

성장시기별 무순의 화학적 조성 변화

한진희¹ · 문혜경² · 김종국 · 김귀영 · 강우원*

¹(주) 삼아벤처 기술연구소, ²상주대학교 지역기술혁신센터, 상주대학교 식품영양학과

Changes in Chemical Composition of Radish bud (*Raphanus sativus* L.) during Growth Stage

Jin-Hee Han¹, Hye-Kyung Moon², Jong-Kuk Kim, Gwi-Young Kim and Woo-Won Kang*

¹R&D Center SamA Venture., ²Technology Innovation Center, Sangju National University
Department of Food Science and Nutrition, Sangju National University

Abstract

The chemical components of radish buds were investigated during the growth stage. The vitamin C and total phenol contents were lowered after 4 days of early sprout growth, and were 22.19 and 4.99 mg%, respectively. These increased according to the growth time, showing the highest value on day 8, 25.85 and 17.87 mg%, respectively. However, these values decreased around day 12, which seemed to be the bud end point. The major free sugar component of the radish buds was glucose, showing the highest content on day 8. The total organic acid content gradually increased as the growth proceeded. The detected oxalic acid content was only small on day 8. During the early growth stage, the total and essential amino acids contents were 3,020~3,575 and 1,206~1,499 mg, respectively. These contents tended to decrease with growth time. Glutamic acid, aspartic acid and alanine were the major amino acid components (39%).

Key words : Radish bud, amino acid, vitamin C, total phenol, free sugar

1. 서 론

무순 또는 무싹기름은 무의 종자를 파종하여 짧은 기간 동안에 여기서 발생하는 어린 싹을 키워 생육 초기의 어린 배추과 자엽을 식용으로 하는 것이거나 숙근초 등의 뿌리나 줄기를 묻어 움을 트게 하여 그 싹을 식용으로 하는 것이라 할 수 있다. 무순은 무 특유의 향기와 특 쏘는 듯한 매운맛이 있으며 샐러드나 무침, 샌드위치, 김초밥 등에 많이 이용되므로 젊은이들도 좋아하는 채소이다. 또한 가열 조리를 해도 맛이 있으며, 기름진 요리와 함께 먹으면 뒷맛이 깨끗하므로 육류요리, 전골 등에 이용되며, 생선의 비릿한 냄새를 제거하는 작용을 하므로 생선회에 필수적으로 이용되어 노년층에도 인기있는 채소이다.

무순을 식용으로 널리 이용하게 된 이유중의 하

나는 신선 무공해 채소이기 때문이다. 특히 오늘날과 같은 산업사회의 문제로 대두되고 있는 농약의 잔류 독성 같은 식품공해 문제를 해소할 수 있는 안전식품으로서 가치가 높다. 무순은 수분함량이 90% 이상으로 에너지원으로의 가치는 없으나 다량의 비타민 A와 C를 함유한다¹⁾. 또한 Ca, P, Fe, Mg 과 같은 알칼리성 원소를 함유하고 있기 때문에 혈액의 산성화를 방지할 뿐만 아니라 섬유소를 지니고 있어 배변을 조절하는 역할도 한다. 또 다른 이유는 특유의 향과 특 쏘는 신미 성분의 기호성 때문이라고 생각된다²⁾. 무순은 십자화과 식물로서, indole계 화합물이 존재하는데 이 화합물은 항암물질로 알려져 있다. 또 비타민 C와 β -카로틴, 비타민A, 식이섬유소 등이 항산화제로서의 역할을 하며³⁾, 기미, 주근깨, 노인성 검버섯 등 미용 측면에서 좋지 않은 결과를 초래하는 멜라닌 합성에 관여하는 tyrosinase의 활성을 저해하는 효과 또한 다른 채소에 비하여 높다고 보고하였다⁴⁾.

본 연구는 이용가치는 적지만 농가 소득 증대에 기

Corresponding author: Woo-Won Kang, Sangju National University,
386, Gajang-dong, Sangju, Kyungbuk 742-711, Korea
Tel: 054-530-5303
Fax: 054-530-5309
E-mail: wwkwang@sangju.ac.kr

여할 수 있으며 소화를 촉진시키는 무순, 또는 무싹기름이라고 일컬어지는 무싹의 이화학적 특성을 성장일수 별로 분석하여 식용에 적당한 시기의 무순을 선택하여 올바른 섭취의 기초 자료를 마련함과 동시에 그 기능성을 확인하여 식품 및 화장품 소재로서의 활용을 위한 기초로 제공하기 위하여 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시료 채취

본 실험에 사용된 시료는 종자 소독이 되지 않은 무순 씨앗을 아세아 종묘에서 구입하여 수온이 28~30℃인 물에 4~5시간 침지한 후 자동재배기(Miracle sprouter, KM-130, 하이그린, Korea.)에 넣어 25±2℃의 incubator에 재배 시켰다. 재배 후 발아가 되면 조명을 주어 녹화 단계를 거친 후 무순으로써의 이용가치가 있는 시기인 4일(초기), 8일(중기), 12일(말기)의 성장 시기별로 채취하여 동결건조기(Samwon, SFDSM24, Korea.)로 건조한 후 시료로 사용하였다.

2. 일반성분 분석

무순의 일반성분 분석은 AOAC⁵⁾법에 따라 실시하였다. 수분은 105℃ 상압가열건조법, 조단백질은 Kjeldahl 질소정량법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조섬유는 fritted glass crucible method 법, 조회분은 직접회화법으로 측정하여 백분율로 나타내었다. 당질은 100에서 수분, 조단백질, 조지방, 조섬유 및 조회분을 뺀 값으로 구하였다.

3. 무순의 생육특성

무순의 생육특성은 길이, 두께, 무게를 각각 10개의 무순을 취하여 길이는 전체길이, 배측길이를 나누어 측정 후 평균값을 사용하였고, 두께는 Calipers를 사용하여 측정, 무게는 자엽무게, 배측무게로 나누어 측정 후 각각 평균값을 사용하였다.

4. 이화학적 특성

1) pH 및 가용성 고형분 함량 측정

pH 측정은 일반적인 방법에 따라 채취한 무순을 증류수와 1:1 혼합하여 파쇄 후 착즙한 액을 시료로 하여 pH meter로 측정하였고, 가용성 고형분 함량은 동결 건조시킨 시료를 티백에 담은 후 열수로 일정시간 추출한 후 추출되고 남은 티백을 105℃ 건조법에 의해 항량이 될 때까지 건조한 다음 그 무게를 측정하였으며 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{가용성 고형분(Water soluble solid, \%)} = \frac{W_0 - W_e}{W_0} \times 100$$

W₀ : 열수 추출전의 티백 무게

W_e : 열수 추출후의 티백 무게

2) 비타민 C 측정

비타민 C 함량은 2,4-dinitrophenyl hydrazine(DNP)비색법⁶⁾에 의해 측정하였다. 즉 동결건조한 시료 2 g을 metaphosphoric acid 용액에 넣어 추출한 후 추출액 2 mL에 indophenol 과 thio urea-metaphosphoric acid를 넣고 충분히 혼합하였다. 여기에 DNP 를 가하여 37℃ dry oven에서 3시간 반응시키고 H₂SO₄ 용액을 넣어 방치시킨 후 분광광도계(Shimadzu, UV-1601, Japan.)로 540 nm에서 흡광도를 측정하였다.

3) 총 페놀 물질 함량 측정

총 페놀 물질의 함량은 Swain & Hills방법⁷⁾에 따라 실시하였다. 동결건조한 시료 5 g에 증류수 80 mL를 가하여 1분 동안 균질기로 분쇄한 후 Whatman No. 2 여과지로 여과하고 증류수를 가해 100 mL로 정용하였다. 다음 시료 5 mL에 0.2 N Folin-Ciocalteu's 페놀 용액과 포화 무수 Na₂CO₃용액(75 g/L)을 각각 5 mL씩 넣어 격렬히 혼합하고 10분간 방치 후 분광광도계(Shimadzu UV-1601, japan)로 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이 때 별도로 gallic acid를 사용하여 작성된 표준곡선으로부터 총 페놀물질 함량을 환산하였다.

4) 유리당 함량 측정

유리당의 정량은 Kim⁸⁾의 방법에 준하였으며 동결 건조한 시료 약 2 g을 마쇄하여 70% ethanol 100 mL를 80℃의 수욕조에서 2시간 환류추출 후 여과하여 고속원심분리기로 5,000 rpm(4,220×g)에서 30분 동안 원심분리하였다. 원심분리한 상정액을 진공회전농축기로 감압 농축한 뒤 3차증류수 10 mL로 재용해하고 Sep-pak C18 cartridge를 통과시켜 색소와 고분자 물질을 제거한 다음 0.45 μm membrane filter로 여과하여 HPLC (600E Water Co. USA)로 분석하였다. HPLC 분석조건은 Sugar-Pak I (6.5×300 mm) column을 사용하였고, refractive index detector(RI Model 410)를, 이동상은 Ca-EDTA buffer(50 mg Ca-EDTA/1L H₂O)를 사용하였고, 유속은 0.5 mL/min이었다.

5) 총 아미노산 함량 측정

총 아미노산 분석은 Lee 등⁹⁾의 방법에 따라 동결 건조한 시료 약 0.5 g을 ampule에 취하여 6 N HCl 20

mL를 가한 다음 질소로 치환한 후 봉입하고 120℃에서 24시간 가수분해 시켰다. 가수분해가 끝난 시료에 증류수 100 mL를 가하고 감압 건조시키는 조작을 3회 반복하여 염산을 제거한 다음 농축 건조된 시료에 loading buffer(0.2 N sodium citrate buffer, pH 2.2) 용액으로 10 mL가 되게 정용하고 Whatman No.2 여과지로 여과하였다. 여액은 Sep-pak C18 cartridge를 통과시켜 색소와 고분자 물질을 제거한 다음 0.45 μ m membrane filter로 재여과하여 자동 아미노산 분석기(Biochrom 20, Pharmacia Biotech Co. Swiss)로 분석하였으며, 분석조건으로 column은 Na-form column을 사용하였고, column 온도는 30℃, 주입량은 40 μ L를, 발색시약으로는 ninhydrin kit를 사용하였다.

6) 비휘발성 유기산 함량 측정

비휘발성 유기산의 정량은 배 등¹⁰⁾의 방법에 준하여 시료 3 g을 마쇄하여 80% ethanol 100 mL를 60℃의 수조관에서 1시간 환류추출, 여과하여 원심분리기로 5,000 rpm(4,220×g)에서 30분 동안 원심분리 한 후 그 상정액을 진공회전농축기로 감압 건조하고 3차 증류수 20 mL로 재용해하여 그 중 5 mL를 채취하여 감압 건조하고 다시 BF₃/methanol 4 mL를 첨가하여 80℃의 dry oven에서 30분간 methylation하고 포화 황산 암모늄 5 mL와 chloroform 4 mL를 넣고 잘 혼합한 후 chloroform층을 분리하여 sodium sulfate를 통과시키고 0.45 μ m membrane filter로 여과하여 GC(SHIMADZU GC-17A)로 분석하였다. 분석조건은 ZB-WAX(30 m×0.25 mm×0.25 μ m) Column을 사용하였고, 100℃에서 5분간 유지한 후 220℃까지 4℃/min 승온하였으며, detector는 FID를 injector 및 detector 온도는 230℃ 및 250℃로 하였으며, carrier gas는 N₂로 20 mL/min로 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반성분

동결 건조하여 분말화한 무순의 일반 성분은 Table 1과 같다. 무순의 성장시기에 따른 수분의 변화는 발아 후 4일에 2.28%이고 성장기간이 길어질수록 높아지는 경향을 보여 12일경에서 5.03%로 높은 값을 나타내었다. 조단백질은 30.43~31.14%로 시료간에 차이는 없었지만 단백질은 평균 30%로 생육기간에 따른 함량의 변화가 크지 않았으나 그 함량은 매우 높게 나타났다. 조지방 함량과 조섬유는 4일에서 가장 높은 값을 나타내었고 성장일수가 길어질수록 낮아지

는 경향을 보였다. 김등¹¹⁾의 메밀싹기름에 대한 연구 보고에 의하면 수분함량과 조단백질 함량은 성장시기가 길어지면서 증가하는 추세로 나타났고, 조섬유 함량과 조회분 함량 역시 증가한다고 보고하였다. 본 실험에서는 조섬유 함량과 조회분 함량은 성장시기가 길어지면서 작아지는 경향을 보였는데 이와는 다소 차이가 있는 것으로 보여진다.

2. 무순의 생육 특성

무순을 성장초기인 4일, 성장중기인 8일, 성장말기인 12일의 성장시기별로 재배하여 생육특성을 나타낸 것은 Table 2와 같고 채취한 모습은 Fig. 1과 같다. 성장이 진행될수록 배축의 길이와 두께, 무게는 증가하는 경향을 보였다. 성장초기인 4일에서는 싹의 생성 단계로서 종자에서 싹이 피어나 쌍자엽을 갖추는 시기로 양쪽의 자엽이 완전히 퍼지지 않은 상태이고 뿌리수염이 생성되며 싹의 길이는 5.73 cm로서 기본적인 싹의 형태를 지니고 있으며 가장 시중에 흔히 쓰이는 무순과 일치한다. 또 자엽을 제거한 배축의 길이는 4.21 cm로 배축이 73%를 차지하였고, 배축의 두께는 1.25 mm이었다. 무게는 자엽이 54.00 mg, 배축이 58.30 mg이었다. 또 성장 중기인 8일의 무순은 자엽이 완전히 퍼지고 싹의 키는 7.90 cm로 싹으로써의 성장이 완전히 이루어지는 시기이다. 배축의 무게는 75%로 자엽보다 많은 비율을 차지하였다. 성장 말기인 12일의 무순은 뿌리수염이 완전히 생성됐으며 양자엽 사이로 새잎이 나고 키는 9.96 cm로 싹이 넘어지는 경향을 보였으며 더 이상 성장이 되지 않는 것으로 보아 싹으로써 성장은 끝나는 시기로 보여진다. 배축의 두께도 굵어졌으며, 자엽과 배축의 무게가 급

Table 1. Proximate compositions of Radish bud during growth stage. (unit: %)

Item	Growth stage(days)		
	4	8	12
Moisture	2.28	2.46	5.03
Crude protein	30.43	31.14	30.90
Crude lipid	20.06	15.13	8.02
Crude fiber	20.79	20.34	17.76
Ash	4.18	5.47	6.06
N-Free extract	22.26	26.47	32.23

Table 2. Growth characteristics of Radish bud.

Growth stage	Length(cm)		Thickness of hypocotyl (mm)	Weight(mg/10ea)	
	Whole	Hypocotyl		Cotyledon	Hypocotyl
4	5.73	4.21	1.25	54.00	58.30
8	7.90	6.69	1.27	63.70	84.80
12	9.96	7.78	1.47	80.30	117.80

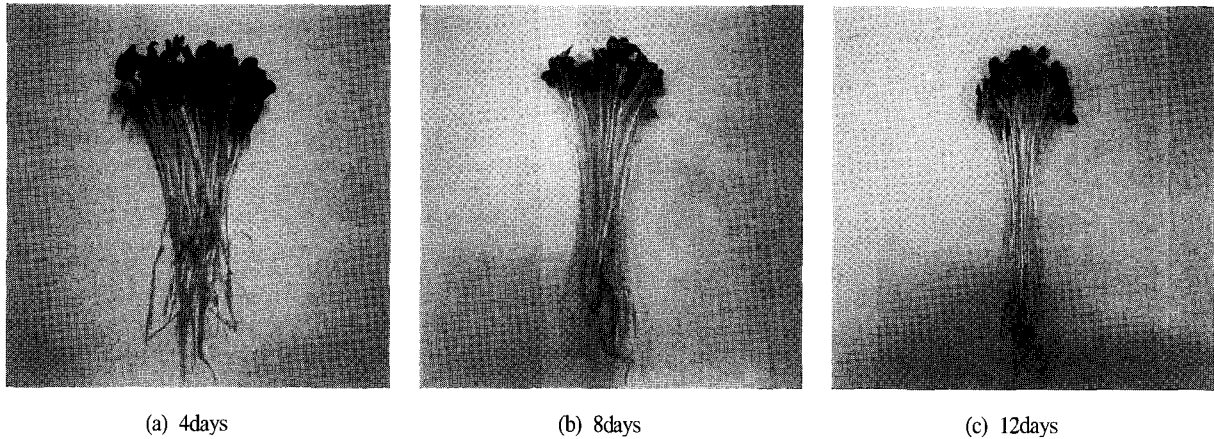


Fig. 1. Radish bud during growth stage.

격히 증가하는 추세를 보였다. 한편 남¹²⁾은 무게변화의 증가는 주로 수분함량의 증가와 관련이 있어 수분함량이 무게의 증가와 비슷한 경향을 보여준다고 보고하였다.

3. 이화학적 특성

1) pH, 가용성 고형분, 비타민 C 및 총 페놀 함량

무순을 성장시기별로 채취하여 pH, 가용성 고형분, 비타민 C 및 총 페놀 함량을 측정된 결과는 Table 3와 같다. 시료와 증류수를 1:1 비율로 마쇄하여 측정된 pH는 전체적으로 pH 5.17~5.30으로 세 구간에 pH는 큰 변화가 없었으나 성장시기가 길어질수록 pH가 조금 감소하는 경향을 나타냈다. 가용성 고형분의 변화는 4일에서 37.62%로 가장 낮은 값을 보였고, 8일과 12일에서는 44.31%와 44.15%로 구간간에 큰 차이는 나타나지 않았다. 결과적으로 성장 초기 단계인 4일은 조직 성분의 생성단계이고 또한 무순의 짝이 약 5 cm에 달하는 작은 크기로 가용성 고형분의 함량이 적고 성장시기가 길어질수록 성분과 짝의 크기가 커지므로 그에 상응하는 가용성 고형분의 함량이 커지는 것으로 생각된다.

성장시기에 따른 무순의 비타민 C 함량 변화는 무순의 성장 최적기로 판단되어지는 8일에서 가장 높은 값을 보이다 성장 12일경에는 약간 감소하는 추세를 보였다. 즉 성장 초기인 4일에는 22.19 mg%의 비타민 C 함량을 보였고, 8일에서 가장 높은 값인 25.85 mg%이 나타났다. 또, 성장이 끝나는 시기인 12일의 비타민 C 함량은 24.02 mg%으로 감소하였다. 이와 같은 결과는 송등¹³⁾과 김등¹⁴⁾의 결과에서 재배기간에 따른 콩나물의 비타민 C 함량은 재배초기에 증가하다 그 이후에 감소한다는 보고와 일치하는 것으로 보여졌다.

Table 3. Changes in pH, soluble solid, vitamin C and total phenol of Radish bud during growth stage.

Items	Growth stage(days)		
	4	8	12
pH	5.30	5.20	5.17
Soluble solid (%)	37.62	44.31	44.15
Vitamin C (mg%)	22.19	25.85	24.02
Total phenol (%)	4.99	17.87	9.46

일반적으로 페놀화합물은 과채류가 가지고 있는 영양과 미생물에 대한 저항, 맛 등에 영향을 주어 과채류의 특성을 규정짓는 것으로 이들은 단백질과 가교 결합을 형성하는 능력이 있어 결과적으로 가용성 단백질의 침전 혹은 효소계의 저해를 초래한다는 보고가 있다¹⁵⁾. 또한 이러한 페놀 화합물중 일부는 카로틴의 간접적인 산화에 관여하는 lipoygenase의 활성을 저해하기도 하고 pyrogallol과 같은 항산화제를 첨가하면 채소류에서 높은 카로틴치가 나온다는 등 채소류의 카로틴 bleaching에 미치는 페놀 물질의 산화저해 효과에 관한 보고¹⁶⁾ 및 각종 페놀산과 플라보노이드 성분에 의한 항산화¹⁷⁾, 항변이원성¹⁸⁾ 등 기능성에 관한 많은 보고가 있다. 성장시기에 따른 무순의 총 페놀 함량을 조사한 결과는 성장 초기인 4일에 4.99 %로 가장 작은 함량을 보였으며, 성장 중기인 8일에 17.87 %로 최고 함량을 보이다 짝으로써의 성장 말기인 12일 경에서 9.46 %로 차츰 감소되는 경향을 보였다.

2) 유리당 함량

무순의 성장시기에 따른 유리당 함량을 측정된 결과는 Table 2와 같고 유리당은 sucrose, glucose, fructose 3종류만이 동정되었다. sucrose 함량은 다른 유리당에 비하여 다소 낮았고, 4일에서 가장 높은 값

인 2.07 mg/g이 발견되었다. glucose 함량은 8일에서 가장 높은 값을 나타냈으며, 4일에서는 7.63 mg/g으로 성장 12일 후의 값과 크게 차이가 나지 않았다. 또한, fructose 함량은 8일경에서 가장 높게 나타났고, 전체 유리당 함량도 8일에서 가장 높았으며, 그 후 유리당이 감소되는 것을 볼 수 있다. 8일에 채취한 무순의 glucose와 fructose 함량은 증가하는 반면에 sucrose의 함량이 감소되는 경향이 있는데 이는 발아 초기상태에서는 sucrose 및 maltose와 같은 이당류가 주를 이루지만 발아일수가 경과됨에 따라 이당류의 함량은 감소되고 fructose 및 glucose와 같은 단당류의 함량이 증가되어 생기는 것으로 생각되어진다.

3) 총 아미노산 함량

무순의 성장시기에 따른 총 아미노산 함량은 Table 3와 같다. 무순의 성장시기에 따른 아미노산은 총 16종의 아미노산이 발견되었고, glycine은 검출되지 않았다. 무순의 성장시기에 따른 아미노산 함량은 성장시기가 길어지면서 일반적으로 감소하는 경향을 나타내었다. 전체적으로 아미노산은 3,020.63~3,575.0 mg/100g으로 성장시기가 길어질수록 감소하였고 비필수 아미노산을 제외한 필수 아미노산 함량은 1,206.7~1,499.41 mg/100g으로 높은 양을 보였으며 역시 성장시기가 길어질수록 감소하였다. 또 glutamic acid와 alanine, aspartic acid가 아미노산중 가장 많은 부분을 차지하였으며, 그 중에서 glutamic acid가 635.88~576.33 mg/100g으로 많은 양을 보였는데 이것은 성장시기가 높아지면서 아미노산함량이 감소되는 다른 종류의 아미노산과는 달리 성장시기가 길어지면서 아미노산 함량이 높아짐을 알 수 있다. methionine은 전체 아미노산중에서 아주 낮은 40.24~57.42 mg/100g을 보였으며 다른 아미노산과 마찬가지로 성장시기가 길어질수록 낮은 양을 나타내었다. 본 실험에서 무순은 차의 맛에 중요한 역할을 하는 glutamic acid나 aspartic acid가 많을 뿐만 아니라 필수아미노산을 비롯한 기타 아미노산도 골고루 함유되어 있어 영양학적인 측면이나 맛에 직접 관여함으로써 고기능성 식품이라 생각된다.

4) 비휘발성 유기산 함량

성장시기에 따른 무순의 비휘발성 유기산 함량은 Table 4와 같다. 무순에서는 oxalic acid, levulinic acid, malic acid, citric acid가 발견되었다. oxalic acid는 4일과 12일에서는 발견되지 않았고, 8일에서 미량이 발견되었으며 일시적으로 생성되었다가 소멸되어지는 것

으로 생각되어진다. levulinic acid는 4일에서 적은 함량이 발견되었으며 성장 단계가 길어질수록 증가하는 것으로 보여졌다. malic acid 역시 4일에서 0.92 mg/g으로 작은 함량을 보였으며 성장단계가 길어질수록 1.66 mg/g까지 증가하는 것으로 보여졌고 citric acid는 성장단계가 길어질수록 증가하다 성장 마지막 단계인 12일에는 차츰 감소하는 경향을 보였다. levulinic acid와 malic acid는 성장단계가 길어질수록 증가하는 반면 citric acid는 감소하는 결과를 보였다. 또 총 비휘발

Table 4. Changes in the free sugars in Radish bud during growth stage. (unit : mg/g)

Free sugar	Growth stage(days)		
	4	8	12
Sucrose	2.07	1.15	1.47
Glucose	7.63	9.94	7.99
Fructose	3.66	4.65	2.94
Total	13.36	15.74	12.40

Table 5. Changes in the amino acids in Radish bud during growth stage. (unit : mg/100g)

Amino acid	Growth stage(days)		
	4	8	12
Aspartic acid	374.28	343.90	300.38
Threonine	192.89	171.66	155.46
Serine	228.89	213.15	189.79
Glutamic acid	576.33	600.62	635.88
Proline	121.40	98.68	122.07
Glycine	ND*	ND	ND
Alanine	426.73	368.31	265.87
Cystine	250.38	232.30	219.12
Valine	224.99	203.97	180.04
Methionine	57.42	46.56	40.24
Isoleucine	153.74	141.23	116.50
Leucine	294.23	262.66	213.25
Tyrosine	97.58	90.10	80.15
Phenylalanine	79.74	115.33	105.15
Histidine	90.20	82.10	81.43
Lysine	232.56	215.60	193.93
Arginine	173.64	148.88	120.70
Essential A.A	1,499.41	1,387.99	1,206.70
Total A.A	3,575.00	3,336.05	3,020.63

*Not Detected

Table 6. Changes in nonvolatile organic acids in Radish bud during growth stage. (unit : mg/g)

Organic acid	Growth stage(days)		
	4	8	12
Oxalic acid	ND*	0.28	ND
Levulinic acid	1.02	1.26	3.02
Malic acid	0.92	1.62	1.66
Citric acid	0.75	0.90	0.47
Total	2.69	4.06	5.15

*Not detected

성 유기산 함량은 12일에서 가장 많은 함량을 보였으며 성장단계가 길어질수록 함량은 증가하는 것으로 나타났다.

IV. 요약

성장 중 무순의 비타민 C 및 총페놀 함량은 성장 초기인 4일에 각각 22.19 mg% 및 4.99 mg%로 낮았으나 성장 최적기로 판단되어지는 8일에 각각 25.85 mg% 및 17.87 mg%로 가장 높은 값을 보이다 성장 12일경에는 약간 감소하는 경향을 보였다. 유리당은 sucrose, glucose, fructose 3종류가 확인되었으며, sucrose 함량은 4일에서 2.07 mg/g으로 다른 유리당에 비하여 다소 낮게 검출되었으며, 8일에는 점점 감소하였다. glucose 함량은 8일에서 9.94 mg/g으로 가장 높게 나타났고, 성장 4일과 성장 12일후의 값이 각각 7.63 mg/g과 7.99 mg/g로 크게 차이가 나지 않았다. fructose 함량은 4일과 8일에서 3.66 mg/g과 4.65 mg/g으로 점차 증가하다 성장 12일경에 2.94 mg/g으로 감소하는 경향을 보였다. 무순의 성장 단계에 따른 아미노산은 총 16종의 아미노산이 발견되었고, glycine은 검출되지 않았다. 총 아미노산은 성장 단계가 길어질수록 감소하였고 비 필수 아미노산을 제외한 필수 아미노산은 약 40 %였으며 역시 성장단계가 길어질수록 감소하였다. 또 glutamic acid와 alanine, aspartic acid가 아미노산 중 39 %를 차지하였으며, 그 중에서 glutamic acid가 약 46 %로 많은 양을 보였다. 비휘발성 유기산은 oxalic acid, levulinic acid, malic acid, citric acid가 발견되었으며, 4일에서 levulinic acid와 malic acid는 1.02 mg/g 및 0.92 mg/g로 낮았으나 성장 8일에서 증가하기 시작하여 성장 12일경에는 각각 3.02 mg/g 및 1.66 mg/g으로 높은 값을 보였다. citric acid는 성장 초기인 4일에는 0.75 mg/g로 성장 8일 까지 증가하다 성장 마지막 단계인 12일경에는 0.47 mg/g로 감소하는 경향을 보였다. 이 결과에 따르면 성장시기에 따른 무순의 화학적 특성은 발아 후 4일에서 8일 사이에 채취한 무순이 영양학적 측면이나 외관상으로 적합하며, 페놀과 비타민 C 함량이 많아 천연 항산화제로의 이용과 유리당, 유기산 및 아미노산도 골고루 함유되어 있어 영양학적인 측면이나 맛에 직접 관여함으로써 고기능성 식품 개발에 크게 기여하리라 생각된다.

감사의 글

본 연구는 2003년도 상주대학교 특별 연구보조금 지원에 의해 일부 수행되었으며, 연구비지원에 감사드립니다.

V. 참고문헌

1. 한국영양학회 : 한국인의 영양권장량, 7 ed., p. 306, 중앙문화사, 서울, 2000
2. 박상근, 김관용 : 수경재배(영농기술시리즈30), p. 349, 오성출판사, 서울, 1999
3. 이경업, 박건영 : 녹황색 채소류의 항(발)암 효과 Life Science 3, p. 143, 1993
4. Jung, SW, Lee, NK, Kim, SJ and Han, DS : Screening of Tyrosinase Inhibitor from Plants. Korean J Food Sci. Technol., 27:891, 1995
5. A.O.A.C : Official Methods of Analysis. 15th ed., Association of official Chemists, Washington D.C, 1990
6. Ministry of Health and Welfare : Food Code(in Korea), 1999
7. Swin, T and Hills, WE : The Phenolic Constituents of Prunus Domestica L., The Quantitative Analysis of Phenolic Constituents. J. Sci. Food Agric., 10:63, 1959
8. Kim, HJ : Production of main taste Components in traditional Korean soy Sauce by Bacillus licheniformis(in Korean). Korean J. Soc. Food Sci., 8:9, 1992
9. Lee, FZ, Lee, JC, Jong, D., Yung, HC and Eun, JB : Chemical Composition of Blue crabs Preserved in Soy Sauce. Korean J. Food MCI. Technol. 33:714, 2001
10. Bae, DK, Choi, HJ, Son, JH, Park, MH, Bae, JH, An, BJ, Bae, MJ and Choi, C : The Study of Developing and Stability of Functional Beverage from Korean Persimmon (Diospyros kaki L. folium) leaf. Korean J. Food Sci. Technol. 32:860, 2000
11. Kim, SL, Son, YK, Hwang, JJ, Kim, SK and Hur, HS : Development of Buckwheat Sprout as a Functional Vegetable. RDA. J. Crop Sci 40:191, 1998
12. Nam, SS : Changes in general composition, lipoxigenase activities and volatile compounds of soybean sprouts during germination. Doctoral thesis, The Chung ang university of Korea, 1993
13. Song, J, Kim, SL, Hwang, JJ, Son, YK, Song, JC and Hur, HS : Physicochemical properties of soybean sprouts according to culture period Korea Soybean Digest. 17(1), p. 84-89, 2000
14. Kim, CJ, Park, JS, Kim, SY and Oh, DK : Varietal differences among soybean sprouts during germination and maturation Korea Soybean Digest.
15. Ohkawa, H, Oshishi, N and Yagi, K : Assy for lipid peroxide in animal tissue by thiobarbituric acid reaction. Anal. Biochem., 95:351, 1979
16. Oszmianski, J and Lee, CY : Inhibitory effect of phenolics on carotene bleaching in vegetables. J. Agric Food Chem, 38:688, 1990

17. Cuvelier ME, Richard, H and Berset, C : comparison of the antioxidative activity of some acid phenols structure-activity relationship. *Biosci. Biotech. Biochem.*, 56:324, 1992
18. Lee, H, Jiaan, CY and Tsai, SJ : Flavone inhibits mutagen formation during heating in a glycine/creatin/glucose model system. *Food Chem* 45:235, 1992
-
- (2003년 7월 11일 접수, 2003년 9월 24일 채택)