

땅콩나물용 품종선발과 고함량 레스베라트롤 생육단계 구명

박은지¹ · 이규빈¹ · 허유¹ · 손병구¹ · 최영환¹ · 이용재¹ · 박영훈¹ · 임채신² · 강점순^{1*}

¹부산대학교 원예생명과학과, ²경남농업기술원

Cultivar Selection for Peanut Sprouts and Investigation on the Growth Stage for the High Level of Resveratrol

Eun-Ji Park¹, Gyu-Bin Lee¹, You Heo¹, Beung-Gu Son¹, Young-Whan Choi¹, Yong-Jae Lee¹, Young-Hoon Park¹, Chae-Shin Lim², and Jum-Soon Kang^{1*}

¹Dept. of Horticultural Bioscience, Pusan National University, Miryang 627-702, Korea

²ATEC, Gyeongsangnamdo Agricultural Research and Extension Services, Jinju 1085-1, Korea

Abstract. This study was conducted to find out optimum cultivars, and growth temperature and stage in peanut sprout for resveratrol production. Morphological characteristic, days to 50% of the final germination percentage(T₅₀) and early growth vigor were measured in 8 different peanut varieties. In result 'Jopyeong' appeared to be the most appropriate cultivar for peanut production because of its lower contamination rate, lesser lateral root formation, and thicker hypocotyl length. Optimum temperature for growing peanut sprouts was determined 27. Content of resveratrol was examined by high performance liquid chromatography(HPLC) to investigate appropriate growth stage of peanut sprouts for resveratrol production. Resveratrol was higher than 17.0μg/g in peanuts sprouts 9 days after plating. Considering peanut sprout's shapes and content of resveratrol into account, it was most appropriate to harvest in 9-day after germination.

Additional key words: antioxidant, growth stage, peanut sprout, resveratrol, sprouts vegetable.

서론

현대인의 생활은 과거에 비하여 풍요로워졌지만 서구화로 인한 식습관의 변화, 노화, 환경오염, 과도한 스트레스, 운동량 부족 등으로 인해 암, 고지혈증, 동맥경화, 당뇨병 등 각종 생활습관병이 급속히 증가하고 있다(Han, 2001; Shin, 2009). 2000년대 이후 생활수준의 향상으로 육체적, 정신적 요인의 조화를 이루기 위해 웰빙 붐이 일어났다. 이에 따라 식생활에 있어서도 기능성을 갖춘 식품을 선호하는 추세이며(Kang 등, 2010), 특히 새싹채소가 페놀성 물질이 풍부하고 항산화 효능을 지니고 있어 주목을 받고 있다.

콩과에 속하는 유지작물인 땅콩은 우리나라에서도 예로부터 비교적 손쉽게 재배가 가능하여 식용으로 널리 사용되어 왔다(Kim 등, 2013; Lee 등, 2004). 최근 중국을 비롯한 외국의 저가 땅콩의 수입으로 인해 국내산 땅콩의 재배면적과 생산량이 감소하는 추세이다(Kang 등, 2010; Kim 등, 2013). 이에 대응하여 재배량 증대를

위해 땅콩의 생리 활성물질을 이용한 새로운 부가가치 창출과 재배확대 연구가 진행되고 있다(Duan 등, 2014; Kim 등, 2003; Lee 등, 2014). 땅콩은 비타민과 미네랄과 같은 유용한 생리활성 성분들과 항암작용을 갖는 기능성 물질인 레스베라트롤(trans-resveratrol)을 함유하여 건강식품으로 인정받고 있다(Kang, 2010; Pae 등, 2011; Kim 등, 2013).

레스베라트롤(trans-3,5,4-trihydroxystilben, C₁₄H₁₂O₃)은 포도에서 발견된 스틸벤 계열의 물질이다. 지방과산화 억제 및 프리라디칼 소거기능과 같은 항산화 작용, cyclooxygenase 저해 등의 항염증 작용, 암세포 성장억제 및 암 예방 효능 등 다양한 생리 활성작용이 알려지면서 웰빙 시대에 가장 필요한 성분으로 주목받고 있다(Jo 등, 2013).

땅콩나물은 콩나물에 비해 기능성 성분이 풍부하고, 수분함량이 높을 뿐만 아니라 식미가 우수하며, 식품소재로서의 이용범위가 넓은 장점을 지니고 있다(Kim 등, 2010). 또한 땅콩나물은 청정채소로 일반채소에 비해 2배 이상의 부가가치 실현이 가능하며, 아울러 고부가가치 공식품, 기능성 식품, 의약품 원료 시장으로 확대 시에 수익성을 배가시킬 수 있는 대표적인 농산업 분야이다

*Corresponding author: kangjs@pusan.ac.kr

Received February 02, 2015; Revised March 19, 2015;

Accepted April 01, 2015

(Kang, 2010). 그러나 우리나라에서는 아직까지 땅콩나물과 관련한 구체적인 연구들은 부족한 실정이다.

본 연구는 고품질 땅콩나물을 생산할 수 있는 재배온도를 검정하고 땅콩나물 재배용으로 적합한 품종을 선발하고자 하였다. 이와 아울러 레스베라트를 함량이 높은 생육단계를 구명하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 땅콩나물 생산을 위한 발아적온 검정

땅콩종자의 발아적온을 검정하기 위해 국내산 육성품종인 ‘조평’, 베트남 땅콩 및 중국 땅콩을 사용하였다. 다운도발아기(Seed processing, Netherlands)를 이용하여 발아온도를 15°C~30°C의 범위에서 1~2°C 간격으로 발아력을 검정하였다. 발아실험은 petridish(9.0×5.0cm)에 흡습지(Whatman No. 2) 2장을 깔고 50립의 종자를 3반복으로 치상하였다. 발아율은 종자를 치상한 후 7일까지 1일 간격으로 조사하였으며, 유근이 종피를 뚫고 1.0mm 이상 신장된 것을 발아한 것으로 간주하였다. 발아속도를 나타내고자 최종발아율에 대한 50% 발아에 소요되는 일수(T₅₀)는 아래 공식에 의해 산출하였다.

$$T_{50} = T_i + \frac{(N+1)/(2-N_i)}{(N_j-N_i)} \times (T_j - T_i)$$

- N : 발아조사 마감시간까지 발아된 종자수의 합계
- N_i : N에 대한 50% 직전까지 발아된 종자수의 합계
- N_j : N에 대한 50% 직후에 발아된 종자수의 합계
- T_i : N_i 시점까지 소요된 발아기간
- T_j : N_j 시점까지 소요된 발아기간

2. 땅콩나물 생산용 적정 품종 구명

땅콩나물 재배에 적합한 품종을 선발하기 위해 국내 육성 품종인 ‘참평’, ‘조평’, ‘미광’, ‘풍산’, ‘선안’ 등과 중국 및 베트남 땅콩 종자의 형태적 특성과 천립중을 조사하였고, 27°C에서 땅콩나물 전용 배양기(정훈엔지니어링, 한국)에 치상하여 발아율과 T₅₀을 조사하였다. 땅콩품종별 발아 후 땅콩나물로 전개되는 성장반응을 조사하고자, 발아 후 3일부터 8일까지 1일 간격으로 하배축 길이와 직경, 뿌리길이, 세근발생수, 상배축 길이를 조사하였다. 시료는 각 처리에서 10주의 땅콩나물을 3반복으로 채취하여 성장반응을 검정하였고, 이를 기초로 하여 땅콩나물 재배용 적정품종을 선발하는데 활용하였다.

3. 레스베라트 함량이 높은 땅콩나물의 생육단계 구명 및 레스베라트 분석

땅콩나물의 최적 레스베라트 생산을 위한 생육단계

를 구명하고, 땅콩나물 부위별 레스베라트를 함량을 측정하기 위해 땅콩나물용으로 적합한 국내육성 품종인 ‘조평’과 베트남 땅콩종자를 사용하였다. 시기별 레스베라트 함량을 조사하기 위해 발아직후부터 발아 후 8일째까지 시기별로 땅콩나물을 채취하여 분석용 재료로 활용하였다. 또한 땅콩나물을 자엽, 하배축, 상배축 및 뿌리로 분리하여 부위별 레스베라트 함량을 조사하였다.

레스베라트 분석은 HPLC(High Performance Liquid Chromatography)상에서 vaccum degasser, binary pump, autosampler, thermostated column compartment와 DAD(Agilent, Palo Alto, CA, USA)로 구성된 Agilent/HP 1100 series HPLC-DAD system(Agilent, Santa Clara, SA)을 사용하였다.

결과 및 고찰

1. 땅콩나물 생산을 위한 발아적온 검정

실험에 사용된 전 품종 모두 27°C에서 95% 이상의 높은 발아율을 보였고, 최종발아율에 대해 50% 발아에 소요되는 일수(T₅₀)도 단축되었다. 발아온도가 30°C 이상으로 높아지면 발아율이 약간 감소되었으나, 발아속도는 오히려 빨라지는 경향이였다. 반면 20°C 이하의 온도에서는 발아율이 감소하였고, 발아속도도 지연되었다. 따라서 품종에 관계없이 고품질의 땅콩나물 생산에 적용될 수 있는 발아적온은 27°C내외 일 것으로 판단되었다(Table 1).

2. 땅콩나물 생산용 적정 품종 구명

Table 2는 땅콩나물 재배에 적합한 품종을 선발하기 위해 국내 육성품종인 ‘참평’, ‘조평’, ‘미광’, ‘풍산’, ‘선안’ 등과 중국 및 베트남 땅콩 종자의 형태적 특성과 천립중, 발아율, T₅₀을 조사한 결과이다.

국내육성 품종들은 종자의 종단길이가 18.2mm~19.8mm 범위였고, 횡단직경은 8.65mm~10.0mm이었다. 반면 베트남 땅콩종자는 종단길이가 12.5mm, 횡단직경이 6.9mm로 공시품종 중 가장 소립종자였다. 천립중은 ‘풍산’이 977.3g으로 가장 무거웠으며, ‘참평’과 ‘조평’도 965.3g과 954.9g으로 비교적 대립종으로 분류되었다. 중국 땅콩종자는 709.1g으로 국내육성 품종보다는 천립중이 낮았다. 베트남 땅콩은 천립중이 389.3g으로 공시품종 중 가장 소립종자였다. 땅콩종자의 발아율은 품종에 따라 약간의 차이는 있으나, ‘선안’ 품종을 제외한 모든 품종에서 90% 이상의 높은 발아율을 보였다. 발아율이 가장 높은 품종은 100% 발아한 ‘미광’ 이었고, 다음은 베트남 땅콩(96.8%), ‘조평’(95.6%), 중국 땅콩(95.2%) 및 ‘참평’(92.2%) 순이었다.

Table 3은 땅콩품종별 발아 후 땅콩나물로 전개되는

Table 1. Effect of temperatures on percent germination and number of days to 50% of the final percentage (T_{50}) of different peanut cultivars.

Temperature (°C)	Jopyeong		Vietnam		China	
	Germination (%)	T_{50} (days)	Germination (%)	T_{50} (days)	Germination (%)	T_{50} (days)
15	78.3	4.19	72.3	5.26	75.3	4.74
17	84.2	3.29	70.8	4.87	77.8	4.36
18	92.6	2.87	92.4	3.83	90.3	3.91
20	92.2	2.43	94.2	3.02	92.2	3.23
22	95.8	1.84	91.3	2.31	93.3	2.69
24	96.0	1.67	94.0	1.84	90.0	2.65
26	96.3	1.28	95.3	1.70	93.3	2.64
27	96.8	1.13	96.2	1.23	95.2	2.18
29	94.7	1.24	94.7	1.42	90.7	2.45
30	93.0	1.20	94.0	1.22	87.0	2.22
LSD 0.05	2.8	0.20	2.4	0.18	2.7	0.21

Seeds were dark-germinated at various germination temperatures for up to 8 days
Means in columns were separated by LSD at P= 0.05.

Table 2. Percent germination, days to 50% of the final germination percentage(T_{50}) and morphological characteristics of different peanut cultivars. Seeds were dark germinated at 27°C for up to 14 days.

Cultivars	Germination(%)	T_{50} (days)	Seed size (mm)		Weight (g/1,000seeds)	Seed type	Seed coat color
			Length	Diameter			
Charmpyeong	92.2	0.6	18.28±1.4	9.68±0.3	965.3	Ellipse	Brown
Jopyeong	95.6	1.0	19.28±1.6	9.86±0.5	954.9	Ellipse	Brown
Mikwang	100.0	0.5	19.07±1.2	8.65±0.4	742.9	Ellipse	Brown
Pungsan	91.1	0.7	19.75±1.3	10.01±0.2	977.3	Ellipse	Brown
Seonan	84.4	0.6	18.20±0.9	9.10±0.3	895.3	Ellipse	Brown
China	95.2	2.2	18.78±1.1	9.35±0.2	709.1	Ellipse	Brown
Vietnam	96.8	1.3	12.45±1.2	6.93±0.2	389.3	Ellipse	Brown

Table 3. Morphological characteristics of sprouts of different peanut cultivars dark culture at 27 for up to 8 days.

Cultivars	Epicotyl (cm)	Hypocotyl length (cm)	Hypocotyl diameter (mm)	Root length (cm)	No. lateral root	Decay (%)
Charmpyeong	2.0	2.5	4.84	5.3	9.3	1.3
Jopyeong	4.6	4.2	5.92	7.2	14.2	0.8
Mikwang	2.8	3.1	4.10	5.7	15.0	0.0
Pungsan	1.0	1.7	4.99	2.9	8.2	2.2
Seonan	1.8	2.8	4.79	5.8	9.6	3.6
China	3.3	7.0	5.70	7.0	21.2	2.6
Vietnam	6.9	6.9	4.68	14.3	27.2	1.8
LSD.05	0.5	1.4	0.31	1.5	2.5	0.6

생장반응을 검정하여 땅콩나물 전용품종 선발의 기초자료로 활용하고자 하였다. 품종에 따라 차이는 있으나 발아 후 8일째를 기준하였을 때, 하배축 길이는 ‘조평’이 가장 길었으며, 다음으로 베트남, 중국 땅콩이 7.0cm였다. 하배축 직경은 ‘조평’이 5.92mm로 가장 굵었다. 뿌리길이는 베트남 땅콩이 14.3cm로 가장 길었고, 세균 발생량은 품종에 따라 차이가 있었다. 중국 및 베트남 땅콩은 국내 품종에 비해 세균 발생량이 많은 것이 문제점으로 지적되었다. 땅콩나물에서 세균 발생은 자연적인 현상이나 소비자 입장에서 세균을 다듬어야 하므로 세균

이 없고, 하배축이 비대된 땅콩나물을 선호하고 있다.

또한 땅콩나물 생산에 있어서는 발아 후 2차 감염균에 의한 부패율 증가가 시급히 해결해야 할 사항이다. 부패율은 ‘선안’이 3.6%로 가장 높았고, 중국 땅콩도 2.6%였다. 반면, ‘미광’과 ‘조평’은 0.8%이하로 부패율이 낮았다.

모든 품종에서 상배축 생장은 발아 후 5일 경과하면서 시작되었고, 상배축 생장이 왕성한 국내육종 품종은 ‘조평’이었으며, 베트남 땅콩도 빠른 편이었다. 중국 땅콩은 전반적으로 생육이 양호한 편이었으나, 부패율이 높았다. 국내 품종 중에는 ‘풍산’ 및 ‘선안’이 발아 이후 땅콩나

물로 성장하는 과정 중 부패율이 높은 품종으로 분류되었다. 따라서 부패율과 생육정도 등을 감안한다면 국내 육성 품종 중에는 ‘조평’이 땅콩나물 생산용으로 적합할 것으로 판단되었다.

3. 레스베라트롤 함량이 높은 땅콩나물의 생육 단계 구명 및 레스베라트롤 분석

땅콩나물의 적정 생육단계를 구명하기 위해 땅콩을 배양기에 치상한 후 시기별 하배축의 성장을 조사하였다. 그 결과 치상 4일에 하배축이 2.3cm 신장하였고, 하배축 직경은 0.43cm 였다. 하배축은 생육일수가 진전될수록 뚜렷한 성장을 보였고, 생육 11일까지 길이가 5.9cm, 직경은 0.6cm 였다. 또한 생체중과 건물중 모두 생육이 14일까지 진전될수록 증가하였다(Fig. 1). 이는 자엽의 저장양분이 생장중인 하배축으로 이동되어 왕성한 성장을

유도함으로써 생체중과 건물중이 증가된 것으로 해석된다. 뿌리 성장도 발아에 이은 유도성장 단계를 거치면서 증가하였고, 발아 후 4일째에는 뿌리신장이 3.4cm 였으나 그 후 지속적으로 증가하여 발아 후 14일째에는



Fig. 1. A view of peanut sprout at 27°C in different germination stages.

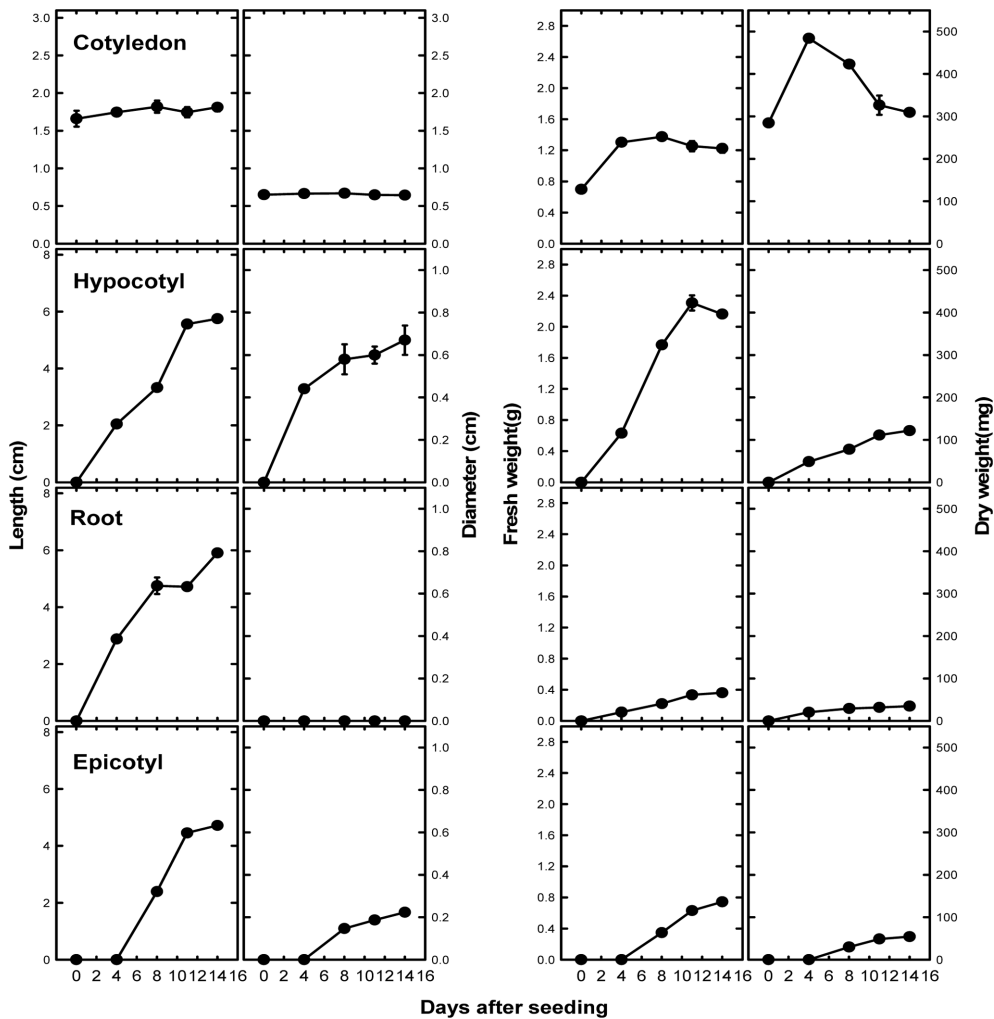


Fig. 2. Changes in cotyledon, hypocotyl, root and epicotyl on the growth of peanut sprout for different growth stage days after seeding of ‘Jopyeong’ peanut seeds. Seeds were dark germinated at 27°C.

6cm의 뿌리길이를 보였다. 뿌리의 생체중 및 건물중 또한 생육이 진전될수록 증가하는 경향이였다.

상배측은 발아 후 6일째부터 생장이 시작되었고, 생육 8일째에 길이 2.7cm, 직경 0.17cm 이었다. 그 후 11일과 14일에는 4.3cm와 4.6cm의 길이생장을 보였고, 직경도 0.19cm와 0.21cm로 증가하였다. 생체중과 건물중 또한 생육이 진전될수록 증가하였다. 이상의 결과로 볼 때 땅콩나물로 적합한 생육단계는 8일 전후였으며, 이보다 생육이 진전되면 본엽이 전개되어 식미가 떨어지고, 상품성이 저하될 것으로 판단되었다(Fig. 2).

Table 4와 5은 땅콩나물의 최적 레스베라트롤 생산을 위한 생육단계와 땅콩나물 부위별 레스베라트롤 함량을 나타낸 결과이다. 레스베라트롤은 땅콩종자 상태에서는 검출되지 않았으나, 종자가 발아한 후 새싹땅콩으로 생육이 진전될수록 함량이 증가하였다. ‘조평’ 품종의 경우, 종자상태와 발아 1일째에는 레스베라트롤이 검출되지 않았으나 발아와 더불어 유근이 발생하는 2일째부터 함량이 증가하여 생육 9일째에는 17.1µg/g 함유량을 보였다. 이는 레스베라트롤 함량이 가장 많다고 알려진 포도주(평균 0.6µg/g)보다 무려 28.5배 이상 높은 수준이었다. 베트남 땅콩 또한 종자상태에서는 레스베라트롤이 검출되지 않았으나, 새싹땅콩으로 생육이 진전됨에 따라 함량이 증가하였다. 베트남 땅콩은 생육 5일째에는 15.3µg/g

Table 4. Comparison of resveratrol content in ‘Jopyeong’ peanut sprouts in different germination stage.

Germination stage (days)	Resveratrol (FW·µg/g)	
	‘Jopyeong’	Vietnam
0	-	-
1	-	-
2	1.3	2.0
3	2.3	6.5
4	5.6	8.0
5	5.9	15.3
6	5.8	14.7
7	7.0	10.8
8	7.8	11.2
9	17.1	12.3

Table 5. Comparison of resveratrol content in different plant organs of ‘Jopyeong’ and ‘Vietnam’ peanut sprouts. Peanut sprouts were determined at 9th day after sowing.

Plant organs	Resveratrol (µg/g)	
	‘Jopyeong’	Vietnam
Cotyledon	0.5(1.5%)	0.3(2.0%)
Hypocotyl	11.8(34.9%)	4.5(30.2%)
Epicotyl	2.7(8.0%)	1.0(6.7%)
Root	18.8(55.6%)	9.1(61.1%)
Total	33.8(100.0%)	14.9(100.0%)

으로 최대치를 보였다가 그 이후 서서히 감소하여 생육 9일째에 12.3µg/g 함유량을 보였다(Table 4).

땅콩나물 부위별 레스베라트롤 함량을 측정한 결과, 두 품종 모두 뿌리에서 함유량이 가장 높았다. ‘조평’ 품종의 경우, 뿌리의 레스베라트롤 함량이 18.8µg/g으로 전체 땅콩나물 함유량의 55.6%를 점유하였고, 하배측은 11.8µg/g로 전체 함유량의 34.9%를 차지하였다. 반면 상배측은 2.7µg/g, 자엽은 0.5µg/g으로 상대적으로 낮은 함유량을 나타내었다(Table 5).

땅콩나물의 레스베라트롤 함량은 발아 후 9일째에 가장 높았으며, 특히 하배측과 뿌리가 발달한 새싹 땅콩을 이용하는 것이 좋을 것으로 생각되었다. 또한 소립종자인 베트남 종자에 비해 대형종이고 국내육성 품종인 ‘조평’이 땅콩나물 재배에 적합할 것으로 판단되었다.

적 요

땅콩나물의 재배에 적합한 온도와 품종, 그리고 최적 레스베라트롤 생산을 위한 생육단계를 구명하고자 본 연구를 수행하였다. 땅콩나물용 적정품종을 선발하고자 8가지 국내외 육성품종의 외형적 특징, 발아율, 발아세, 유효활력을 조사하였다. 그 결과 소비자의 요구를 반영하여 세균 발생량이 낮고 하배측이 굵은 ‘조평’이 가장 적절하였고, 땅콩나물 재배에 적합한 온도는 27°C로 판단되었다. 레스베라트롤 함량이 높은 땅콩나물의 적정 생육시기를 구명하고자 치상 후 생육조사와 동시에 HPLC를 이용한 레스베라트롤 함량을 조사한 결과 레스베라트롤은 치상 후 9일차에 17.0µg/g 이상의 높은 함유량을 나타내었다. 따라서 땅콩나물은 생산적 측면과 레스베라트롤의 함량을 고려했을 때 치상 후 9일차에 땅콩나물을 수확하는 것이 가장 적합할 것으로 판단된다.

추가주제어: 땅콩나물, 레스베라트롤, 새싹채소, 생육단계, 항산화

사 사

본 연구는 농림수산식품기획평가원(과제번호: 105026-3)의 지원에 의해 이루어진 결과이며 이에 감사드립니다.

Literature Cited

Duan, Y., M.A. Kim, H.S. Kim, J.H. Seong, Y.G. Lee, D.S. Kim and H.S. Chung. 2014. Effects of feral haw(*crataegus pinnatifida* bunge) seed extracts on the antioxidant activities. J. Life Sci. 24(4):386-392 (in korean).

- Han, S.M. 2001. Studies on the functional components and cooking aptitude for medicinal tea of *Chrysanthemum indicum* L. Master thesis. Sejong University (in korean).
- Kang, H.I. 2010. Biological activities and utilization of peanut sprout as functional food materials. Master thesis. Suncheon University (in korean).
- Kang, H.I., J.Y. Kim, K.W. Park, J.S. Kang, M.R. Choi, K.D. Moon and K.I. Seo. 2010. Resveratrol content and nutritional components in peanut sprouts. Korean J. Food Preserv. 17(3):384-390 (in korean).
- Kim, J.Y., S.J. Kwon, H.I. Kang, J.H. Lee, J.S. Kang and K.I. Seo. 2013. Quality characteristics and antioxidant effects of peanut sprout soybean yogurt. Korean J. Food Preserv. 20(2):199-206 (in korean).
- Kim, H.B., A.J. Kim and S.Y. Kim. 2003. The analysis of functional materials in mulberry fruit and food production development trends. Korean J. Food Preserv. 36(3):49-60 (in korean).
- Kim H.J., J.S. Kang, H.R. Park and Y.I. Hwang. 2010. Neuroprotective effects of methanolic extracts from peanut sprouts. J. Life Sci. 20(2):253-259 (in korean).
- Lee E.S., Y.J. Hwang and J.K. Park. 2014. Purification of curcumin from turmeric by using Chitosan. J. Chitin Chitosan 19(4):270-276.
- Lee, S.E., C.H. Park, J.K. Bang, N.S. Seong and T.Y. Chung. 2004. Comparison on antioxidant potential of several peanut varieties. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 33(6):941-945 (in korean).
- Pae, S.B., T.J. Ha, M.H. Lee, C.D. Hwang, K.B. Shim, C.H. Park, K.Y. Park and I.Y. Baek. 2011. Evaluation of characteristics of peanut sprout using Korean Cultivars. Korean J. Crop Sci. 56(4):394-399 (in korean).
- Shin, E.H. 2009. Component analysis and antioxidant activity of pueraria flos. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 38(9):139-144(in korean).