

배무채의 형태와 영양적 특성 및 교잡 친화성

이수성^{1*} · 김태윤¹ · 양정민² · 김종기² · 임수연² · 윤무경³

¹(주)바이오브리딩연구소, ²중앙대학교 식물응용학과, ³국립원예특작과학원 채소과

Morphological and Nutritional Characteristics and Crossability with *Brassica* Species of Baemoochae, *xBrassicoraphanus*

Soo-Seong Lee^{1*}, Tae Yoon Kim¹, Jungmin Yang², Jongkee Kim², Sooyeon Lim², and Moo Kyoung Yoon^{3*}

¹BioBreeding Institute, Business Incubation, Chung-Ang University, Ansong 456-756, Korea

²Department of Plant Application, Chung-Ang University, Ansong 456-759, Korea

³Vegetable Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Suwon 440-706, Korea

Abstract. Morphological characters of Baemoochae, *xBrassicoraphanus* are mostly intermedium of the both parents, Chinese cabbage, *Brassica rapa* ssp. *pekinensis* and radish, *Raphanus sativus*. The upper and lower parts of the leaf resemble the shape of Chinese cabbage and radish, respectively. The midrib of the leaf is round like to that of radish, but very big more than 3 cm in diameter and white in color like that of Chinese cabbage. The root was changed from the swollen type like that of radish to the enlarged taproot like that of the land race of Chinese cabbage after attaining genetical stability. The flower is white. The seed pod is divided into 2 different parts; the upper part is radish and about 4 cm in length and holds 3-4 seeds and the lower part is Chinese cabbage and about 3 cm in length and holds 7-8 seeds. The color of seed is brown, weight per 1,000 seeds is 5.5 g and the number of seeds per mL is 120. The matured plant in the fall season is around 5 kg in weight and outer leaves are very vigorous and stiffly and inner leaves are erect and form a loose head. The leaf and the root contain a high level of sulforaphene which is well known as a functional substance for anti-cancer and anti-super-bacteria. Baemoochae is an amphidiploid and does not have the self incompatibility function. It has a high level of cross compatibility with Chinese cabbage as the female parent, but not the male parent. It is cross incompatible to cabbage, *B. oleracea*, black mustard, *B. nigra* and radish. However it is highly compatible to oil seed rape, *B. napus*, yellow mustard, *B. carinata* and partial compatible to muatard, *B. juncea* in the reciprocal cross.

Additional key words: amphidiploids, brassicaceae, intergenic hybrid, sulforaphene

서 언

배추과 식물의 재배종에는 2배체인 배추 종(*Brassica rapa* spp., 2n = 20, aa genome), 양배추 종(*B. oleracea* var., 2n = 18, cc genome), 흑겨자 종(*B. nigra* ssp., 2n = 16, bb genome)이 있고 그들 간의 상호 교잡으로 생겨난 복2배체의 유채 종(*B. napus* spp., 2n = 38, aacc genome), 갓 종(*B. juncea*, 2n = 36, aabb genome), 황겨자 종(*B. carinata*, 2n = 34, bbcc genome)이 있다(Gómez-Campo and Prakash, 1999; U,

1935). 그리고 배추 속이 아니면서 중요 채소로 재배되는 무 속의 무 종(*Raphanus sativus* var., 2n = 18, rr genome)이 있다. 이들은 뿌리, 줄기, 잎, 액아, 꽃, 종실 등을 이용한 식용유, 채소, 향신료, 사료 작물 등으로 전 세계에 널리 재배되고 있다(Gómez-Campo, 1980). 따라서 그 재배와 이용 및 유전 육종적 특성을 이해하기 쉽도록 교과서 등 다양한 책이 발행되어 있다.

이러한 종이나 속이 다른 배추과 식물을 서로 교잡하여 새로운 이질배수체 종이나 속을 창조하려는 연구가 Karpechenko

*Corresponding author: sslee0872@hotmail.com

※ Received 14 March 2012; Revised 15 May 2012; Accepted 13 June 2012. 본 연구는 농림기술평가원(과제번호: 506017-05-SB010)과 경기도 지역연구센터 (농식품신소재센터:중앙대학교)의 지원에 의해 수행되었음

(1927) 이후 많이 수행되어 왔으나 현재까지 안정된 복2배체 식물이 육성된 예는 거의 없다(Prakash et al., 2009). 그런데 결구배추와 뿌리 큰 무를 교잡하여 신 식물을 육성하고 배무채로 명명하였으며(Lee et al., 1989, 2002) 이 식물이 진정한 이질배수체 식물(Lim et al., 2011)임을 밝힌 바 있다. 그리고 소포자 돌연변이법으로 유전적으로 안정된 즉협 내 모든 배주가 종자로 성숙하고 유전적 균일성이 고정된 신 계통 배무채가 세계 최초로 육성되었다(Lee et al., 2011). 이 계통을 신품종 ‘비비1호(BB#1)’로 명명하고 품종보호등록(등록번호: 2887호)을 마쳤으며 농가에 보급 중이다. 따라서 배무채의 생산과 이용 및 활용을 위한 참고자료로 이용할 수 있도록 그 특성과 유전 육종적 재료로서의 특징을 보고하고자 하는 바이다.

재료 및 방법

형태적 특성

배무채는 1986년에 처음으로 얻어졌으며(Lee et al., 1989) 1991년 이후에는 매년 가을에 배추에 준한 재배법으로 재배하면서 계통분리와 소포자 배양에 의한 계통 개량 연구를 진행하였다(Hong and Lee, 1995). 그 과정에 배무채는 고추냉이와 같은 매운맛과 배추 뿌리 같은 단 맛이 조화를 이루어 맛있다는 느낌을 주며 원원간 잡종이기 때문에 나타나는 불안정성, 즉 저임성과 지속적인 형질분리 현상이 어느 정도 개선된 계통을 얻었다(Lee et al., 2002). 그러나 좀 더 유전적으로 안정된 신품종을 육성코자 기존 계통(wild type, ‘BB12호’)을 소포자 돌연변이 유도에 공시하였다. 그 결과 목적인 안정된 개량 계통(mutant, ‘BB1호’)을 얻을 수 있었다(Lee et al., 2011). 이 ‘비비1호’와 ‘비비12호’를 같이 재배하여 개량종과 양생형 간의 형태적인 차이를 조사하였다. 봄재배는 4월 20일에 파종하여도 파종 후 약 50여일 경에 추대하여 성숙된 식물체를 생산하기 어려웠으므로 가을 재배만으로 특성을 조사하였다. 사질이 많은 사질양토의 밭에 시비량과 재식거리는 모두 동일하게 배추에 준하였으며 밑거름만으로 재배하였다. 기존 계통 ‘BB12호’는 뿌리가 커지는 계통임으로 8월 14일에 2반복으로 직파하고 11월 10일에 지상부의 잎과 지하부의 특성을 조사하였다. 꽃과 꼬투리는 교배모본으로 온실에서 재배하고 있는 개체에서 채취하여 조사하였다. 종자는 배추와 무의 경우 시판되고 있는 것을 구입하였으며 배무채는 다량 생산시험에서 수확된 것을 이용하여 비교하였다.

영양적 특성

배무채의 일반적인 영양가를 알고자 가을에 재배된 소포

자 배양 유래의 한 내혼계 ‘비비12호’를 그 주변에 재배된 결구 배추 및 무와 함께 농촌진흥청 식생활개선연구소에 분석 의뢰하였다. 한편 배무채에는 항암과 항균작용이 강한 기능성분, sulforaphane이 다량으로 함유되어 있음이 비공식연구에서 알려져 있었다. 그 성분과 함량을 보다 정확하게 알고자 가을에 재배된 ‘비비4호’(‘비비12호’와 유사)를 공시하였다. ‘비비4호’는 야생형으로 뿌리가 비교적 큰 계통임으로 뿌리의 성분과 함량까지 밝히고자 한 것이다. Sulforaphane과 sulforaphene의 두 standard를 이용하여 evaporative light scattering detector와 gas chromatography-mass spectrometry를 연결한 high-performance liquid chromatography 방법으로 분석하였다(Lim et al., 2009). 그 결과 배무채에 함유된 성분은 대부분이 sulforaphene이고 sulforaphane은 거의 없는 것으로 밝혀져 본 시험에서는 sulforaphene만을 분석하였다. 먼저 배무채 및 그 양친인 배추와 무의 함량을 비교하고 배무채의 부위별로 분석하였다.

교잡친화성

신품종 식물 배무채와 기존의 다른 배추과 식물 간의 교잡친화성을 알고자 하였다. 작물로서 널리 재배되고 있고 우의 3각형 이론(U, 1935)에 포함된 6종의 식물과 무를 함께 공시하였다. 무(*Raphanus sativus*), 배추(*Brassica rapa*), 양배추(*B. oleracea*), 갯(*B. juncea*)은 우리 연구소가 육종재료로 활용코자 보존하고 있는 계통을 이용하였으며 흑겨자(*B. nigra*), 유채(*B. napus*), 황겨자(*B. carinata*)는 농촌진흥청의 유전자원과에서 분양받아 이용하였다. 교잡용 모본은 일반 배추과의 모본과 동일한 방법으로 가을에 육묘하여 봄에 망실에서 재배 관리하였다. 개화 1-2일 전의 꽃봉오리(5-8개)를 열어서 제웅한 후 유산지 봉투를 씌우고 2일 후 그 유산지 봉투를 벗겨서 개화된 꽃에 역시 유산지 봉투를 씌워둔 꽃가루로 목표에 알맞게 상반교잡하였다. 교배조합, 교배된 꽃 수, 교배일 등을 기재한 꼬리표를 화지에 달아주고 유산지 봉투를 다시 씌워 다른 화분의 오염을 예방하였다. 조합 별로 2화지씩 교배하고 교배 후 10여일 경에 유산지 봉투를 벗겨 화지의 생장이 억제되지 않도록 하였으며 교배 후 35일경에 화지를 수확하여 그늘에서 말렸다. 완전히 건조된 화지를 실내로 옮겨 꼬리표에 기록된 내용 및 수확된 종자 수를 조제대상에 옮기고 기록하였다. 이 시험은 2년에 걸쳐 두 번 수행하였다.

결 과

형태적 특성

가을에 수확된 무, 배무채 및 배추의 잎과 포기의 형태를 보면 서로 잘 구분되며 배무채의 모든 형질이 배추와 무의



Fig. 1. Morphology of leaf and adult plant (middle of A and B) and root of unstable wild type (C-left) and stabilized mutant line (C-right) of Baemoochae, *xBrassicoraphanus*.

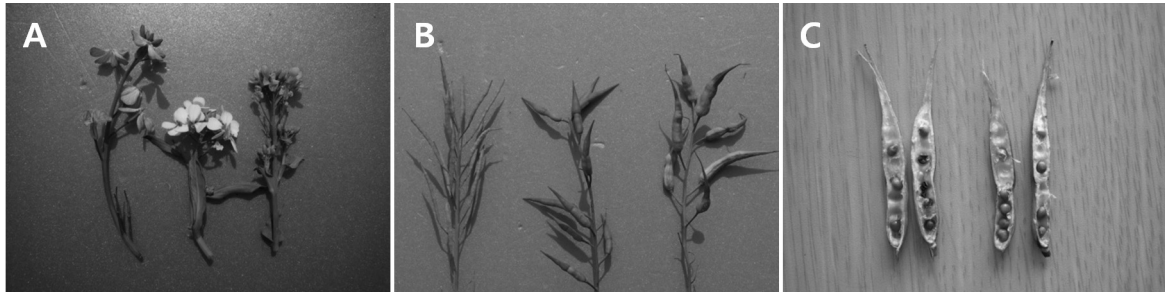


Fig. 2. Shape of flower and seed pod (middle of A and B) and seed bearing ability of unstable wild type (C-left) and stabilized mutant line (C-right) of Baemoochae, *xBrassicoraphanus*.

중간형임을 알 수 있다(Figs. 1A and 1B). 잎의 윗부분은 배추를 닮아서 넓고 아랫부분은 무를 닮아서 소엽이 많다. 중륵(잎줄기)은 무처럼 둥글지만 무보다 훨씬 크고 배추처럼 넓지는 않지만 그와 동일한 흰 색이다. 육성 당시의 뿌리는 무보다 훨씬 작지만 모양이 무처럼 둥근 형태를 나타내며 배추 같은 직근이 아니다. 그러나 뿌리의 이 작은 모양은 세대를 거듭하면서 크게 변하였다. 현재 보급중인 개량종 ‘비비1호’는 뿌리가 배추처럼 직근이면서 배추보다 굵고 섬유질화 되어 식용이 불가능하다. 아직 고정이 덜된 기본종 ‘비비12호’는 뿌리무계가 900g 정도까지 크게 자라며 해에 따라 도관부위가 섬유질화 되기도 하고 안되기도 하는데 그 이유는 아직 불분명하다(Fig. 1C). 꽃(Fig. 2A)은 배추가 황색이고 무가 자색을 띠고 있는데 배무채는 완전한 백색이다. 종자 꼬투리는 전체적으로 길이가 7cm 정도인데 기부 2.5-3.0cm가 배추 꼬투리이고 윗부분 3.5-4.5cm는 완전한 무 꼬투리이다(Figs. 2B and 2C). 성숙하여 건조된 꼬투리는 아래의 배추형 부분이 쉽게 터져서 종자가 흩어져 나가는 반면 위의 무형 부분은 무처럼 망치 등으로 깨트리지 않으면 종자를 분리해 낼 수가 없을 정도로 단단하다. 한 꼬투리 안의 종자는 약 10-12개인데 배추 부분에 7-8개, 무 부분에 3-4개 정도 들어있다(Fig. 2C). 종자는 배추가 적갈색, 무가 황적색인데 배무채는 배추에 가까운 갈색이다(Fig. 3). 종자의 1000립 중이 배추는 약 3.5g, 배무채 개량종은 5.5g, 무는 14g 정도이며 mL당 종자 수는 배추가 약 200립, 배무

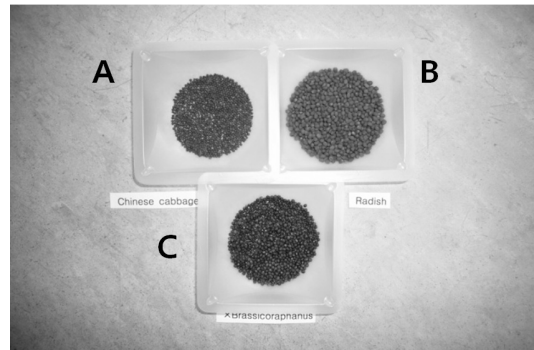


Fig. 3. Seed morphology of Chinese cabbage (A), radish (B), and Baemoochae (C).

채가 약 120립, 무가 약 50립이다(Table 1). 수량관련 특성은 Table 2에서 볼 수 있다. 배추와 동일하게 파종하고 비배 관리하여 재배하면 포기가 아주 무성하게 자란다. 외엽이 역세게 보이고 개장성에 가까워 무척 크게 보이는데 주중이 약 5kg 내외이고 약하게 결구된 구는 약 900g 정도이다. 잎은 배추보다 길고 중륵이 무처럼 원형인데 둘레가 10cm 정도로 크다. 이상의 결과는 Hagimori et al.(1992) 및 Yamanaka et al.(1992)이 무와 양배추 간 잡종 *Raphanobrassica*를 획득하여 조사한 결과와 대체로 일치하고 있는 것이다.

영양적 특성

배무채의 일반 영양성분 분석결과 잎과 뿌리 모두 에너지를 비롯한 10종의 성분이 양친인 배추와 무보다 높게, 섬유

Table 1. Seed characteristics of Baemoochae compared to its parents, Chinese cabbage and radish.

Crops	Seed color	Weight of 1000 grains (g)	No. of seeds/mL
Chinese cabbage	Reddish brown	3.5	200
Radish	Reddish yellow	14.0	50
Baemoochae (BB#1)	Brown	7.0	120

Table 2. Characteristics of Baemoochae in fall growing.

Line code ^z	Purity	Head (g)	Plant weight (kg)	Leaf length (cm)	No. of leaves	No. of leaflet	Petiole round (cm)	Root length (cm)	Root width (cm)	Root (g)
OAm1-2 (BB#12)	fair	600 loose	5.2	47	29	16	9.0	12.0	11.0	920
BB#1	excellent	900 loose	4.7	45	30	22	10.0	18.0	3.5	210

^zDirect sowing on 14th August and observed on 7th November.

Table 3. Nutritional value of Baemoochae (*xBrassicoraphanus*).

Crop and portion ^z	Energy (Kcal)	Moisture (%)	Protein (g)	Fat (g)	Carbohydrate			Inorganic (mg)						Vitamins (mg)						
					Sugar (g)	Fiber (g)	Ash (g)	Cal-ium	Phos-phate	Ion	Nat-rium	Kal-ium	Zinc	Magne-sium	R.E. ^y	β -carot-ine	B1	B2	Nia-cine	C
BR root	34	89	2.3	0	7.2	1.0	1.0	22	69	0.3	36	415	0.15	16	0	0	0.09	0.06	0.6	37
leaf	32	89	3.1	0	6.1	0.9	1.2	37	59	4.5	37	479	0.27	20	49	292	0.09	0.14	0.5	99
CC	13	94	1.3	0.2	2.4	0.7	0.6	51	29	0.3	5	230	-	-	9	56	0.05	0.06	0.3	46
RS root	18	94	0.8	0.1	3.8	0.6	0.4	26	23	0.7	13	213	-	-	8	46	0.03	0.02	0.4	15
leaf	19	92	2.0	0.2	3.2	1.0	1.5	249	35	3.0	36	273	-	-	368	2210	0.05	0.10	0.6	75

^zBR: Baemoochae, 'BB#12'; CC: Chinese cabbage; RS: radish.

^yVit.A-R.E was converted from β -carotene.

Table 4. Sulforaphene contents in leaf and root of Baemoochae 'BB#4', Chinese cabbage and radish grown 80 days in fall season. (Unit: $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ FW)

Baemoochae		Chinese cabbage		Radish	
Leaf	Root	Leaf	Leaf	Leaf	Root
77 ^z	294	3		65	6

^zMean of 3 replications.

소 등 4개 성분이 양친의 중간 또는 그 이상, 그리고 수분, 지방질 및 칼슘 등 3개 성분은 낮은 것으로 나타났다. 다만 철분은 앞에서는 양친보다 많은데 뿌리에서는 무보다 적은 것으로 나타나 예외였다(Table 3). 강력한 항암과 항균기능을 가진 sulforaphene이 배무채의 잎과 뿌리에서 다량으로 검출되었다(Lim et al. 2009). 이 성분이 배추 잎에는 거의 없고 무 잎에는 약간 함유되어 있는데 배무채 잎에는 아주 많이 나타났다(Table 4). 그리고 외엽보다 내엽으로 갈수록 그 함량이 높아진다 (Tables 4 and 5). 뿌리의 경우 배추는 식용으로 이용하지 않으므로 분석하지 않았지만 무 뿌리에는 이 성분이 거의 없는데 배무채에는 아주 높게 나타났다. 이처럼 강력한 기능성분이 양친보다 높게 즉 초월우성적으로 나타났다는 것은 속간잡종 개발의 의의를 크게 해 줄 것

Table 5. Content of sulforaphene in various parts of Baemoochae 'BB#4' grown for 80 days in fall. (Unit: $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ FW)

Outer leaf		Middle leaf		Inner leaf		Root
Midrib	Fresh	Midrib	Fresh	Midrib	Fresh	
30.8 ^z	36.0	191.4	150.3	137.3	268.2	294.3

^zMean of 3 replications.

으로 생각된다.

교잡친화성

배무채는 자가불화합성이 강하게 발현되는 배추와 무의 속간잡종이지만 유채 및 갓 등과 같이 복2배체로서 자가불화합성이 없다. 개화하는 화지를 다른 꽃가루가 오지 못하게 유산지 봉투를 씌워 가끔 흔들어 주어도 상당히 높은 임성을 나타낸다. 그러나 노지에서는 매개곤충이 많이 날아오는 타가수분 식물이다. 배무채와 기타 배추과 작물과의 인공교잡에 의한 교잡친화성을 나타낸 것이 Table 6이다. 배무채는 배추와 무의 계놈을 모두 가진 aarr 계놈 식물인데 배무채의 양친 중 모계였던 배추(aa계놈)와의 교잡에서 배무채가 모계일 경우 높은 친화력을 나타내었다. 그러나 반

Table 6. Number of seeds per cross pollination of Baemoochae with *Brassica* crops.

Species		<i>B. rapa</i>	<i>B. oleracea</i>	<i>B. nigra</i>	<i>Raphanus sativus</i>	<i>B. napus</i>	<i>B. juncea</i>	<i>B. carinata</i>
Baemoochae	(♀)	2.8	0.0	0.1	0.0	5.2	1.2	7.9
	(♂)	0.2	0.0	0.3	0.0	6.6	1.8	4.6

대로 배추가 모계일 경우는 불친화성으로 거의 종자가 생기지 않았다. 즉 일방적 친화력을 나타내고 있다. 배무채의 부계였던 무(π 계놈)와의 상반교잡에서는 모두 강력한 불친화성을 나타내어 종자가 거의 생산되지 않았다. 배추과 작물의 기본계놈 식물인 양배추(cc계놈) 및 흑겨자(bb계놈)와의 사이에도 강력한 불친화성을 나타내었다. 그런데 2차계놈 식물, 즉 복2배체 식물과의 교잡에서는 대체로 높은 교잡친화성을 나타내었다. 유채(aacc계놈)와 황겨자(bbcc 계놈)와의 교잡에서는 상반교잡 모두 자식의 경우와 거의 비슷할 정도의 높은 교잡친화성을 나타내었다. 갓(aabb 계놈)과의 교잡에서는 상반교잡 모두 교잡 친화성이 있으나 그 정도가 높지 않아 교배화당 1-3립의 종자가 생산되었다.

고 찰

배무채가 속간의 복2배체식물인 반면에 임성이 안정화된 배추과 내 최초의 신종작물이다(Lee et al., 2011). 그리고 배무채는 맛과 저작감이 좋아 앞으로 신종 채소로 널리 보급될 가능성이 크다. 따라서 배무채의 배추과 내 다른 종들과의 교잡친화성은 그들의 채종에 있어서 격리여부를 결정하는 중요한 요인이며 유전과 육종연구의 중요한 기초자료가 될 수 있다. 2배체의 기본종 및 배무채의 부계였던 무와의 사이에는 상반교잡 모두 불친화성을 나타내었는데 모계였던 배추와의 사이에는 배무채가 부계일 경우 완벽한 불친화성이었지만 자방친일 경우는 완벽한 교잡친화성이었고 그 후대는 불임성이었다. 배추과의 대표적인 3개 복2배체 종 중 유채와 황겨자와의 사이에는 상반교잡 모두 교잡친화성을 나타내었으며 후대가 가임성이었다. 갓과의 조합은 상반교잡 모두 협당 종자가 1-3개 정도 생기는 낮은 교잡 친화성을 보였는데 후대는 가임성과 불임성 개체가 섞여 나타났다. 이러한 사실은 배무채의 채종에서 배추와 3개 복2배체 종이 주변에 없어야 하고 3개 복2배체 종의 채종에서 배무채가 주변에 없어야 한다는 것이다. 그리고 배무채의 웅성불임성이나 자가불화합성 계통이 육성될 경우 이들 종과의 1대 잡종이 육성될 수 있으며 3개 복2배체 종 역시 배무채와 1대 잡종을 육성할 수 있다는 것이다. 뿐만 아니라 배무채가 가진 무 유전자를 이 3개 복2배체 종에 도입할 수 있고 배무채 역시 이 3개 복2배체 종이 가진 유용형질을 도입할 수 있다

는 것이다. 한편 무(*Raphanus sativus*)와 겨자양배추(芥藍, *Brassica oleracea* var. *alboglabra*)를 교잡하여 유전적으로 안정된 복2배체 신종 식물(*xBrassicoraphanus*)를 육성하고 이 신 식물의 다른 배추과 식물과의 교잡친화성이 보고되었다(Chen and Wu, 2008). 먼저 모계인 무와의 교잡에서 *xBrassicoraphanus*가 모계일 경우 100화의 평균이 58립 이상의 종자가 얻어졌고 부계일 경우는 완전한 불화합이었다. 그 외 배추, 양배추 등 기본종들과의 사이에는 상반교잡 모두 불친화성이었다. 복2배체 종과의 사이에는 *xBrassicoraphanus*가 부계일 경우 모두 낮지만 교잡친화성을 나타내었으며 모계일 경우는 교잡된 꽃 100화당 최고 유채 12립, 갓 2.9립 황겨자 9.5립으로 어느 정도 후대 종자가 얻어질 수 있는 것으로 나타났다. 이러한 성적과 배무채의 성적을 비교하면 육성된 신종 복2배체 식물은 그 모계, 즉 세포질 공여친이 부계일 때 높은 교잡화합성을 가지며 부계와는 교잡불화합성을 나타내고 있음을 알 수 있다. 즉 무를 편친으로 한 배추 또는 양배추와의 속간이질배수체 식물을 *xBrassicoraphanus*라고 하는데 세포질 공여친에 따라 계놈조성이 Aaarr과 Rrrcc의 두 종류로 나눌 수 있다(Williams, 1981). 그런데 이들이 모두 세포질 공여친과의 교잡에서 모계일 때는 화합성이며 부계일 때는 불친화성을 나타내고 있다. 이는 Song et al.(1988)이 복2배체 식물의 유전자 조성(RFLP 밴드)이 그 식물의 양친 중 세포질 공여친, 즉 모계의 것에 보다 더 가까웠다는 결과 및 Lee et al.(2011)이 배무채의 경우 모계인 배추의 유전자(AFLP 밴드)가 부계의 무보다 더 많이 남아있었다는 결과와 어떤 관계가 있을지 모르겠으나 현재로서는 정확한 원인을 알기가 어렵다. 다음 3개 복2배체 종과의 교잡 결과는 두 신종식물이 비슷한 성적을 나타내고 있다. 계놈이 aarr인 배무채가 동일 계놈이 없는 bbcc의 황겨자와, 계놈이 cccr인 *xBrassicoraphanus*가 동일 계놈이 없는 aabb의 갓과 상당한 교잡화합성을 나타내고 있는데 어떻게 이런 현상이 나타날 수 있는지 역시 현재로서는 명확하게 알 수가 없다.

초 록

배무채의 형태적 특성은 양친인 배추와 무의 중간형태이다. 앞은 윗부분이 배추이고 아래 부분이 무를 닮았다. 앞의

중륵은 무처럼 둥글지만 직경이 3cm 이상으로 크고 배추처럼 흰 색이다. 뿌리는 처음에 중간부위가 부풀어져 무 모양이었는데 유전적 안정화 과정을 거치면서 재래종 배추(뿌리 배추)처럼 큰 직근으로 바뀌었다. 꽃은 흰 색이며 종자 꼬투리는 선명하게 두 부분으로 나누어진다. 윗부분이 무로서 길이가 약 4cm 정도이며 그 속에 3-4개의 종자가 들고 아래 부분이 배추로서 길이가 약 3cm 정도이며 그 속에 7-8개의 종자가 들어있다. 종자는 배추와 비슷한 적갈색이며 천립중이 5.5g이고 mL당 약 120립 정도이다. 가을에 배추와 같이 재배하면 약 5kg 정도까지 자라며 외엽이 아주 무성하고 역세계 보인다. 속잎은 노란색을 띠며 영성하지만 약 900g 정도의 구를 형성한다. 잎과 뿌리 모두 향암과 향균작용이 큰 기능성 물질 설폴라펜(sulforaphene)을 다량으로 함유하고 있다. 배무채는 복2배체 식물로서 자가불화합성이 없고 따라서 자가수정이 잘되지만 벌이 많이 오는 타가수분식물이다. 배무채는 그의 모계였던 배추와의 교잡에서 자방친일 때는 교잡이 아주 잘 되지만 부계일 때는 완전한 불화합이며 부계였던 무 및 양배추와 흑겨자 사이에는 상반교잡 모두 불화합성이다. 그러나 복2배체 식물인 유채 및 황겨자와의 사이에는 상반교잡 모두 화합성이며 갓과의 사이에는 상반교잡 모두 부분화합성이다.

추가 주요어: 복2배체, 배추과 식물, 속간잡종, 설폴라펜

인용문헌

Chen, H.G. and J.S. Wu. 2008. Characterization of fertile amphidiploid between *Raphanus sativus* and *Brassica alboglabra* and the crossability with *Brassica* species. *Genet. Resour. Crop Evol.* 55:143-150.

Gómez-Campo, C. 1980. Morphology and morpho-taxonomy of the tribe *Brassicaceae*, p. 1-31. In: S. Tsunoda, K. Hinata, and C. Gomez -campo (eds.). *Brassica* crops and wild allies. Japan Scientific Societies Press, Tokyo.

Gómez-Campo, C. and S. Prakash. 1999. Origin and domestication, p. 33-58. In: C. Gómez-Campo (ed.). *Biology of Brassica* coenospecies. Elsevier, Tokyo.

Hagimori, M., M. nagaoka, N. kato, and H. Yoshikawa. 1992. Production and characterization of somatic hybrids between the Japanese radish and cauliflower. *Theor. Appl. Genet.* 84:819-824.

Hong, S.-Y. and S.-S. Lee. 1995. Microspore culture of *xBrassicoraphanus*. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 36:453-459.

Karpechenko, G.D. 1927. Polyploid hybrid of *Raphanus sativus* L. *xBrassica oleracea* L. *Bul. Appl. Bot. Genet. Plant Breed.* 7:305-410.

Lee, S.-S., W.-J. Choi, and J.-G. Woo. 2002. Development of a new vegetable crop in *xBrassicoraphanus* by hybridization of *Brassica campestris* and *Raphanus sativus*. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 43:693-698.

Lee, S.-S., S.-A. Lee, J. Yang, and J. Kim. 2011. Developing stable progenies of *Brassicoraphanus*, an intergeneric allopolyploid between *Brassica rapa* and *Raphanus sativus* through induced mutation using microspore culture. *Theor. Appl. Genet.* 122: 885-892.

Lee, S.S., J.G. Woo, and H.H. Shin. 1989. Obtaining intergeneric hybrid plant between *Brassica campestris* and *Raphanus sativus* through young ovule culture. *Korean J. Breed.* 21:52-57.

Lim, S.J., S.-S. Lee, and J.-W. Bang. 2011. Karyotype and genomic in situ hybridization pattern of *xBrassicoraphanus*, an intergeneric hybrid between *Brassica campestris* ssp. *pekinensis* and *Raphanus sativus*. *Plant Biotechnol. Rep.* 6:107-112.

Lim S., J. Lee, and J.-K. Kim. 2009. Analysis of isothiocyanates in newly generated vegetables, *Baemuchae* (*xBrassicoraphanus*) as affected by growth. *Intl. J. Food Sci. Technol.* 44:1401-1407.

Prakash, S., S.R. Bhat, C.F. Quiros, P.B. Kirti, and V.L. Chopra. 2009. *Brassica* and its close allies: Cytogenetics and evolution. *Plant Breeding Rev.* 31:21-187.

Song, K.M., T.C. Osborn, and P.H. Williams. 1988. *Brassica* taxonomy based on nuclear restriction fragment length polymorphism (RFLP). 1. Genome evolution of diploid and amphidiploid species. *Theor. Appl. Genet.* 75:784-794.

U, N. 1935. Genome analysis in *Brassica* with special reference to the experimental formation of *B. napus* and peculiar mode of fertilization. *Japan. J. Bot.* 7:389-452.

Williams, P.H. and F.Q. Heyn. 1981. The origins and development of cytoplasmic male sterile Chinese cabbage, p. 293-300. In: N.S. Talekar and T.D. Griggs (eds.). *Chinese cabbage*. AVRDC, Shanhu, Taiwan.

Yamanaka, H., Y. Kuginuki, T. Kanno, and T. Nishio. 1992. Efficient production of somatic hybrids between *Raphanus sativus* and *Brassica oleracea*. *Japan. J. Breed.* 42:329-339.