

발아에 의한 유채의 아미노산 및 비타민 함량의 조성변화

김인숙[†] · 한성희 · 한강완*

원광대학교 식품영양학과

*전북대학교 농화학피

Study on the Chemical Change of Amino Acid and Vitamin of Rapeseed during Germination

In-Sook Kim[†], Sung-Hee Han and Kwang-Wan Han*

Dept. of Food and Nutrition, Wonkwang University, Cheonbuk 570-749, Korea

*Dept. of Agriculture Chemistry, Cheonbuk National University, Cheonbuk 561-756, Korea

Abstract

The objective of this was to investigate the technical feasibility of producing toxicant-free by germination. To this end, rapeseed(*Brassica napus* L.) was germinated at 25°C for 120 hours, and the chemical compositions of amino acids and vitamins were determined in every 24 hours during germination. The results obtained are summarized as follows: Before germination, rapeseed contained 5.4g/16g N of glutamic acid and high percentage of the other amino acids in order of Asp>Leu>His>Pro>Arg>Lys>Gly>Ser>Ala>Val. The amino acids were gradually decreased until 96 hours during germination had tendency to show a slight increase in 120 hours. Vitamin B₁, B₂ and C contents in rapeseed before germination were found to be 0.11, 0.21 and 3.72mg% respectively, and the vitamin E was 423ug/g. The vitamin C greatly increased in 72 hours during germination, while the vitamin B group was drastically decreased in 72 hours. The results obtained by this method clearly demonstrate that germination process is very effective to the removal of toxicants in rapeseed.

Key words: rapeseed germination, amino acid, vitamins

서 론

유채는 오래 전부터 중국과 인도에서 재배되었을 뿐만 아니라 일본에서는 약 2,000년 동안 사용되었고 미국의 경우에는 1960년대부터 이 유량 작물의 생산량이 증가하였다(1).

우리나라에서도 유채가 유량작물로 재배되고 있으나 그 수익성 때문에 1980년도부터 매년 감소되고 있고 최근에는 급진적인 산업발전과 더불어 식용유지의 수요량이 크게 증가하고 있다. 유채는 식용유로서 뿐만 아니라 사료 단백질원으로서도 이용될 수 있기 때문에 외국으로부터 수입개발압력에 대응하기 위한 자급 품목으로 크게 주목되고 있다. 유채유는 겨자과(Cruciferae)에 속하는 1년 또는 2년생 초본인 유채의 종실에서 압착, 용매, 추출한 후 정제하여 얻으며 우리나라는 제주도 중심으로 남부지방에서 많이 생산되고 있다

(2). 그러나 유채유는 erucic acid를 다량 함유하고 있어서 갑상선종과 성장저해와 같은 질병을 일으킨다는 것이 동물실험 결과 밝혀졌다(3-5). 한편 우리나라에서는 erucic acid의 함량이 낮은 유채품종에 대한 개발 연구가 1970년 후반부터 시작되었으며 그 후 이 등(6-12)에 의하여 많은 종류의 低 erucic acid의 신품종이 이미 개발되어 현재 우리나라에서도 널리 보급되었다. 유채는 약 40%의 지방과 25~30%의 단백질을 함유하고 있으며 탈지유채종자는 약 40%이상의 단백질을 함유하고 있다(13-16) 탈지 유채박(油粕)의 단백질의 아미노산 조성은 필수아미노산의 함량이 높고 대두단백질의 아미노산 조성과의 비교할 때 lysine 함량은 적으나 methionine과 cysteine 같은 합황아미노산의 함량이 많아 영양적으로 그 품종이 우수한 것으로 보고되어(13-18) 동물 사료로서 뿐만 아니라 식용면에서도 그 이용도가 높은 양질의 단백질원이라고 볼 수 있다. 이와같이 유채박

[†]To whom all correspondence should be addressed

(油菜粕)이 많은 양의 단백질을 함유하고 있음에도 불구하고 사료로서만이 이용되고 있는 것은 유채박(油菜粕)의 독성 요인이 되는 glucosinolates가 함유되어 있고 나쁜 냄새가 나기 때문이다(19-21). 따라서 glucosinolates의 함량을 극소화시키는 방법으로 육종학적인 신품종 개발(22,23)과 여러가지의 화학적인 처리방법(24-27)이 연구되어 왔으나 glucosinolates를 완전히 제거시킬 수 있는 방법은 아직도 더 연구되어야 할 과제로 남아 있는 실정이다. 현재 우리나라는 급격한 식용유의 수요증가와 축산사료의 부족으로 수입에 의존하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구는 양질의 식용유와 단백질원이 부족한 상황에서 유채박(油菜粕)은 남은 油粕과 함께 이용하면 고단백 축산사료를 자급화할 수 있고 아울러 식용유와 동물사료로서의 유채의 이용가치를 높일 수 있는 방법을 개발하기 위한 기초적인 연구의 일환으로 유채 발아에 따른 단백질 조성인 아미노산과 비타민 함량을 조사하였기에 보고하는 바이다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 시료는 전남 목포 농촌진흥청 작물시험장에서 분양받은 1996년도산의 영산유채(Napuls, L.)로서 그 직경은 1.19~2.00mm의 것을 사용하였다.

발아 및 시료 조제

선별한 유채 종자를 17°C의 증류수에 24시간 침지시킨 후 여과지(whatman, No 1)를 깔 plastic 쟁반위에 일정하게 편 후 25°C의 항온기내에서 120시간 동안 발아시킨 다음 이것을 24시간마다 700g씩 시료를 채취하여 즉시 -60°C에서 냉동시킨 다음 vaccum freeze dryer로 건조시켜 분석시료로 사용하였다.

아미노산 분석

아미노산 분석은 Andrews 등(28)의 방법을 변형한 것으로서 시료 40ul를 amino acid analyzer에 주입하였다. 즉 분석용 column은 ultra pac II cation exchange resin(11±2um)을 24cm정도 충전하였으며 mobile phase로는 0.2M sodium citrate buffer를 사용하여 pH를 3.2, 4.3, 10.1 순서로 변화하게 하였다. column은 0.4M NaOH 용액으로 재생시켰으며 buffer와 ninhydrine 용액의 flow rate는 각각 40ml/hr와 20ml/hr였다. 분석결과는 LKB 2380 Integrater로 계산하였으며 cysteine은 cysteic acid로, methionine은 methionine sulfate와 methionine sulfoxide를 합하여 계산하였다.

Alkali 가수분해 및 tryptophan 정량

시료를 질소량으로 약 5mg이 되도록 칭량하여 15ml들이 screw capped test tube에 넣고 전분 25mg을 함유한 5N NaOH용액 4ml를 가한 다음 110±0.1°C에서 22시간 동안 가수분해시켰다. 이것을 5N HCl으로 중화시켜 12ml로 적용한 다음(29) 원심분리하였으며, 그 상층액 0.5ml를 Satterlee 등의 방법(30)으로 비색 분석하였다.

산가수분해(31)

분쇄한 시료를 질소량으로 약 10mg이 되도록 칭량하여 100ml들이 round bottom flask에 취하였다. 한편 oxidation mixture를 50ml를 비이커에 넣어 30°C에서 1시간 동안 incubation시킨 다음 15분 동안 ice bath에서 냉각시켰다. 상기 시료와 냉각된 oxidation mixture를 혼합한 다음 0°C에서 16시간 동안 산화시켰으며 과량의 oxidation mixture는 sodium metabisulfate 약 0.84g을 가하여 분해시켰다. 산가수분해는 phenol 50mg을 포함한 6N HCl 50ml를 가하여 110°C에서 23시간 동안 환류냉각으로 행하여졌다. 가수분해가 끝난 후 환류냉각기의 자켓을 0.2N sodium citrate buffer(pH 2.20)로 씻었으며 ice bath 상에서 7.5N NaOH를 가하여 다시 가수분해산물의 pH를 2.20으로 맞춘 다음 buffer를 사용하여 250ml로 정용하였다. 이 용액 2ml를 0.22um의 microfilter paper로 여과하여 그 용액을 분석에 사용하였다.

Vitamin B₁, B₂, C의 정량

시료 5g에 증류수 20ml 5% takadiastase 용액 2ml를 가하고 pH를 4.0~5.0으로 맞춘 다음 37°C의 incubator 내에서 24시간 동안 처리하였다. 이것에 증류수를 가하여 100ml로 정용한 다음 여과하였으며 그 여액 2ml에 1% K₃Fe(CN)₆ 용액 0.2ml와 30% NaOH용액 1ml를 가하였다. 이것에 n-butanol 15ml를 가하여 10분간 진탕한 다음 anhydrous sodium sulfate로 탈수시킨 n-butanol층에 대한 368nm와 426nm에서의 흡광도를 Fluorescence Spectrophotometer로 측정하여 vitamin B₁을 분석하였다(32). Vitamin B₂는 chloroform으로 lumiflavin을 추출하여 464nm와 513nm에서 측정된 흡광도에 의하여 분석하였다(32). 또 비타민 C는 dimethylhydrazine법(32)에 따라 540nm에서 비색정량하였다.

Vitamin E의 정량

발아과정 중의 tocopherols는 HPLC법(33)에 따라

다음과 같이 분석하였다. 즉 Soxhlet법(34)으로 시료에서 추출한 oil에 N_2 gas를 여과시켜 용매를 제거시킨 다음 oil 0.5g을 칭량하고 1.5% isopropyl alcohol의 hexane 용액 10ml에 용해시켰다. 이것을 millipore filter(0.5 μ m)로 여과하여 그 용액 100 μ l를 HPLC에 주입하였으며 column은 분석이 끝난 후 methanol-1.5%, isopropyl alcohol의 hexane 용매 n-hexane 순으로 각각 30분씩 세척하여 다음 분석에 사용하였다.

이때 HPLC의 분석조건에 있어서는 Column: μ -porasil 3.9mm \times 30cm S.S.으로 사용하였으며, Solvent: 1.5% IPA in hexane으로 Flow rate: 1.5ml/min으로 Injector: U 6K으로 Detector: UV 295nm로 Attenuator: 0.02으로 Recorder: 3390A.으로 하였다.

결과 및 고찰

아미노산 조성 함량의 변화

유채 발아 중 아미노산의 조성 함량변화를 측정한 결과는 Table 1에서 보는 바와 같이 다른 아미노산에 비하여 glutamin acid의 함량은 5.47~5.97g/16gN으로 가장 많았고 Asp>Leu>His>Pro>Lys>Ser>Ala>Val의 차례로 많았다. 이와같은 결과는 조 등(35), Rutkowski(14)의 결과와 매우 다른 차이가 있는데 이는 시료의 품종간의 차이에 기인한 것으로 생각된다. Cys의 경우에는 서서히 감소하여 96시간까지 감소하다가 120시간에 다시 약간 증가하였다. 또한 Tyr과 Ile의 경우에는 72시간에 현저히 감소하다가 96, 120시간에 다시 증

가하였다. 그러나 Met와 Try의 경우에는 오히려 그 반대의 경향을 나타냈으며 특히 76시간에는 현저한 감소를 나타내었다.

Vitamin 함량의 변화

발아 중 vitamin B₁, B₂, C의 함량변화를 측정된 결과는 Table 2에서 보는 바와 같이 vitamin B₁, B₂, C의 함량은 각각 0.11, 0.21, 3.72mg/g이었다. 한편 지용성인 vitamin E의 함량은 423 μ g/g 탈지시료이다. Vitamin B₁과 B₂에 있어서는 Rutkowski(14)가 보고한 결과와 비슷하였으나 vitamin E의 경우에 있어서는 상당한 차이를 보였다. Vitamin B₁과 B₂의 경우 48시간까지는 서서히 증가하는 경향을 나타냈으나 72시간에는 급격히 감소하여 최소값을 나타냈으나 다시 96시간부터 서서히 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 vitamin B₁과 B₂가 발아 중 생리적 활성물질로 작용한 것으로 사료되어 생리적 활성이 증대하는 자엽 시기에 비타민 B₁, B₂의 감소량이 커졌기 때문이다. Sironval과 Tannir-Lombia(36)는 옥수수를 4일간 발아시켰을 때 riboflavin과 niacin의 함량은 증가하였으나 thiamin의 경우는 소량 증가하였다고 보고하였다. 또 이 등(37)은 대두의 발아 중 riboflavin의 함량이 6일까지 증가하다가 7일부터 감소하는 경향이 있다고 하였는데 이는 본 실험결과와 약간의 차이를 보인 것으로 이는 품종의 차이에서 오는 것이라고 생각된다.

발아 중 vitamin C 함량은 전과정을 통하여 계속적으로 증가하였으며 이는 대두발아시 vitamin C가 증가

Table 1. Change in the composition of amino acids in rapeseed in during germination at 25°C (g/16gN)

Germmination time(hrs)	1	12	24	48	72	96	120
Amino acid							
Cysteine	0.150	0.087	0.065	0.047	0.038	0.031	0.094
Methionine	0.729	0.072	0.683	0.666	0.611	0.603	0.596
Aspartic acid	2.296	2.193	2.130	2.078	2.072	2.104	2.359
Theronine	1.276	1.258	2.130	2.078	2.072	2.104	2.359
Senne	1.415	1.414	1.375	1.355	1.339	1.262	2.421
Glutamic acid	5.472	5.563	5.665	5.710	5.875	5.900	5.971
Proline	1.755	1.714	1.614	1.598	1.655	1.660	1.891
Glycine	1.485	1.471	1.418	1.385	1.380	1.259	1.332
Alanine	1.402	1.379	1.355	1.325	1.265	1.291	1.428
Valine	1.314	1.239	1.079	1.009	0.944	1.146	1.157
Isoleucine	0.866	0.841	0.774	0.731	0.681	0.756	0.797
Leucine	0.866	0.841	0.774	0.731	0.681	0.756	0.797
Tyrosine	0.875	0.841	0.803	0.726	0.690	0.748	0.821
Phenylalanine	1.158	1.153	1.090	1.174	1.128	0.996	1.075
Histidine	1.878	1.844	1.622	1.536	1.471	1.153	1.149
Lysine	1.674	1.669	1.563	1.547	1.489	1.494	1.583
Arginine	1.730	1.389	1.216	1.213	1.111	1.107	1.158
Tryptophan	0.64	0.64	0.60	0.60	0.60	0.54	0.49

Table 2. Change in the composition of vitamins in rapeseed during germination at 25°C (unit : mg%)

Vitamin	Ger. time(hrs)	0	12	24	48	72	96	130
B ₁		0.11	0.14	0.17	0.17	0.02	0.04	0.05
B ₂		0.21	0.28	0.29	0.24	0.08	0.31	0.42
C		3.72	3.85	7.65	3.95	9.82	10.43	18.11
E'(defatty sample)		423	295	227	288	413	454	371

Content unit in ug/g

Table 3. Change in the composition of tocopherols in rapeseed during germination at 25°C (ug/g)

Germination time(hrs)	0	12	24	48	72	96	120
Tocopherols							
α	200	175	115	179	213	250	212
γ	223	120	112	109	200	204	159
Total	423	295	227	288	413	454	371

한다는 이와 정(38)과 녹두 발아에 대한 Farhang과 Valadon(39)의 보고와 거의 유사하였다 또한 田畑(40)는 대두, 녹두 및 Adzuki bean은 발아 중 vitamin C의 함량이 증가하였으며 대부분이 배축(胚軸)부위에서 증가하였다고 하였다. 따라서 vitamin C의 증가는 모든 종자 발아시 공통적으로 나타나는 현상이라고 사료된다. Bouillenne과 Walrand(41)는 식물의 생장에 있어서 뿌리는 polyphenol에 의하여 촉진되며 발아 중 vitamin C의 증가는 vitamin C가 polyphenol과 작용하여 식물의 성장에 어느 정도 영향을 미친다고 하였으며, Tanczos(42)는 비타민 C가 coenzyme으로서 myrosinase와 작용한다고 하였는데 vitamin C의 식물 생리작용에 대한 연구가 보고되었다고 하지만 아직도 추구되어야 할 연구 과제라고 생각한다.

유채 발아 중 tocopherol은 α-, γ-의 두가지 이성체가 검출되었으며 그 함량의 변화는 Table 3과 같다 Total tocopherol의 함량은 발아초기에는 서서히 감소하는 경향을 나타내다가 다시 약간 감소하는 경향을 보였으며 이는 발아초기에 tocopherol이 성장작용에 관여하기 때문이라고 사료된다. α와 γ이성체 역시 total tocopherol과 같은 경향을 보였으며 초기에 γ-tocopherol이 α-tocopherol보다 감소하는 속도가 더 큰 것으로 나타났다. Polyphenol은 식물 성장을 촉진시키는데 반하여 vitamin E는 항산화제로서 polyphenol과 작용하여 상승적으로 성장을 조절하는 효과를 나타내며 vitamin E를 첨가한 경우가 하지 않은 경우보다 발아율을 증가시켰고 첨가량을 농도별로 증가시켰을 경우 발아율의 증가와 어린잎의 성장을 촉진시킨다고 보고하였다(42,43).

이와같은 결과에서 vitamin E는 일종의 성장 촉진제로서 작용한다고 볼 수 있다. 본 실험에서 발아 중 vitamin E의 함량이 증가하는 것은 어린잎의 성장전에 생

리적 대사물질로 vitamin E가 합성되고 어린잎의 성장시 식물성장 촉진제와의 상승작용에 활용되기 때문에 어린잎의 성장시 급격한 감소를 나타내다가 어린잎의 성장 이후 다시 증가하는 것은 성장과정 중에 재합성되기 때문이라고 생각된다. 이상의 결과에서 vitamin은 발아 중 식물의 성장과 생리대사작용에 관여하는 것으로 사료된다.

요 약

유채박의 활용성을 높이고자 발아에 따른 아미노산 및 비타민의 경시적 변화를 측정된 결과 발아전 시료의 아미노산 함량은 glutamin acid 5.4g/16gN이었으며 Asp >Leu >His >Pro >Arg >Lys >Gly >Ser >Ala >Val 등의 순서로 많았으며 발아 후 96시간까지는 서서히 감소하다가 120시간에 조금 증가하는 경향을 나타내었다. 발아전 시료의 비타민 함량은 B₁, B₂, C가 각각 0.11, 0.21, 3.72mg%이었으며 E는 423ug/g이었다. 발아에 따른 vitamin C 함량은 72시간 후에 크게 증가하였으며 비타민 B군은 72시간에서 급격히 감소하였다.

감사의 글

이 논문은 1996년도 원광대학교 교비지원에 의해서 수행되었음을 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Dam, J. K. · Composition and uses of Canola seed, oil and meal. *Cereal Food World*, 3, 291(1984)
2. 장현기, 남궁석 · 식품학개론. 유림문화사, p.225(1997)
3. McCutcheon, J. S., Umermura, T., Bhatnagar, M. K. and Walker, B. L. · Cardiopathogenicity of rapeseed and oil bleedns differing in erucic, linoleic and linolenic acid content *Lipids*, 11, 545(1976)
4. Hamilton, R. M. G. and McDonald, B. E. · Effect of dietary fat sources on the apparent digestibility of fat and the composition of fecal lipids of the young pig. *J. Nutr.*, 97, 33(1968)
5. Gallikienle, M. and Cighetti, G. : Effects of rapeseed oil on fatty acid oxidation and lipids levels in rat heart and liver. *Lipids*, 11, 670(1976)

- 6 이정일 · 유채의 지방산 조성 개량육종에 관한 최근의 내외 동향과 우리나라 유채육종의 새로운 방향. *Korean J. Breeding*, **7**, 109(1975)
- 7 李正日, 志賀敏夫, 高柳謙治 : 유채의 지방산 조성 개량육종에 관한 연구. 제5보, 유채 재배이동에 따른 종실유 의 지방산 조성변화. *Korean Soc. Crop Science*, **19**, 78 (1975)
- 8 이정일, 문강주, 권병선 · 유채의 지방산 조성 개량육종에 관한 연구. 제6보, 양질유, 양질박 유채 품종들의 성숙기 차이 및 실용형질에 대한 유전통계량의 지역간 변이. *한국육종학회지*, **13**, 3(1981)
- 9 이정일, 권병선, 방진기, 김진곤 : 유채 지방산 조성 개량육종에 관한 연구. 제12보, 성분개량 육종계통들의 출번시기 이동에 따른 실용형질변화. *농시보고*, **25**, 210(1983)
- 10 이정일, 권병선, 방진기, 김진곤 : 유채 지방산 조성 개량육종에 관한 연구. 제10보 양질유, 양박, 유채 육종계통들의 출번성정도 분류. *한국작물학회지*, **28**, 233(1983)
- 11 이정일, 권병선, 방진기, 김진곤 : 유채의 지방산 조성 개량육종연구. *한국육종학회지*, **16**, 294(1984)
- 12 이정일, 권병선 : 유채의 지방산 조성 개량육종에 관한 연구, 제 8보. *한국육종학회지*, **16**, 301(1984)
- 13 Eapen, K. E., Tape, N. W. and Sims, R. P. A. : New process for the production of better quality rapeseed oil and meal. I. Effect of heat treatments on enzyme destruction and color of rapeseed oil. *JAOCS*, **45**, 194 (1968)
- 14 Rutkowski, A. : The feed value of rapeseed meal. *JAOCS*, **48**, 863(1971)
- 15 Bhatti, R. S. and Sosulski, F. W. : Diffusion extraction of rapeseed glucosinolate with ethanolic sodium hydroxide. *JAOCS*, **49**, 436(1972)
- 16 Rutkowski, A. and Kozłowska, H. : Chemical constituents and protein food processing of rapeseed. *JAOCS*, **56**, 475(1979)
- 17 Kirk, L. D., Mustakas, G. C., Griffen, E. L. and Northern, J. R. : Crambe seed processing; decomposition of glucosinolate(Thioglucosides) with chemical additives. *JAOCS*, **48**, 845(1971)
- 18 Ohlson, R. and Anjou, K. : Rapeseed protein products. *JAOCS*, **56**, 431(1979)
- 19 Eklud, A., Agren, G., Langler, T., Sternarm, U. and Nordgren, H. : Rapeseed protein fractions, II. Chemical composition and biological quality of a lipid protein concentration from rapeseed. *J. Sci. Food Agr.*, **21**, 140(1970)
- 20 Daxenbuehler, M. E., Spencer, G. F., Kleiman, R., Vanetten, C. H. and Wolff, I. A. : Gas-liquid chromatographic determination of products from the progoitrins in crambe and rapeseed meals. *Anal Biochem.*, **38**, 373 (1970)
- 21 Water, L. R. : The determination of mustard oils in rapeseed meal. *Can. J. Biochem. Physiology*, **33**, 980(1955)
- 22 Young, C. G. and Wetter, L. R. : Microdetermination of the major individual isothiocyanates and oxazolidinethione in rapeseed. *J. AOCS*, **44**, 551(1967)
- 23 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. *Korean J. Breed.*, **16**, 171(1984)
- 24 Ballester, D. : Rapeseed meal. III-A simple method for detoxification. *J. Sci. Food Agr.*, **21**, 143(1970)
- 25 Josefsson, E. and Munck, L. : Influence of glucosinolate and a tentative high-molecular detrimental factor on the nutritional value of rapeseed meal. *J. Sci. Food Agr.*, **23**, 861(1972)
- 26 Srivastava, V. K. and Hill, D. : Effect of mild heat treatment on the nutritive value of low glucosinolate-low erucic rapeseed meals. *J. Sci. Food Agr.*, **27**, 953 (1976)
- 27 Anderson, G. H. : Effect of hydrogen peroxide treatment on the nutritional quality of rapeseed flour fed to weanling rats. *J. Nutr.*, **105**, 317(1975)
- 28 Andrew, R. P., Candon, G. D. and Balder, N. A. : Amino acid determination in feed constituents using the LKB 4150 Alpha amino acid analyzer, protein chemistry note, No. 27, LKB Biochrom LTD(1983)
- 29 Mason, V. C., Beech-Anderson, S. and Rudemo, M. : Hydrolysate preparation for amino acid determination in feed constituents. Proc., 3rd EAPP. *Symp on Protein Metabolism and Nutrition*, **1**, 780(1983)
- 30 Satterlee, L. D., Kendrick, J. G., Marshall, J. W., Jewell, D. K., Ali, R. A., Hockman, M. M., Stenrike, M. F., Larson, P., Phillips, R. D., Sarwar, G. and Lump, P. : In vitro assay for predicting protein efficiency ratio as measured by rat bioassay collaborative study. *JAO-AC*, **65**, 799(1982)
- 31 Basha, B. S. and Robert, R. M. : A simple colorimetric method for determination of tryptophan. *Anal. Biochem.*, **77**, 378(1972)
- 32 AOAC : *Official methods of analysis* 15th ed, Association of official analytical chemists. Vol.2, p.918(1990)
- 33 Carpenter, A. P. : Determination of tocopherols in vegetable oils. *J. AOCS*, **56**, 168(1979)
- 34 정동효 · 식품분석. 진로출판사(1985)
- 35 조병미, 윤석권, 김우정 : 유채발아중 이미노산과 지방산 조성의 변화. *한국식품과학회지*, **17**, 371(1985)
- 36 Sironval, C. J. and Tannir-Lombia, E. L. : Vitamin E and flowering of *fragaria vesca* L. var. *Semperflorens Duch. Nature*, **4716**, 855(1960)
- 37 이춘영, 김희달, 신영서, 이기영 · 대두의 발아중 리보플라빈 함량의 영향. 서울대학교 논문집. p.62(1959)
- 38 이상효, 정동효 : 식물성장조절제가 콩나물의 성장 및 성분에 미치는 영향에 관한 연구. *한국농화학회지*, **25**, 75 (1982)
- 39 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 Agr.*, **34**, 1251(1983)
- 40 申尙士 : 豆類 栽培中 含有成分 消長 收穫適期. 日本食品工業學會誌, **28**, 79(1981)
- 41 Bouillenne, R. B. and Walrad, M. B. : Auxine E. Bourturae, Proceedings of the XIV *International horticultural congress*, **1**, 231(1955)
- 42 Tanczos, O. G. : Effect of α -tocopherol on growth membrane-bound adenosine triphosphatase activity of the roots, membrane fluidity and potassium uptake in rice plants. *Physoil Plant*, **55**, 289(1982)
- 43 Badia, N. K. : Influence de la vitamin E Sur la Multiplication vegetative *in vitro* de l' *Eucalyptus rudis* En, de Larix X eurolepis Henry et de quercus Borealis Michx. *Bull. Rech. Agron. Gembloux*, **17**, 219(1982)