

발아에 의한 유채의 Glucosinolate 및 유리당 함량의 변화에 관한 연구

金仁淑 · *權泰鳳 · **吳成基

원광대학교 식품영양학과, *춘천간호전문대학 식품영양학과,
*한림대학 한국영양연구소, **경희대학교 식량자원개발연구소

Study on the Compositional Change of Free Sugars and Glucosinolates of Rapeseed during Germination

In-Sook Kim, Tae-Bong Kwon* and Sung-Ki Oh**

Department of Food Nutrition, Won Kwang University, Iri

**Department of Food Nutrition, Chunchon Junior College of Nursing and Health, Chunchon*

**Korea Nutrition Institute, Hallym College, Chunchon*

***Institute of Food Development, Kyung Hee University, Suwon*

Abstract

The objective of this study was to investigate the technical feasibility of producing toxicant-free rapeseed by germination. To this end, rapeseed (*Brassica napus* L.) was germinated at 25°C for 120 hours, and the chemical compositions—glucosinolates and free sugars—were determined in every 24 hours during germination. The amount of glucosinolates in rapeseed measured by UV method was very close to that measured by GLC method. The glucosinolates were considerably abundant in rapeseed before germination, and the total content was found to be 13.6 mg/g. Rapeseed showed the lowest glucosinolate content in 72 hours during germination, and it gradually increased glucosinolate content from 96 hours. Free sugar content in rapeseed before germination was as follows: 3.03 mg/g of fructose, 2.97 mg/g of glucose and 5.63 mg/g of sucrose. Raffinose and stachyose were not detected, and in general free sugars were gradually decreased during germination. However, sucrose was increased in the early period of germination and decreased in the later period.

Key words: rapeseed glucosinolate, germination, sugars

서 론

탈지 유채박중에는 약 40%의 단백질을 함유하고 있으며, 구성 아미노산의 조성이 영양적으로 품질이 우수한 것으로 알려져 있다⁽¹⁻³⁾. 이와같이 양질의 단백질을 함유하고 있음에도 불구하고 유채박이 사료로서만 이용되고 있는 것은 유채박의 독성요인이 되고 있는 glucosinolates 때문이라고 알려져 있다^(1,4-6). 이와 같이

glucosinolates를 함유한 사료를 동물에 투여하였을 경우에는 성장억제, 생식능력상실, 갑상선부종, 신장증대 등의 질병을 유발시키며, 가금류에 있어서는 계란의 크기 감소, 반점형성, trimethylamine 취의 발생등 이상현상을 나타내나, 반추동물의 경우에는 별다른 영향을 나타내지 않았다고 보고되어 있다^(2,6).

Glucosinolates는 십자화과 식물중에 대부분 함유되어 있는 배당체 화합물로서^(1,7-9), glucosinolates의 독성은 glucosinolates 자체에 의한 것이 아니고 세포내에 존재하는 myrosinase (thioglucosidase)에 의한 가수분해산물인 isothiocyanate, goitrin(5-vinyl-oxazolindine-2-thione), nitrile 등의 독성 때문인 것으로 알려

Corresponding author: Tae-Bong Kwon, Department of Food Nutrition, Chunchon Junior college of Nursing and Health, San 16, Hupyong-dong, Chunchon, Kangwon-do 200-160

져 있다⁽⁹⁻¹³⁾. 따라서 유채박을 사료로 이용함에 있어서 glucosinolates의 제거는 중요한 연구 과제로 되어 있다.

Belzile 등⁽⁵⁾은 가열처리에 의하여 myrosinase의 활성을 파괴함으로써 유채박의 독성을 제거할 수 있었다고 보고하였다. Diosady 등⁽¹⁴⁾은 ammonia-methanol과 hexane의 추출로 phenol 화합물 76%와 glucosinolates의 50%가 제거되었고 ammonia의 농도에 따라 glucosinolates의 함량이 감소 되었으며 10% ammonia 농도에서 0.3mg/g까지 glucosinolates 함량을 감소시켰으나 지방흡수율과 단백질의 분산성이 감소하였다고 하였으며 Sosulski 등⁽⁷⁾은 물로 추출한 결과 glucosinolates의 잔유량을 2%까지 감소시켰으나 단백질의 변성과 손실이 크고 최종생성물의 색이 검게 변화하는 결점이 있다고 보고하였다. 또 Eapen 등⁽¹⁵⁾은 여러 열처리조건하에서 glucosinolates의 함량을 효과적으로 감소시킬수 있었으나 유채유의 색이 검게 되는 결점이 있다고 하였다. 또한 Kirk⁽¹⁶⁾ 등은 가열처리에 의하여 glucosinolates 양이 크게 감소된 반면 갈변반응에 의한 아미노산과 당의 손실이 컸다고 보고 하였으며, cupric sulfate와 ferrous sulfate의 첨가로 goitrin과 epigoitrin의 파괴효과를 증가시켰다고 보고하였다. 이 밖에 glucosinolates의 함량을 제거 내지는 극소화시키는 방법으로서 육종학적인 신품종 개발^(1,17)과 여러가지 화학적인 처리방법이 연구되어 왔으나^(15,16,18,19) glucosinolates를 완전히 제거시킬 수 있는 방법은 아직도 더 연구되어야 할 과제로 남아있다. 따라서 본 연구에서는 glucosinolates를 제거할 수 있는 방법으로서 전보⁽²⁰⁾에 이어 유채의 발아에 의한 glucosinolates와 유리당 함량의 변화에 관해 검토하였다.

재료 및 방법

재료

전보⁽²⁰⁾에서와 같은 재료를 시료로 하였다. Glucosinolates 정량에 사용한 표준 butylisothiocyanate와 유리당 정량용 표준시약은 Sigma사(U. S. A) 제품의 순품을 사용하였으며 기타 분석용 시약은 HPLC용과 특급내지 일급시약을 사용하였다. 사용한 기기로는 glucosinolates 분석에 GLC(PerkinElmer, Model 3 B U. S. A)와 UV-visible spectrophotometer(Hitachi, Model 220S, Japan)를 사용하였으며, 당분석에는

HPLC(Gilson, Model 802C pump 303, U. S. A)를 사용하였다.

발아 및 시료조제

전보⁽²⁰⁾에서와 같은 시료를 사용하였다.

분석방법

시료중의 glucosinolates 함량은 UV법⁽²¹⁾과 GLC법^(8,17)으로 분석하였다. 즉 탈지시료 100mg를 평량하여 screw capped test tube에 넣고 thioglucoside glucosylhydrolase(myrosinase) 6mg/ml를 함유한 phosphate citrate buffer 0.5ml와 methylene chloride 2.5ml를 가한 다음 상온에서 2시간 동안 ultrasonicator 내에서 가수분해 시켰다. 가수분해된 유화액을 1000×g에서 20분간 원심분리하여 효소작용을 정지시킨 다음 하층의 methylene chloride 층을 분리하였다. 총 isothiocyanate와 oxazolidine-2-thione 함량은 methylene chloride 50μl를 ammonical ethanol(conc. NH₄OH : anhydrous ethanol, 1 : 4) 3ml가 들어있는 screw capped test tube에 넣어 50°C의 water bath 상에서 2시간동안 가열, 냉각시킨 다음 235, 245, 255nm에서의 흡광도로부터 산출하였다. 이때 blank는 ammonical ethanol 3ml에 추출한 methylene chloride 대신 fresh methylene chloride 50μl를 가한 것이다. Glucosinolates의 함량을 산출하는 방법⁽²¹⁾은 다음과 같다. 즉 $O. D. corr. = O. D._{245} - 1/2(O. D._{255} + O. D._{235})$ 이며 총 isothiocyanate 함량은 g당 mg의 3-butenyl-isothiocyanate로서 표시하였다. 즉 $mg\ 3-butenyl-isothiocyanate/g\ defatted\ sample = O. D._{245}\ corr. \times 28.55$ 또한 5-vinyl oxazolidine-2-thione 함량은 위에서 추출한 methylene chloride 추출액 50μl를 ammonical ethanol용액 대신 95% ethanol 용액을 사용하여 총 isothiocyanate 함량 측정법과 동일한 방법으로 구하였다. 총 5-vinyl oxazolidine-2-thione (OZT) 함량은 다음과 같이 계산하였다⁽²¹⁾. 즉 $mg\ 5-OZT/g\ defatted\ sample = O. D._{245}\ corr. \times 22.1$

한편 GLC법^(8,17)에 의한 분석은 위의 추출 방법과 동일한 방법으로 시료 100mg에 internal standard로서 butylisothiocyanate 4mg을 methylene chloride 100ml에 용해시킨 용액 2.5ml를 가하여 추출한 다음 그 methylene chloride 추출액 4μl를 GLC에 injection하였다. 이때 사용한 분석조건은 column ; 15%

FFAP, carrier gas ; He, flow rate ; 60ml/min, detector ; FID, column temp. ; 130°C, Inj. temp. ; 160°C, detector temp. ; 180°C 이었다. 이때 면적 계산은 chromatocorder Integrator (Hitachi, Japan)로 구하였으며 internal standard에 대한 면적비로서 butenylisothiocyanate와 pentenylisothiocyanate의 함량을 계산하였다.

한편 thioglucoside glucohydrolase(myrosinase)는 다음과 같은 방법으로 조제하였다⁽²²⁾. 황겨자 100g을 분쇄하고 여기에 증류수 300ml를 가한 다음 상온에서 homogenizer로 30분간 처리하였다. 이것을 1시간 동안 정지한 다음 10,000 rpm으로 20분간 원심분리하여 상층액을 취하고 여기에 등량의 80% ethanol을 첨가 하였다. 여기서 얻어진 침전물을 다시 10,000rpm으로 20분간 원심분리 하였으며, 2.5배량의 90% ethanol 용액에 재현탁 시킨 다음 다시 10,000 rpm으로 20분간 원심분리하여 얻은 침전물을 증류수 100ml에 다시 용해시켰다. 이것을 -40°C에서 vacuum freeze dryer로 건조시켜 담황색의 crude myrosinase 분말을 얻었으며, 이것을 phosphate-citrate buffer (pH 7.0) 용액에 ml 당 crude myrosinase 6mg의 농도가 되도록 조제하여 사용하였다.

유리당

발아과정중 유리당은 다음과 같이 추출하여 HPLC법으로 분석하였다^(23,24). 즉 탈지시료 2g을 250ml 들이 flask에 취하고 여기에 80% ethanol 용액 100ml를 가한 다음 80°C의 water bath 상에서 2시간 동안 환류냉각시켰으며 8,000 rpm에서 20분간 원심분리하여 얻은 상층액과 침전물을 위와같이 2회 더 반복처리 하여 얻은 상층액에 10% lead acetate 1ml를 가한 다음 8,000 rpm에서 20분간 원심분리 하였다. 그 상층액에 10% oxalic acid 1ml를 가하고 다시 원심분리 하였으며, 여기서 얻은 상층액에서 30ml를 취하여 vacuum rotary evaporator로 감압농축한 다음 10ml로 정용하였다. 이것을 C₁₈ Sep-Pak에 통과시켜 색소를 제거하고 다시 filter(0.45µm)로 여과하여 그 여액을 HPLC에 injection하였다. 이때 사용한 HPLC의 분석조건은 column ; Lichrosorb NH₂(10µm), solvent ; Acetonitrile : H₂O(81 : 19), flow rate ; 1.5ml/min, detector ; Shodex RI SE-11, Inj. volume ; 20µl 이었다.

결과 및 고찰

Glucosinolate 함량의 변화

발아과정에 따른 glucosinolates의 함량 변화를 측정 한 결과 Table 1과 같았다. 이때 UV 측정법⁽²¹⁾과 GLC 측정법^(6,17)에 의한 총 glucosinolate의 측정 결과는 거의 일치하는 결과를 나타내었다. 측정 결과 isothiocyanate의 함량은 butenylisothiocyanate(BI) 함량이 0.6mg/g 이었으며, pentenylisothiocyanate(PI)의 함량이 0.12mg/g 이었다. 또한 5-vinyl-oxazolidine-2-thione(OZT)의 함량은 12.9mg/g 이었다. 이와 같은 결과는 이등⁽¹⁷⁾이 보고한 영산유채의 glucosinolate 함량과는 상당히 차이가 있다. 김등⁽²⁵⁾은 저 erucic acid, 저 glucosinolates의 새로운 품종으로 "영산유채"를 개발하였다고 보고하였다. 그러나 본 실험의 결과에서 본 품종의 glucosinolates의 함량이 상당히 높은 것으로 나타나 있는데 이와같은 현저한 차이는 분석한 실험재료의 차이에서 기인한다고 생각하며 본 실험에 사용한 시료는 재배 과정중 자연산 유채와의 교배에 의한 영향 때문이라고 생각하며 더 연구되어야 할 것으로 생각한다. 그러나 Appelqvist, Young, Sosulski 등⁽⁷⁻⁹⁾이 보고한 *Brassica napus*속의 연구결과와는 거의 일치하는 경향을 나타내었다. Downey 등⁽²⁶⁾은 품종별 glucosinolates의 함량을 분석한 결과 *B. napus*의 glucosinolates 함량은 BI가 1~4mg/g, PI가 0.5~1.5, OZT가 4~12mg/g 이라고 보고하였다. 또

Table 1. Change in the glucosinolates content of rapeseed during germination at 25°C (mg/g)

Germ. time (hrs)	Composition*			
	BI	PI	OZT	TG
0	0.60	0.120	12.90	13.62
12	0.48	0.082	11.30	11.86
24	0.44	0.076	10.00	10.52
48	0.36	0.065	9.50	9.93
72	0.23	0.037	8.70	8.97
96	0.27	0.042	11.60	11.91
120	0.33	0.051	13.80	14.18

* BI: 3-butenylisothiocyanate

PI: 4-pentenylisothiocyanate

OZT: 5-vinyl-oxazolidine-2-thione

TG: Total glucosinolate

Sosulski 등⁽⁷⁾은 BI가 2.6 μ mol/g, PI가 0.3mg/g 이었으며, OZT가 4.0mg/g 이라고 보고하였다. 본 실험에서 발아과정중의 glucosinolates 함량의 변화를 보면 총 glucosinolates 와 5-vinyl-oxazolidine-2-thione(OZT)가 거의 같은 경향을 보였다. 즉 발아과정중 점차 감소하였다가 발아 72 시간에 최저의 수치를 나타내었고, 다시 96, 120 시간에는 서서히 증가하는 경향을 나타내었다. BI는 경시적으로 함량이 서서히 감소하다가 발아 72 시간에 최소치를 나타내었으며 96, 120 시간에는 다시 증가하기 시작하였다. PI의 함량은 BI의 함량에 비해 상당히 적었으며 발아에 따라 BI와 비슷한 경향을 나타내었다. 이것은 mustard oil glucosides의 가수분해시 vitamin C가 coenzyme으로서 myrosinase의 활성화를 촉진 시킨다는 Ettlenger 등⁽¹⁰⁾의 보고로 설명될 수 있다. 또 glucosinolates 함량이 발아 72 시간에 최소치를 보이다가 그후 증가하게 된 것은 자엽의 출현과 더불어 효소 활성도가 최대에 이르게 되고 따라서 대사작용이 가장 활발하게 진행되기 때문에 glucosinolates 함량이 최소치를 나타내며 그후 증가가 더욱 성장하게 되므로 해서 성장에 따라 재합성이 되기 때문에 다시 증가하는 것이라고 생각된다.

유리당 함량의 변화

발아중 유리당 함량을 측정된 결과는 Table 2와 같으며 fructose, glucose, sucrose의 함량은 탈지시료에 있어서 각각 3.03, 2.97, 5.63 mg/g 이었다. Fructose와 sucrose의 함량에 있어서는 Rutkowski⁽³⁾의 분석결과와 비슷한 수치를 나타내었으나 glucose와 raffinose, stachyose의 함량에 있어서는 차이가 있었으며 Rutkowski⁽³⁾는 fructose, sucrose, raffinose와 stachyose가 검출되었으나 glucose는 검출되지 않았고 sucrose와 stachyose의 함량은 각각 6.94, 2.39%이라고 보고 하였다. 그러나 본 실험에서는 raffinose와

stachyose는 검출되지 않았다. 이와같은 차이는 품종에 의한 차이라고 생각된다. 또 고등⁽²⁷⁾은 녹두의 발아중 cotyledon, hypocotyl, sprout에서 다같이 총당이 감소하였으나 환원당 함량은 증가한다고 보고하였으며 이등⁽²⁸⁾은 대두의 발아중 sucrose의 감소와 stachyose, raffinose의 소실을 보았다고 보고하였다. 김등⁽²⁹⁾은 대두의 발아중 총당이 감소하였는데 이는 대사에 필요한 에너지원으로서 주로 oligosaccharides가 분해되기 때문이라고 보고하였다. 한편 Åman⁽³⁰⁾은 mung bean과 chick pea의 발아중 fructose는 계속 증가하였으나 glucose와 sucrose는 증가하다가 발아 72시간 이후부터 완전히 소실되었다고 보고하였다. 본 실험에서는 fructose는 발아초기에 감소하여 48시간에 최저치를 나타내었고 72시간부터 서서히 증가하는 경향을 나타내었다. Glucose는 경시적으로 서서히 감소한 다음 96시간에 최저치를 보이다가 다시 증가하였다. Sucrose는 발아 초기에 약간 증가하다가 발아 24시간부터 급속히 감소하기 시작하여 96시간에 최저치를 나타내었으며 120시간에는 다시 약간 증가하는 경향을 나타내었다. 이와같은 fructose와 glucose의 감소는 발아초기에 식물의 성장이나 대사에 필요한 에너지원으로 이용되기 때문이라고 생각된다. 또 발아 초기에 sucrose 함량이 다소 증가하는 것은 민⁽³¹⁾의 담배 종자의 발아중 α -amylase의 활성이 증가한다는 보고와 같이 유체에서도 발아중 효소의 활성도가 증가하기 때문에 초기에 polysaccharide의 가수분해 산물인 sucrose의 함량이 증가하기 때문이라고 생각하며 발아 24시간에 sucrose의 함량이 급속히 감소하게 된 것은 sucrose가 glucose와 fructose로 가수분해되기 때문이라고 생각된다. 이와같이 sucrose의 가수분해도 불구하고 glucose와 fructose가 경시적으로 자엽출현 전까지 감소하다가 자엽출현 후부터는 별로 큰 함량변화를 나타내지 않는것은 이들이 생체의 대사작용에 필요한 에너지원 내지는 생합성에 이용되기 때문이라고 생각된다.

Table 2. Change in the sugars content of rapeseed during germination at 25°C

Sugars	Germ.time (hrs)							
	0	12	24	48	72	96	120	
Fructose	3.03	1.72	1.20	0.38	0.75	0.82	0.90	
Glucose	2.97	1.60	1.00	0.92	0.84	0.78	0.87	
Sucrose	5.63	6.25	3.43	2.57	2.08	1.05	1.35	

요 약

유채박의 활용성을 높이기 위하여 발아에 따른 유체중 유해물질로 알려진 glucosinolates 함량의 변화와, 유리당 함량의 변화를 측정된 결과 UV 법과 GLC 법으로 측정된 glucosinolates의 함량간에는 큰 차이를 나타내지 않았으며 발아전 시료중의 총 glucosinolates 함량은

13. 6mg/g으로상당히 많은량을 나타내었다. 3-butenyl-isothiocyanate의 함량은 0.6mg/g이었으며, 4-pentenylisothiocyanate는 0.12mg/g을 이었고, 5-vinyl-oxazolidine-2-thione은 12.9mg/g을 나타내었다. 발아시간에 따른 함량변화는 72시간까지 함량이 감소하다가 96시간후부터 증가하는 경향을 나타내었다.

유리당 함량은 발아전 fructose, glucose, sucrose가 각각 3.03, 2.97, 5.63mg/g이었으며 발아에 따라 fructose와 glucose는 서서히 감소하였으나 sucrose의 경우에는 초기에 증가 하다가 발아 12시간 이후부터 감소하는 경향을 나타내었다.

문 헌

- Nicholas, R.I. : Fabricated Protein Foods. *Chem. Engineering*, **81**, 50(1974)
- Rutkowski, A. : The Feed Value of Rapeseed Meal. *JAOCS*, **48**, 863(1971)
- Rutkowski, A. and Kozłowska, H. : Chemical Constituents and Protein Food Processing of Rapeseed. *JAOCS*, **56**, 475(1979)
- Daun, J.K. : Composition and Use of Canola Seed, Oil and Meal. *Cereal Food World*, 291(1984)
- Belzile, R.J. and Bell, J.M. : Growth-Depressing Factors in Rapeseed Oil Meal, VII. Effects of Myrosinase Activity on Toxicity Following Treatment with Buffered Solution. *Can. J. Animal Sci.*, **46**, 165(1966)
- Summers, J.D. and Leeson, S. : Choline, Niacin and Thiamine Supplementation of Canola and Soybean Protein Diet Fed to Broilers to 6WK of Age. *Can. J. Animal Sci.*, **65**, 217(1985)
- Sosulski, F.W. and Dabrowski, K.J. : Determination of Glucosinolates in Canola Meal and Protein Products by Desulfation and Capillary Gas-Liquid Chromatography. *J. Agri. Food Chem.*, **32**, 1172(1984)
- Youngs, C.G. and Wetter, L.R. : Micro-determination of the Major Individual Isothiocyanates and Oxazolidinethione in Rapeseed. *JAOCS*, **44**, 551(1967)
- Appelqvist, L. Å and Josefsson, E. : Method for Quantitative Determination of Isothiocyanates and Oxazolidinethiones in Digests of Seed Meals of Rape and Turnip Rape. *J. Sci. Food Agr.*, **18**, 510(1967)
- Ettlinger, M.G., Dates, G.P., Jr., Harrison, B.W., Mabry, T.J. and Thompson, C.P. : Vitamin C as Coenzyme, the Hydrolysis of Mustard Oil Glucosides. *Proc. N.A.S.*, **47**, 1875(1961)
- Nagashima, Z. and Uchiyama, M. : Possibility that Myrosinase, is a Single Enzyme and Mechanism of Decomposition of Mustard Oil Glucoside by Myrosinase. *Bull. Agri. Chem. Soc., Japan*, **23**(6), 556(1959)
- Greer, M.A. and Deeney, J.M. : Antithyroid Activity Elicited by the Ingestion of Pure Progoitrin, A Naturally Occurring Thioglucoside of the Turnip Family. *J. of clin. Invest.*, **38**, 1465(1959)
- Ballester, D., King, J., Vera, P., Brunser, O., Yañez, E. and Monckeberg, F. : Toxicity of Water Extracted Rapeseed Meal in the Rat. *J. Sci. Food Agri.*, **28**, 8(1977)
- Diosady, L.L., Naczki, M. and Rubin, L.J. : The Effect of Ammonia Concentration on the Properties of Canola Meals Produced by the Ammonia-Methanol/Hexane Extraction System. *Food Chem.*, **18**, 121(1985)
- Eapen, K.E., Tape, N.W. and Sims, R.P.A. : New Process for the Production of Better Quality Rapeseed Oil and Meal, II. Detoxification and Dehulling of Rapeseeds-Feasibility Study. *JAOCS*, **46**, 52(1969)
- Kirk, L.D., Mustakas, G.C., Griffen, E.L., JR. and Booth, A.N. : Crambe Seed Processing, Decomposition of Glucosinolate (Thioglucosides)with Chemical Additives. *JAOCS*, **48**, 845(1971)
- Lee, J.I., Bang, J.K., Kwon, B.S. and Min, K.S. : Breeding for Improvement of Glucosinolate Content in Feed Utilizability of Rapeseed Meal, I. Glucosinolate Content in Rapeseed Varieties by Different Origin. *Kor. J. Breeding*, **16**(2), 171(1984)
- Bhatty, R.S. and Sosulski, F.W. : Diffusion Extraction of Rapeseed Glucosinolate with Ethanolic Sodium Hydroxide. *JAOCS*, **49**, 346(1972)
- Ballester, D., Rodrigo, R., Nakouzi, J., Chichester, C. O., Yañez, E. and Monckeberg, F. : Rapeseed Meal, III. A Simple Method for Detoxification. *J. Sci. Food Agr.*, **21**, 143(1970)

20. 김인숙, 권태봉, 오성기 : 발아에 의한 유채의 일반성분, 지방산 및 무기물의 조성변화, 한국식품과학지, **20**(2), 인쇄중 (1988).
21. Wetter, L.R. and Youngs, C.G. : A Thiourea-UV Assay for Total Glucosinolate Content in Rapeseed Meals. *JAACS*, **53**, 162(1976)
22. 長島善次, 内山正昭 : Myrosinase に関する研究. (第 1 報). Myrosinase 七 Thioglucosidase 分別の試み及び兩酵素の活性度の測定法, *농화학*, 일본, **33**(6), 478(昭和 33 年)
23. 최진호, 장진규, 박길동, 박명환, 오성기 : 고속액체 크로마토그래피에 의한 인삼 및 인삼제품중의 유리당의 정량, 한국식품과학회지, **13**(2), 107(1981)
24. Valverde, C.V., Valverde, C.M. and Herranz, J. : Determination of Soluble Carbohydrate in Yogurts by HPLC. *J. Dairy Sci.*, **67**(4), 759(1984)
25. 김일해, 이정일, 권병선, 함영수 : 유채양질유 양박 다수성 신품종 "영산유채", 농사시험보고, **23**, 183(1981)
26. Downey, R.K., Craig, B.M. and Youngs, C.G. : Breeding Rapeseed for Oil and Meal Quality. *JAACS*, **46**, 21(1969)
27. 고무석, 박복희 : 녹두 발아중 당 함량의 변화, *Kor. J. Food & Nutr.*, **12**(3), 236(1983)
28. 이기녕, 이춘녕, 이태영, 한태만 : 서울대학교 논문집, **9**, 35(1959)
29. 김우정, 오훈일, 오명원, 변시명 : 대두발아가 대두유의 품질 및 아미노산 조성에 미치는 영향, 한국식품과학회지, **15**(1), 12(1983)
30. Å man, P. : Carbohydrates in Raw and Germinated Seeds from Mung Bean and Chick Pea. *J. Sci. Food Agr.*, **30**, 869(1979)
31. 민태기 : 담배의 종자형성 및 발아생리에 관한 연구, 고려대학교 박사학위논문 (1985)
(1987년 10월 26일 접수)