

메밀 발아중 물리화학적 특성과 무기질 함량의 변화

이명헌 · 손홍수 · 최원균* · 오성기* · 권태봉**

한림대학교 한국영양연구소, *경희대학교 식품가공학과, **한림전문대학 식품영양과

Changes in Physico-chemical Properties and Mineral Contents during Buckwheat Germination

Myung-Heon Lee, Heung-Soo Son, One-Kyun Choi*, Sung-Ki Oh*, Tae-Bong Kwon**

Korea Nutrition Institute, Hallym University, Chunchon 200-702, Korea

*Department of Food Technology, Kyung Hee University, Seoul 130-701, Korea

**Department of Food Nutrition, Hallym Junior College, Chunchon 206-850, Korea

Abstract

To provide the effective application scheme and basic information of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Möench), buckwheat was germinated at 10°C for 7 days and 100 kernels weight, germination rate, root length, chemical composition and mineral contents were examined at 24 hour intervals. During the germination period, the 100 kernels weight increased approximately 0.3g per day. The germination rate increased sharply after 2 days and the root length increased greatly after 4 days. The crude protein contents increased with germination time, whereas the carbohydrate contents decreased. The crude ash and fat contents did not differ significantly during the germination period. The Ca contents increased for the 4th day of germination, but gradually decreased afterwards. The Na contents increased in the initial stage of germination, but then gradually decreased. However, there were no significant change in the Mg, K, Fe, Mn and Zn contents.

Key words : buckwheat, germination, physico-chemical properties, mineral contents

서 론

메밀 (*Fagopyrum esculentum* Möench)은 쌍자엽식물의 마디풀과에 속하는 일년생 초본으로 사면체의 열매를 가지고 있으며, 분류학상 곡류와는 구별되지만 그 낱알의 조성이 곡류와 비슷하여 일반적으로 잡곡으로 취급된다. 메밀은 고지대의 서늘한 기후와 척박한 땅에서 단기간 생육하는 식물로 세계 여러나라에서 재배되고 있으며 평야지대에서도 이모작의 전, 후작물로 재배된다. 특히, 우리나라에서는 가뭄으로 인하여 각종 작물의 파종기를 놓쳤을 경우에 무엇보다 중요한 대파작물(代播作物)의 하나이기도 하다^{1~4)}. 메밀의 일반성분은 단백질이 10~15%, 지방질 2~3%, 회분

2~5%, 탄수화물 65~70% 정도로써 수용성 단백질이 풍부하고 아미노산 조성이 우수하며, 특히 lysine의 함량이 많아 밀이나 보리 등의 다른 곡류에 비해 생물이가가 높은 식품이다^{2, 5, 6)}. 또한 메밀에는 불포화 지방산의 함량이 많고 Ca, Fe, K, Na, Mg, Mn을 비롯하여 Se 등도 적당량 함유되어 있으며 비타민 B₁, B₂의 좋은 공급원이 되어 영양적 가치가 높은 식품이다^{6~8)}.

메밀에는 특수성분으로써 모세혈관의 투과성을 향상시키는 rutin과 당뇨병의 안구압에 관여하는 quercetin과 같은 플라보노이드 계열의 성분⁹⁾이 함유되어 있어 동맥경화 예방이나 혈압강하 및 당뇨병 치료식품으로 인정^{6, 10)}되고 있으므로 건강식품으로 개발할 필요가 있다. 메밀은 보통 분쇄되어 동부유럽에서는 죽과 수수프의 재료로, 북미에서는 밀가루, 옥수수가루, 쌀가루 및 팽창제와 혼합하여 pancake mix로써 주로

판매되고 있으며 빵, 국수, 스파게티 및 마카로니 제조를 위하여 밀가루와 혼합되어 사용되기도 한다¹¹⁾. 우리나라에서 메밀을 이용한 식품은 막국수와 냉면이 대표적이며 메밀묵, 총떡, 메밀부침, 메밀전병, 메밀수제비 등이 있다³¹⁾.

현재까지 메밀에 관한 연구는 메밀을 많이 섭취하는 일본과 대량 생산하는 캐나다에서 주로 이루어지고 있으며 지방산 조성에 관한 연구¹⁷⁾, 메밀단백질에 관한 연구¹²⁾, 트립신 저해제와 메밀 단백질의 품질에 대한 영향^{13, 14)}, 혈당과 혈압에 미치는 영향⁸⁾, rutin의 분해와 측정에 관한 연구^{15, 16)} 등이 보고되고 있다.

한편 식물종자는 알맞은 물, 산소, 온도가 주어지면 발아하며¹⁷⁾, 발아가 진행됨에 따라 생리적 활성이 증대되고 많은 성분의 변화가 일어나 발아에 의한 영양소의 유효도를 극대화시키려는 연구가 많이 이루어지고 있다. 종자 발아에 관한 연구로는 유채, 대두, 녹두 등의 두류와 보리, 옥수수 등의 곡류를 중심으로 활발히 이루어져 왔으며 발아중 주요 영양성분인 단백질과 아미노산^{18, 19)}, 지방산^{18, 20)}, 탄수화물^{20, 21)}, 무기질²²⁾, 비타민^{19, 20)}에 관한 보고가 대부분이다. 그밖에 효소활성 변화에 관한 연구²²⁾와 트립신 저해제¹⁴⁾나 phytate^{20, 24)} 등의 영양적인 저해인자에 관한 연구들이 보고되었다. 메밀발아에 관한 것으로는 rutin과 지방산²⁵⁾ 및 트립신 저해제¹⁴⁾에 관한 연구가 몇 편 있을 뿐이다.

따라서 본 연구에서는 건강식품인 메밀을 이용하여 발아에 따른 물리화학적 특성과 무기질 함량의 변화를 관찰하여 메밀에 대한 기초자료와 메밀가공식품 개발의 기본자료를 얻고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용한 메밀은 강원도 춘천군 남산면에서 계약재배한 신농 1호를 1992년 5월 중순에 파종하여 10월 상순에 추수한 것으로서 결실 상태가 좋은 열매를 한겨울 동안 저장한 후 풍건(風乾), 석발(石拔), 정선(精選)하여 헝겍물을 제거하고 사면체 모양의 종실이 충실한 종자를 선별하여 사용하였다.

2. 발아 및 시료의 제조

선별한 메밀종자를 흐르는 수돗물로 충분히 수세하고 실온에서 24시간 침지한 후 3겹의 젖은 광목을 깔은 plastic tray에 10 kg씩 나누어 담고, 표면의 수분 증발을 방지하기 위하여 젖은 광목으로 위를 덮고, 10°C로 유지된 항온기에서 1일 4회 주수와 뒤섞음을 하면서 7일 동안 발아시켰다. 발아 24시간마다 시료를 채취하여 백립중량(百粒重量)과 뿌리신장도 측정용 시료와 수분 함량 분석시료를 남겨 놓고 즉시 -20°C 냉동고에 보관한 뒤 동결건조기로 72시간 건조하였다. 건조시료를 실온에서 24시간 풍건한 후 분쇄기를 사용하여 분쇄하고, 20 mesh sieve로 쳐서 polyethylene bottle에 담아 parafilm으로 밀봉한 후 냉장고에 보관하면서 분석시료로 사용하였다.

3. 백립중량, 발아율 및 뿌리신장도 측정

상기와 같이 발아시킨 메밀중 임의로 100개씩을 무작위로 취하여 백립중량과 발아율을 측정하였으며, 뿌리신장도는 30개씩을 무작위로 취하여 자엽 밑부분에서부터 뿌리의 길이를 측정하였다.

4. 일반성분 분석

발아메밀의 일반성분은 AOAC 법²⁶⁾에 의하여 분석하였다. 즉, 수분 함량과 회분 함량은 각각 105°C 상압 건조법 및 550°C 직접회화법을 사용하여 분석하였으며, 조단백질 함량은 micro-Kjeldahl 법으로, 조지방 함량은 Soxhlet 법을 이용하여 분석하였다. 총당질함량은 위의 측정치를 합한 값을 100에서 뺀 값으로 하였다.

5. 무기질 분석

발아메밀의 무기질(Ca, Mg, K, Na, Fe, Mn, Zn)은 AOAC 법²⁷⁾에 의하여 분석하였다. 즉, 시료 약 1 g을 정확히 칭량하여 550°C에서 6시간 동안 회화시킨 다음, 20°C sand bath 상에서 5 ml의 HNO₃ 용액을 가하여 10분 동안 가온한 후, 25 ml의 volumetric flask 상에서 증류수로 세척하면서 여과(Whatman filter pater No. 41)하였다. 이렇게 여과된 여과액을 각 회석용액으로 적절한 농도로 희석하여 Atomic Absorption Spectrophotometer(Spectra AA 40, Varian Co., U. S. A.)를 이용하여 측정하였다.

결과 및 고찰

1. 백립중량과 무게증가율, 발아율 및 뿌리신장도의 변화

발아에 따른 메밀의 백립중량과 무게증가율, 발아율 및 뿌리신장도의 변화를 보기 위하여 10°C의 항온기 내에서 7일 동안 발아시키면서 24시간마다 측정된 결과는 Table 1과 같다. 메밀 종자의 무게는 발아시간이 경과함에 따라 꾸준히 증가하여 Fig. 1에서 보는 바와 같이 발아 7일에는 최초 무게의 약 1.5배인 6.27 g으로써 45.8%의 증가율을 보였다. 이와 같은 결과는 대두 발아시 종자의 무게가 증가하였다는 이 등²⁰⁾의 보고와 일치하였으며, 담배 종자가 발아 중에 종자의 무게가 증가하였다는 민²¹⁾의 보고와도 비슷한 경향을 나타내었다. 종자의 무게가 증가하는 것은 발아 중에 종자가 단계적으로 수분을 흡수하기 때문이며, 발아시 종자의 수분흡수는 물리적인 수분흡수과정과 화학적인 수분흡수과정으로 구분된다고 한다²²⁾. 본 실험에서 메밀종자의 무게가 경시적으로 증가한 것은 24시간 침지하는 동안 물리적인 수분흡수과정을 지나 가수분해와 대사작용에 의한 화학적인 수분흡수과정이 이루어졌기 때문이라 생각된다. 한편 이와 같은 결과는 유채 발아시 종자의 무게가 감소하였다는 조 등¹⁸⁾의 분석 결과와는 상반되나, 본 실험에서는 수분을 함유하고 있는 종자 자체의 무게를 측정된 것에 비해 조 등¹⁸⁾은 건물량으

로 측정된 점을 고려할 때, 이와 같은 차이는 측정방법에 의한 것이라 생각된다. 무게증가율은 발아 6일째까지는 거의 일정한 비율로 증가하였으며, 7일째에는 약간 감소하는 경향을 나타내었다.

백립중량의 증가와 더불어 발아율 역시 증가하였는데 Fig. 2에서 보는 바와 같이 발아 1일째까지는 발아가 지연되다가 발아 2일째에 63.7%의 급격한 증가를 보였고, 이후 계속적으로 증가하여 발아 4일째에는 98.0%의 발아율을 보였으며 발아 7일째에는 99.7%로 거의 모든 종자가 발아하였다. 종자 발아시 발아율은 발아기간이 길어질수록, 발아온도가 높을수록 증가하며²³⁾, 품종에 따라 크게 변한다²⁰⁾고 한다. 본 실험에 사용한 춘천군 남산면에서 재배한 메밀은 충실이 충실하여 발아율이 양호한 것으로 생각된다.

뿌리의 성장은 발아가 시작되면서 4일째까지는 완만한 증가를 보여 0.85 cm의 신장도를 보였으며, 4일 이후 급격히 증가하여 발아 7일째에는 최초 길이의 약 44배인 5.74 cm의 신장도를 나타냈다.

한편 종자 발아시 발아율과 백립중량 및 뿌리신장도의 변화경향은 종자의 충실도와 종자내 성분변화에 대한 기본적인 평가자료로써 제시되고 있다^{18, 20)}. 발아에 따른 이들 상호간의 상관관계를 보면 발아율과 백립중량은 $r=0.8530$, 발아율과 뿌리신장도는 $r=0.5688$, 백립중량과 뿌리신장도는 $r=0.8877$ 로 모두 1% 유의수준에서 비교적 높은 정의 상관관계를 나타내었다. 특히 발아가 진행됨에 따라 백립중량의 증가는 뿌리신

Table 1. Changes in the germination rate, root length and wet weight of 100 kernels during buckwheat germination at 10°C

Germination period(days)	Germination rate(%)	100 Kernels weight		Root length (cm)
		Weight(g)	Weight increase(%)	
0	0.0	4.30±0.10 ^a	0.0	0.00
1	0.0	4.62±0.09	7.4	0.00
2	63.7±0.58 ^a	5.03±0.12	17.0	0.13±0.01 ^a
3	90.0±1.00	5.19±0.09	20.7	0.40±0.15
4	98.0±1.00	5.49±0.15	27.0	0.85±0.09
5	98.3±0.58	5.63±0.12	30.9	1.91±0.23
6	98.3±0.58	6.30±0.21	46.5	4.31±0.17
7	99.7±0.58	6.27±0.07	45.8	5.74±0.31

a : mean of triplicates ± standard deviation

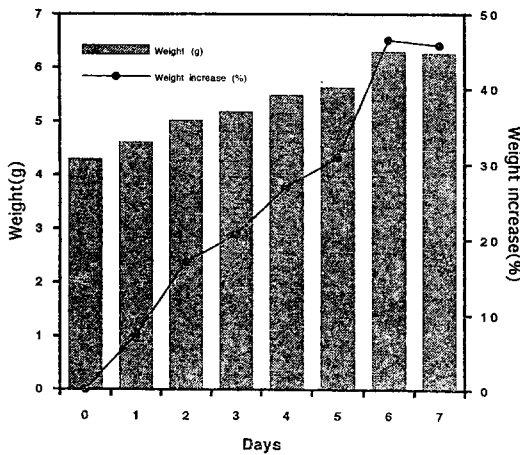


Fig. 1. Changes in the wet weight and weight increase rate of 100 kernels during buckwheat germination at 10°C.

장도와 밀접한 상관관계가 있음을 알 수 있었다.

2. 일반성분 조성의 변화

발아에 따른 메밀의 일반성분의 변화를 분석한 결과는 Table 2와 같다. 본 실험에 사용한 메밀은 발아 전에 수분 43.4%, 조회분 1.4%, 조지방 1.5%, 조단백 7.1%, 탄수화물 46.6%로 일반 곡류³¹⁾에 비하여 수분 함량은 높게, 조회분, 조지방, 조단백, 탄수화물의 함량은 낮게 나타났다. 이와 같은 차이는 메밀종자를 발아시키기 위하여 실온에서 24시간 침지하는 동안 수분의 흡수가 이루어졌기 때문이라 생각된다. 한편, 침지한 후 항온기에 넣기 전의 메밀종자를 동결건조한 다음 실온에서 24시간 풍건시킨 메밀의 일반성분 함량은 수분 11.8%, 조회분 2.1%, 조지방 2.4%, 조단백 11.1%, 탄수화물 72.6%로 맹 등⁵⁾이 보고한 신농 1호와 거의 비슷하였으며, Wild type이나 신농 2호와는 약간의 차이를 보였는데, 이는 품종간의 차이에 기인한 것이라 생각된다.

발아중 메밀의 수분 함량은 점차 증가하여 발아 7일째에는 55.5%까지 증가하였는데, 이것은 발아에 따른 종자의 물리화학적인 수분흡수과정이 진행되었기 때문이라 생각된다²³⁾. 종자발아시 수분흡수는 가장 두드러진 특징으로서 필수적인 요소이지만, 발아에 의한

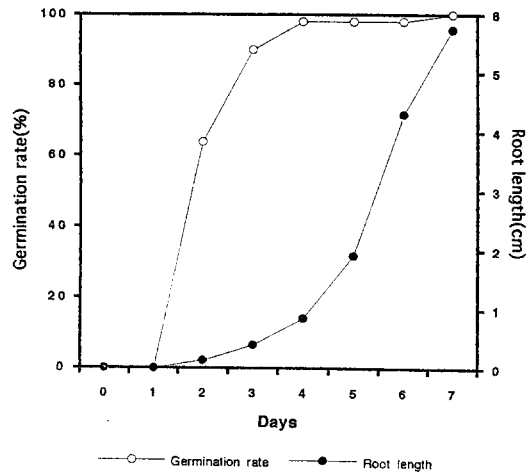


Fig. 2. Changes in the germination rate and root length of buckwheat during germination at 10°C.

영양소의 함량 변화를 평가하는데는 실질적인 고품질의 변화가 중시되기 때문에 습량기준(wet weight basis)보다 건량기준(dry weight basis)이 효과적이라 한다³²⁾. 건량기준으로 하여 발아중 일반성분의 변화를 보면, 조회분의 경우 전 발아기간을 통하여 큰 변화를 나타내지 않았으며, 이것은 조 등¹⁶⁾과 김 등²²⁾의 보고와 일치하였다. 조지방의 경우에도 전 발아기간을 통하여 큰 변화를 나타내지 않았다. 한편, 조단백질은 발아가 진행됨에 따라 증가하는 경향을 보였는데, 이것은 조 등¹⁸⁾이 얻은 결과와는 다소 차이가 있지만 대두에 대한 이 등²⁸⁾과 녹두에 대한 Farhangi 등³³⁾의 보고와는 일치하였다. 이처럼 발아 중에 단백질 함량이 경시적으로 증가하게 된 것은 각종 대사에 관여하는 효소들의 활성도가 증가됨에 따라 식물체내에서 단백질의 합성이 이루어졌기 때문이라 생각된다^{23, 24)}. 탄수화물의 경우 그 함량이 점차 감소하는 경향을 나타내었으며, 이 결과는 녹두의 당함량이 발아 중에 감소하였다는 고 등²¹⁾의 보고와 일치하였다. 그 밖에 Per Åman³⁵⁾은 녹두와 chickpea(이집트콩)의 경우 starch와 polysaccharides의 함량이 감소하였다고 보고하였으며, 김 등³⁶⁾도 대두의 total sugar 함량이 감소하였다고 보고한 바 있다. 이와 같이 탄수화물의 함량

Table 2. Changes in the chemical composition of buckwheat during germination at 10°C (%)

Germination period(days)	moisture	Crude ash		Crude fat		Crude protein		Total carbohydrate	
		wet basis	dry basis	wet basis	dry basis	wet basis	dry basis	wet basis	dry basis
0	43.4	1.4	2.4	1.5	2.7	7.1	12.5	46.6	82.4
1	43.6	1.3	2.3	1.6	2.8	7.1	12.6	46.4	82.3
2	46.0	1.2	2.3	1.4	2.5	6.9	12.7	44.6	82.5
3	49.2	1.2	2.3	1.4	2.7	6.5	12.8	41.8	82.2
4	49.4	1.2	2.3	1.4	2.7	6.5	12.9	41.5	82.1
5	52.3	1.1	2.3	1.3	2.7	6.1	12.9	39.1	82.1
6	55.6	1.1	2.4	1.2	2.8	6.0	13.6	36.0	81.2
7	55.5	1.1	2.5	1.2	2.8	6.5	14.5	35.7	80.2

Values are mean of triplicates

이 점차 감소하는 것은 발아 중에 α -amylase의 활성도가 증가함에 따라 탄수화물의 가수분해가 촉진되고, 그 가수분해산물이 뿌리부위의 성장, 자엽, 배축 등의 조직형성과 에너지원으로 이용되었기 때문이라 생각된다^{23, 37)}.

3. 무기질 함량의 변화

발아에 따른 메밀의 무기질 함량의 변화를 분석한 결과는 Fig. 3과 같다. 무기질 함량은 건량기준으로 발아 전에 Ca 323, Mg 143, K 76, Na 48, Fe 23, Mn 37, Zn 18mg%로 이 등³⁸⁾이 보고한 메밀 순백분(BWF-I, BWF-II)과 Marshall 등⁶⁾이 보고한 무기질 함량(Ca 110, Mg 39, K 450, Fe 4, Mn 3.37, Zn 0.87mg%)에 비하여 Ca, Fe, Mn, Zn은 월등히 높게, Mg, K, Na은 월등히 낮게 나타났다. 이러한 결과로 미루어 이 등³⁸⁾의 보고와 마찬가지로 종피가 무기질 함량에 크게 영향을 미치는 것으로 생각된다. 특히 본 실험에서는 전 메밀종자를 시료로 사용하였기 때문에 이 등³⁸⁾이 보고한 메밀 원료분들(BWF-I, BWF-II, IBWF)에 비해 그 함량 차이가 더욱 커진 것으로 사료되며, Ca, Fe, Mn, Zn은 종피에, Mg, K, Na은 내부 세포질에 많이 함유되어 있는 것으로 추정된다.

발아중 메밀의 무기질 함량을 건량기준으로 보면 Ca은 발아 1일째에 286mg%으로 다소 감소하였다가 2일째부터 점차 증가하여 발아 4일째에 471mg%로 최

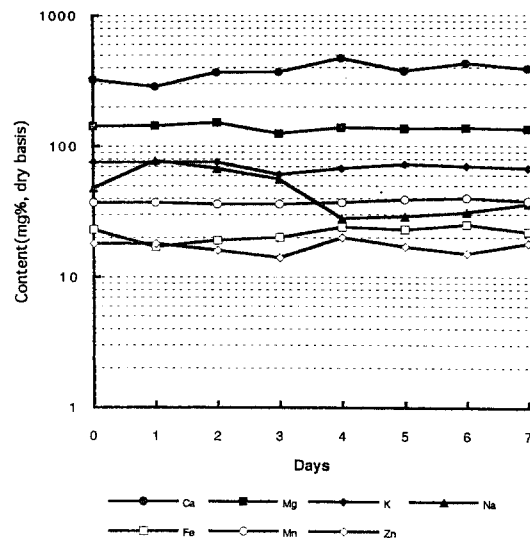


Fig. 3. Changes in the mineral contents of buckwheat during germination at 10°C.

고치를 보였으며, 이후 점차 감소하여 7일째에는 390mg%로 발아 전에 비해 20.7%의 증가율을 보였다. Na의 경우에는 발아초기 48mg%에서 발아 1일째에 78mg%로 증가하였다가 이후 감소하는 경향을 보였다. Mg, K, Fe, Mn, Zn의 경우에 있어서는 전 발아기간 동안 현저한 변화를 관찰할 수 없었다.

습량기준으로 하였을 때, 발아중 메밀의 무기질 함량은 Ca의 경우 발아 1일째에 다소 감소하였다가 2일

째부터 증가하여 4일째에 238mg%까지 증가하였으며, 이후 서서히 감소하는 경향을 나타내었다. Ca 이외의 무기질의 경우 발아가 진행됨에 따라 서서히 감소하는 경향을 나타내었으며, 이는 발아중 수분 함량의 상대적인 증가²⁾ 때문인 것으로 생각된다.

요 약

메밀의 효율적인 환용방안과 물리화학적 특성연구를 위하여 메밀(신농 1호)을 10°C에서 7일간 발아시켜, 24시간마다 시료를 채취하여 백립중량, 발아율, 뿌리신장도와 일반성분 및 무기질 함량의 변화를 관찰한 결과는 다음과 같다. 메밀의 백립중량은 발아 전 4.30 g에서 발아 후 24시간마다 약 0.3 g씩 증가하였다. 발아율은 발아 2일째에 64%로 급격히 증가하였으며, 이후 6, 7일째에는 98%로 거의 모든 종자가 발아하였다. 뿌리신장도는 발아 4일째까지 완만히, 그 이후에는 급격히 성장하여 7일째에는 5.74 cm였다. 일반성분의 변화는 건량기준으로 조단백질은 약간 증가하였고, 탄수화물은 감소하였으며, 조회분과 조지방은 큰 변화를 나타내지 않았다. 무기질 함량은 건량기준으로 Ca은 발아 4일째까지, Na은 발아 1일째까지 증가하였다가 이후 점차 감소하였으며, Mg, K, Fe, Mn, Zn은 큰 변화를 나타내지 않았다.

감사의 말

본 연구는 1992년도 과학기술처 특정연구과제 과학기술지방확산사업에 의한 연구결과의 일부입니다. 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

- Mazza, G. : Lipid content and fatty acid composition of buckwheat seed, *Cereal Chem.*, 65(2), 122(1988)
- Macrae, R., Robinson, R. K. and Sadler, M. J. : Buckwheat, *Encyclopaedia of food science, food technology and mutation Vol. 1*, p. 516 (1993)
- 최병헌 : 건강 별미식품 메밀 손칼국수, *농촌생활과학*, 13(4), 56(1992)
- 이미숙, 손경희 : 메밀 전분의 이화학적 특성에 관한 연구, *한국조리과학회지*, 8(3), 291(1992)
- 맹영선, 박해경, 권태봉 : 메밀 및 메밀 식품에서의 루틴 함량의 분석, *한국식품과학회지*, 22(7), 732(1990)
- Marshall, H. G., Pomeranz, Y. and Chapter, G. : Buckwheat description, breeding, production and utilization. In Volume V, *Advances in cereal and technology, Am. Ass. of Cereal Chem.*, p. 157(1982)
- Dorrell, D. G. : Fatty acid composition of buckwheat seed, *J. A. O. C. S.*, 48, 693(1971)
- 최면, 김중대, 박경숙, 오상용, 이상영 : 메밀 보충급여가 백서의 혈당 및 혈압에 미치는 영향, *한국영양식품학회지*, 29(4), 300(1991)
- Havsteen, B. : Flavonoids a class of natural products of high pharmacological potency, *Biochem. Pharm.*, 32, 1141(1983)
- Lee, J. S., Maeng, Y. S. and Ju, J. S. : The effect of buckwheat supplement on metabolic status of streptozotocin-induced diabetic rats, *Annual Report of Korea Nutr. Hallym Univ.*, 9, 21(1992)
- Mazza, G. and Campbell, C. G. : Influence of water activity and temperature on dehulling of buckwheat, *Cereal Chem.*, 62(1), 31 (1985)
- Soda, T., Kato, J., Kiribuchi, S. and Aoki, H. : Properties of buckwheat protein from the standpoint of food processing, *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 28(6), 297(1981)
- Ikeda, K. and Kusano, T. : Purification and properties of the trypsin inhibitors from buckwheat seed, *Agric. Biol. Chem.*, 47(7), 1481 (1983)
- Ikeda, K., Arioka, K., Fujii, S., Kusano, T. and Oku, M. : Effect on buckwheat protein quality of seed germination and changes in trypsin inhibitor content, *Cereal Chem.*, 61 (3), 236(1984)

15. Ohara, T., Ohinata, H., Muramatsu, N. and Matsushashi, T. : Determination of rutin in buckwheat foods by high performance liquid chromatography, *Nippon Shakuhin Kogyo Gakkaishi*, **36**(2), 114(1989)
16. Ohara, J., Ohinata, H., Muramatsu, N., Oike, T. and Matsushashi, T. : Enzymatic degradation of rutin in processing of buckwheat noddles, *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **36**(2), 121(1989)
17. 안신성, 장영희, 김영진, 김윤식, 박봉규, 이연주, 하재정 : 생물과학, 아카데미 서적, 서울, p. 167 (1987)
18. 조병미, 윤석권, 김우정 : 유채 발아중 아미노산과 지방산 조성의 변화, *한국식품과학회지*, **17**(5), 371(1985)
19. Hsu, D., Leung, H. K., Finney, P. L. and Morad, M. M. : Effect of germination on nutritive value and baking properties of dry peas, lentils, and faba beans. *J. Food Sci.*, **45**, 87(1980)
20. Colmenarse De Ruiz, A. S. and Bressani, R. : Effect of germination on the chemical composition and nutritive value of amaranth grain, *Cereal Chem.*, **67**(6), 519(1990)
21. 고부석, 박복희 : 녹두발아중 당함량의 변화, *한국영양식량학회지*, **12**(3), 236(1983)
22. 김인숙, 권태봉, 오성기 : 발아에 의한 유채의 일반성분, 지방산 및 무기물의 조성변화, *한국식품과학회지*, **20**(2), 188(1988)
23. 민태기 : 담배의 종자형성 및 발아생리에 관한 연구, 고려대학교 박사학위 논문(1985)
24. 김우정, 김나미, 성현순 : 발아에 의한 콩유유의 phytic acid와 가용성 무기물의 함량변화, *한국식품과학회지*, **16**(3), 358(1984)
25. 권태봉 : 메밀의 발아과정중 rutin과 지방산의 변화, *한국식품영양학회지*, **7**(2), 124(1994)
26. A. O. A. C. : *Official Methods of Analysis*, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C., p. 788(1990)
27. A. O. A. C. : *Official Methods of Analysis*, 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C., p. 162(1984)
28. 이상효, 정동표 : 식품성장조절제가 콩나물의 성장 및 성분에 미치는 영향에 관한 연구, *한국농화학회지*, **25**(2), 75(1982)
29. David, Y. W. and Fields, M. L. : Germination of corn and sorghum in the home to improve nutritive value, *J. Food Sci.*, 1113 (1978)
30. 김길환 : 두채의 생육특성에 관한 연구, *한국식품과학회지*, **13**(3), 247(1981)
31. 농촌진흥청 농촌영양개선연수원 : 식품성분표(제 4 개정판), 상록사, p. 12(1991)
32. Vanderstoep, J. : Effect of the nutritive value of legumes, *Food Technol.*, **35**, 83(1981)
33. Farhangi, M. and Valadon, L. R. G. : Effect of light, acidified processing and storage on carbohydrates and other nutrients in mung bean sprouts, *J. Sci. Food Agric*, **34**, 1251 (1983)
34. 양차범 : 콩나물 제조중 질소화합물의 변화와 그 영양적인 연구. 제 3보. 유리아미노산의 조성변화, *한국농화학회지*, **24**(2), 101(1980)
35. Per Aman : Carbohydrates in raw and germinated seeds from mung bean and chickpea, *J. Sci. Food Agric.*, **30**, 869(1979)
36. 김우정, 오훈일, 오명원, 변시명 : 대두 발아가 대두유의 품질 및 아미노산 조성에 미치는 영향, *한국식품과학회지*, **15**(1), 12(1983)
37. Tajiri, T. : Suitable harvest time in reference to the changes of nutritional component during cultivation of bean sprouts, *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **28**(2), 79(1981)
38. 이상영, 심호흡, 함승시, 이해익, 최윤순, 오상룡 : 메밀의 영양성분과 냉동건조 막국수의 이화학적 성질, *한국영양식량학회지*, **20**(4), 354(1991)