁾ CON: Control group

³⁾ GSB: Germinated soybean group

⁴⁾ NGSB: Non-germinated soybean group

Table 59. Effects of mice fed experimental diets for 6 month on the activity of Catalase, SOD and GST.

(unit/mg protein)

Groups	Catalase	SOD	GST
Control ²⁾	4.78±0.84 ^{1)a}	0.056±0.0025 ^a	72.37±2.72 ^a
GSB ³⁾	1.02±0.36 ^b	0.041±0.0019 ^a	70.85±3.05 ^a
NGSB ⁴⁾	1.44±0.34 ^b	0.043±0.0012 ^{ab}	72.33±5.31 ^a

¹⁾ Values are mean±SE

²⁾ CON: Control group

³⁾ GSB: Germinated soybean group

⁴⁾ NGSB: Non-germinated soybean group

18. 대퇴골의 길이, 무게

식이 4개월째 간의 무게는 미발아콩군이 가장 높게 나타났으며, 6개월 식이 섭취후의 간의 무게는 카제인 섭취군에서 유의적으로 높게 나타났다(P<0.001). 식이 4개월째 평균 대퇴골의 무게는 0.08mg으로 카제인 섭취군과 발아콩군 및 미발아콩군 모두 비슷한 수준이었다. 그러나 뼈의 길이를 측정된 결과 발아콩군이 유의적으로 길게 나타났으며(P<0.01), breaking force 또한 발아콩군에서 높게 나타났으나 유의적인 차이는 보이지 않았다. 식이 6개월 섭취 후 측정된 결과는 Table 8에 나타내었다. 대퇴골의 무게 측정결과 카제인 섭취군에서 유의적으로 무겁게 나타났으며(P<0.05) 발아군과 미발아군 비교시 발아콩군이 더 무게가 컸으나 유의적인 차이는 없었다. 길이 또한 대조군인 카제인 섭취군이 1.803±0.009cm로 가장 길게 나타났다. 발아콩군과 미발아콩군간에서도 유의적 차이를 나타내었다(P<0.01). Breaking force는 발아콩군에서 가장 높게 나타났으나 각 군간의 유의적 차이는 없었다.

식이 4개월의 경우 발아하지 않은 콩 군에서 $0.0848 \pm 0.0024 \text{g/cm}^2$ 으로 가장 높은 골밀도값을 나타내었으며, 대조군과 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다. 발아콩과 발아하지 않은 콩군간의 유의적 차이는 없는 것으로 나타났다. BMC는 각군간의 유의적 차이가 없이 비슷한 수준을 나타내었다. 식이 6개월 BMD의 경우 발아하지 않은 콩군이 $0.0825 \pm 0.00145 \text{g/cm}^2$ 으로 가장 높게 나타났으며, 발아콩과의 유의적 차이는 없었다. 그러나 대조군이 $0.0777 \pm 0.0014 \text{g/cm}^2$ 으로 미발아콩군과 유의적으로 낮은 값을 보였으며 발아콩군과는 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. BMC의 경우 세군 모두에서 비슷한 함량으로 유의적 차이가 없었다. 엄애선(96)의 연구에서는 콩 이소플라본의 성장기 쥐의 골대사와 관련된 연구에서 대퇴골의 무게 및 길이를 측정한 결과 sham 수술군을 대조군으로 하여 난소절제군, 난소절제군에 17β -estradiol를 공급한군, 난소절제군에 genistein을 섭취한 군으로 나누어 실험한 결과 무게의 경우 난소절제군에서 모두 증가하는 경향을 나타내었으며, 대퇴골의 길이 역시 난소절제군과 난소절제군에 genistein을 섭취시킨 군에서 길게 나타났으나 유의적 차이는 없는 것으로 보고하였다. 본실험에서는 콩 분말 자체를 식이로 첨가하여 사용하였기 때문에 골밀도나 골의 미네랄 함량이 isoflavone에 기인한 것인지, 섭취무기질 함량 때문인지 알 수 없으나, 식이 섭취율이 대조군에 비해 적을것을 감안할 때 콩 섭취군의 BMD와 BMC의 증가는 isoflavone에 기인한 것으로 사료된다. 최근 많은 연구에서 대두에서 생리활성물질인 isoflavone이 규명되고, 골다공증 치료제로 이용되는 ipriflavone과의 구조적 유사성 때문에 isoflavone이 골다공증으로 인한 골손실을 줄일 수 있는 것으로 기대되고 있다. 세포배양 실험에서도 isoflavone이 조골세포에 의한 alkaline phosphatase의 생산을 증가시키고 파골기능을 억제시키는 데 효과가 있음이 보고되고 있다. 이러한 보호 효과에 대한 메카니즘이 아직 규명된바 없으나 isoflavone이 골파손을 막음과 동시에 골 형성을 촉진할 것으로 추정되고 있다.

Table 60. Bone weight, length and breaking force of femur in 4 month mice fed experimented diet.

Diet	Wet weight (mg)	Length (cm)	Breaking force (g)	BMD (g/cm ²)	BMC (g)
CON ²⁾	0.083±0.002 ¹⁾	1.745±0.016	2018.1±53.69	0.076±0.0017 ^b	0.0342±0.0013 ^a
GSB ³⁾	0.083±0.002	1.796±0.004	2055.4±128	0.0799±0.002 ^{ab}	0.0351±0.0012 ^a
NGSB ⁴⁾	0.083±0.002	1.775±0.013	1992.9±82.57	0.0848±0.002 ^a	0.0378±0.0014 ^a

¹⁾ Values are mean±SE

²⁾ CON: Control group

³⁾ GSB: Germinaiied soybean group

⁴⁾ NGSB: Non-germinated soybean group

⁵⁾ BMD: Bone mineral density

⁶⁾ BMC: Bone mineral content

Table 61. Bone weight, length breaking force, BMD and BMC of femur in 6 month mice fed experimented diet.

Diet	Wet weighth (mg)	Length (cm)	Breaking force (g)	BMD ⁵⁾ (g/cm ²)	BMC ⁶⁾ (g)
CON ²⁾	0.088±0.002 ¹⁾	1.803±0.009	1984.28±56.09	0.077±0.0014 ^b	0.0377±0.0011 ^a
GSB ³⁾	0.084±0.002	1.794±0.011	2067±85.38	0.081±0.0012 ^{ab}	0.0370±0.0011 ^a
NGSB ⁴⁾	0.0818±0.002	1.752±0.01	2064.19±74.06	0.0825±0.0015 ^b	0.0368±0.0013 ^a

¹⁾ Values are mean±SE

²⁾ CON: Control group

³⁾ GSB: Germinaiied soybean group

⁴⁾ NGSB: Non-germinated soybean group

⁵⁾ BMD: Bone mineral density

⁶⁾ BMC: Bone mineral content

19. Total activity

Open field 상에서 12시간동안 활동량을 측정한 결과는 Figure. 8과 같다. 쥐의 습성을 고려하여 어두운 조명상태에서 측정한 결과 초기 6시간 동안은 모든 군에서 거의 움직임이 크게 관찰되지 않았다. 이는 원래 사육중이던 환경과 다른 환경에 놓였기 때문에 이로 인한 스트레스로 활동량이 줄어든 것으로 생각된다. 측정 7기산 후부터는 부산하게 움직이는 모습이 관찰되었으며 활동량이 증가하기 시작하여 9시간과 10시간 사이의 가장 높은 활동량을 나타내었다. 12시간이 지나면서 다시 활동량이 감소하는 것으로 나타났다. 움직인 거리를 활동량의 단위로 볼때 대조군과 발아하지 않은 콩군에서 높은 활동량을 보였으며, 발아콩군을 섭취한 쥐의 경우는 두 군에 비해 조금 낮은 활동량을 보였으나 세 군간의 유의적 차이는 없는 것으로 나타났다.

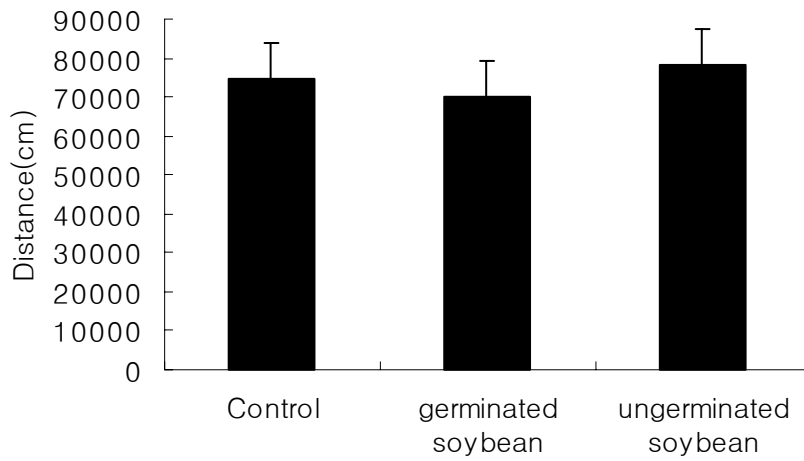
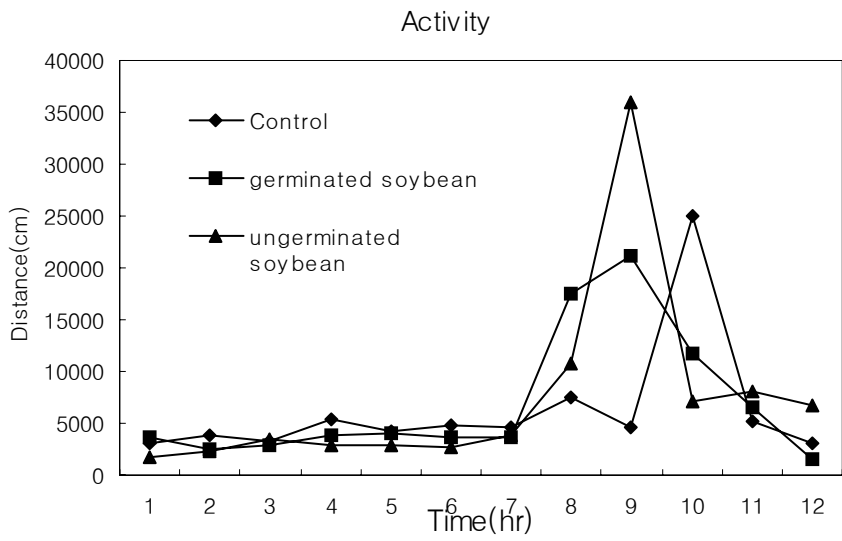


Figure 28. Total activity of mouse fed experimented diet after 6 month.

20. Water maze

메모리 테스트를 위한 시스템은 Ethovision(Noldus, Netherlands)을 사용하였다. 직경이 150cm 인 원형의 수조에 platform보다 물 높이가 0.5-1.0cm 정도 되도록 물을 채우고 주위에 위치를 인지하는데 단서가 되는 그림을 부착하였다. 첫날에는 platform을 인지시키고 이어서 4회씩 platform을 찾는데 걸리는 시간을 측정하여 테스트를 실시하였다. 연속 4일간 4회씩 테스트를 실시한 다음 5일째 되는 날에는 platform을 제거하고 mouse가 처음 platform을 지나간 시간과 120초 동안 platform을 지나간 횟수를 측정하였다. 식이 섭취 4개월이 되었을때 첫날 학습 후 가장 빨리 platform을 찾아갔으며, 약 33초가 소요되었다. 그 다음으로 카제인군과 미발아콩군 순으로 나타났다. 그림에서 보는 바와 같이 시간이 경과함에 따라 모든 군에서 platform을 찾는 시간이 점차 빨라졌으나 5일째 되었을때는 카제인군과 발아콩군이 28초와 27초로 거의 비슷하게 목표물을 찾았다. 5일째에는 platform을 제거하고 120초 동안 platform을 지나간 횟수를 측정하였는데 figure 2에서 보는 바와 같이 가장 빨리 platform에 도달한 발아콩군이 platform을 지나간 횟수 또한 가장 높게 나타났다. 식이 6개월째에도 4개월째와 마찬가지로 발아콩군이 다른 군에 비하여 전체적으로 platform을 찾아가는 시간이 빠르게 나타났으며 그 다음으로 카제인 섭취군으로 나타났다. platform을 지나가는 횟수도 발아콩군이 약 4.2회, 대조군이 3.4회, 미발아콩군이 2.5회로 발아콩군이 높게 나타났다.

21. Y-maze test

Working memory 를 알아보기 위해 Y-maze를 이용하여 spontaneous alternation behaviour를 측정하였다. 검은색으로 칠해진 나무판으로 Y자 모양으로 하여 길이 2cm, 높이 14cm, 넓이 5cm로, 각각의 angle이 같도록 제작하였다. Mice를 통로의 끝에 두어 자유롭게 움직이게 하여 각 통로로 들어가는 횟수를 8분동안 관찰하여 기록하였다. 실험식이 4개월 섭취 후 측정 결과 발아콩에서 72%, 미발아콩에서 68%, 카제인 섭취군에서 60% 순으로 spontaneous alternation behaviour 가 발아콩군에서 높게 나타났으며 유의적인 차이($P < 0.05$)를 보였다. 식이 섭취 6개월 역시 발아콩군에서 높게 나타났으나 큰 차이를 보이지 않았으며 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

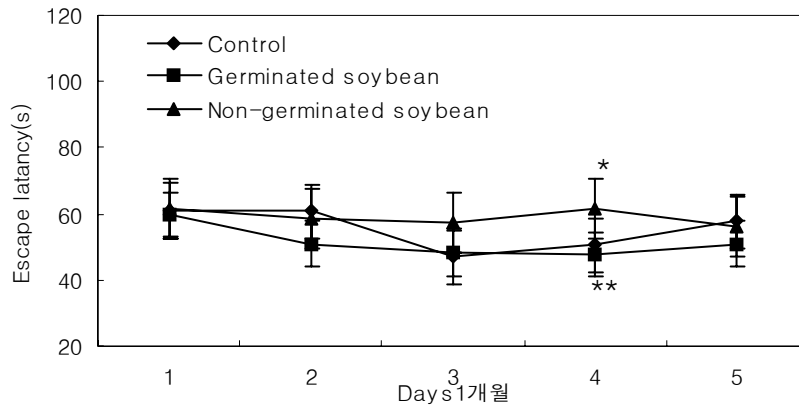


Figure 29. Performance of mice fed experimental diets after 1 month in water maze test during 5 days

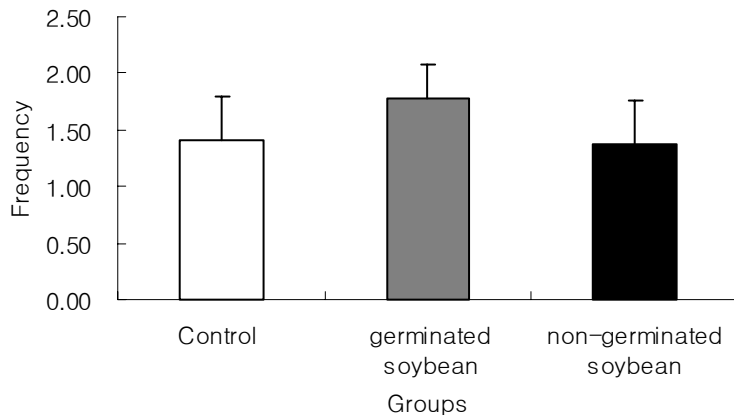


Figure 30. Frequency of passage through the water maze platform of growing mice fed experimental diets for 120 seconds

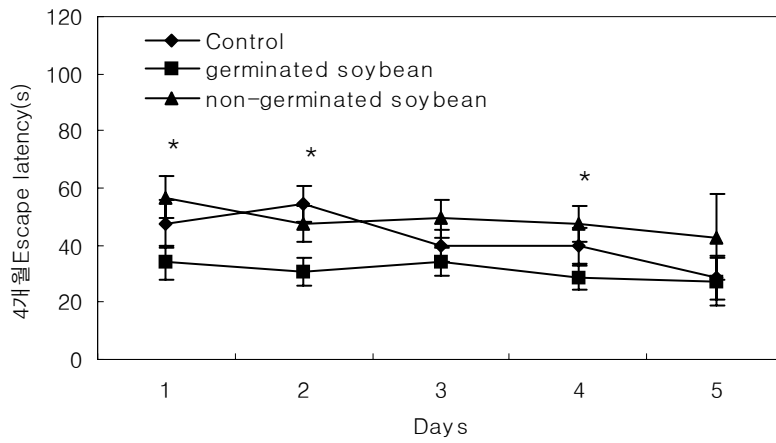


Figure 31. Frequency of passage through the water maze platform of growing mice fed experimental

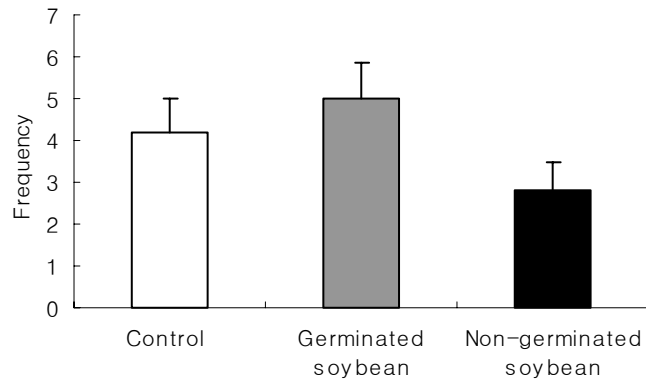


Figure 32. Frequency of passage through the water maze platform of growing mice fed experimental diets for 120 seconds

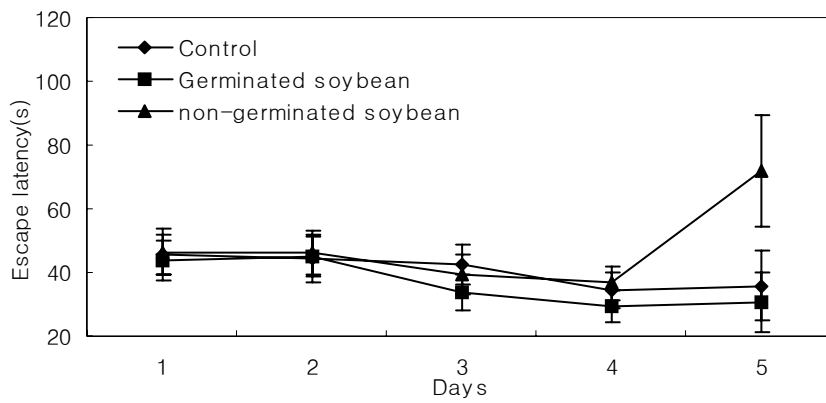


Figure 33. Performance of mice fed experimental diets after 6 month in water maze test during 5days

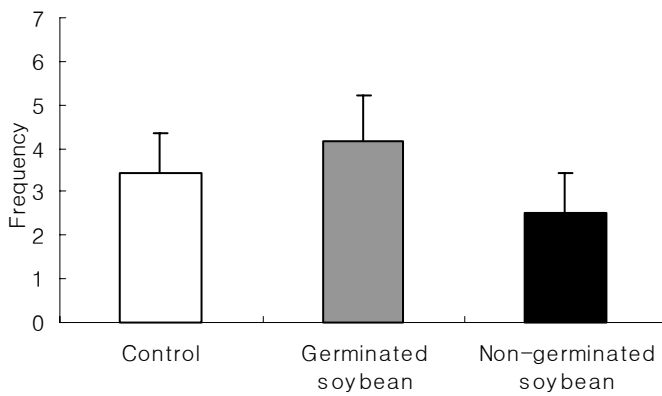


Figure 34 . Frequency of passage through the water maze platform of growing mice fed experimental diets for 120 seconds

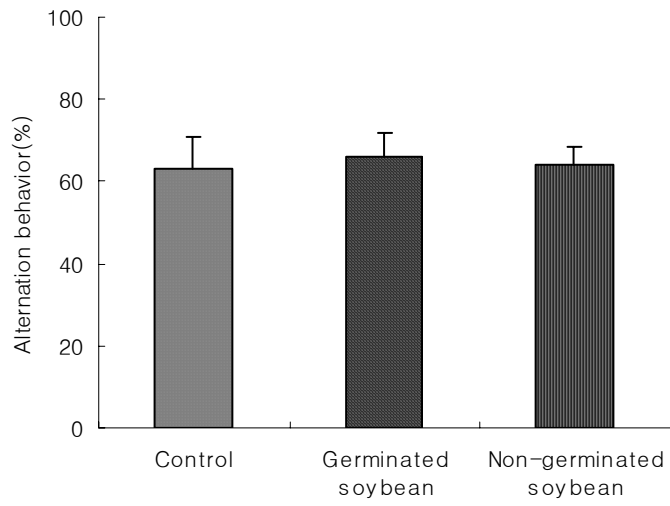
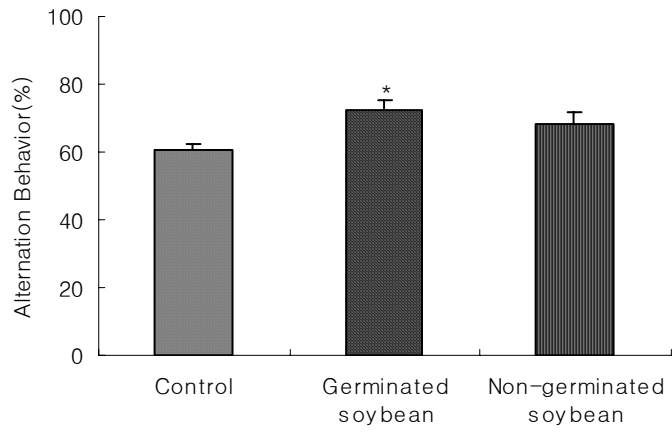


Figure 35. Performance of mice fed experimental diets for 4 and 6 month in Y-maze.

22. Passive avoidance test

전기충격을 통해 기억력을 측정하는 방법으로 기억력 테스트에 널리 사용되는 방법으로서 본 실험에서도 식이 섭취 기간을 달리한 쥐의 기억력을 측정하였다. Figure 16에서 보는 바와 같이 식이 4개월째는 대조군과 대조군이 전기 shock을 더 오랫동안 기억하는 것으로 나타났으며 콩 섭취군과 유의적인 차이를 보였다. 또한 발아콩과 미발아콩군간은 서로 큰 차이가 나타나지 않았으며 유의적 차이 또한 없는 것으로 나타났다. 식이 6개월 섭취한 경우 마찬가지로 대조군이 전기 shock을 기억하는 시간이 길었으며, 그다음으로 미발아콩군순으로 나타났다. 세군 모두에서 유의적 차이는 보이지 않았다. 실험동물을 이용하여 두유를 섭취 시킨 동물 두뇌에서 기타 사료 섭취 동물군에 비해 두뇌조직의 DHA 합성, 함량 측정비교 및 성장력, 활동력, 지능도 비교 등을 실행한 결과 두유가 두뇌성장 및 기억력에 효과적임을 보고하였다. 그리고 콩 lecithin을 넣은 쥐한테 섭취시켰을 때 메모리가 증가한다고 보고(Satoru Suzuki et al., 2001)도 있었다. 그러나 본 실험에서는 콩 식이가 전기 shock을 기억하는 데는 영향을 미치지 못한 것으로 사료된다.

23. Acetylcholine and Acetylcholinesterase activity

식이 섭취 4개월째에서는 cortex의 경우 카제인 섭취군이 발아콩과 미발아콩군에 비하여 높은 acetylcholine 함량을 나타내었다. 발아콩군과 미발아콩군 비교시 발아콩군에서 acetylcholine 함량이 높게 나타났다. hippocampus의 경우 발아콩군에서 acetylcholine 함량이 높게 나타났으나 각 군 간의 유의적 차이는 보이지 않았다.

식이 섭취 6개월 후에 측정된 acetylcholine 함량은 Table 18에 나타내었다. cortex의 경우 식이 4개월째와 마찬가지로 대조군인 카제인 섭취군에서 그 함량이 유의적으로 가장 높게 나타났으며, 발아콩군과 미발아콩군의 비교시 미발아콩군의 cortex의 acetylcholine 함량이 발아콩에 비해 유의적으로 높은 것으로 나타났다($P < 0.05$). 그러나 hippocampus의 경우 발아콩군이 대조군이나 미발아콩군에 비해 acetylcholine의 함량이 유의적으로 상당히 높게 나타났다($P < 0.01$).

식이 섭취 4개월 후 acetylcholinesterase activity 측정결과 cortex와 hippocampus 발아콩 모두에서 발아콩의 activity가 낮게 나타났다. cortex의 경우는 서로 비슷한 경

향을 보였지만 hippocampus에서는 발아콩 군에서 두드러지게 낮은 활성을 나타내었다. 6개월 섭취군의 경우 cortex의 예서는 대조군이 가장 낮은 활성을 나타내었으며, hippocampus의 경우도 마찬가지로 대조군이 가장 낮은 activity를 나타내었고, 그다음으로 발아콩군, 미발아콩군 순으로 나타났다. 식이 4개월과 6개월 모두에서 유의적 차이는 나타나지 않았다.

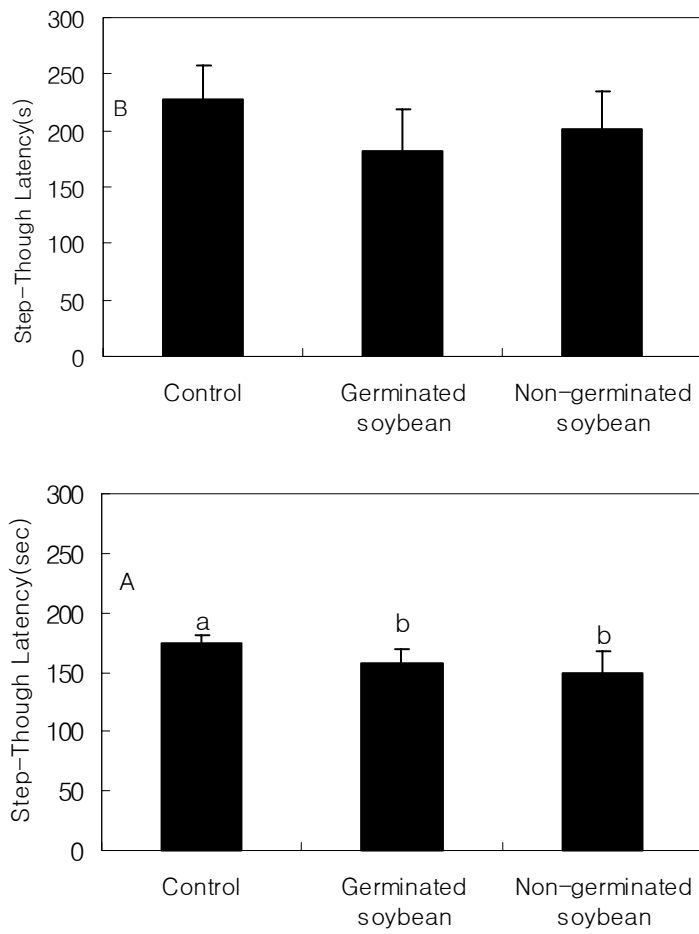


Figure 36. Performance of mice fed experimental diets after 4(A) and 6(B) month in passive avoidance test

Table 62. Acetylcholine contents in the brain of mice fed experimental diets after 4 month.

	(umol/mg protein)	
	Cortex	Hippocampus
Control ²⁾	0.068±0.002 ^{1)a}	0.265±0.013 ^b
GSB ³⁾	0.067±0.003 ^a	0.351±0.037 ^a
NGSB ⁴⁾	0.051±0.003 ^b	0.315±0.021 ^{ab}

Table 63. Acetylcholine contents in the brain of mice fed experimental diets after 6 month.

	(umol/mg protein)	
	Cortex	Hippocampus
Control ²⁾	0.1092±0.005 ^{1)a}	0.439±0.097 ^b
GSB ³⁾	0.085±0.005 ^b	0.8505±0.118 ^a
NGSB ⁴⁾	0.094±0.004 ^b	0.694±0.101 ^{ab}

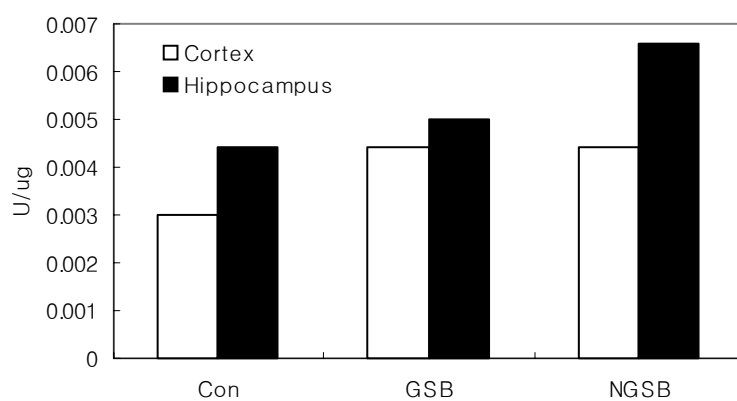
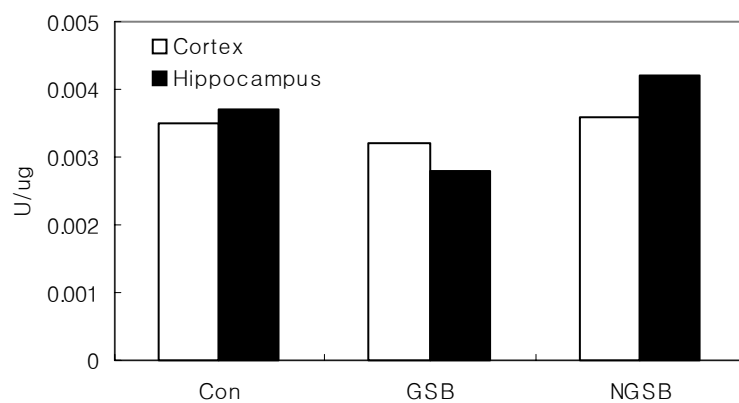


Figure 37. AChE enzyme activity in cortex and hippocampus of female mice fed experimental diet after 4month(up) and 6month(down)

24. Immunohistochemistry

발아콩과 미발아콩이 기억력 향상에 도움이 되는지를 확인하기 위해 발아콩과 미발아콩을 급여한 4개월령과 6개월령 마우스를 대상으로 septohippocampal pathway에서 부교감신경의 투사정도를 대조군과 비교하였다. 그 결과 septohippocampal pathway의 Diagonal band 또는 septum에서 부교감성 신경전달물질의 marker로 사용되는 choline acetyltransferase (ChAT)를 함유한 신경세포의 수가 더 많은 것을 확인할 수 있었다. 특히 4개월령 개체의 경우 대조사료 및 발아콩을 먹인 경우보다 미발아콩을 먹었을 때 ChAT에 면역반응을 보인 신경세포가 Diagonal band에서 유의적으로 많은 것을 확인할 수 있었다. 6개월령 개체의 경우 대조사료를 먹인 경우보다 발아콩 및 미발아콩을 먹었을 때 ChAT에 면역반응을 보인 신경세포가 Diagonal band에서 유의적으로 많은 것을 확인할 수 있었다. 한편 투사되는 부위의 말단인 hippocampus에서 ChAT에 면역반응을 보인 신경세포의 density를 조사한 결과 Diagonal band와 유사한 형태를 확인할 수 있었다. 즉, 4개월령 개체의 경우 대조군에 비해 발아콩이나 미발아콩을 먹인 개체에서 ChAT에 면역반응을 보인 신경세포의 optical density가 높은 것을 확인할 수 있었다. 또한 6개월령에서도 Diagonal band와 유사하게 관찰이 되었으며, 발아콩에서 미발아콩보다 ChAT 염색성이 더 높게 나타났다. 이러한 결과로 미루어 보아 4개월령 개체에서는 미발아콩이 6개월령 개체에서는 발아콩이 인지능력과 관련된 ChAT의 면역반응이 높을 것을 확인할 수 있었다. 또한 기억과 관련된 long term potentiation (LTP)과 관련하여 2nd messenger system과 관련되어 있는 ERK1/2에 대한 면역반응을 확인하였다. 그 결과 정상군에 비해 발아콩이나 미발아콩을 먹인 군에서 ERK1/2에 대한 면역반응이 증가되어 있는 것을 확인할 수 있었으며, 특히 미발아콩을 먹인 4개월령의 경우 ERK1/2 면역반응이 유의적으로 증가된 것을 확인할 수 있었다.

4개월령 대조군의 경우 Diagonal band에서 AC-I에 면역반응을 보인 세포가 일부 관찰되었다. 한편 미발아콩을 급여한 4개월 군에서는 AC-I면역반응세포의 수가 증가하는 것을 관찰할 수 있었으며, 면역반응도 증가하였다. 한편 발아콩을 급여한 군에서도 AC-I 면역반응세포의 수가 대조군에 비해 증가하였으며, 미발아콩 급여군과 비교해서 유의적인 차이는 관찰되지 않았다.

6개월령 대조군의 경우 Diagonal band에서 AC-I에 면역반응을 보인 세포가 거의 관찰되지 않았다. 한편 미발아콩을 급여한 군에서는 일부 AC-I 면역반응을 보인 신경세포를 관찰할 수 있었으며, 통계적으로 유의성을 관찰할 수 있었다. 한편 발아콩을 급여한 군에서도 AC-I 면역반응세포 수가 증가하는 것을 확인할 수 있었으며, 대조군 및 미발아콩 급여군에 비해 AC-I 면역반응세포수가 증가되어 있는 것을 확인할 수 있었다. 4개월령 대조군의 경우 해마의 CA1 영역에서 AC-I 면역반응세포를 관찰할 수 없었다. 그러나 미발아콩 및 발아콩을 급여한 군에서 미약한 면역반응을 관찰할 수 있었으며, 대조군에 비해 통계적 유의성은 관찰되었으나, 미발아군과 발아군 사이의 유의성은 관찰되지 않았다.

6개월령 대조군의 경우 해마의 CA1 영역에서 AC-I에 면역반응을 일부 관찰할 수 있었으며, 미발아콩 투여군과 발아콩 투여군 모두에서도 약한 AC-I면역반응을 관찰할 수 있었다. 그러나 각 군 사이의 AC-I 면역반응의 통계적 유의성을 확인할 수 없었다. 4개월령 대조군의 경우 Diagonal band에서 AC-I 면역반응성이 일부 관찰되었다. 한편 미발아콩을 급여한 급여군에서 PI3 kinase 면역반응성은 급격하게 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 발아콩을 급여한 군에서는 PI3 kinase 면역반응이 급격하게 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 6개월령 대조군 및 미발아콩, 발아콩 투여군의 경우 PI3 kinase 면역반응에 큰 차이를 관찰할 수 없었다. 4개월령 대조군의 경우 해마의 CA1 영역에서 PI3 kinase 면역반응을 관찰할 수 있었다. 한편 미발아콩을 급여한 군에서는 Diagonal band와 마찬가지로 PI3 kinase 가 급격히 증가하는 것이 관찰되었으며, 발아콩을 급여한 군에서는 대조군 및 미발아콩을 급여한 군에 비해 면역반응이 약하게 관찰되었다. 6개월령 대조군의 경우 해마의 CA1 영역에서 PI3 kinase 면역반응성을 관찰할 수 있었으며, PI3 kinase 면역반응은 미발아콩 및 발아콩 급여군에서 감소하는 경향을 확인할 수 있었다. 대두의 주요 생리활성 물질 중 인지능력과 관련이 깊은 물질은 isoflavone, Vitamin E 그리고 레시틴을 들 수 있다. 이들 물질은 기억력과 인지능력을 개선하는데 효과가 있음이 많은 연구들 통해 밝혀지고 있다. isoflavone의 경우 estrogen과 유사한 구조를 가지고 있어 estrogen receptor에 결합하여 estrogenic effect를 나타내게 된다. Estrogen은 neuroprotective 효과를 가지고 있으며, cholinergic neurotransmitter system에 더 영향을 미친다.

Estrogen은 ER α , ER β 두 개의 receptor를 가지고 있으며 isoflavone 또한 구조적 유사함으로 인해 en receptor에 binding 하며 어느 receptor에 binding하느냐에 따라 서로 다른 기능을 발휘한다. 두 receptor는 분포하는 곳도 조금씩 차이가 있다. ER β 은 주로 brain, bone, bladder과 vascular epithelia에서 두 recep발견되었다. 게다가 기억력과 인지능력에 관련된 neocortex, hippocampus, nuclei와 basal forebrain에서도 ER β 에서도 발견되었다. estrogen을 투여한 ovariectomized rat의 hippocampus와 frontal cortex에서 choline acetyltranse activity가 증가하는 것으로 나타났다. Woolley et al(102)은 estrogen replacement therapy가 dendritic spin과 hippocampal pyramidal neuron의 density를 조절한다고 보고하였다. 또한 이윤복은 soy isoflavone이 어린 male rat의 cortex, basal forebrain과 hippocampus의 ChAT enzyme activity를 높이고 ACEh enzyme의 activity의 활성을 억제한다고 보고하였다. Vitamin E 섭취는 뇌의 lipofucin축적을 감소시키고 lipid peroxidation에 대한 방어 효과를 가지고 있다. 또한 cholinergic neuron에서 산화적 stress유발하며, 인지능력에 손상을 일으키는 AF64A 처리시 vitamin E 섭취군에서 water maze 수행능력을 향상시켰다. 뇌에서 Vit E의 농도는 식이 섭취를 통해 증가시킬 수 있다. Pillai et al은 이를 동안 개의 식이에 vit E를 공급한 결과 개의 뇌에서 Vit E 농도가 증가되었음을 보고하였다. 또한 Manji et al의 연구에서는 Vit E 공급은 rat의 hippocampus의 Vit E 농도를 약 50-70%까지 증가시켰다고 하였다. 콩에 함유되어 있는 phospholipid 또한 인지능력 향상에 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타났다. 콩의 주요 phospholipid로서 phosphatidylcholine(PC)과 phosphatidylserin(PS) 등이 있으며 이들은 세포막의 구성 성분으로 central nerve system에서 여러 가지 기능을 발휘하며, 특히 PS는 알츠하이머 병과 노화에 따른 기억력 손상을 개선시키는 것으로 나타났다. 이것은 acetylcholine relase에 관여하며, 어린 mice에게 soybean-transphosphatidylated phosphatidylserine을 섭취시켰을때 acetylcholine을 증가시키고, 인지능력과 관련된 행동학적 시험에서도 그 수행능력이 향상되는 것으로 나타났다. 콩의 섭취로 인한 인지 능력의 향상은 isoflavone 뿐만 아니라 콩에 함유된 다른 생리활성물질과 함께 상승을 나타낼 수 있다고 생각한다. 또한 발아시 그러한 생리활성 물질들이 증가함으로서 그 활성이 더 높게 나타날 것으로 기대된다.

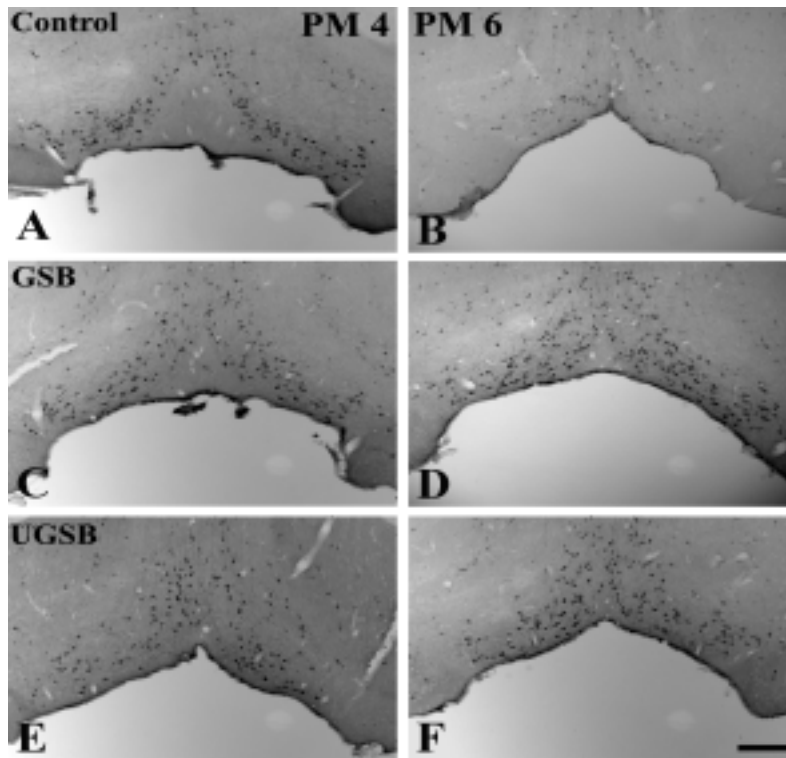


Figure 38. Immunohistochemical staining for ChAT in the Diagonal band in the postnatal month (PM) 4 (A, C, E) and PM 6 group (B, D, F). In control groups (A and B), ChAT immunoreactive neurons are observed in Diagonal band. In germinated soybean (GSB) treated groups (C and D), the number of ChAT immunoreactive neurons are increased compared to control group. In ungerminated soybean (UGSB) treated groups (E and F), the number of ChAT immunoreactivity is increased compared to control group. Bar = 100 μ m.

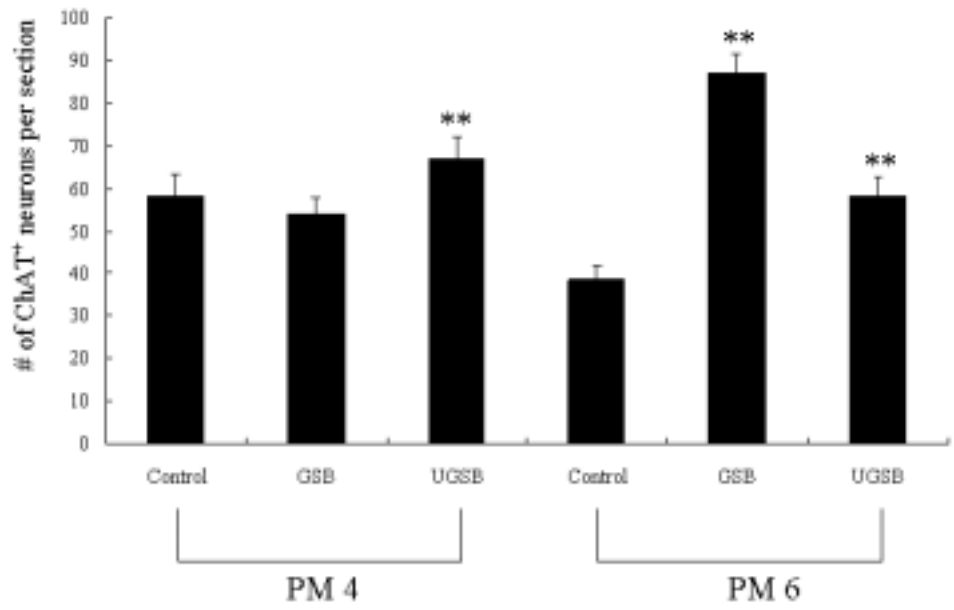


Figure 39. The numeric analysis of ChAT immunoreactive neurons in the mouse brain in PM 4 and PM 6 aged group.

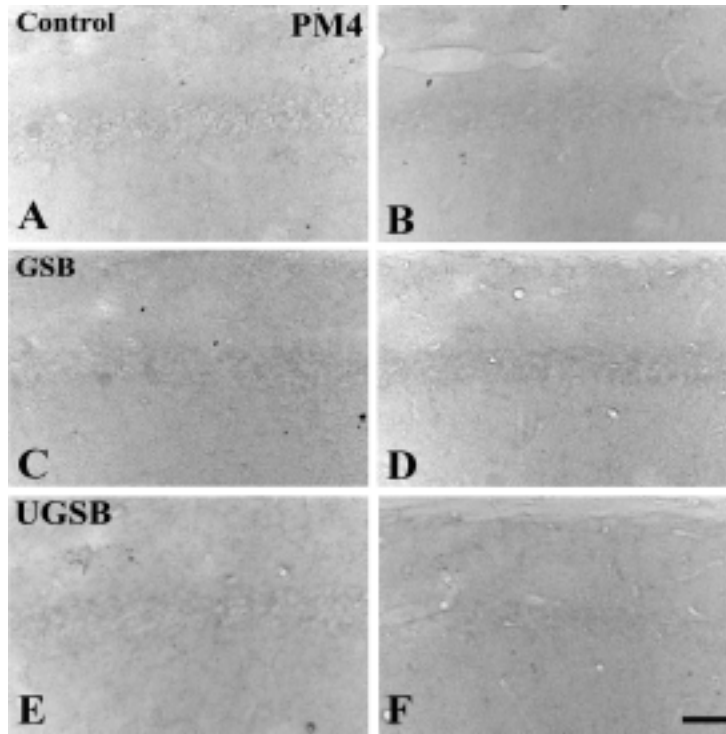


Figure 40. Immunohistochemical staining for ChAT in the hippocampal CA1 region in the postnatal month (PM) 4 (A, C, E) and PM 6 group (B, D, F). In control groups (A and B), ChAT immunoreactive fibers are observed in the hippocampal CA1 region. In germinated soybean (GSB) treated groups (C and D), ChAT immunoreactive fibers are increased compared to control group. In ungerminated soybean (UGSB) treated groups (E and F), ChAT immunoreactive fibers are increased compared to control group. Bar = 100 μ m.

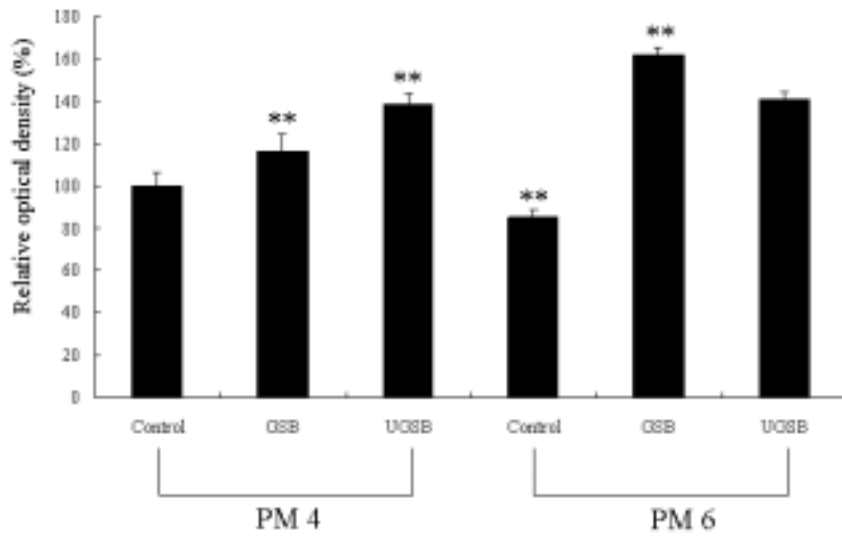


Figure 41. The relative densitometric analysis of ChAT immunoreactive fibers in the hippocampal CA1 region in PM 4 and PM 6 aged group.

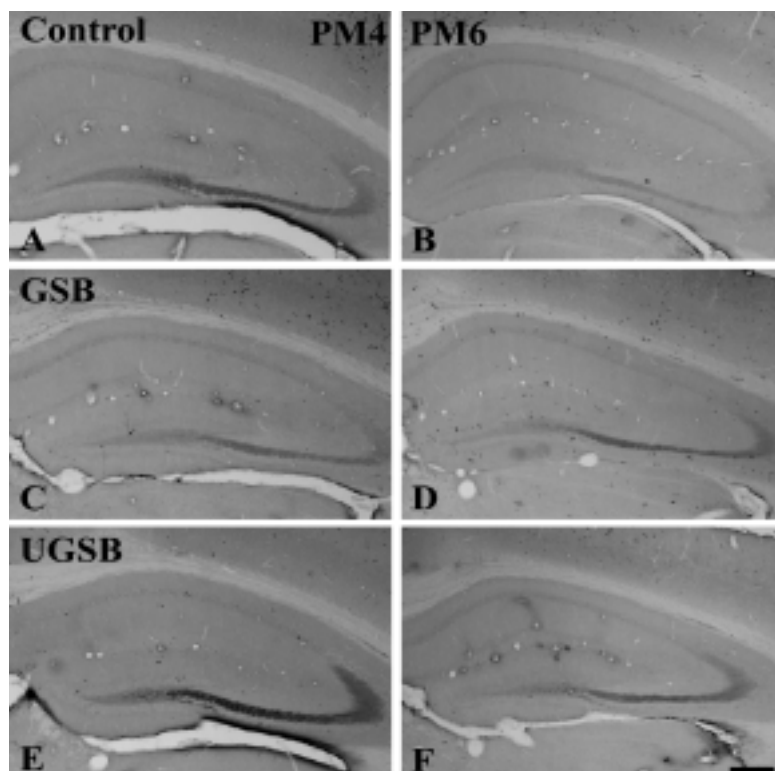


Figure 42. Immunohistochemical staining for phosphorylated form of ERK1/2 (pERK1/2) in the hippocampus in the postnatal month (PM) 4 (A, C, E) and PM 6 group (B, D, F). In control groups (A and B), pERK1/2 immunoreactivity is detectable in the mossy fibers of hippocampus. In germinated soybean (GSB) treated groups (C and D), pERK1/2 immunoreactivity are slightly increased compared to control group, especially in PM 6 group. In ungerminated soybean (UGSB) treated groups (E and F), pERK1/2 immunoreactivity is increased compared to control group. Bar = 100 μ m.

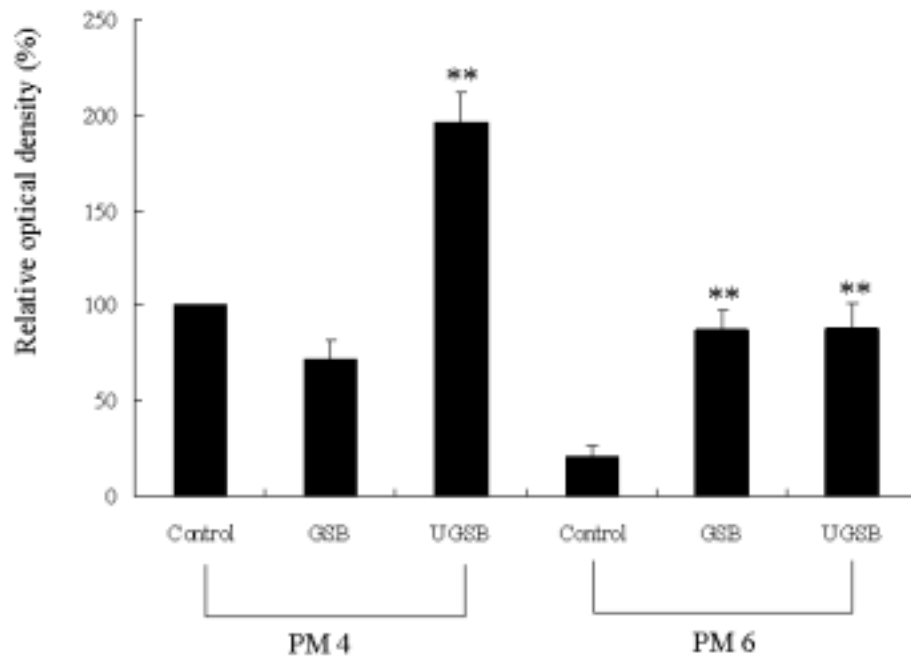


Figure 43. The relative densitometric analysis of pERK1/2 immunoreactive fibers in the hippocampal CA1 region in PM 4 and PM 6 aged group.

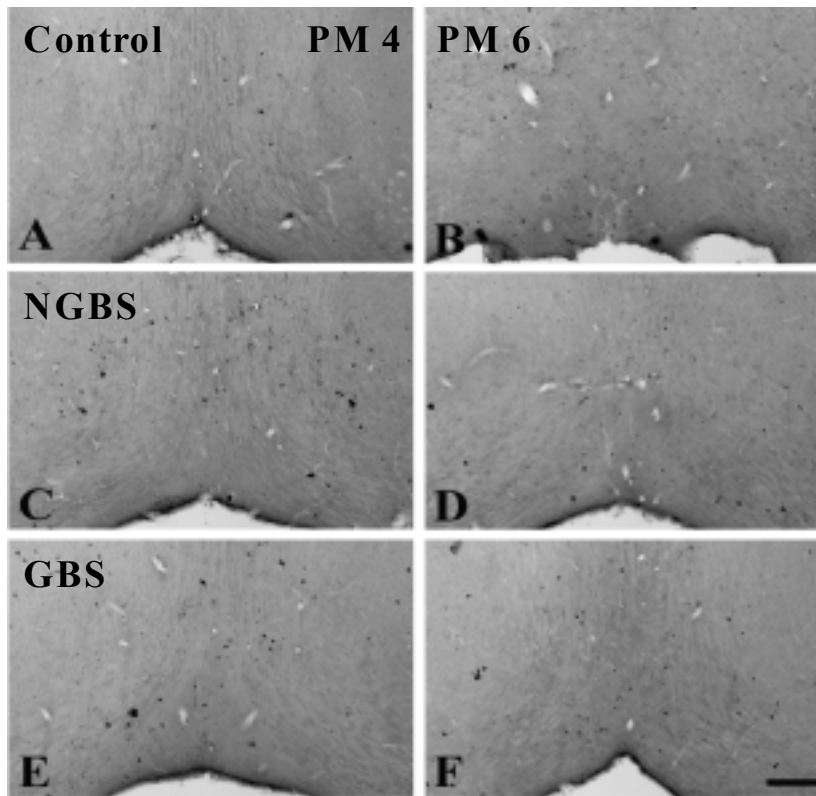


Fig. 44. Immunohistochemical staining for AC-I in the mice basal forebrain in the control (A and B), non-germinated soybean (C and D) and germinated soybean (E and F) treated group by postnatal month 4 (A, C and E) and postnatal month 6 (B, D and F). Note that the number of AC-I immunoreactive neurons is decreased in the Diagonal band in non-germinated and germinated soybean treated group. Bar = 50 μ m.

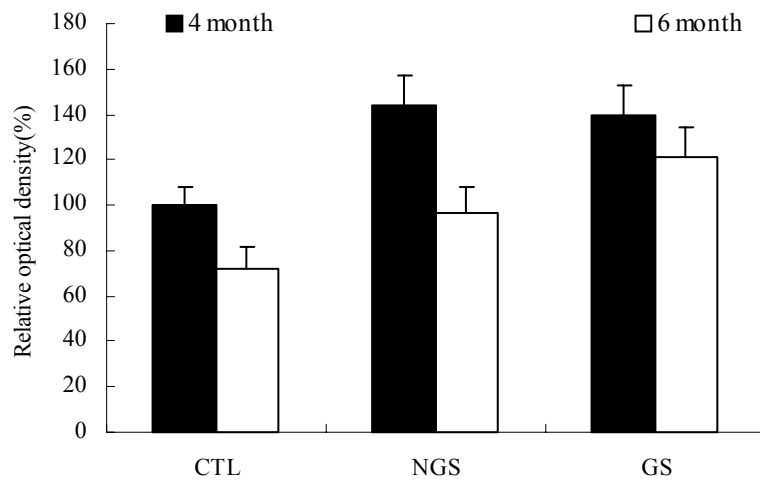


Figure 45. The relative densitometric analysis of AC-1 immunoreactive fibers in the hippocampal CA1 region in PM 4 and PM 6 aged group.

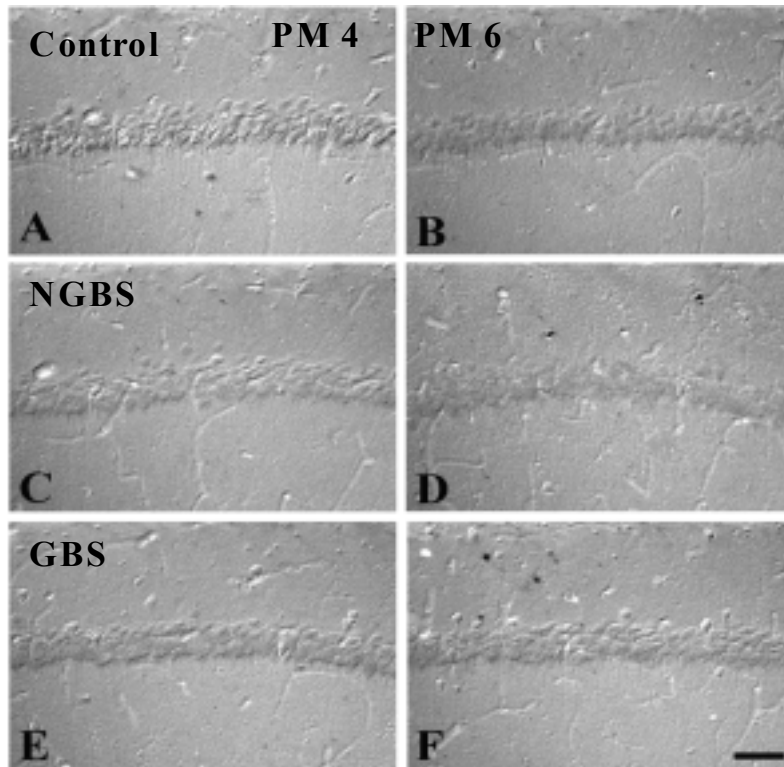


Fig. 46. Immunohistochemical staining for AC-I in the mice hippocampal CA1 region in the control (A and B), non-germinated soybean (C and D) and germinated soybean (E and F) treated group by postnatal month 4 (A, C and E) and postnatal month 6 (B, D and F). Note that the increase of AC-I immunoreactivity is detected in this region in germinated soybean treated 4 month group. Bar = 50 μ m.

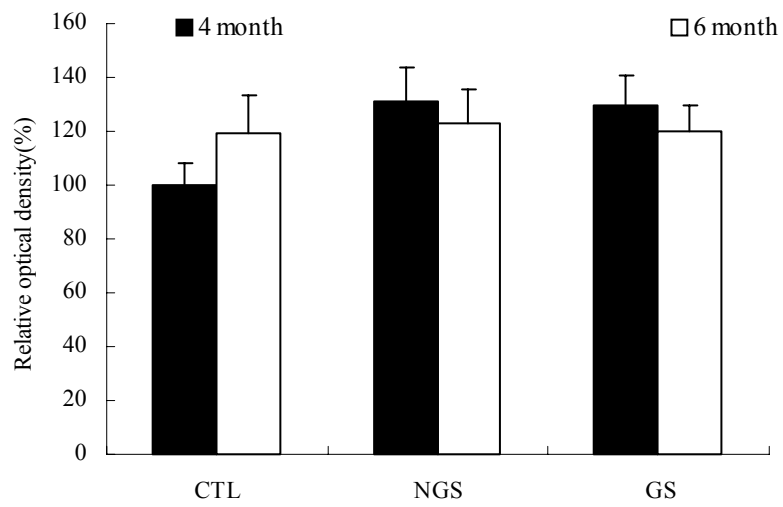


Figure 47. The relative densitometric analysis of AC-1 immunoreactive fibers in the hippocampal CA1 region in PM 4 and PM 6 aged group.

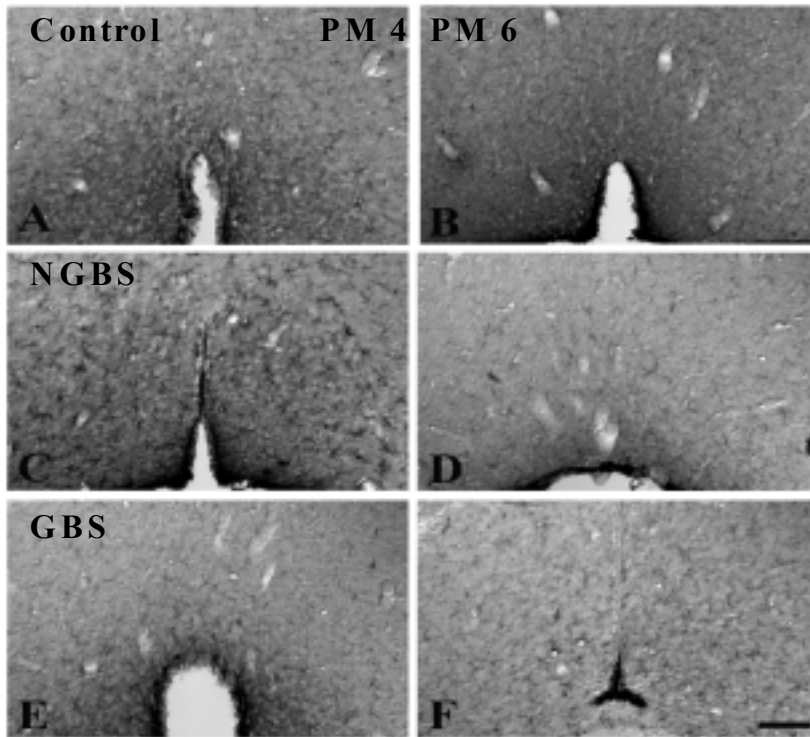


Fig. 48. Immunohistochemical staining for PI3 kinase in the mice basal forebrain in the control (A and B), non-germinated soybean (C and D) and germinated soybean (E and F) treated group by postnatal month 4 (A, C and E) and postnatal month 6 (B, D and F). Note that the PI3 kinase immunoreactivity is significantly increased in the Diagonal band in non-germinated soybean treated 4 month group. Bar = 50 μ m

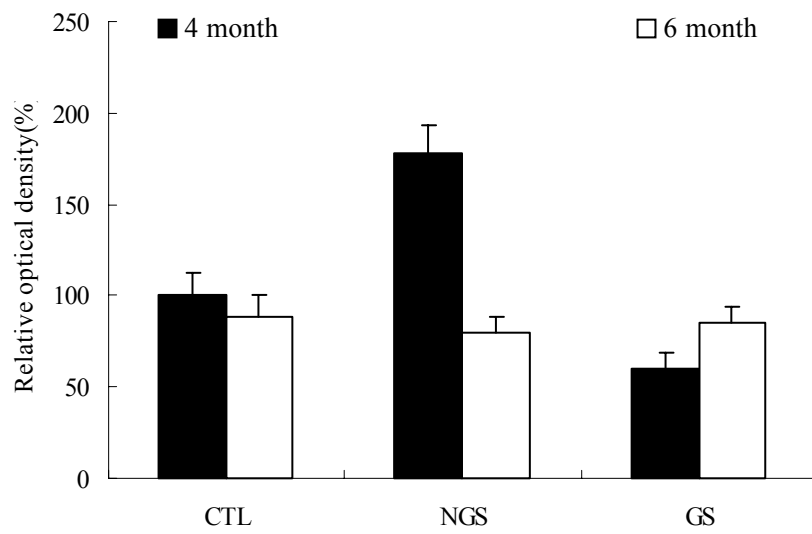


Figure 49. The relative densitometric analysis of PI3 kinase immunoreactive fibers in the hippocampal CA1 region in PM 4 and PM 6 aged group.

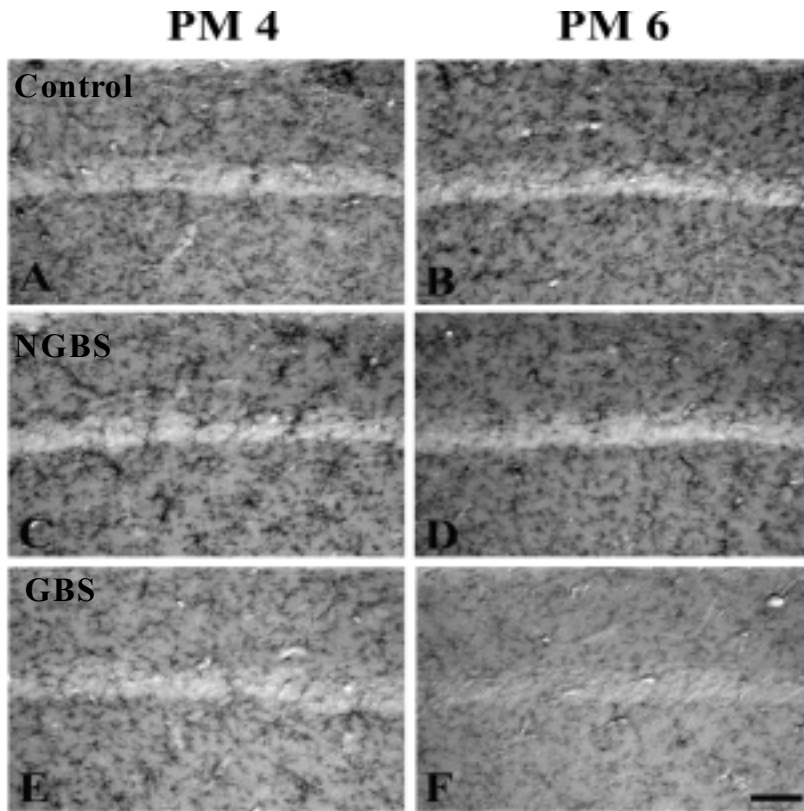


Figure 50. Immunohistochemical staining for PI3 kinase in the mice hippocampal CA1 region in the control (A and B), non-germinated soybean (C and D) and germinated soybean (E and F) treated group by postnatal month 4 (A, C and E) and postnatal month 6 (B, D and F). Note that PI3 kinase immunoreactivity is significantly increased in this region in the non-germinated soybean treated 4 month group and decreased in non-germinated and germinated soybean treated group. Bar = 50 μ m.

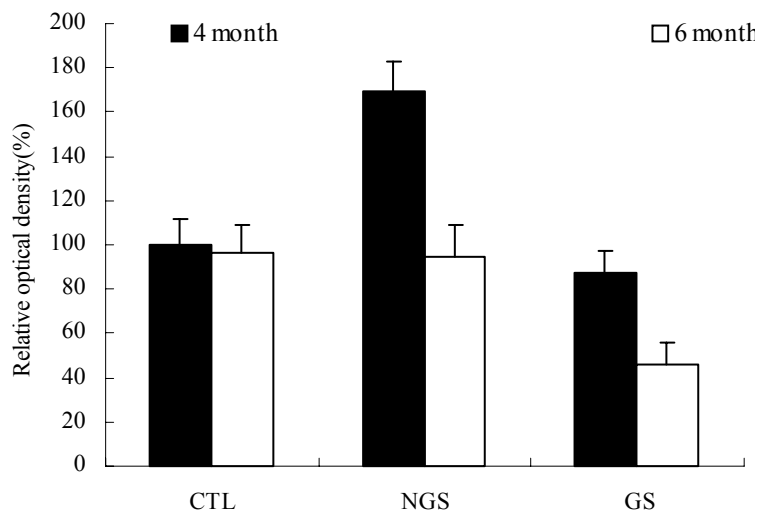


Figure 51. The relative densitometric analysis of PI3 kinase immunoreactive fibers in the hippocampal CA1 region in PM 4 and PM 6 aged group.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

세부과제 및 주요 내용	1차년도				2차년도				3차년도			
	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
○ 발아방법 확립												
- 발아 중 isoflavone의 변화												
- 발아 중 수용성, 불용성 단백질의 변화												
- 품종 및 발아 조건 선정												
○ 발아콩의 가공적성 및 1차적 활용방법 조사												
- 발아콩의 가공적성 조사												
- 1차적 활용방법 조사 (반죽특성, 면류특성)												
○ 발아콩 첨가 제품과 초콩의 제조												
- 발아콩 분말 첨가가 식빵, 라면, 인절미 특성에 미치는 영향												
- 발아콩을 이용한 초콩의 제조 방법조사 및 기능성 성분 조사												
○ 발아콩의 성분 분석												
- 발아콩의 주요 성분 확인												
- 발아콩 기능성 성분 변화 확인												
○ 동물실험을 통한 기능 분석												
- 행동학적 검사를 통한 기능성 확인												
- 뼈 검사를 통한 골다공증 예방 효과 확인												
- 대뇌의 조직학적 검사를 통한 기능성 향상 확인												

..... 당초계획 ————— 진도

1. 발아방법 확립

국산콩 3종과 외국콩 2종에 대하여 발아 품종과 온도, 시간을 확립하기 위하여 isoflavone 함량의 변화를 조사하였다. 결과 실파달 2호를 20℃에서 12시간 발아시켰을 때 1.638 mg/g으로 높았으며 24시간 발아시켰을 때는 1.583 mg/g이었다. 실파달 2호를 30℃에서 24시간 발아시켰을 때 1.727 mg/g으로 가장 높았으나 30℃는 미생물의 증식과 부패로 발아온도로 적합하지 않다고 판단하였다.

2. 발아콩 분말의 가공적성

Isoflavone 함량이 높았던 실파달 2호의 건조분말이 식품에의 적용을 알아보기 위하여 단백질 용해도, 기포성, 유화성 및 수분 유지 흡착력을 조사한 결과 원료콩분말과 큰 차이가 없어 식품에의 적용이 가능할 것으로 판단하였다.

3. 발아콩의 식품에의 활용

실파달 2호의 발아콩분말을 국수, 라면, 식빵, 인절미에 적용하여 특성을 알아보았다. 발아콩분말이 첨가량이 늘어날수록 반죽의 호화점도와 점탄성은 감소하였으며, 국수의 노란색은 짙어지고 hardness는 감소하였다. 관능검사의 결과 발아콩분말의 첨가량은 12%가 가장 좋게 나타났다.

라면에 발아콩분말을 첨가하였을 때 hardness는 감소하였다. 발아콩분말의 첨가량이 늘어날수록 라면의 isoflavone 함량은 늘어났으며 복합분에 비해 1-4 mg%가 향상되었다. 조리된 라면의 관능검사 결과 발아콩분말의 첨가량이 늘어날수록 노란색이 증가하였고 고소한 맛과 콩비린 맛은 유의적으로 증가하였고, 기호도를 검사한 결과 발아콩분말의 첨가량은 8%까지가 적당하다고 사료되었다.

식빵에 발아콩분말을 첨가하여 제조하였을 때 빵의 무게는 증가하였으며 부피와 반죽의 호화점도와 점탄성은 감소하였다. 빵을 제조한 후 isoflavone의 함량은 1-4 mg%가 증가하였다. 빵의 texture 특성은 경도, 검성, 부서짐성은 증가하고 응집성은 감소하였다. 빵의 관능검사 결과 발아콩분말의 첨가량이 늘어날수록 고소한 향미는 증가하였으며 12-16%의 발아콩분말을 첨가하면 기호도가 떨어지는 것으로 보아 발

아콩분말을 8%까지 첨가하는 것이 바람직하다고 생각된다. 인절미에 발아콩분말을 첨가하면 경도, 검성은 증가하였으며 응집성은 감소하였다. 인절미의 경도변화는 20℃에서 24시간 이후 발아콩분말을 8% 첨가하였을 때가 경도가 가장 낮았으며 4℃에서 24시간 이후 발아콩분말을 12% 첨가하였을 때가 가장 낮았다. 기호도 검사 결과 발아콩분말이 12-16%가 첨가된 인절미는 기호도가 낮았으므로 8%까지 첨가하는 것이 바람직하다고 생각된다.

발아콩을 이용하여 초콩을 제조하였을 때 절임기간이 늘어남에 따라 isoflavone의 함량은 미발아초콩은 125.1 mg%에서 165.7 mg%로 32%가 향상되었고 발아초콩은 128.3 mg%에서 208.6 mg%로 63%가 향상되었다. 또한 glycosides type에 대한 aglycone type의 비율은 미발아초콩은 100 : 27, 발아초콩은 100 : 48로 발아와 산절임에 의해 aglycone으로의 전환을 확인할 수 있었다. 미발아초콩과 발아초콩의 Oligo 당 함량은 절임시간이 길어질수록 감소되다가 절임 240시간이후 완전히 분해되었고 절임액으로 유출되었던 oligo 당은 절임 360시간이후에 검출되지 않았다.

4. 기여도

발아콩분말을 첨가하여 개발된 제품은 다양한 생리활성물질을 함유하고 있으므로 만성질환 예방효과를 기대할 수 있고 이로 인하여 가공식품의 품질이 향상되고 경쟁력이 강화된 고부가가치 상품이 생산 될 것이다. 본 연구에서 적용한 제품은 국수, 라면, 식빵, 인절미로 일상생활에서 이용 빈도가 높고 모든 연령층에서 소비가 가능하므로 이를 지속적으로 이용한다면 국민의 건강증진 차원에서 긍정적인 효과를 거둘 수 있으리라 기대한다. 특히 발아초콩은 생리활성물질이 인체에 흡수되기 쉽게 전환이 되어 건강보조제로써의 역할을 기대할 수 있겠다.

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

건강에 대한 관심이 증대되면서 생리활성성분에 대한 식품에의 적용이 늘고 또한 수요가 증가하고 있는 추세에서 isoflavone은 만성질환에 효과적이라고 보고되어지고 있다. 특히 콩에 다량 함유되어 있으며 가열처리, 발효, 산처리, 발아 등에 의해 성분의 전환이 일어나서 생체이용률을 높인다. 그리하여 식품가공에서 발아콩분말의 첨가는 상당히 긍정적일 수 있다. 하지만 전분이 거의 없으므로 복합분 상태로 가공되는 식품에서는 제조시 문제가 발생할 수 있으므로 변성전분이나 활성 글루텐으로 단점을 보강한다면 활용될 수 있는 분야는 더욱 넓어질 것으로 판단된다.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

해당사항 없음

제 7 장 참고문헌

- A.O.A.C. : Official Methods of Analysis, 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia(1995)
- AACC : Approved Methods. 9th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA(1995)
- Ali, A.A., Velasquez, M.T., Hansen, C.T., Mohamed, A.I., Bhatena, S.J. Effects of soybean isoflavones, probiotics, and their interactions on lipid metabolism and endocrine system in an animal model of obesity and diabetes. *J Nutr Biochem*, 15(10): 583-90, 2004
- Amen, R. *Am. Sci* 51:408-24, 1963
- Anderson J.J and Garner S.C. phytoestrogens and Bone. *Baillieres Clin Endocrinol. Metab*, 12:345-350, 1998
- Anthony, M.S. Soy and cardiovascular disease: cholesterol lowering and beyond. *J Nutr*, 130:662S-663S, 2000
- Ariyo, Villablanca A.C., Estrogens and lipids. Can HRT designer estrogens and phytoestrogens reduce cardiovascular risk marker after menopause? *Postgrad Med*, 111: 23-30, 2002
- Arjmandk, B.H., Smoth, B.J. Soy isoflavones'osteoprotective role in postmenopausal women: mechanism of action. *J Nutr Biochem*, 13:130-137, 2002
- Bae J. H., U, H. S., Choe, H. J. and Cheong, C. : Quality characteristics of the white bread added with onion powder. *Korean J Food Sci Technol* 35(6): 1124-1128(2003)
- Bae, E.A. and Moon, G-S. A study on the antioxidative activities of Korean soybeans. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 26:203-208, 1997
- Bae, S. H., Lee, C., Lee, S. W., Yoon, C. S., and Chung, S. H. : Effect of synnemata of beauveria bassiana on the properties of noodle. *Korean J. Food & Nutri.* 16(2): 158-164(2003)

- Beachat, L. R. : Functional and electrophoretics of succinylated peanut flour protein, *J. Agric. Food Chem.*, 25(2): 258(1977)
- Beaton, G.H. Fortification of Foods for Refugee Feeding Report to Canadian International Development Agency. August, 1995
- Behl, C., Widmann, M., Trapp, T., Holsoer, F. 17- β -Estradiol protects neuron from oxidative stress-induced cell death in vitro. *Biochem Biophys Res Commun*, 216: 473-482, 1995
- Bligh, E.G. and Dyer, W.J.A. Rapid method of total lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol*. 37: 911-917. 1959
- Bonithon-Kopp, C., Scarabin, P.Y., Dame, B., Malmejac, A., Guize, L. Menopause-related changes in lipoproteins and some other cardiovascular risk factor. *Int J Epidemiol*, 19: 42-4, 1990
- Brown, B.E., Meada, E.M., Butterlie, J .R. *J Am Oil Chem Soc*, 39: 327, 1962
- Busby, M.G., Jeffcoat, A.R., Bledon, L.T., et al. Clinical characteristics and pharmacokinetics of purified soy isoflavones: single-dose administration to healthy men. *Am J Clin Nutr*, 75:126-136, 2002
- Cai Q., Wei, H. Effect of dietary genistein on antioxidant enzyme activities in SENCAR mice. *Nutr Cancer*, 25(1): 1-7, 1996
- Camacho, L., Sierra, C., Campos R., Guzman, E., Marcus, D. National changes caused by the germination of legumes commonly eaten in Chile. *Arch. Latinoam Nutr*, 43: 283-290, 1992
- Cha, B. Y. Changes of Nitrogen Compounds and Nutritional Evaluation of Soybean Sprout: Changes of amino acid composition. *J Korean Agric Chem Soc*,24(2):94-100,
- Chang, H. G. : Quality characteristics of sponge cakes containing various levels of millet flour. *Korean J Food Sci Technol*. 36(6): 952-958(2004)
- Chang, J.S., Lee, B.S., Kim, Y.G. Changes in γ -aminobutyric acid(GABA) and

- main constituents by treatment conditions and of anaerobically treated green tea leaves. *Korean J Food Sci Technol* 24: 314-319, 1992
- Chien, J. T, Hsieh, H. C, Kao, T. H., and Chen, B. H. : Kinetic model for studying the conversion and degradation of isoflavones during heating. *Food Chemistry*. 91(3): 425-434(2005)
- Cho, J. A. and Cho, H. J. : Quality properties of injulmi made with black rice. *Korean J Soc Food Sci*. 16(3): 226-231(2000)
- Choi J.S., Kwon, T.W., Kim, J.S. Isoflavone contents in varieties of soybean. *Foods Biotech.*, 5:167-171, 1996
- Choi, H.D., Park, Y.K., Kim, Y.S., Chung, C.H., Park, Y.D. Effect of pretreatment conditions on γ -aminobutyric acid content of brown rice and germinated brown rice. *Korean J food Sci Technol* 36(5): 761-764, 2004
- Choi, O. J., Kim, Y. D., Kang, S. K., Jung, H. S., Ko, M. S., and Lee, H. C. : Properties on the quality characteristics of bread added with angelica keiskei kodiz flour. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28(1): 118-125(1999)
- Cillard, J., Cillard, P. *J Am Oil Chem Soc*, 51:39, 1980
- Clarkson, T.B. Soy, soy phytoestrogens and cardiovascular disease. *J nutr*, 132: 566S-569S, 2002
- Cohen, L.A., Zhao, Z., Pittman, B., Scimeca, J.A. Effect of intact and isoflavone-depleted soy protein on NMU-induced rat mammary tumorigenesis. *Carcinogenesis*, 21:926-935, 2000
- Cohen, L.A., Zhao, Z., Pittman, B., Scimeca, J.A. Effect of intact and isoflavone-depleted soy protein on NMU-induced rat mammary tumorigenesis. *Carcinogenesis*. 21: 929-935, 2000
- Cos P De Bruyne, T., Apers, S., Vanden, B.D., Pieters, L., Vlietinck, A.J. phytoestrogens: recent developments. *Planta Med*. 69: 589-599, 2003
- de Aloysio, D., Gambacciani, M., Meschia, M., Pansini, F., Modena, A.B., Bolis,

- P.F., Masspbrio, M., Maiocchi, G., Peruzzi, E. Icarus Study Group. The effect of menopause on blood lipid and lipoprotein levels. *Atherosclerosis*, 147 :147-153, 1999
- Diuric, Z., Chen, G., Doerge, D.R., Heilbrun, L.K., Kucuk, O. Effect of soy isoflavone supplementation on oxidative stress in men and women. *Cancer Lett*, 172:1-6, 2001
- Duffy, R., Wiseman, H., File S.E. Improved cognitive function in postmenopausal women after 12 weeks of consumption of soya extract containing isoflavones. *Pharmacol Biochem Behav*, 75:721-729, 2003
- Ellman, G.L., Courtney, D.K., Andres, V., Jr & Reatherstone, R.M. A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochem. Pharmacol.* 7: 88-95, 1961
- el-Mahdy, A.R., Moharram, Y.G., Abou-Samaha, O.R. Influence of germination on the nutritional quality of lenti seeds. *Z Lebensm Unters Forsch*, 181: 318-320, 1985
- File, S.E., Jarrett, N., Fluck, E., Duffy, R., casey, K., Wiseman, H. Eating soya improves human memory. *Psychopharmacology(Berl)*. 157: 430-436, 2001
- Fournier, D.B., Erdman, J.W Jr., Gordon, G.B. Soy, its components, and cancer prevention: a review of the in vitro, animal, and human data. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, 7:1055-1065, 1998
- Franzen, K. L. and Kinsella, J. E. : Functional properties of succinylated and acetylated soy protein, *J. Agric. Food Chem.*, 24(4): 788(1976)
- Fukui, K., Tachibana, N., Wanezaki, S., et al, Isoflavone-free soy protein prepared by column chromatography reduces plasma cholesterol in rats. *J Agric Food Chem*, 50: 5717-5721, 2002
- Gardner, C.D., Newell, K.A., Cherin, R., Haskell, W.L. The effect of soy protein with or without isoflavone relative to milk protein on plasma lipids in hypercholesterolemic postmenopausal women. *Am J Clin Nutr*, 73: 728-735, 2001

- Genovese M.I., Lajolo F.M. Isoflavone on soy-based foods consumed in Brazil: levels, distribution and estimated intake. *J Agric Food Chem*, 50:5987-5993, 2002
- Glasser, S.P., Selwyn, A.P., Ganz, P., Atherosclerosis: Risk factors and the vascular endothelium. *Am Heart J*, 131: 379-384, 1996
- Goodman-Gruen, D., Kritiz-Silverstein, D. Usual dietary isoflavone intake is associated with cardiovascular disease risk factor in postmenopausal women. *J Nutr*, 131: 1202-1206, 2001
- Ha, K, H, and Shin D, H, : Characteristics of noodle made with composite flours of perilla and wheat. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 28: 1256-1259(1999)
- Hamosh, M., Hamosh, P. The effect of estrogen on the lipoprotein lipase activity of rat adipose tissue. *J Clin Invest*, 55: 1132-1135, 1975
- Harabin, A.L., Braisted, J.C., Flynn, E.T. Response of antioxidant enzymes to intermittent and continuous hyperbaric oxygen. *J Appl Physiol*, 69: 328-335, 1990
- Hawrylewicz, E.J., Zapata, J.J., Blair, W. H. Soy and experimental cancer: Animal studies. *J Nutr*, 125:698S-708S, 1995
- Heine, P.A., Taylor, J.A., Iwamoto, G.A., Lubahn, D.B., Cooke, P.S. Increased adipose tissue in male and female estrogen receptor- α knockout mice. *Proc Natl Acad Sci USA*, 97: 12729-12734, 2000
- Hideyuki, A., Ichiyo U., Keiko, T., Yuji, F., Yasushi, E., Kenshiro, F. The production of a New Tempeh-like Fermented Soybean Containing a high level of γ -Aminobutyric acid by anaerobic incubation with *Rhizopus*. *Biosci. Biotechnol. Biochem*, 67(5): 1018-1023, 2003
- Hong, Y. M., Kim, J. S., Kim, D. W. and Kim, W. J. : Effect of whole soy flour on the properties of wet noodle. *Korean J. Food & Nutr.* 16: 417-422(2003)

- Hu, C.C., Hsiao, C.H., Huang, S.Y., Fu, S.H., lai, C.C., Hong, T.M., Chen, H.H., Lu, F.J. Antioxidant activity of fermented soybean extract. *J Agric Food Chem*, 8(18): 5735-5739, 2004
- Hyun, Y. H. Hwang, Y. K. and Lee, Y. S. : A study of cooking properties of the noodle made of composite flour with green tea powder, *J. East Asian Soc. Dietaty Life*, 11(4): 295(2001)
- International Association for Cerial Science and Technology (ICC) : Rapid pasting method using the Rapid Visco Analyser, ICC-Standard Draft, Vienna (1994)
- Jeon S.H., Lee K.A., Byoun, K.E. .Studies on Changes of Isoflavone and Nutrients during Germination of Soybean Varieties. *Kor Life Sci*,14(3):485-489,2005
- Joakimsen, O., Bonna, K.H., Stensland-Bigge, E., Jacobsen, B.K. Population-based study of age at menopause and ultrasound assessed carotid atherosclerosis: The Tromso Study. *J Clin Epidemiol.*, 53(5): 525-530, 2000
- Jones, M.E., Thorburn, A.W., Britt, K.L., Wreford, N.G., Proietto, J., Oz, O.K., Leury, B.J., Roberston, K.M., Yao, S., Simpson, E.R. Aromatase-deficient(ArKO) mice have a phenotype of increased adiposity. *Proc Natl Acad Sci USA*, 97: 4295-4308, 2000
- Jung, D. S., Lee, F. Z. and Eun, J. B. : Quality properties of bread made of wheat flour and black rice flour. *Korean J Food Sci Technol.* 34(2): 232-237(2002)
- Kang, M. Y., Choi, Y. H. and Choi, H. C. : Interpretation between physicochemical properties of milled rice and retrogradation of rice bread during cold storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26(5): 886-891(1997)
- Kaufman, H., Vadasz, C., Lajtha, A. Effects of estradiol and dexamethasone on choline acetyltransferase activity in various rat brain regions *Brain Res*, 453:

389-392, 1988

- Kawano-Takahashi, Y., Ohminami, H., Okuda, I., et al. Effect of soya saponins on gold thioglucose(GTG) induced obesity in mice. *Int J Obes*, 10: 293-302, 1986
- Keum, J. H., Oh, M. J. and Kim S. Y. : Purification and properties of soybean α -galactosidase. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 24(3): 249-257(1991)
- Kim, C. S. : Degree of retrogradation of non-waxy and waxy rice cakes during storage determined by DSC and Enzymatic methods. *Korean J Soc Food Sci.* 12(2): 186-192(1996)
- Kim, D. H., Yum, C. A. and Kim, W. J. : Kinetic study of hydrations and volume changes of soybeans during soaking. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 33(1): 18-23(1990)
- Kim, H. R., Hong, J. S., Choi, J. S., Han, G. J., Kim, T. Y., Kim, S. B. and Chun, H. K. : Properties of wheat noodle changed by the addition of Sanghwang mushroom(*Phellinus linteus*) powder and extract. *Korean J. Food Sci. Technol.* 37(4): 579-583(2005)
- Kim, I. H., Ha, S. C. and Rhee, I. K. : Rheological changes of dough and breadmaking qualities of wheat flour with additions of soy flour. *Korean J Food Preservation* 9(4): 418-424(2002)
- Kim, J. S. and Yoon, S. : The changes of α -galactosidase activities and stachyose and raffinose contents during fermentation of soybeans. *Korean J. Soc. Food Sci.* 14(5): 509-512(1998)
- Kim, J. S., Kim, J. K. and Kim, W. J. : Changes of isoflavone contents in soybean cultivars pickled in persimmon vinegar. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36(5): 833-836(2004)
- Kim, M. H. and Shin, M. S. : Quality characteristics of bread made with brown rice flours of different preparations. *Korean J Soc Food Cookery*

- Sci 19(2): 136-143(2003)
- Kim, S. K. and Kim, I. H. : Effect of tetrasodium polyphosphate peroxidate on quality of kalguksu, Korean J. Food Sci. Tech., 30(5): 1064(1998)
- Kim, S. K. and Lee, A. R. : Effect of frying temperatures and times on cooking properties of ramyon. Korean J. Food Sci. Technol. 22(2): 215-220 (1990)
- Kim, W. J., Lee, H. Y., Won, M. H. and Yoo, S. H. : Germination effect of soybean on its contents isoflavones and oligosaccharides. Food Sci. Biotechnol. 14(4): 498-502(2005)
- Kim, W. J., Smit, C. J. B., and Nakayama, T. O. M., : The removal of oligosaccharides from soybeans. Lebensm.-wiss. u. Technol. 6(6): 201-204(1973)
- Kim, Y.K., Shim, J. Y., Lee, H.O., Yang S.O., Om, A.S. Study on bone metabolism in growing rats by feeding soy isoflavone, genistein. Korea Soybean Digest, 20(2): 71-78, 2003
- Kim, Y.S., Kim, J.G., Lee, Y.S., Kang I.J. Comparison of the chemical components of buckwheat seed and sprout. J Korean Soc Food Sci Nutr, 34(1): 81-86, 2005
- Kinzel, W. Frost and Licht, Neve Tabellen Stuttgart: Eugen Ulmg, 1926
- Kitagawa, I., Yoshikawa, M., Hayashi, T., Taniyama, T. Quantitative determination of soyasaponins of various origins and soybean products by mean of HPLC. Yakugaku Zasshi 104(3): 275-279, 1984
- Klein, B.P., Perry, A.K., Adair, N. Incorporating soy proteins into barked products for use in clinical studies. J Nutr, 125: 666S-674S, 1995
- Korean Ginseng & Tobacco Research Institute, Methods of Ginseng component analysis, Jeil Publishing Corp, Korea 1991
- Kreijkamp-Kaspers, S., Kok, L., Grobbee, D.E., de Haan, E.A., Aleman, A., Lampe, J.W., et al. Effect of soy protein containing isoflavones on cognitive

- function, bone mineral density, and plasma lipids in postmenopausal women: a randomized controlled trial JAMA., 292: 65-74, 2004
- Kritz-Silverstein, D., Von Muhlen, D., Barrett-Conner, E., Bressel, M.A. Isoflavones and cognitive function in older women. the Soy and Postmenopausal women Health In Aging(SOPHIA) Study. Menopause, 10:196-202, 2003
- Kwon, E. A., Chang, M. J. and Kim, S. H. : Quality characteristics of bread containing laminaria powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 32(3): 406-412(2003)
- Kwon, M. Y., Lee, Y. K. and Lee, H. G. : Sensory and mechanical characteristics of heunmi-nokcha-injulmi supplemented by green tea powder. 대한가정학회지 34(2): 329-339(1996)
- Lamartiniere, C.A., Cotroneo, M.S., Fritz, W.A., Wang, J., Mentor-Marcel R., Elgavish, A. Genistein chemoprevention: timing and mechanism of action in murine mammary and prostate. J. Nutr. 132:552S-558S, 2002
- Le Marchand, L. Cancer preventive effects of flavonoids: a review. Biomed Pharmacother, 56: 296-301, 2002
- Lee, H. S. : Improvement of isoflavone in soybean by germination and utilization of germinated whole soybean flour in noodle. Ph. D thesis, University of Sejong, Kunjadong, Seoul, Korea. (2005)
- Lee, I.B., Chan, K.W. Changes in concentration of tocopherols and fatty acids during germination and maturation of soybean(Glycin max). J Korean Agric Chem Soc, 36(2): 127-133, 1993
- Lee, K. H. and Kim, H. S. : Preparation and evaluation of dried noodle products made from composition flours utilizing rice and wheat flours, Korean J. Food Sci. Technol., 13(1): 6(1981)
- Lee, M. G., Kim, S., Lee, S. H., Oh, S. L. and Lee, S. W. : Effects on retrogradation of Injeulmi (Korean glutinous rice cake) added with

- the macerated tea leaves during storage. *Hanguk Nonghwahak Hoechi*, 33(4): 277-281(1990)
- Lee, Y. H., Jung, H. O., and Rhee, C. O., : Solids loss with water uptake during soaking of soybeans. *Korean J. Food Sci. Technol.* 19(6): 492-498(1987)
- Levine, G.N., Keaney, J.F., Jr Vita J.A. Cholesterol reduction in cardiovascular disease: Clinical benefits and possible mechanisms. *N Eng J Med*, 332: 512-521, 1995
- Lissin, L.W., Cooke, J.P. Phytoestrogens and cardiovascular health. *J Am Coll Cardiol.*, 35: 1403-1410, 2000
- Lund, T.D., West, T.W., Tial, L.Y., Bu, L.H., Simmons, D.L., Setchell, K.D., et al. Visual spatial memory if enhanced in female rats(but inhibited in male)by dietary soy phytoestrogens. *MBC Neurosci*, 2: 20, 2001
- Mayer, A.M. and Polijakoff-Mayber. *The Germination of seeds*, New York: Macmillan, 1963
- McElroy, J.F., Wade, G.N. Short- and long-term effects of ovariectomy on food intake, body weight, carcass composition, and brown adipose tissue in rats. *Physiol Behav*, 39: 361-365, 1987
- Messina, M. Moder applications for an ancient bean: Soybeans and the prevention and treatment of chronic disease. *J Nuri*, 125:567S-569S, 1995
- Messina, M. Soyfoods and soybean phytoestrogens(isoflavone) as possible alternatives to hormone replacement therapy(HRT). *Eur J Cancer*, 36(4):S71-S72, 2000
- Metcalf, L.D., Schumitz, A.A., Pelk, J.R. Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. *Anal Chem*, 38: 514-522 1996
- Meydani, M., Macauley, J.B., Blumberg, J.B. Effect of dietary vitamin E and selenium on susceptibility of brain regions to lipid peroxidation. *Lipids*, 51: 621-623, 1988

- Miltyk, W., Craciunescu, C.N., Fischer, L., et al. Lack of significant genotoxicity of purified soy isoflavones (genistein, daidzein, and glycitein) in 20 patients with prostate cancer. *Am J Clin Nutr.*, 77:875–882, 2003
- Mita, T., Nikai, K., Hiraoka, T., Matsuo, S., and Matsumoto, H. : Physicochemical studies on wheat protein foams, *J. Colloid Interface Sci.*, 59: 172(1977)
- Mohamed, M.K., Abdel-Rahaman, A.A. Effects of long-term ovariectomy and estrogen replacement on the expression of estrogen receptor gene in the female rats. *Eur J Endocrinol*, 142: 307–314, 2000
- Monji, M., Morimoto, N., Okuyama, I., Yamashita, N., Tashiro, N. Effect of dietary vitamin E on lipofuscin accumulation with age in the rat brain. *Brain Res*, 634: 62–68, 1994
- Mott, D.D., Lewis, D.V. *Science*, 252: 1718–1720, 1991
- Naaz, A., Yellayi, S., Zakroczymski, M.A., Bunick, D., Doerge, D.R., Lubahn, D.B., Helferich, W.G., Cooke, P.S. The soy isoflavone genistein decreases adipose deposition in mice. *Endocrinology*, 144(8):3315–20, 2003
- Naim, M.B., Gesterner, A., Bondi, B., Birk, Y. Antioxidative and antithrombotic activities of soybean isoflavones. *J Agric Food Chem.*, 24(6): 1174–1177, 1976
- Nanna, I.A., Phillips, R.D. Amino acid composition, protein quality and water soluble vitamin content of germinated cowpeas (*Vigna unguiculata*). *Plant Foods Hum. Nutr.*, 39:1 87–200, 1989
- Oh, B.Y., Park, B.H., Ham, K.S. Changes of saponin during the cultivation of soybean sprout. *Korean J Food Sci Technol* 35(6): 1039–1044 2003
- Oh, S.H., Choi, W.G. Production of the quality germinated brown rice containing high γ -amino acid butyric acid by chitosan application. *Korean J Biotechnol Bioeng*, 15: 615–620, 2000
- Oh, S.H., Lee, I.T., Park, K.B., Kim, B.J. Changes in the levels of water soluble protein and free amino acids in brown rice germinated in a chitosan/glutamic

- acid solution. Korean J Biotechnol. Bioeng. 17: 515-519, 2002
- Orr W.C., Sohal, R.S. Extension of life-span by overexpression of superoxide dismutase and catalase in *Drosophila melanogaster*. Science, 263: 1128-1130, 1991
- Osborne, D.R., Voot, P., Stewart, G.F., Mark, E.M., et al. The analysis of nutrients in foods. Academic press. London. UK. 166-169, 1981
- Pan, Y., Anthon,y M., Clarkson, T.B. Evidence for up-regulation of brain derived neutrophic factor mRNA by soy phytoestrogens in the frontal cortex of retired female rats. Neurosci Lett, 261: 196-202, 1999
- Pan, Y., Anthon,y M., Watson, S., Clackson, T.B. Soy phytoestrogens improve radical arm maze performance in ovariectomized retired breeder rats and do not attenuate benefits of 17 β -estrodial treatment. Menopause, 7:230-235, 2000
- Pan. Y., Anthony. M., Clarkson. T.B. Effect of estradiol and soy phytoestrogens on choline acetyltransferase and nerve growth factor mRNAs in the frontal cortex and hippocampus of female rats. Proc Soc Exp Biol Med, 221: 118-125, 1999
- Park, J. H. Kim, Y. O., Kug, Y. I., Cho, D. B., and Chio, H. K., : Effects of green tea powder on noodle properties. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 32: 1021-1025(2003)
- Park, W. P. and Kim, Z. U. : Making characteristics of extruded noodles mixed with soybean flour. J. Korean Agric. Chem. Soc. 33(3): 209-215 (1990)
- Pearce, K. N. and Kinsella, J. K. : Emulsifying properies of proteins ; Evaluation of a turbidimetric technique, J. Agric. Food Chem., 26(3): 716(1978)
- Pillai, S.R., Reaber, M.G., Steiss, J.E., Kayden, H.J., Cox, N.R, Alpha-tocopherol concentrations of the nervous system and selected tissues of adult dogs fed three levels of vitamin E. Lipids, 28: 1101-5, 1993

- Potter, S.M. Overview of proposed mechanisms for the hypochloestrolemic effect of soy. *J Nutr*, 125: 606S-911S, 1995
- Reyes, F. G. R., Poocharoen, B., and Wrolstad, R. : Maillard browning reaction of sugar-glycine model systems: changes in sugar concentration, color, and appearance. *J. Food Sci.* 47: 1376-1377(1982)
- Riddoch, C.H., Mills, C.F., Duthie, G.G. An evaluation of germinating beans as a source of vitamin C in refugee foods. *European J Clin Nutr.*, 52: 115-118, 1998
- Sathe, S. K. Deshpande, S. S. and Salunkhe, D. K. : Functional properties of lupin seed protein and protein concentrates, *J. Food Sci.*, 47: 491(1981)
- Satchell, K.D. Soy isoflavone: benefits and risks from nature's selective estrogen receptor modulators(SEMRs). *J Am Coll Nutr.*, 20(5):354S-362S, 2001
- Satchell, K.D., Brown, N.M., Zimmer-Nechemias, L., et al. Evidence for lack of absorption of soy isoflavone-rich soy protein isolate attenuates bone loss in the lumbar spine of perimenopausal women. *Am J Clin Nutr.*, 72:844-852, 2000
- Satchell, K.D.R. Phytoestrogens: the biochemistry, physiology, and implications for human health of soy isoflavones. *Am J Clin Nutr*, 68(6):1333S-1346S, 1998
- Shamsuddin, A.M. Inositol phosphates have novel anticancer function. *J Nutr*, 125:725S-732S, 1995
- Sharma, A., Sehgal, S. Effect of domestic processing, cooking and germination on the trypsin inhibitor activity and tannin content of fababean(*Vicia faba*). *Plant Foods Hum. Nutr*, 42: 127-133, 1992
- Shin, H.S. *Kor Agric Chem Soc*, 17: 247, 1974
- Singh, M., Meyer, E.M., Millard, W.J. Simpkins J.W., Ovarian steroid deprivation result in a reversible learning impairment and compromised cholinergic function in female Sprague-Dawley rats. *Brain Res.* 644: 305-312, 1994
- Sirtori, C.R., Lovati, M.R., Manzoni, C., Monetti, M., Pazzucconi, F., Gatti, E. Soy and cholesterol reduction: Clinical experience. *J Nutr*, 125:598S-605, 1995
- Sirtori, C.R., Lovati, M.R., Manzoni, C., Monetti, M., Pazzucconi, F., Gatti E. Soy

- and cholesterol reduction: Clinical experience. *J Nutr* 125: 598S-605S, 1995
- Tikkamen, M.J., Adlercreutz, H. Dietary soy-derived isoflavone phytoestrogens: Could they have a role in coronary heart disease prevention? *Biochem Pharmacol*, 60: 1-5, 2000
- Toole, E.H, and S.Hendricks, *Annu, Rev, Plant Physiol*, 7:229-324, 1956
- Tsukamoto, C, Shumada, S, Igita, K, Kokubum, M, Okubo, K, Kitamura, K.
Factors affecting isoflavone content in soybean seeds: Changes in isoflavones, saponins and composition of fatty acid at different temperature during seed development. *J Agric Food Chem*, 43(5): 1184-1192, 1995
- Turner, N.J., Thomason, B.M., Shaw, I.C. Bioactive isoflavones in functional foods: the importance of gut microflora on bioavailability. *Nutr Rev*, 61(6):204-213, 2003
- Uesugi, T., Fukui, Y., Yamori, Y. Beneficial effects of soybean isoflavone supplementation on bone metabolism and serum lipids in postmenopausal Japanese women: A four-week study. *J Am Coll Nutr*, 21: 97-102, 2002
- van der Schouw, Y.T., van der Graaf, Y., Steyerberg, E.W., Eijkemans, J.C., Banga, J.D. Age at menopause as a risk factor for cardiovascular mortality. *Lancet*, 347:714-718, 1996
- Vogel R.A. Coronary risk factors endothelial function, and atherosclerosis: A review. *Clin Cardiol*, 20: 426-432, 1997
- Wang, H., Murphy, P.A. Isoflavone content in commercial soybean foods. *J Agric Food Chem*, 42: 1666-1673, 1994a
- Wang, H.J., and Murphy, P. A., : Mass balance study of isoflavones during soybeans processing. *J. Agric, Food Chem.* 44: 2377-2383(1996)
- Waniska, R. D. and Kinsella. J. E. : Foaming properties of proteins: Evaluation of a column aeration apparatus with ovalbumin, *J. Food Sci.*, 44: 1938(1979)

- Watt, B.K., Merrill, A.L. Composition of Foods Raw, processed and Prepared.
Washington D.C. USDA Agricultural handbook No. 8 USDA. 1975
- Wisemann, H., O'Reilly, J.D., Adlercreutz, H., et al. Isoflavone phytoestrogens consumed in soy decrease F2-isoprostane concentrations and increase resistance of low-density lipoprotein to oxidation in humans. *Am J Clin Nutr*, 72:395-400, 2000
- Woolley, C.S., Gould, E., Frankurt, M., McEwen, B.S. Naturally occurring fluctuation in dendritic spine density on adult hippocampal pyramidal neurons. *J Neurosci*, 10:4035-4039, 1990
- Wortwein, G., Stackman, R.W., Walsh, T.J. Vitamin E prevents the place learning deficit and the cholinergic hypofunction induced by AF64A. *Exp Neurol*, 125: 15-21, 1994
- Yoritaka, A., Mizuho, W., Masashi, M. Orotic Acid Added to casein, but not to egg protein, or wheat gluten diets increases 1,2-diacylglycerol levels and lowers superoxide dismutase activities in rat liver. *Biosci. Biotechnol. Biochem*, 65(10): 2166-2173, 2001
- Yoshiki Y., Kudou, S., Okubo, K. Relationship between chemical structure and biological activities of triterpenoid saponin from soybean. *Biosci. Biotechnol. Biochem*, 62: 2291-2299, 1998
- Yun, S.J., Choi, K.G., Kim, J.K. Effect of anaerobic treatment on carbohydrate-hydrolytic enzyme activities and free amino acid contents in barley malt. *Korean J Crop Sci*, 43: 19-22, 1998
- Yun, S.J., Yoo, N.H. Changes of free amino acid free sugar contents in barley seedlings in response to anaerobic or cold treatment. *Korean J Crop Sci*, 41: 139-144 1996
- 식품의약품안전청 : 식품공전(2000)
- 신승렬, 박찬성, 김주남, 김광수 : 콩나물 성장중 세포벽 비섬유성 중성당의 변화, 한국식품영양과학회지, 27(6), 1041(1998)

이경원, 정명섭. 대두박의 수급전망, 한국콩연구회지, 9(2): 19-26, 1992

이유석, 박노동, 이종욱 : 콩나물의 생장에 미치는 키토산 처리의 영향, 한국식품과학회지, 31(1), 153(1999)

하상도, 김성수, 박철수, 김병묵 : 대두의 데치기와 발아가 두유의 품질에 미치는 영향, 한국식품과학회지, 23(4), 489(1991)