다수성 버터헤드 상추 ‘썬레드버터’ 육성

장석우^{1*} · 최승국¹ · 박수형¹ · 최학순¹ · 양은영¹ · 이종남² · 김대균³ · 노재관⁴ · 김은지⁵ · 정완규⁶ · 고순보⁷

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

Breeding of High Yield Butterhead Lettuce ‘Sun Red Butter’

Suk-Woo Jang^{1*}, Seung-Kook Choi¹, Suhyoung Park¹, Hak-Sun Choi¹, Eung Young Yang¹, Jong-Nam Lee², Dae-Gyun Kim³, Jae-Kwan Noh⁴, Eun-Ji Kim⁵, Wan-Gyu Jeong⁶, and Sun-Bo Ko⁷

¹Vegetable Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Wanju 55385, Korea

²Highland Agriculture Research Institute, National Institute of Crop Science, RDA, Pyeongchang 25342, Korea

³Gyeonggi-do Agric. Res. and Extension Services, Hwaseong 18388, Korea

⁴Chungcheongbuk-do Agric. Res. and Extension Services, Cheongju, 28130, Korea

⁵Jeollabuk-do Agric. Res. and Extension Services, Iksan 54591, Korea

⁶Gyeongsangnam-do Agric. Res. and Extension Services, Jinju 52733, Korea

⁷Jeju-do Agric. Res. and Extension Services, Seogwipo 63556, Korea

Abstract A new red butterhead lettuce (*Lactuca sativa* L.) with transverse broad elliptic, red leaves, ‘Sun Red Butter’, with late bolting and high yield, was developed from a cross between ‘Jajusangchu’ (red leaf color and half crisp) and ‘Dukseomjeokchukmyeon’ (high yield). The crossing and selection for advanced lines was previously carried out using the pedigree method during the period 2001–2009. The advanced lines were evaluated for yield and adaptability at several locations in Korea (Gangwon-do, Gyeonggi-do, Chungcheongbuk-do, Jeollabuk-do, Gyeongsangnam-do, and Jeju-do) in 2011. The type of matured stage is early and medium butterhead lettuce. The shelf life of ‘Sun Red Butter’ was four weeks longer than that of ‘Germania’ at 4°C. The anthocyanin content of ‘Sun Red Butter’ was lower than that of ‘Germania’ at 11.2 mg/100 g. The BSL (lactucin+8-deoxylactucin+lactucopicrotin) content of ‘Sun Red Butter’ was higher than that of ‘Germania’ at 32.8 µg/g, DW. The marketable yield of ‘Sun Red Butter’ was higher than that of ‘Germania’ by 67% (at 621.4 g per plant), and ‘Sun Red Butter’ showed a particularly improved yield under high-temperature cultivation in the field. Furthermore, ‘Sun Red Butter’ had better taste characteristics and was crisper and sweeter than ‘Germania’. Therefore, we recommend that the new cultivar ‘Sun Red Butter’ would be suitable for cultivation in spring and fall. Furthermore, this new cultivar could be harvested in a single harvest, as in a head lettuce, and could therefore be managed more efficiently and economically by farmers.

Keywords Butter head lettuce, Red leaf color, Shelf-life, Taste, Breeding

Received on February 8, 2018. Accepted on June 6, 2018.

* Corresponding Author (E-mail: swjang02@korea.kr, Tel: +82 63-238-6620, Fax: +80-63-238-6605)

서 언

상추는 우리나라 웰빙 시대의 대표적인 쌈용 채소로 잘 알려져 있다. 국내 상추재배면적과 생산량은 2005년도에 5,610 ha, 167 천톤에서 2016년도에는 3,384 ha, 86.1천톤으로 감소추세에 있다(MIFAFF 2017). 상추는 국내 식문화와 결부되어 쌈과 샐러드 채소로 꾸준히 생산 소비되는 신선 채소류의 대명사라 할 수 있다.

최근에는 베이비채소와 새싹채소로 이용의 폭이 넓어 지고 있다. 국내 잎상추 시장은 60% 이상이 적촉면과 적치마상추이며,

청치마 상추가 30% 정도를 차지하고 있다. 이외에 청촉면과 로메인 상추 등 특수상추가 10% 정도 유통되고 있다(RDA 2013, Jang et al. 2007). 상추의 국내 생산액은 2,246억원으로 엽채류 중에서 배추 다음으로 많은 생산액을 차지하고 있다(KOSA 2018, MIFAFF 2017). 또한 결구상추의 생산액은 400억원 정도로, 이번에 육성한 버터헤드형 상추는 현재 아주 극소수 선도농가에서만 재배되고 있으나 최근 소비트렌드에 맞추어 새로운 시장을 형성할 것으로 판단된다.

상추농가의 고민은 여름철 고온기 재배시 추대가 늦고, 적색 색소인 안토시아닌 발현이 안정적으로 발현되는 품종을 원하고

있으나 아직까지 국내외에서 시판되고 있는 상추는 이 문제를 해결하지 못하고 있다(Jang et al. 2009a, 2009b, 2015, 2016, MIFAFF 2017). 또한 항상 대두되어왔던 농촌인구의 고령화 일손 부족문제와 결부하여 국내 잎상추는 씹문화의 영향으로 잎을 하나씩 수확하여 출하하는 것이 보편화 되어있고, 한 작기에 330여 시간이 수확노동으로 많이 투입되고 있어 수확방법 개선과 더불어 일시 수확할 수 있는 시장형성도 필요한 시점이다(RDA 2017).

이번에 육성한 ‘썬레드버터’는 버터헤드(butter head)형 상추로 일시 수확이 가능한 반결구형 품종이다. 이런 type의 상추는 유럽 등에서 많이 재배되고 있으며, 일부 쌈채소 농가에서 수입하여 재배하고 있다(Jang et al. 2017). 기존 국내에서 육성한 ‘썬레드버터’ 보다 10% 증수된 품종으로 수량성에서 우수하다(Jang et al. 2017). ‘썬레드버터’의 육성으로 기존 수입 품종을 대체할 수 있고, 역으로 수출도 가능하다고 판단된다. 또한 소비자 입장에서는 새로운 type의 공급으로 그 동안 유럽 등에 가야만 맛볼 수 있는 상추를 국내에서 생산한 연하면서 맛이 좋은 상추를 언제든지 볼 수 있을 것으로 기대된다. 이 품종은 2011년 11월에 농촌진흥청 신품종심사위원회를 통과하여 2012년 1월 국립종자원에 ‘썬레드버터’로 명명되었고, 2년간 국립종자원에서 DUS검정을 통과하여 2014년에 제 5794번으로 품종등록 되었다. 본 논문에서는 이의 육성경위와 주요특성을 조사하여 이를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

수입대체와 수량성이 향상된 반결구형인 버터헤드상추 육성을 목표로 2000년 반결구형이지만 개장형으로 적색발현이 매우

좋으나 수량성이 떨어지는 ‘자주상추’를 모본으로하고, 엽수가 많으나 엽육과 식미감이 좋은 다수성 품종인 ‘뚝섬적측면’을 부본으로 하여 교배하였다(Fig. 1). 상추는 자식성 작물에서 가장 많이 이용하는 계통육종법에 의해 교배 후 선발 고정하였다(Ryder 1998). 2000년 F₁종자를 획득하여 2001년에 F₁여부를 확인하고 자식하여 F₂ 120개체를 획득하였다. F₂에서는 모양, 추대, 적색발현 및 포장 내 병저항성 등을 종합적으로 고려한 개체선발을 하여 F₄세대까지 4계통을 선발하였다. F₅세대부터 F₇세까지는 고정도가 높은 1계통을 최종적으로 선발하였다. 선발한 계통에 대해 생산력 검정과 전국 6개 지역에서 2년간 지역적응 시험을 수행하였다. 지역적응 시험결과 모양, 적색발현, 추대 및 다수성 등을 종합적으로 검토하여 1계통을 선발하였다(Fig. 1).

상추 잎의 쓴맛 주성분인 BSL(Bitter Sesquiterpene Lactones, latucin+8-deoxylactucin+lactucopicrin) 함량을 정량하기 위해, 상추 잎을 -80℃에서 냉동 후 동결건조기(일신 Freeze dryer)로 건조시킨 후 막자사발을 이용, 분쇄하여 분말 상태로 만든 다음, 분말 시료 1 g을 메탄올100 ml에 넣고 65℃에서 1시간 정도 환류시켰다. 메탄올 용액을 실온으로 냉각시킨 후 여과지를 이용해서 여과한 다음, 여과된 용액은 rotary evaporator로 30~35℃를 유지시키며 1~5 mmHg 압력상태로 감압 증류하였다. 메탄올 용액을 감압 증류하고 남은 잔사를 물에 녹여서 클로로포름(CH₂Cl₂)으로 2~3회 추출하였다. 클로로포름 추출 용액을 황산마그네슘(MgSO₄)으로 탈수한 다음, 온도를 20~30℃를 유지시키며 1~5 mmHg으로 감압 증류하였다. 감압증류하고 남은 잔사를 MeOH/CHCl₃ (v/v=1/2) 용액에 녹여서 HPLC로 분리 정량하였다.

적색색소인 총 안토시아닌 함량은 pH differential method를

Year	'01	'02	'03	'04~'06	'07~'09	'09	'10~'11
Generation		F ₁	F ₂	F ₃ -F ₅	F ₆ -F ₈	F ₉	F ₁₀
Jajusangchu⊗ Dukseomjeokchukmyeon	→ LB 00100	1	1	1		1→	
		2	2	2→	1 →		1→
		3 →	3	3			
		:	:	4			Sun Red Butter
		:	→				
		18	:				
Parents	Artificial cross and multiplication		120				
		18	120	4	1	1	1
		Selection and multiplication			Yield trial		Preliminary and regional yield trials

Fig. 1. Pedigree of ‘Sun red butter’

사용하여 측정하였다. 시료 5 g에 1% HCl을 함유한 methanol 25 mL를 넣어 빙냉하에서 20분간 sonication을 하였고, 원심분리 (4,000rpm, 10분)후 상층액을 따로 모았다. 시료 일정량에 pH 1의 완충용액과 pH 4.5의 완충용액을 첨가하여 교반한 후 520nm와 700nm에서 흡광도를 측정하였다. 안토시아닌 함량은 cyanidin-3,5-diglucoside 당량으로 표시하였고, extinction coefficient는 $30,175 \text{ L cm}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, 분자량은 611 g mol^{-1} 이었다(Han & Xu 2014).

품질특성인 잎의 경도는 경도기인 EZ Test 500N을 이용하여 측정하였고, 저장성은 반복별 10장의 엽을 4°C 냉장고에 4주간 저장 후 부패율을 측정하였고, 당도는 당도계를 이용하였다. 그 외 추대, 수량성 등 주요 특성조사는 농촌진흥청 상추조사기준 (RDA 2013, RDA 2014)을 토대로 조사하였고 통계처리는 SAS 9.12를 이용하였다.

결과 및 고찰

주요 품종 특성

신품종 ‘썬레드버터’는 고유특성으로 종자색은 갈색이며, 반결구형인 버터헤드 상추로, 엽형은 누운 넓은 타원형이며, 엽색은 엽병부분은 흰색이며, 잎기부 중간부터 열은 적색인 특성을 갖고 있다(Fig. 2, Table 1). 가변특성으로 발아율은 90% 이상이며, 적정 수확시 엽장 15.0 cm, 엽폭 14.7 cm로 일시수확 또는 쌈용으로 이용하기에 좋은 모양과 형태를 가지고 있다. 주당 수확이 가능한 엽수는 평균 49.2매로 대비인 ‘게르마니아’ 보다 18매가 많고, 1 엽당 무게는 12.6 g으로 ‘게르마니아’ 보다 많이 나가고, 주당 수확 가능 무게는 621.4 g으로 65%가 많은 특성을

보였다(Table 2). 기존에 육성한 ‘썬레드버터’와 비교해서도 엽장과 엽폭은 큰차이가 없으나, 1엽중이 1.5 g 무겁고, 주당수량도 621.4 g 등 다수성이 뚜렷한 차이가 있다(Table 2).

Fig. 2. Shape of harvest time ‘Germania’(control, above) and ‘Sun Red Butter’(below).

Table 1. Morphological characteristics of ‘Sun Red Butter’(2010~2011, NIHHS).

Cultivar	Seed color	Type	Leaf shape	Leaf color	Bolting
Sun Red Butter	Brown	Butter head	Transverse Broad Elliptic	Light Red	Late bolting
Germania	Brown	Butter head	Elliptic	Light Red	Early bolting

Table 2. Variable characteristics and yield of ‘Sun Red Butter’ at harvesting time(2010~2011, NIHHS).

Cultivar	Rate of sprouting (%)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No.of leaf	1 Leaf wt. (g)	Yield (g/plant)
Sun Red Butter	90.0±1.4	15.0±1.1	14.7±0.2	49.2±1.3	12.6±0.5	621.4
Sunny Red Butter	96.0±2.6	14.6±0.3	14.3±0.3	50.5±2.1	11.0±0.4	556.5
Germania	53.0±2.7	15.9±2.3	12.8±2.5	31.2±2.3	12.0±0.5	375.6
LSD (5%)	-	-	-	-	-	63.0

Values are mean±SE(n=3)

품질 특성 및 내병성

‘썬레드버터’의 품질특성을 조사한 결과 추대는 중만생종으로 파종 후 98일 이후에 출되되었고, 잎의 경도는 대비품종인 ‘게르마니아’ 보다 $1,433 \text{ kg/cm}^2$ 로 강하였으며 이는 식미감과 저장성을 좋게 하는 것으로 생각되었다. 쓴맛을 나타내는 BSL (latucin+ 8-deoxylactucin+lactucopiricin) 함량 $32.8(\text{ug/g, DW})$ 로 대비품종보다 매우 높은 경향을 보여, 상추의 쓴맛을 좋아하는 소비자들에게도 호감을 줄 수 있을 것으로 판단되었다. 고온기 적색발현 정도를 추정할 수 있는 안토시아닌 함량은 11.2 mg/100 g 으로 ‘게르마니아’ 보다 적은 경향을 나타내었다. 당도는 1.1 Brix로 단맛과 쓴맛이 어우러져 식미감도 좋은 것으로 판단되었다. 수확 후 4°C 에 저장한 후 4주후에 저장성을 살펴본 결과 대비품종보다 저장성이 강한 것으로 나타났다(Table 3). 재배 포장에서의 균핵병은 발병하지 않아 이 병에 잘 견디는 특성을 보였으나 진저저항성은 아니다. 먼저 육성된 버터헤드상추인 ‘썬레드버터’와 비교했을때도 추대소요일수는 유사하였으나 잎의 경도는 다소 물러 부드러운 경향이 심했고, 안토시아닌 함량과 쓴맛함량은 높았으며 당도는 다소 떨어지는 특성을 나타냈다(Table 3).

작기별 수량성

‘썬레드버터’의 수량성은 전국지역적응시험을 통하여 봄, 여름, 가을에 6개 지역에서 2년간 검토하였다. 주요특성과 수량을 동시에 검토하고자, 재식거리 30×30 cm, 2조식으로 정식하였

으며, 시비량은 상추 표준시비량인 10a에 N-P-K-퇴비-석회 (20.9-5.9-12.8-1,500-200 kg)를 시비하였다. 수량성을 종합해본 결과 봄 작형에서는 대비품종인 ‘게르마니아’에 비해 38.6 ton/ha 로 44% 많았고, 여름 작형은 14.1 ton/ha 로 ‘게르마니아’ 보다 4.3배, 가을작형에서도 38.5 ton/ha 로 83% 많은 경향을 보여 봄, 여름, 가을에 다 재배 가능한 품종으로 판단되었다(Table 4). 먼저 육성된 버터헤드상추인 ‘썬레드버터’와 비교했을때도 봄작형은 유사하였고, 여름작형은 조금 떨어지는 경향을 보였으나 가을작형에는 매우 우수한 수량성을 보여 전체적으로 17%나 많은 품종임을 알 수 있다(Table 4).

재배상 유의점

‘썬레드버터’의 경우, 봄작형에서 평균적으로 안정적인 재배가 가능하며, 늦봄과 초여름의 고온기 재배에서도 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 재배 관리 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 ‘Sun Red Butter’(2010~2011, NIHHS).

Cultivar	Days to bolting	Firmness of leaf (kg/cm^2) ^z	Anthocyanin content (mg/100g)	BSL content (ug/g, DW) ^x	Sugar content (Brix)	Rate of decay ^w (%)
Sun Red Butter	98	1433.5 ± 70.8^y	11.2 ± 3.4	32.8	1.1	30.0
Sunny Red Butter	99	$1,554.5 \pm 65.8$	10.3 ± 1.9	26.1	1.7	23.3
Germania	63	$1,369.2 \pm 57.2$	14.7 ± 5.0	19.7	3.5	36.7

^zMeasure at EZ Test 500N, No. 34. ^yValues are mean±SE(n=3). ^x(latucin+8-deoxylactucin+lactucopiricin).

^wRate of decay after store 4 weeks at 4°C

Table 4. Yield of “Sun Red Butter” for 3 season and 6 places in 2 year(2010~2011, NIHHS).

Cultivar	Spring(ton/ha) ^z	Summer(ton/ha) ^y	Fall(ton/ha) ^x	Average(ton/ha)
Sun Red Butter	$38.7(144)^w$	$14.1(427)$	$38.5(182)$	$34.5(165)$
Sunny Red Butter	$38.0(141)$	$15.7(475)$	$28.0(133)$	$30.9(148)$
Germania	$26.9(100)$	$3.3(100)$	$21.1(100)$	$20.9(100)$
LSD (5%)	8.3	4.4	6.2	-

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

^yGanwon do, Pyeongchang

^xChungcheongbuk-do, Jeollabuk-do, Jeju-do, ^w()Yield index

유용성

기존의 품종에 대비하여 봄, 여름, 가을 작형에서 수량이 높았고 특히 봄 작형과 가을작형 재배 농가에 도움이 될 수 있을 것으로 판단되고, 일시수확이 가능하며 추대가 늦은 특성이 있어 농가에서 경영개선 및 안정적인 재배가 가능한 품종이다.

적 요

‘썬레드버터’는 ‘자주상추’와 ‘뚝섬적측면’을 교배하여 육성한 버터헤드형 상추로 2000년 교배하여 2010년까지 계통육종법에 의해 선발과 고정을 하였다. 신품종 ‘썬레드버터’는 갈색 종자이며 엽형은 누운넓은 타원형이다. 잎 상단부는 열은 붉은색이며, 광택이 좋으며 잎 기부는 녹색이다. 다수성 품종으로 주당 49매의 잎을 수확할 수 있고, 반결구형임으로 일시수확도 가능하다. 주당 무게는 평균 621.4 g로 대비품종인 ‘게르마니아’ 보다 64% 수량성이 많은 품종이다. 전국 6개 지역(대관령, 경기, 충북, 전북, 경남, 제주)에서 2년간 봄, 여름, 가을 재배하였을 때 평균 3,453 kg/10a를 나타내었다. 숙기는 정식 후 30일 후부터 수확이 가능하다. 적색발현의 주 요인인 안토시아닌 함량은 11.2(mg/100 g)으로 대조품종인 ‘게르마니아’ 보다는 적은 품종이다. 쓴맛 성분인 락투신(lactucin+8-deoxylactucin+lactucopicrin)은 ‘게르마니아’ 보다 많고, 단맛이 나며 아삭아삭하여 맛이 좋다. 이것은 잎두께와 엽연이 ‘게르마니아’ 보다 조밀하고, 잎의 경도가 1,433(kg/cm²)로 ‘게르마니아’ 보다 단단한 특성을 가지고 있기 때문에 여겨진다. 이를 종합하여 신품종 ‘썬레드버터’는 국내에서는 봄과 가을 작형에 적합한 품종으로 추천할 수 있다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 국립원예특작과학원 기본과제(PJ012643)에 의해 수행된 결과의 일부이며 연구비지원에 감사드립니다.

REFERENCES

1. Han S, Xu B. 2014. Bioactive components of leafy vegetable edible amaranth (*Amaranthus mangostanus* L.) as affected by home cooking manners. *American Journal of Food Science and Technology* 2: 122-127.
2. Jang SW, Lee EH, Kim WB. 2007. Analysis of research and development papers of lettuce in Korea. *Kor J Hort Sci Technol* 25: 295-303.
3. 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.
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. 2009b. Late bolting and deep red leaf lettuce: ‘Mihong’. *Korean J Breed Sci* 41: 579-582.
5. Jang SW, Choi HS, Yang EY, Lee JN, Kim JS, Cheon MH, Park JH, Um MJ, Lee BJ, Ko SB. 2017. Breeding of new type red butterhead lettuce ‘Sunny red butter’. *Korean J Breed Sci* 49: 87-91.
6. Jang SW, Lee JN, Kim JS, Cheon MH, Seo MH, Song MK, Um MJ, Kim HD, Ko SB. 2015. Breeding of anthocyanin expression and high yield of lettuce ‘Misun’ in cool season. *Korean J Breed Sci* 47: 154-158.
7. Korean Seed Association (KOSA). 2018. Available at <http://www.korea.seed.or.kr>
8. Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries (MFAFF). 2017. The statistics of vegetable production.
9. Rural Development Administration (RDA). 2013. The technique of lettuce cultivation (Text of standard agriculture).
10. Rural Development Administration (RDA). 2014. Manual of investigation germplasm (Lettuce).
11. Rural Development Administration (RDA). 2017. Regional income survey (resister no.11-1390000-001401-10).
12. Ryder EJ. 1998. Lettuce, endive and chicory. *Crop production science in horticulture* 9: 39-40.