안토시아닌 발현이 좋고, 저온기 다수성 잎상추 ‘미선’ 육성

장석우^{1*} · 이종남² · 김점순² · 전명희³ · 서명훈³ · 송명규⁴ · 엄미정⁵ · 김희대⁶ · 고순보⁷

¹국립원예특작과학원, ²고령지농업연구소, ³경기도원, ⁴충북도원, ⁵전북도원, ⁶경남도원, ⁷제주도원

Breeding of Anthocyanin Expression and High Yield of Lettuce ‘Misun’ in Cool Season

Suk-Woo Jang^{1*}, Jong-Nam Lee², Jeom-Sun Kim², Myeong-Hee Cheon³, Myeong-Hoon Seo³,
Myeong-Gyu Song⁴, Mi-Jeong Um⁵, Hee-Dae Kim⁶, and Sun-Bo Ko⁷

¹Department of Horticultural Crop Research, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Jeonju-si 560-500, Korea

²Highland Agriculture Research Institute, National Institute of Crop Science, RDA, Pyeongchang, 232-955, Korea

³Gyeonggi-do Agricultural Research and Extension Services, Suwon 445-972, Korea

⁴Chungcheongbuk-do Agricultural Research and Extension Services, Cheongwon, 363-880, Korea

⁵Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan 570-794, Korea

⁶Gyeongangnam-do Agricultural Research and Extension Services, Jinju 660-379, Korea

⁷Jeju-do Agricultural Research and Extension Services, Jeju 690-170, Korea

Abstract : A new lettuce cultivar ‘Misun’ (*Lactuca sativa* L.) with wrinkled traverse narrow elliptic and deep red leaf, which has late bolting and high yield. It was developed from a cross between ‘Yeoreum Jeocgchima’ (deep red leaf color) and ‘Yeoreum dukseomjeokchukmyeon’ (high yield). The cross and selection for advanced lines had been done by the pedigree method from 2001 to 2008. The advanced lines were evaluated for yield and adaptability at several locations in Korea (Gangwon-do, Gyeonggi-do, Chungcheongbuk-do, Jeollabuk-do, Gyeongnam-do, and Jeju-do) from 2009 to 2011 year. The ‘Misun’ has gray seed color and traverse narrow elliptic leaves. The shelf-life of ‘Misun’ was four weeks longer than ‘Dukseomjeokchukmyeon’ at 4°C. The anthocyanin content of ‘Misun’ (88.32 mg/100 g) was higher than that of ‘Dukseomjeokchukmyeon’ (74.78 mg/100g). The BSL (lactucin+8-deoxylactucin+lactucopicrin) content of ‘Misun’ (5.0 ug/g, DW) is lower than that of ‘Dukseomjeokchukmyeon’ (12.0 ug/g, DW). Compared to ‘Dukseomjeokchukmyeon’, marketable yield of ‘Misun’ (289 g per plant) was 11% higher than that of it, showed good yield in fall season cultivation and has particularly improved expression of red leaf color at high temperature cultivation in the field. Furthermore, its taste is better, more crispy, and sweeter than those of ‘Dukseomjeokchukmyeon’. Thus, this new cultivar ‘Misun’ can be suitable for cultivation in low temperature during spring and fall season season.

Keywords : Breeding, Leaf lettuce, Red leaf color, Shelf-life

서 언

상추는 우리나라 웰빙시대의 대표적인 쌈용 채소로 잘 알려져 있다. 최근 국내 재배면적과 생산량은 2005년도에 5,610 ha, 167 천톤에서 2013년도에는 3,587 ha, 96.6 천톤으로 감

소추세에 있다. 이러한 추세는 일부 채소(딸기, 쌈채소 등)를 제외하고는 재배면적 감소와 더불어 유사한 경향을 보이고 있다(MAFRA, 2013). 상추는 우리나라를 벗어나면 미국 등 북미지역은 결구상추가, 유럽은 로메인 및 버터헤드형 상추가, 중국은 줄기상추가 그리고 이웃나라인 일본도 결구상추가 주류를 이루고 있다. 우리나라의 상추는 국내 쌈문화와 결부되어 잎상추가 주류를 이루고 있으며 꾸준히 생산 소비되는 신선 채소류의 대명사라 할 수 있다. 최근에는 베이비채소, 새싹채소 및 식물공장에서도 이용의 폭이 넓어 지고 있다. 국내

*Corresponding author (E-mail: swjang02@korea.kr, Tel: +82-63-238-6620, Fax: +82-63-238-6027)

(Received on April 1, 2015. Revised on April 23, 2015.

Accepted on April 23, 2015.)

재료 및 방법

잎상추 시장은 60% 이상이 적축면과 적치마 상추이며, 청치마 상추가 30% 정도를 차지하고 있고, 이 밖에 청축면과 로메인 등 특수상추가 10% 정도 유통되고 있다(RDA 2006, Jang et al. 2007). 2012년도 상추의 국내 생산액은 1,663억 원으로 엽채류 중에서는 배추 다음으로 많고(MAFRA 2013), 상추종자의 매출액은 63.4억원을 나타내고 있다(KoSA 2015).

국내 상추농가의 고민은 여름철 고온기 재배시 추대가 늦고, 적색 색소인 안토시아닌 발현이 안정적인 품종을 선호하고 있으나 아직까지 국내에서 시판되고 있는 상추에서는 이 문제를 해결하지 못하고 있다. 상추에 발현되는 적색에 관여하는 안토시아닌은 매우 불안정하여 고온과 재배환경에 따라 발현정도가 매우 다른 안토시아닌으로 추정할 뿐 이에 대한 원인구명은 아직 안되어 있다. 한 예로 같은 적색품종을 같은 시기에 같은 날 온실, 비가림하우스 및 노지에 정식하였을 때 적색발현은 노지>비가림하우스>온실 순으로 온실에서는 거의 적색발현이 안될 정도이다(NAAI 2008).

이번에 육성한 ‘미선’은 기존에 육성한 적축면 상추인 ‘고풍’(Jang et al. 2009a)과 ‘미홍’(Jang et al. 2009b)보다도 적색발현이 좋으며, 특히 저온기 재배시 생산성이 좋은 특성을 가지고 있다. 이 신품종은 2011년 11월에 농촌진흥청 신품종 심사위원회를 통과하여 2012년 1월 국립종자원에 ‘미선적축면’으로 명명되었고, 2년간 국립종자원에서 DUS검정을 통과하여 2014년 품종등록(제02-0013-474호) 되었다. 본 논문에서는 이의 육성경위와 주요특성을 보고하는 바이다.

육성은 다수성이면서 적색발현이 좋은 품종 육성을 목표로 2001년 적색발현이 매우 좋으나 수량성이 떨어지는 ‘여름적치마’를 모본으로하고 다수성이나 고온기 적색발현이 좋지 않은 ‘뚝섬적축면’을 부분으로 하여 교배하였다(Fig. 1). 상추는 자식성 작물로, 자식성 작물에서 가장 많이 이용하는 계통육종법에 의해 교배 후 선발과 세대진전 단주계통법(Single Seed Descent, SSD)으로 세대진전 고정하였다. 2001년 F₁종자를 획득하여 2002년에 F₁여부를 확인하고 자식하여 F₂ 180 개체를 획득하였다. F₂에서는 모양, 추대, 적색발현 및 포장내 병저항성 등을 종합적으로 고려한 개체선발을 하여 F₄세대까지 6계통을 선발하였다. F₅세대부터 F₇세대까지는 고정도가 높은 1계통을 최종적으로 선발하였다. 선발한 계통에 대해 생산력 검정과 전국 6개 지역에서 3년간 지역적응시험을 수행하였다. 지역적응 시험결과 적색발현, 추대 및 다수성 등을 종합적으로 검토하여 1계통을 선발하였다(Fig. 1).

상추 엽내 쓴맛 성분인 락투신인 bitter sesquiterpene lactones, latucin+8-deoxylactucin+lactucopicrin (BSL) 함량을 정량하기 위해, 상추 잎을 -80℃에서 동결건조기(Freeze dryer, Ilsin, Korea)로 건조시킨 후 막자 사발을 이용, 분쇄하여 분말 상태로 만든 다음, 분말 시료 1 g을 메탄올 100 ml에 넣고 65℃에서 1시간 정도 환류시켰다. 메탄올 용액을 실온으로 냉각시킨 후 여과지를 이용해서 여과한 다음, 여과된 용액은 rotary

Year	'01	'02	'03	'04~'05	'06~'07	'08	'09~'11
Generation	F ₁	F ₂	F ₃ ~F ₄	F ₅ ~F ₆	F ₇	F ₈	
Yeoreum Jeogchima × Dukseomjeokchukmyeon → LB 01012		1	1				
		1	2	2 →	1 →	1 →	1 →
		2	3 →	:			
		3 →	:	6			
		:	:				
		:	:				
	20	:					
		180					
	2	180	6	1	1	1	
Remarks	Artificial cross and multiplication		Selection and multiplication		Yield trial	Preliminary and regional yield trials	

Fig. 1. Pedigree of leaf lettuce ‘Misun’.

evaporator로 30~35℃를 유지시키며 1~5 mmHg 압력상태로 감압 증류하였다. 메탄올 용액을 감압 증류하고 남은 잔사를 물에 녹여서 클로로포름(CH₃Cl)으로 2~3회 추출하였다. 클로로포름 추출 용액을 황산마그네슘(MgSO₄)으로 탈수한 다음, 온도를 20~30℃를 유지시키며 1~5 mmHg로 감압 증류하였다. 감압 증류하고 남은 잔사를 MeOH/CHCl₃ (v/v=1/2) 용액에 녹여서 HPLC로 분리 정량하였다. 적색 색소인 안토시아닌 함량은 상추잎 2 g을 채취하여 95% ethanol과 1.5 N HCl을 85:15 (v/v)로 혼합한 추출액에 넣고 마쇄하여 4℃에서 overnight 시킨 후 13,000 rpm에서 20분간 2회 원심 분리하여 얻은 상등액을 희석하여 흡광도를 535 nm에서 측정하여 산출하였다(Flulecki & Francis 1968). 품질특성인 잎의 경도는 경도 기기인 EZ Test 500 N을 이용하여 측정하였고, 저장성은 반복별 10장의 엽을 4℃ 냉장고에 3주간 저장 후 부패율을 측정하였고, 당도는 당도계를 이용하였다. 특히 병저항성은 20도 정도의 다습조건일 때 상추균핵병이 많이 발생하는 것으로 알려져있으며(RDA 2006), 선발 기간 동안 포장내에서 자연 발생한 균핵병의 저항성 여부로 판단하였다. 또한 추대, 수량성 등 주요 특성조사는 농촌진흥청 상추조사기준(RDA 2014)을 토대로 조사하였고, 통계처리는 SAS 9.12를 이용하였다

결과 및 고찰

주요 품종 특성

신품종 ‘미선’은 고유특성으로 종자색은 회색인 적측면 잎상추로, 엽형은 누운 좁은타원형이며, 엽색은 엽병 부분은 흰

색이며, 잎기부 중간부터 진한 적색인 특성을 갖고 있다(Fig. 2, Table 1). 가변특성으로 발아율은 87% 이상이며, 엽장 15.1 cm, 엽폭 15.5 cm로 수확시기를 잘 맞춘다면 쌈용으로 이용하기에 좋은 모양과 형태를 가지고 있다. 주당 수확이 가능한 엽수는 평균 44매로 대비인 ‘뚝섬적측면’보다 14매가 많고, 엽당 무게는 9.8 g으로 ‘뚝섬적측면’보다는 적지만 주당 수확 가능 무게는 289.0 g으로 11%가 많은 특성을 보였다(Table 2). 본 품종의 환경적 변이를 3년간 종합적으로 살펴보면 경기, 경남, 제주 등 지역의 봄작형에서는 저온기에 적색 발현과 저온에서 신장성이 좋았으며, 추제도 늦은 특성을 보였다. 여름철 대관령에서는 추제도 늦고 수량성도 떨어지지 않았다. 전북과 충북에서 수행한 가을작형시 생육 후반기에도 좋은 수량성을 나타내었고, 후반기 저온에 강하며 병도 발생하지 않는 특성을 보였다.

Fig. 2. Shape of harvest time ‘Misun’.

Table 1. Morphological characteristics of ‘Misun’ (2011).

Cultivar	Seed color	Type	Leaf shape	Leaf color	Bolting
Misun	Gray	Chukmyeon Leaf	Traverse narrow elliptic	Deep Red	Late bolting
Dukseom-jeokchukmyeon	Gray	Chukmyeon Leaf	Traverse broad elliptic	Light Red	Early bolting

Table 2. Variable characteristics and yield of ‘Misun’ (2011).

Cultivar	Rate of sprouting (%)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No.of leaf	Leaf wt. (g)	Yield (g/plant)
Misun	86.5	15.1 ± 0.6 ^z	15.2 ± 0.8	44.4 ± 6.6	6.5	289.0 ± 49.7
Duseom-jeokchukmyeon	98.0	15.1 ± 0.8	15.8 ± 0.6	30.7 ± 3.8	8.3	255.3 ± 47.0

^zValues are mean ±SE (n=6, 6 areas are Suwon, Pyeongchang, Cheong won, Iksan JinJu, Jeju). There are three random block design and ten samples were analyzed in one block each location

품질 특성 및 내병성

‘미선’의 품질특성을 조사한 결과 잎의 경도는 대비품종인 ‘뚝섬적측면’보다 $1,237 \text{ kg/cm}^2$ 로 강하였으며 이는 식미감과 저장성을 좋게 하는 것으로 생각되었다. 쓴맛을 나타내는 BSL (latucin+8-deoxylactucin+lactucopicrin) 함량은 $5.0 (\text{ug/g DW})$ 로 대비품종 보다 적어 젊은 층과 상추의 쓴맛을 싫어하는 소비자들에게도 호감을 줄 수 있을 것으로 판단되었다. 고온기 적색발현 정도를 추정할 수 있는 안토시아닌 함량은 88.3 mg/100g 으로 ‘뚝섬적측면’ 74.8 mg/100g 보다 많아 고온기에 적색발현이 좋은 것으로 확인되었다. 당도는 3.4 Brix로 단맛과 쓴맛이 조화로와 식미감도 좋은 것으로 판단되었다. 수확 후 4°C 에 저장한 후 3주 후에 저장성을 살펴본 결과 대비품종에 비해 큰 차이가 없는 것으로 판단되었다. 포장에서의 균핵병은 봄작형 초기나 가을작형 초기에 거의 발병하지 않아 균핵병에 잘 견디는 특성을 보였으나 세균성병인 무름병에는 다소 약한 특성을 가지고 있어, 재배관리시 이점에 유의해야 다수확을 기대할 수 있을 것으로 판단되었다 (Table 3).

작기별 수량성

‘미선’의 수량성은 전국지역적응시험을 통하여 봄, 여름,

가을에 6개 지역에서 검토한 결과 봄 작형에서는 대비품종인 ‘뚝섬적측면’에 비해 30.5 ton/ha 로 13% 많았으나, 여름 작형에서는 15.0 ton/ha 로 ‘뚝섬적측면’ 보다 2%, 가을작형에서도 18.8 ton/ha 로 10% 많은 경향을 보여 봄, 여름, 가을에 다 재배 가능한 품종으로 판단되었다. 특히 가을 후반기 저온기에 수확량이 좋아 저온에서 신장성이 좋은 품종으로 나타났다. 따라서 본 품종은 이른봄 재배나 가을후반부터 겨울을 거쳐 이른봄까지 재배가 가능하며, 수량이 좋은 것으로 판단되었다 (Table 4).

재배상 유의점

‘미선’의 경우, 봄과 가을작형에서 평균적으로 안정적인 재배가 가능하며, 이른봄과 가을재배시에 상대적으로 적색발현이 잘되고 안정성이 높은 품종이다 (Fig. 2). 재배시에 유의할 점은 고온기 파종시 침종하여 최아 시킨 후, 파종함으로써 발아가 균일하도록 한다. 엽색의 선택 발현은 기온, 수분 및 광조건 등에 따라 차이가 많으므로 특히 수분관리에 유의하고, 통풍 및 간헐적 차광을 통해 생육 적온인 $15\sim 20^\circ\text{C}$ 가깝게 재배관리 하며, 초기 생장을 촉진시키고, 후기 생육시 비효가 적으면 수량이 떨어짐으로 이점에 유의하여 비효가 부족되지 않도록 적정 비배관리에 유의한다 (RDA 2006).

Table 3. Quality characteristics and disease resistance of ‘Misun’ (‘11).

Cultivar	Rate of decay ^z (%)	Firmness of leaf ^y (kg/cm^2)	Anthocyanin content (mg/100g)	BSL content (ug/g, DW) ^x	Sugar content (Brix)	Stem rot in field
Misun	8.5	1237.0 ± 179.3^w	88.32 ± 6.4	5.0	3.4	Tolerant
Duseom- jeokchukmyeon	0.9	1236.8 ± 56.9	74.78 ± 9.6	12.0	2.5	Tolerant

^zRate of decay after store 3 weeks at 4°C

^yMeasure at EZ Test 500N No. 34

^xBitter Sesquiterpene Lactons (latucin+8-deoxylactucin+lactucopicrin)

^wValues are mean $\pm$ (n=3)

Table 4. Yield of ‘Misun’ for 3 season and 6 places in 3 year (2009~2011).

Cultivar	Spring (ton/ha) ^z	Summer (ton/ha) ^y	Autumn (ton/ha) ^x	Average (ton/ha)
Misun	$30.6 (113)^w$	15.0 (102)	18.8 (123)	24.1 (111)
Duseom-jeokchukmyeon	27.0 (100)	14.7 (100)	17.0 (100)	21.6 (100)
LSD (5%) ^v	4.76	NS	17.38	

^zGyeonggi-do, Gyeongsangnam-do, Jeju-do

^yGanwon do, Pyeongchang

^xChungcheongbuk-do, Jeollabuk-do, Jeju-do

^w()Yield index

^vLSD: Least significant Difference, 5%

유용성

기존의 품종에 대비하여 봄, 여름, 가을 작형에서 수량이 높았고 특히 봄 작형과 가을작형 재배 농가에 도움이 될 수 있을 것으로 판단되었다(Table 4), 고온기에는 적색발현 및 추대가 늦은 특성이 있어 농가에서 안정적인 재배가 가능한 품종이다.

적 요

‘미선’은 ‘여름적치마’와 ‘여름뚝섬적죽면’을 교배하여 육성한 잎상추로 누운 좁은타원형 잎을 가진 측면 상추이다. 2001년 교배하여 2008년까지 계통육종법에 선발과 고정을 하였다. 신품종 ‘미선’은 회색 종자이며 엽형은 누운 좁은 타원형이다. 잎 상단부는 붉고 광택이 좋으며 잎 기부는 녹색이다. 다수성 품종으로 기존 품종보다 주당 44매 정도의 잎을 수확할 수 있으며, 주당 무게는 평균 289 g로 11% 수량성이 많은 품종이다. 전국 6개 지역(대관령, 경기, 충북, 전북, 경남, 제주)에서 3년간 봄, 여름, 가을 재배하였을 때 평균 2,407 kg/10a를 나타내었다. 숙기는 정식 후 25일 후부터 수확이 가능한 조·중생종이며, 고온기 비가림하우스 재배시에도 적색이 발현되는 특성을 가지고 있다. 적색발현의 주 요인인 안토시아닌 함량은 88.3 (mg/100g) 으로 대조품종인 뚝섬적죽면보다는 적색발현이 좋은 품종이다. 쓴맛 성분인 락투신(latucin+8-deoxylactucin+lactucopicrin)은 뚝섬적죽면보다 적어 쓴맛이 적고 단맛이 나며 아삭아삭하여 맛이 좋다. 이것은 잎두께와 엽연이 뚝섬적죽면보다 조밀하고, 잎의 경도가 1,237 (kg/cm²)로 뚝섬적죽면보다 강한 특성을 가지고 있기 때문이다. 따라서 신품종 ‘미선’은 봄과 가을 작형에 적합한 품종이며, 특히 저온기에 생장량이 좋은 품종으로 추천할 수 있다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 신품종공동연구개발사업(PJ006427)과 기관고유-원예특작시험연구-원예시험(J006427) 연구비지원에 의해 수행된 결과의 일부이며 연구비지원에 감사드립니다.

REFERENCES

1. National Alpine Agriculture Institute, RDA. 1998. Annual Report of Lettuce Breeding of Late Bolting.
2. Fuleki T, Francis FJ. 1968. Quantitative methods for anthocyanins. J. Food Sci. 33: 72-77.
3. Jang SW, Lee EH, Kim WB. 2007. Analysis of research and development papers of lettuce in Korea. Korean J. Hort. Sci. Technol. 25: 295-303.
4. Jang SW, Hur YY, Choi MJ, Kwon YS, Kim JS, Lee JN, Lee EH, Seo MH, Park JH, Jang MH, Hwang HJ, Ko SB. 2009a. Late bolting and high yield new red leaf lettuce : ‘Gopungjeockchumyeon’. Korean J. Breed. Sci. 41: 574-578.
5. Jang SW, Hur YY, Choi MJ, Kwon YS, Kim JS, Lee JN, Lee EH, Seo MH, Park JH, Jang MH, Hwang HJ, Ko SB. 2009b. Late bolting and deep red leaf lettuce: ‘Mihong’. Korean J. Breed. Sci. 41: 579-582.
6. Korea Seed Association. 2015. www.kosaseed.or.kr, Seed production of vegetable (2014).
7. Ministry for Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA). 2013. The statistics of vegetable production.
8. Rural Development Administration (RDA). 2014. Manual of Investigation Germplasm (Lettuce).
9. Rural Development Administration (RDA). 2006. The Technique of Lettuce Cultivation (Text of Standard Agriculture).