

완두나물 재배에 적합한 유용자원 선발과 완두나물 적정 재배조건 설정

구성철[§] · 강범규[§] · 김현태* · 서정현* · 정광호** · 윤홍태* · 오인석* · 최만수[†]

*농촌진흥청 국립식량과학원 남부작물부 발작물개발과, **농촌진흥청 국립식량과학원 기획조정과

Evaluation of Pea (*Pisum sativum* L.) Genetic Resources for Sprout and Analysis of Optimum Culture Condition for Pea Sprout

Sung-Cheol Koo[§], Beom-Kyu Kang[§], Hyun-Tae Kim*, Jeong-Hyun Seo*, Kwang-Ho Jeong**,
Hong-Tae Yun*, In-Seok Oh*, and Man-Soo Choi[†]

**Department of Southern Area Crop Science, NICS, RDA, Miryang 50424, Korea*

***Research & Planning Division, NICS, RDA, Wanju-Gun 55365, Korea*

ABSTRACT Thirty-eight Pea (*Pisum sativum* L.) genotypes were screened to identify varieties to be suitable for sprout. Based on seed yield and sprout qualities such as whole length and sprout yield, five genotypes (PI269803, PI343278, PI343283, PI343300 and PI 343307) were primarily selected as candidates for pea sprouts. In order to determine optimal cultivation condition for pea sprouting, growth characteristics were investigated according to the change of germination temperature and days for sprouting. Whole length and hypocotyl length were observed to increase as a time dependent manner at each tested temperature (20, 23, and 25°C). However, whole length, hypocotyl length, and sprout yield were highly increased at 23°C compared to 20 and 25°C. Especially, PI269803 and PI343300 showed higher sprout yield than the others. In addition, the effect of the change of germination temperature on antioxidant properties was estimated by measuring total phenolic content (TPC) and free radical scavenging activity (DPPH and ABST activity). TPC and DPPH/ABST activities of PI269803 and PI343300 were higher at 23°C than at 20 and 25°C, while antioxidant properties of PI343278 and PI343283 were decreased in a temperature-dependent manner. The results show a high degree of correlation between TPC and antioxidant activities and suggest that the temperature change for pea sprouting could be responsible for antioxidant properties. Taken together, these results provide optimal cultivation conditions for pea sprouting and suggest that PI269803 and PI343300 with high sprout yield and antioxidant properties could be used for pea sprouts.

Keywords : antioxidant property, cultivation condition, growth characteristics, garden pea (*Pisum sativum* L.), sprout

종자를 발아시킨 싹나물은 재배과정이 쉽고, 비용이 적게 들면서도 단백질, 비타민, 미네랄, 아미노산 등을 함유하고 있어 영양소의 공급원으로 주목받고 있다(Matton *et al.*, 2010; Kim *et al.*, 2013). 또한 종자가 발아하면서 Trypsin inhibitor, Phytic acid, Pentosan, tannin 등의 비영양물질이 감소하고 Glucosinolate, natural antioxidants 등의 Phytochemical이 증가하여 식미와 이용성을 증가시키고 종실 상태일 때 섭취할 수 없었던 영양을 포함한다(Matton *et al.*, 2010). 싹나물의 재료로는 팥, 알팔파, 브로콜리, 메밀, 클로버, 녹두, 겨자, 무, 적배추, 보리, 땅콩, 콩 등이 있다. 한국에서 콩나물은 국, 무침, 반찬 등으로 연간 50만톤 이상 소비되고 있다(Hwang *et al.*, 2004; Lee *et al.*, 2007). 콩나물이 싹나물 시장의 대부분을 차지하고 있어 콩 이외의 재료로 싹나물 재배 가능성과 기능성을 연구함으로써 신수요를 창출할 수 있을 것이다.

완두(*Pisum sativum* L.)는 기원전 7000년전 순화되어 재배된 것으로 알려져 있으며 중앙아시아에서 중동부근이 원산지로 추정되는 한해살이 또는 두해살이 두과작물이다(Waines *et al.*, 1975). 완두는 식용뿐만 아니라 유전 혹은 아미노산 대사에 관한 연구재료로서 많이 사용된다(Rubio *et al.*, 2014). 완두는 단백질(19.5~20.5%), 복합탄수화물(42.65%), 섬유질(6~10%),

[§]These authors contributed equally to this work.

[†]Corresponding author: (Phone) +82-53-663-1109 (E-mail) mschoi73@korea.kr

<Received August 19, 2015; Revised August 31, 2015; Accepted October 5, 2015>

미네랄(3~4%), 비타민 그리고 항산화물질 등을 포함하여 우수한 영양 공급원으로 섭취되고 있다(Urbano *et al.*, 2006). 완두나물에 대한 연구에서는 필수아미노산의 함량이 종자상태보다 높아 나물로 섭취하는 것이 아미노산 측면에서는 유효하고(Kang *et al.*, 1972), 완두나물에서 추출한 페놀릭 추출물이 헬리코박터 파일로리균 억제에 효과가 있다(Ho *et al.*, 2006). 완두의 2012년 생산량은 건조완두 약 1,040톤, 풋완두 약 1,849톤으로 총 2800톤(FAOSTAT, 2014)으로 콩을 제외한 두과작물 중 강낭콩에 이어 두 번째로 생산규모가 큰 작물이다. 완두는 주로 밥밀용, 떡·과자의 고물, 통조림, 채소, 사료 등으로 이용되고 있는데 나물로의 이용은 거의 알려져 있지 않아 완두나물의 재배 및 영양에 대한 연구가 뒷받침 된다면, 새로운 시장을 창출하고 완두의 이용성을 증대할 수 있을 것으로 기대된다. 나물에 대한 연구는 대부분 콩, 녹두 등에 한정되어 있어 완두나물의 이용에 관한 연구는 미미한 실정이다. 또한 한국에서는 1994년 영남농업시험장(현 남부작물부)에서 사철완두를 육성한 이래 현재까지 4품종이 육성된데 그치고 있어 나물용으로 적절한 완두를 탐색하는 일도 필요하다.

따라서 본 실험을 국내외에서 보유한 소립종의 완두 유전자원을 활용하여 완두나물 재배에 적합한 유용자원 선발과 그에 적합한 재배조건을 설정하고자 하였다. 이에 국내에서 생육상태와 수확량을 고려하여 유망자원을 선발하였다. 선발된 유망자원에 대한 적정 재배조건을 확립하기 위해 재배 온도와 일수에 따라 완두나물을 재배하여 나물특성을 조사하였다. 또한 각각의 재배조건에서 재배한 완두나물의 일반성분인 단백질, 항산화물질 및 항산화활성을 분석하여 완두나물의 적정 재배특성을 설정하여 산업화 가능성 검토의 기초자료로 이용하고자 한다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용된 완두는 AVRDC로부터 25점, 국립농업유전자원정보센터로부터 13점을 분양 받았다. 또한 국내에서 개발된 4품종과 함께 2012년 대구 달성군 하빈면에 위치한 국립식량과학원 대구시험지 시험포장에서 완두 표준재배법에 준하여 재배되었다. 종자의 크기, 포장 생육특성 및 나물 재배특성이 좋은 자원을 대상으로 나물재배실험을 실시하였다.

재배특성

1차선발된 완두 유용자원 PI269803, PI343278, PI343283, PI343300 및 PI343307의 건조 종자 20 g 씩을 증류수로 세척

하고 8시간동안 증류수에 침지시킨 후 콩나물 재배상에 치상하였다. 4시간 간격으로 5분간 주수하였으며 수온 및 기온은 20°C, 23°C 및 25°C로 유지하여 7일간 재배하였다. 3일-7일째, 싹나물 20개체를 임의 추출하여 전장, 배축장, 배축직경을 측정하고 각 처리별 시험구 전체의 재배수율을 조사하였다. 또한, 전장, 배축장 및 배축직경은 야미 caliper (0.01~150 mm, VMS 150, Japan)로 측정하여 평균값을 구하였다. 나물수율은 치상한 완두 무게에 대한 완두나물 무게의 백분율로 나타내었다.

단백질, 항산화 성분 및 활성

단백질 및 항산화 성분 분석을 위한 완두나물은 선별된 5차원 각 20 g 씩을 증류수로 세척하고 8시간동안 증류수에 침지시킨 후 콩나물 재배상에 치상하여 자동 살수기를 이용하여 4시간 간격으로 5분씩 물을 주었다. 온도 조절되는 재배상과 저수조를 활용하여 실내온도와 수온을 20°C, 23°C 및 25°C로 유지하고 3, 5 및 7일간 각각 재배하였다. 재배된 시료는 임의로 추출하여 물기를 제거한 후 동결건조하여 분쇄하였다. 단백질은 시료 0.1 g을 Nitrogen Free Paper로 캡슐을 만들어 Rapid N Cube (Elementar)를 이용하여 분석하였다. 수분함량은 시료 1.0 g을 자동 수분측정기(MX50, AND)에 치상하여 105°C에서 무게변화가 없을 때까지 가열하여 측정하고 수분보정을 실시하였다.

항산화성분 분석을 위한 추출물을 제조하기 위해 동결건조하여 분쇄한 시료 10 g에 발효주정 200 ml를 가하여 24시간 동안 2회 진탕추출하였으며, 추출물은 감압여과하여 회전 진공농축기로 40°C에서 용매를 완전히 제거한 다음 발효주정 20 ml에 정용하여 분석용 시료로 사용하였다. 총 폴리페놀 함량은 각 추출물 50 µl에 2% Na₂CO₃ 용액 1 ml를 가한 후, 3분간 방치하여 50% Folin-Ciocalteu reagent (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) 50 µl를 가하였다. 30분 후, 반응액의 흡광도 값을 750 nm에서 측정하였고, 표준물질인 gallic acid (Sigma-Aldrich)를 사용하여 검량선을 작성하여 시료 기준 무게(g)중의 mg gallic acid equivalent (GE, dry basis)로 나타내었다. 추출물에 대한 항산화활성은 ABTS (2,2'-azino-bis-3-ethylbenzo-thiazoline-6-sulfonic acid, Sigma-Aldrich) 및 DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, Sigma-Aldrich) radical의 소거활성을 측정하였으며(Kim *et al.*, 2012), DPPH 및 ABTS radical의 소거활성은 mg TE (Trolox equivalent antioxidant capacity)/g sample로 표현하였다. DPPH radical의 소거활성은 0.2 mM DPPH용액(99.9% ethanol에 용해) 0.8 mL에 시료 0.2 mL를 첨가한 후 520 nm에서 정확히 30분 후에 흡광도를 측정하였다. ABTS radical의 소거활성은 ABTS 7.4 mM과 potassium

persulphate 2.6 mM을 하루 동안 암소에 방치하여 ABTS 양이온을 형성시킨 후 이용액을 735 nm에서 흡광도 값이 1.4~1.5가 되도록 물 흡광계수($\epsilon = 3.6 \times 10^4 \text{M}^{-1} \text{cm}^{-1}$)를 이용하여 메탄올로 희석하였다. 희석된 ABTS용액 1 mL에 추출액 50 μ L를 가하여 흡광도의 변화를 30분 후에 측정하였다(Kim *et al.*, 2014).

통계분석

모든 데이터는 3회 반복 측정하였다. 통계분석은 R 프로그램(Version 3.0.2)을 이용, Duncan's multiple range test를 이용하여 처리 간 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

완두 유전자원 중에서 완두나물로서 사용가능한 유망자원을 선별하기 위해 농업유전자원센터와 AVRDC로부터 소립종위주로 각각 25점과 13점을 분양받아 실험에 사용하였다. 이들 중 재배 생육사항, 100립중, 종실외관과 완두나물 특성 등 (Table 1)을 고려하여 유전자원 38점 중 완두나물로 이용가능한 자원으로 PI269803, PI343278, PI343283, PI343300와 PI343307을 선별하였다. 이들 유망자원에 대한 온도와 재배일수 등 적정 재배조건을 설정하고자하였다.

이를 위해 완두를 3~7일간 20°C, 23°C, 25°C에서 발아시켜 재배한 완두나물의 전장과 배축장의 성장양상은 Fig. 1과 같다. 재배일수가 경과할수록 전장 및 배축장이 길어지는 것은 콩나물과 마찬가지로였다(Kim *et al.*, 1998; Suh *et al.*, 1995; Song *et al.*, 2000). 각 재배온도에서 재배일수가 지날수록 전장과 배축장이 증가하였다. 증가 범위는 전장의 경우 20°C, 23°C와 25°C에서 각각 5.7~28.6, 7.2~27.0, 4.2~29.4 cm로 조사되었다. 각 온도에서 재배일수가 증가함에 따라 생장 비율이 감소하였는데 초기에 길이 생장이 더 컸다. 배축장의 증가 범위는 20°C, 23°C와 25°C에서 각각 1.5~18.7, 2.3~17.9와 0.8~20.6 cm로 조사되었다. 전장에서 배축장이 차지하는 비율은 20°C, 23°C와 25°C에서 각각 25.1~65.6%, 32.2~66.5%와 14.9~70.0%로 조사되어 재배일수가 길어질수록 배축장의 비율이 증가하였다. 시장에서 구입할 수 있는 콩나물의 배축길이는 9~11 cm, 배축굵기는 2.4~2.6 mm 정도이며 콩나물의 품질 기준은 용도 등 다양한 기준으로 인해 설정하기는 곤란하나 배축 길이가 8~12 cm (나물, 국, 찌개용) 또는 12~16 cm (아구찜용), 뿌리의 비율이 배축의 50~70% 정도가 좋은 품질로 받아들여진다(Park *et al.*, 1995). 5일 재배한 완두나물의 경우 배축길이가 평균적으로 20°C, 23°C와 25°C에서 각각 8.1 cm, 10.6 cm와 7.9 cm였고, 뿌리의 비율 또한 49.1%,

Table 1. Agronomic characters and yields of 42 germplasms at field.

Serial NO.	Germplasm	Flo-wering	Flower color	Growth codition	Yield (g)	100 grain weight(g)
1	IT 102582	5/18	white	×	-	-
2	IT 102862	15/23	purple	◎	686	11.8
3	IT 103003	5/19	white	○	272	16
4	IT 103006	5/18	white	○	288	16.9
5	IT 103257	5/18	purple	○	362	17.6
6	IT 105580	5/23	purple	○	298	11.3
7	IT 134950	5/19	white	○	344	23.5
8	IT 181881	5/22	purple	○	782	17.9
9	IT 208525	5/22	white	○	378	16.1
11	IT 209173	5/16	white	×	-	-
12	IT 224438	5/23	white	◎	624	13.8
13	IT 224460	5/23	white	◎	530	14.6
14	PI 121976	5/22	purple	◎	374	9.9
16	PI 269796	5/23	white/ purple	×	-	-
17	PI 269803	5/24	white	◎	286	5.8
18	PI 269810	5/25	purple	○	-	-
19	PI 271034	5/25	purple	◎	-	-
20	PI 271036	5/25	purple	○	-	-
21	PI 272217	5/25	purple	◎	-	-
22	PI 274307	5/25	purple	○	-	-
23	PI 280609	6/4	purple	×	-	-
24	PI 343278	5/22	purple	○	364	7.3
25	PI 343283	5/19	purple	○	262	8.1
26	PI 343292	6/5	purple	◎	-	-
27	PI 343300	5/23	purple	○	292	6.7
28	PI 343302	6/5	purple	○	-	-
29	PI 343303	5/23	purple	○	232	8
30	PI 343305	5/20	purple	○	298	12.2
31	PI 343306	5/23	purple	◎	-	-
32	PI 343307	5/22	purple	△	374	9.2
34	PI 343996	6/10	purple	×	-	-
35	PI 344538	6/4	purple	×	-	-
36	PI 358632	5/23	purple	◎	682	13.4
37	PI 358664	5/25	purple	◎	510	12
38	PI 560969	5/30	purple	×	-	-
39	Chorok	6/1	purple	△	496	12.6
40	Cheongmi	5/15	white	○	258	28
41	Olwandu	5/15	white	○	316	26
42	Daechong	5/15	white	○	290	28

Growth codition ◎ : very good, ○ : good, △: middle, ×: bad

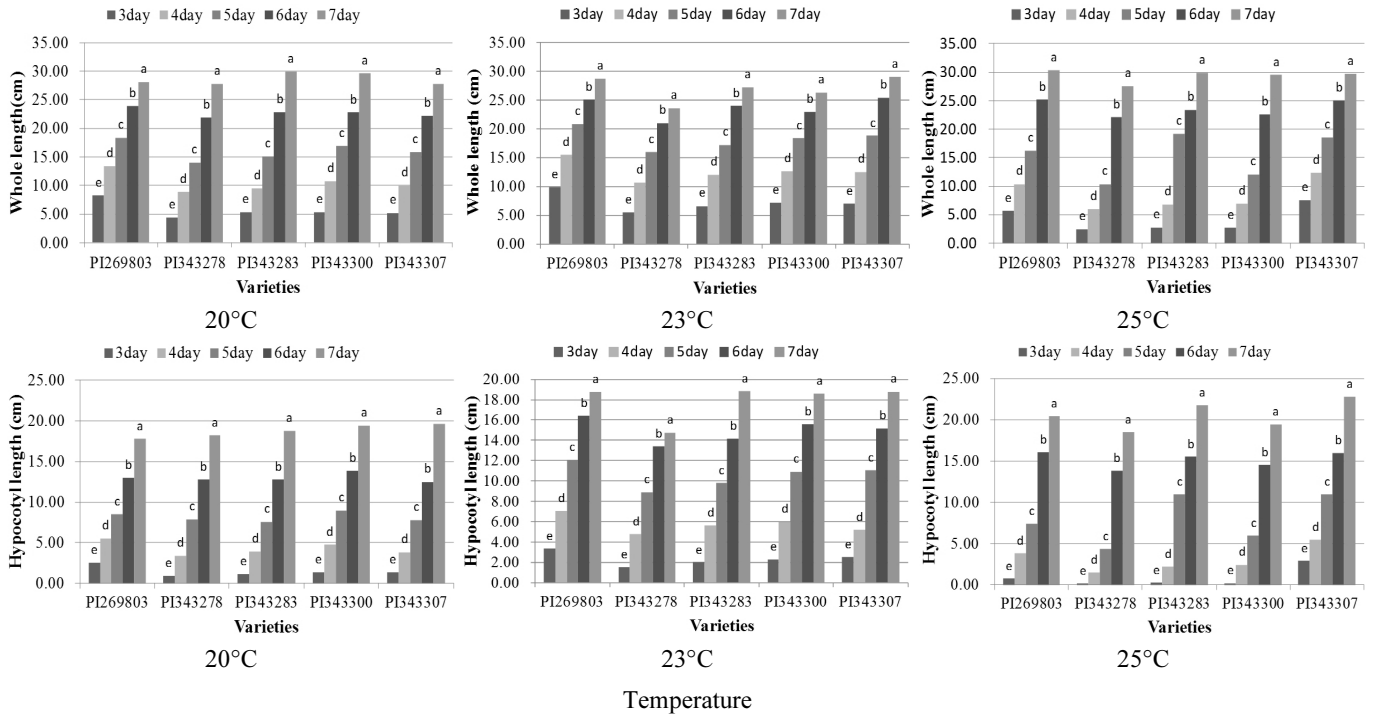


Fig. 1. Change of whole and hypocotyl length (cm) of pea (*Pisum sativum* L.) sprout germinated at different temperatures during 7 days. Same letters in variety are not significantly different by DMRT at 5% level.

Table 2. Growth characteristics of pea (*Pisum sativum* L.) sprout cultivated for 5 day at each temperature (20, 23 and 25°C).

	Varieties	Whole Length (cm)	Hypocotyl		Yield of pea sprout (%) ^b
			Length (cm)	Thickness (mm)	
20°C	PI269803	18.3a	8.5ab	1.45a	589a
	PI343278	14.1d	7.9bc	1.48a	354c
	PI343283	15.1cd	7.6c	1.48a	388c
	PI343300	16.9b	9.0a	1.43a	448b
	PI343307	15.8bc	7.8bc	1.48a	384c
23°C	PI269803	20.8a	12.1a	1.43a	677a
	PI343278	16.0c	8.9c	1.23b	395d
	PI343283	17.2bc	9.8c	1.22b	445c
	PI343300	18.3b	10.9b	1.35ab	498b
	PI343307	18.8b	11.0b	1.34ab	408d
25°C	PI269803	16.2b	7.4b	1.65a	558a
	PI343278	10.4d	4.4d	1.33b	329c
	PI343283	19.2a	10.9a	1.26b	430b
	PI343300	12.1c	6.0c	1.42b	439b
	PI343307	18.6a	11.0a	1.41b	458b

*Same letters in column of each temperature are not significantly different by DMRT at 5% level.

^bYield(%) = Weight of pea sprouts / Weight of pea seeds × 100

Table 3. Yield of pea (*Pisum sativum* L.) sprouts cultivated for 5 days at each temperature (20, 23 and 25°C).

Variety	Yield of pea sprout (%)		
	20°C	23°C	25°C
PI269803	589b	677a	558b
PI343278	354b	395a	329b
PI343283	388a	445a	430a
PI343300	448b	498a	439b
PI343307	384b	408ab	458a

*Same letters in a row of each variety are not significantly different by DMRT at 5% level.

42.2%와 249.3%로 콩나물에서 선호하는 형태적 품질과 가장 유사한 것으로 조사되었다.

또한, 완두나물 재배 5일을 기준으로 한 자원별 전장, 배축장, 배축굵기, 수율은 표 2에 나타내었다. 전장의 범위는 10.4~20.8 cm였으며, 온도 내 자원 간 차이를 보였다. 20°C와 23°C에서 PI269803이 각각 18.3 cm, 20.8 cm로 가장 길었고 PI343300이 각각 16.0 cm, 18.3 cm로 두 번째로 길었으나 25°C에서는 PI343307이 18.6 cm로 가장 길었다. 전체 데이터를 분석하였을 때 23°C에서 평균 18.2 cm로 길이생장이 가장 좋았고 25°C에서 평균 15.3 cm로 가장 더딘 것으로 나타났으며 자원 간에는 PI269803이 평균 18.5 cm로 전장이 가장 길었다. 그리고 배축장의 범위는 4.4~12.1 cm였으며 전체 데이터를 분석하였을 때는 온도 간에는 23°C에서 가장 길었고 20°C와 25°C는 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한 PI269803의 배축장이 평균 9.9 cm로 가장 길어 전장과 같은 경향을 보였다. 온도 내 자원 간 차이를 살펴보면 20°C에서 PI343300이 9.0 cm, 23°C에서 PI269803이 12.1 cm, 25°C에서 PI343307과 PI343283이 각각 11.0 cm와 10.9 cm로 가장 길었다. 온도에 따라 자원 간 차이경향이 다른 것으로 보아 자원이 온도와 상호작용하는 것으로 생각된다. 배축굵기의 범위는 1.23~1.65 mm로 나타났으며 20°C와 23°C에서는 차이가 없으나 25°C에서 굵어지는 경향을 보였다. 자원 간에는 PI269803이 가장 굵은 것으로 나타났으나 다른 자원 간에는 차이가 없는 것으로 분석되었다. 수율은 싹나물 생산에 중요한 지표로 품종 간 차이가 있다. 5 자원들의 수율도 서로 간 차이가 있었으며 5일 재배하였을 때 329~677%의 범위를 나타냈다. 20°C에서 PI269803이 589%로 가장 높았고 이어서 PI343300이 448%로 높았다. 23°C에서 PI269803이 677%로 가장 높았고 PI343300이 498%였으며 25°C에서도 PI269803이 558%, PI343300이 439%로 같은 경향을 보였다. 온도 간 비교에서 수율이 25°C에서 가장 높았던 PI343307을 제외한 나머지

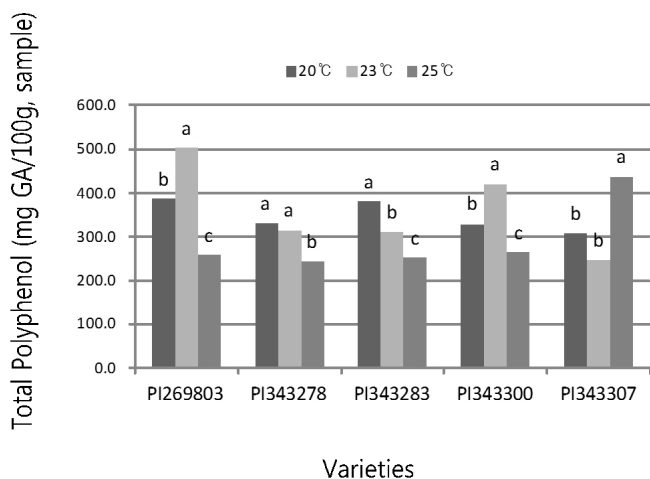
Table 4. Crude protein of pea (*Pisum sativum* L.) sprout cultivated for 5 day at each temperature (20, 23 and 25°C)

Variety	seed	Crude Protein (%)		
		20°C	23°C	25°C
PI269803	36.2a	34.7a	33.7a	32.8a
PI343278	27.5c	26.0c	25.6c	22.8c
PI343283	28.8b	29.0b	29.9b	28.2ab
PI343300	28.6b	30.1b	29.0b	27.6bc
PI343307	26.9c	27.0c	27.3bc	27.9abc

*Same letters in same temperature are not significantly different by D.M.R.T.

자원에서 23°C에서 가장 높은 수율을 나타내는 것으로 분석되었고 20°C와 25°C는 차이가 없었다(Table 4). 이상의 결과를 통해 완두 싹나물 재배 시 5일차 23°C에서 수율이 가장 높았으며, 특히 수율과 생육특성이 좋은 PI269803과 PI343300은 싹나물 유망 자원으로 여겨진다.

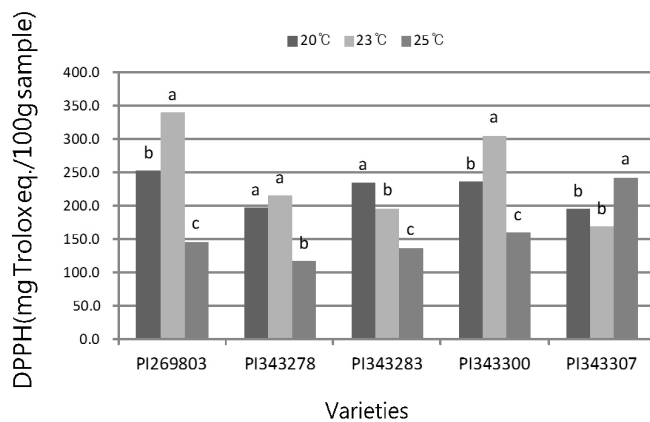
또한, 각각의 재배조건에서 조단백, 폴리페놀함량과 항산화활성 등을 조사하여 적정 재배조건을 설정하고자 하였다. 먼저, 5 자원의 완두나물 재배 온도에 따른 조단백 함량을 측정한 결과는 Table 4와 같다. 종실의 조단백은 26.9~36.2%의 범위를 보였으며, 각 온도에서 5일 동안 재배한 완두나물에서 조단백 함량을 분석한 결과는 20°C에서는 26.0~34.7% 범위를 보였다. PI269803이 34.7%로 가장 높고 PI343300이 30.1%로 그 뒤를 이었다. 23°C에서는 25.6~33.7%의 범위를 보였으며, PI269803과 PI343283의 조단백 함량은 각각 33.7와 29.9%의 함량을 조사되었다. 또한 25°C에서는 조단백함량이 PI269803이 32.8%로 가장 높고 PI343300이 두 번째로 높게 측정되었다. 완두나물에서 조단백 함량은 종실에서 조단백 함량이 높은 유전 자원에서 대체적으로 높게 나타났으며, 재배 온도가 높아질수록 조단백 함량은 감소하는 경향을 보였다. 하지만 종실과 완두나물에서 조단백 함량은 품종 간 차이가 존재했으나 온도 간에는 차이가 없었다. 또한 20°C, 23°C, 25°C에서 5일 재배한 완두나물의 총 폴리페놀 함량은 Fig. 2에 나타내었다. 재배 5일째 완두나물의 범위는 243~503 mg GA/100 g, sample로 나타났으며, 20°C, 23°C에서 PI269803이 각각 386, 503 mg GA/100g, sample으로 가장 높았고 25°C에서는 PI343307이 437 mg GA/100 g, sample로 가장 높았다. PI269803, PI343278과 PI343300은 23°C에서 가장 높고 PI343283은 20°C에서, PI343307은 25°C에서 가장 높아 온도에 따라 자원 간 반응이 다른 것으로 나타났다. 통계분석결과 23°C에서 총 폴리페놀함량이 가장 높았고 자원 간에는 PI269803이 가장 높았고 이어서 PI343300이 높았다. 항산화



*Means followed by the different letter in Variety are significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

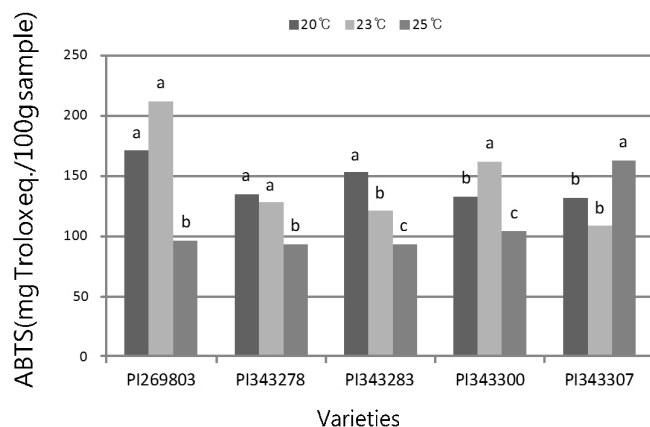
Fig. 2. Total polyphenol content of pea (*Pisum sativum* L.) sprout cultivated for 5 day at each temperature (20, 23 and 25°C).

활성을 분석하기 위해 DPPH와 ABTS 라디칼 소거능을 측정하였다. DPPH 라디칼 소거능은 재배일수가 늘어날수록 증가하였다. 그 중 5일째를 기준으로 분석한 결과는 Fig. 3에 나타내었다. 측정된 DPPH 라디칼 소거능의 범위는 117.0~340.1 mg Trolox eq./100 g sample로 나타났다. 20°C, 23°C에서 PI269803이 가장 높은 수치를 나타내었고 25°C에서는 PI343307이 가장 높았다. 총 폴리페놀함량과 같은 경향을 나타내는 것으로 보아 DPPH라디칼 소거능과 총 폴리페놀함량 사이에는 상관관계가 존재하는 것으로 생각된다. 자원 내 온도간 차이도 PI269803, PI343278, PI343300은 23°C에서 가장 높고 PI343283은 20°C에서, PI343307은 25°C에서 가장 높아 총 폴리페놀함량과 같은 경향을 보였다. 통계분석결과는 23°C에서 가장 높은 DPPH 라디칼 소거능을 나타냈으며 자원 간 분석에서는 PI269803, PI343300이 높았다. 완두나물 재배 5일째의 ABTS 라디칼 소거능은 Fig. 4에 나타내었다. ABTS 라디칼 소거능의 범위는 94~212 mg Trolox eq./100 g sample로 23°C에서 PI269803이 가장 높았으며, 25°C에서 PI343278과 PI343283이 가장 낮았다. ABTS 라디칼 소거능의 자원의 온도 간 차이를 보면 총 폴리페놀함량, DPPH 라디칼 소거능과 같은 경향인 PI269803, PI343278, PI343300은 23°C에서 가장 높고 PI343283은 20°C에서, PI343307은 25°C에서 가장 높은 양상을 보였다. 통계분석결과도 23°C에서 가장 높고 자원 중에는 PI269803이 가장 높았으나 다른 4 자원들 간에는 차이가 없었다.



*Means followed by the different letter in Variety are significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

Fig. 3. DPPH radical scavenging activity of pea (*Pisum sativum* L.) sprout cultivated for 5 day at each temperature (20, 23 and 25°C).



*Means followed by the different letter in Variety are significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

Fig. 4. ABTS radical scavenging activity of pea (*Pisum sativum* L.) sprout cultivated for 5 day at each temperature (20, 23 and 25°C).

완두나물의 형태적 성장 양상은 콩나물과 유사하였으며, 재배 5일째 배축의 길이가 가장 적당하였다. 재배 5일을 기준으로 단백질 함량, 총 폴리페놀함량, DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능을 분석한 결과 23°C에서 가장 우수했으며 특히 PI269803과 PI343300이 재배수율이 높아 같은 양의 재료로 더 많은 싹나물을 얻을 수 있고 단백질 섭취가 가능하며 총 폴리페놀함량, 항산화활성이 다른 자원에 비해 높아 암, 혈관 질환, 백내장, 당뇨병, 천식, 노화 등 많은 질병과 관련된 피해를 감소시켜줄 수 있을 것으로 기대되어진다(Siddhuraju et al., 2007).

적 요

본 연구는 완두나물로 활용 가능한 유전자원을 선발하고, 그에 적합한 재배조건을 설정하고자 재배 온도 및 기간에 따른 완두나물의 재배특성 및 항산화 활성을 분석하여 완두를 이용한 채소용 나물 최적 재배 조건을 구명하고자 실시하였다.

1. 완두 유전자원 38점 중 완두 나물로 이용 가능한 자원으로 PI269803, PI343278, PI343283, PI343300와 PI343307을 1차적으로 선발하였다.
2. 1차 선발된 완두자원을 대상으로 완두나물 재배 조건을 설정하기 위하여 20°C, 23°C와 25°C에서 각각 7일간 재배하였다. 그 결과 전장과 배축장은 20°C와 25°C에 비해 23°C에서 가장 높게 증가하였다.
3. 재배온도별 나물수율은 23°C에서 가장 높게 나타났으며, 유전자원 PI269803와 PI343300이 다른 자원에 비해 높은 나물수율을 나타내었다.
4. 재배온도별 완두나물의 조단백질 함량을 분석한 결과 온도에 따른 조단백질 변화는 나타나지 않았다.
5. 재배 온도별 완두나물의 폴리페놀 함량과 자유 라디칼 소거능을 측정함으로써 항산화 특성을 조사하였다. 그 결과 PI343278와 PI343283에서는 재배 온도가 증가함에 따라 폴리페놀 함량과 자유 라디칼 소거능이 감소하는 경향을 나타내었다. 그러나 PI269803와 PI343300에서는 20°C와 25°C에 비해 23°C에서 높은 폴리페놀 함량과 항산화 활성을 나타내었다.
6. 높은 나물수율과 항산화 특성을 보이는 PI269803과 PI343300은 완두나물 이용에 적합한 자원으로 예상된다.

사 사

본 시험은 농촌진흥청 국립식량과학원의 시험연구비(세부과제:PJ009291022015)에 의해 수행되었다.

인용문헌(REFERENCES)

Marton, M., Z. Mandoki, Z. Csapo-Kiss, and J. Csapo. 2010. The role of sprouts in human nutrition, A review. ACTA UNIV, SAPIENTIAE, ALIMENTARIA, 3 : 181-117.

Kim, S. L., J. E. Lee, Y. U. Kwon, W. H. Kim, G. H. Jung, C. K. Lee, M. J. Kim, Y. H. Kim, T. Y. Hwang, and I. M. Chung. 2013. Introduction and nutritional evaluation of germinated

soy germ. Food Chemistry. 136 : 491-500.

Hwang, Y. H., Y. S. Jeong, and J. D. Lee. 2004. Present status and future developmental direction of soy-related industries in Korea. Korea Soybean Dig 21 : 28-44.

Lee, J. D., J. G. Shannon, Y. S. Jeong, J. M. Lee, and Y. H. Hwang. 2007. A simple method for evaluation of sprout characters in soybean. Euphytic 153 : 171-180.

Waines, J. G. 1975. The biosystematics and domestication of peas (*Pisum L.*) Bulletin of the Torrey Botanical Club. 102(6) : 358-395.

Rubio, L. A., A. P. Perez, R. Ruiz, M. A. Guzmán, I. Aranda-Olmedo, and A. Clemente. 2014. Characterization of pea (*Pisum sativum*) seed protein fractions. J. Sci. Food Agric. 94 : 280-287.

Urbano, G., M. Lopez-Jurado, C. Aranda, A. Vilchez, L. Cabrera, J. M. Porres, and P. Aranda. 2006. Evaluation of zinc and magnesium bioavailability from pea (*Pisum sativum L.*) sprouts. Effect of illumination and different germination periods. International Journal of Food Science and Technology. 41 : 618-626.

Kang, K. H., J. S. Min, and K. S. Choi. 1972. Studies on the Composition of the Free Amino Acid in the Seedling of *Pisum Sativa*. 婦學. Vol. 5.

Ho, C. Y., Y. T. Lin, R. G. Labbe, and K. Shetty. 2006. Inhibition of helicobacter pylori by phenolic extracts of sprouted peas (*Pisum sativum L.*). Journal of Food Biochemistry. 30 : 21-34.

FAOSTAT Home page. 4 August 2014. <http://faostat.fao.org>.

Kim, M. R., H. Y. Kim, K. J. Lee, Y. S. Hwang, and J. H. Ku. 1998. Quality characteristics of fresh and cooked soybean sprouts by cultivars. Korean Journal of Food and Cookery Science. 14(3) : 266-272.

Suh, S. K., H. S. Kim, S. K. Jo, Y. J. Oh, S. D. Kim, and Y. S. Jang. 1995. Effect of different cultural conditions on growing characteristics of soybean sprouts. Korean Soybean Society. 12(1) : 84-93.

Song, J., S. L. Kim, J. J. Hwang, Y. K. Son, J. C. Song, and H. S. Hur. 2000. Physicpchemical properties of soybean sprouts according to culture period. Korean Soybean Society. 17(1) : 89-94.

Park, M. H., D. C. Kim, B. S. Kim, and G. B. Nam. 1995. Studies on pollution free soybean sprout production and circulation market improvement. Korean Soybean Society. 12(1) : 67-83.

Kim, H. Y., S. C. Koo, B. K. Kang, Y. H. Lee, H. T. Kim, H. T. Yun, I. Y. Baek, H. S. Jeong, and M. S. Choi. 2014. Growth characteristics of sprouts and changes of antioxidant activities in common bean (*Phaseolus vulgaris L.*) with cultivated temperature. Korean J. Crop Sci. 59(2) : 201-207.

Siddhuraju, P. and K. Becker. 2007. The antioxidant and free radical scavenging activities of processed cowpea (*Vigna unguiculata (L.) Walp.*) seed extracts. Food Chemistry. 101(1) : 10-19.