

## Research Report

## 딸기 근교계통 '원교3115호'와 '원교 3116호' 육성

정호정<sup>1</sup>, 이선이<sup>2</sup>, 조일환<sup>2</sup>, 노일래<sup>3\*</sup><sup>1</sup>국립원예특작과학원 기획조정과<sup>2</sup>국립원예특작과학원 시설원예시험장<sup>3</sup>경상대학교 농학과(농업생명과학연구원)

## Breeding of inbred lines 'Wongyo 3115' and 'Wongyo 3116' in Strawberry

Ho Jeong Jeong<sup>1</sup>, Sun Hee Lee<sup>1</sup>, Il whan Cho<sup>1</sup>, and Il Rae Rho<sup>2\*</sup><sup>1</sup>Planning and Coordination Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Suwon 441-707, Korea<sup>2</sup>Protected Horticulture Experiment Station, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Busan 618-300, Korea<sup>3</sup>Department of Agronomy, College of Agriculture & Life Science, Gyeongsang National University (Institute of Agriculture and Life Science), Jinju 660-701, Korea

**Abstract:** *Fragaria* × *ananassa* (Duch.) cultivars, 'Wongyo 3115' and 'Wongyo 3116', were bred as an intermediate parent line using heterosis of F<sub>1</sub> hybrids in octoploid strawberry. These two new cultivars were developed as inbred lines (S<sub>9</sub> generation) propagated from both seed and runners/stolons. 'Wongyo 3115', an inbred line derived from the 'Benihoppe' cultivar, has a semi-upright plant shape showing a vigorless growth habit, weaker than the original 'Benihoppe' cultivar; it has early flower bud differentiation and produces 10 flowers per cluster when grown from healthy seed. 'Wongyo 3115' has low yields of conical type fruit with pink colored skin; average fruit weight is approximately 11 g. The important characteristic of 'Wongyo 3115' is its excellent fruit firmness, firmer than the original variety. 'Wongyo 3116', an inbred line derived from the 'Doyonoka' cultivar, has an upright plant shape, vigorless growth habit, weaker than that of the original 'Doyonoka' cultivar; it has early flower bud differentiation and produces 8 flowers per cluster when grown from healthy seed. 'Wongyo 3116' has oblate type fruits with red skin and an average weight of approximately 12 g. The important characteristics of 'Wongyo 3116' are excellent fruit shape and higher yield than other inbred lines, although it produces small fruits compared to the original cultivar. Both cultivars have excellent taste, high sugar/acid ratio, and good texture. In regards to disease and pest resistance, 'Wongyo 3115' and 'Wongyo 3116' have a tendency to be sensitive to powdery mildew, anthracnose and the two-spotted spider mite.

**Additional key words:** hybrid vigor, incrossing, line selection, line test, pure line variety

## 서 언

현재 재배되는 딸기(*Fragaria* × *ananassa* Duch.)는 18세기에 *F. virginiana*와 *F. chiloensis*간 중간교잡에 의해 탄생된 것으로(Brington, 1990), 장미과에 속하는 초본성 다년생 식물로 포복지(stolon 또는 runner)나 관부(crown) 분열에 의해 번식시키는 영양번식 작물이다(Fumioni et al., 2004;

Monika et al., 2005). 딸기에서 이러한 영양번식은 장기간의 모주보존, 육묘기간의 증대 등 종자번식 작물에 비해 많은 노력이 소요되고, 모주의 병원균 감염 등과 같은 위험성이 상존하기 때문에 종자번식의 필요성이 과거부터 대두되어 왔다. 그러나 F<sub>1</sub> 잡종강세현상을 이용하기 위해서는 순계 계통이 필요한데, 딸기를 자식시켜 계통을 육성할 경우 발아율이 낮아지거나(Melville et al., 1980; Spangelo et al., 1971),

\*Corresponding author: irno12@gnu.ac.kr

※ Received 3 June 2014; Revised 22 December 2014; Accepted 30 December 2014. 본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ010911)의 지원에 의해 수행되었음.

© 2015 Korean Society for Horticultural Science

자식약세 현상(Niemoriwicz, 1989)이 심하게 발생한다고 하였다. 실제 자식 1세대에서 엽면적, 초장 등과 같은 원예적 형질이 21-44%까지 감소하며, 자식 2세대에서는 80%까지 감소한다고 하였고(Jones and Singleton, 1940; Morrow and Darrow, 1952; Aalders and Craig, 1968; Spangelo et al., 1971), 수량은 S<sub>2</sub>에서는 57%, S<sub>5</sub>에서는 80%까지 감소한다(Aalders and Craig, 1974; Melville et al., 1980; Niemirowicz, 1989)고 하여 계통 육성이 어려운 경향이였다. 그러나 Arulsekhar et al.(1981)은 *Fragaria*의 8배체는 2배체처럼 행동한다는 보고와 8배체 딸기의 게놈구조가 AAA'A'BBBB(Brighurst, 1990)설과 최근에는 YYY'Y'ZZZZ/YYYYZZZZ(Rousseau-Gueutin et al., 2009)설이 있어, 그 기원은 배수성화 과정에서 적어도 2개의 2배체 원종이 있거나 많게는 4개까지 있다고 하여 딸기가 비록 8배체이지만 2배체인 다른 작물들처럼 순계화가 가능함을 알려주고 있다. Rho et al.(2012)은 자식5세대까지만 발아율과 자식약세 현상이 심하였고, S<sub>6</sub>세대부터는 발아율이 75-80% 수준이었고, 자식약세 현상도 초기 세대에는 많이 발생하지만 S<sub>5</sub>세대 이후 자식약세현상은 원 품종에 비해 9-31%까지 발생하지만 F<sub>1</sub> 잡종강세에 의해 회복될 수 있음을 확인하였다. 따라서 본 연구는 8배체 딸기의 F<sub>1</sub> 딸기 품종육성을 위해서 중간모본으로 이용 가능한 주요 형질별 근교계통을 육성하고자 본 연구를 수행하게 되었다.

### 육성 경위

‘원교3115호’와 ‘원교3116호’는 2004년 국내 보유 유전자원 중 특성이 우수한 품종들을 선발하여 주요 형질별로 근교계통을 육성하기 위하여 자식을 실시하였다. 초세와 과형이 우수한 개체를 중심으로 선발과 도태를 실시하였고 선발된 개체는 자가 수정을 실시하여 종자를 채취하고 다음 세대를 진전시켜 S<sub>9</sub>세대까지 육성하였다. 매년 정식시기는 축성재배 작형에 따라 9월 상순경이고, 2줄 고후 재배를 하였으며, 12월 상순부터 5°C이상 되도록 가온 처리하여 각 세대마다 계통선발을 실시하였다. 이들 품종유래 자식계통 중 ‘Benihoppe’와 ‘Doyonoaka’에서 유래된 개체들 중에서 정도가 우수하고 수량성이 우수한 두 계통을 각각 선발하여 특성검정과 생산력 검정을 수행하였다. ‘B-3-5-1-8-307-8-138-5-5’(‘원교3115호’) 계통은 과형이 원추형이고 정도가 대조 품종에 비해 2배 이상 강하였고, ‘D-1-3-6-40-7-10-1-8-8’(‘원교3116호’) 계통은 과형이 편구형이면서 수량이 다른 근교 계통보다 많아 중간모본으로써의 가치가 충분하다고 판단되어 최종 선발하였다(Fig. 1). 이 계통들은 2013년 농촌진흥청 농작물직무육성 신품종선정위원회 심의를 거쳐 ‘원교3115호’와 ‘원교3116호’라 명명하고, 국립종자원에 품종출원 하였다.

### 주요특성

‘원교 3115호’와 ‘원교 3116호’는 종자와 영양체로 번식

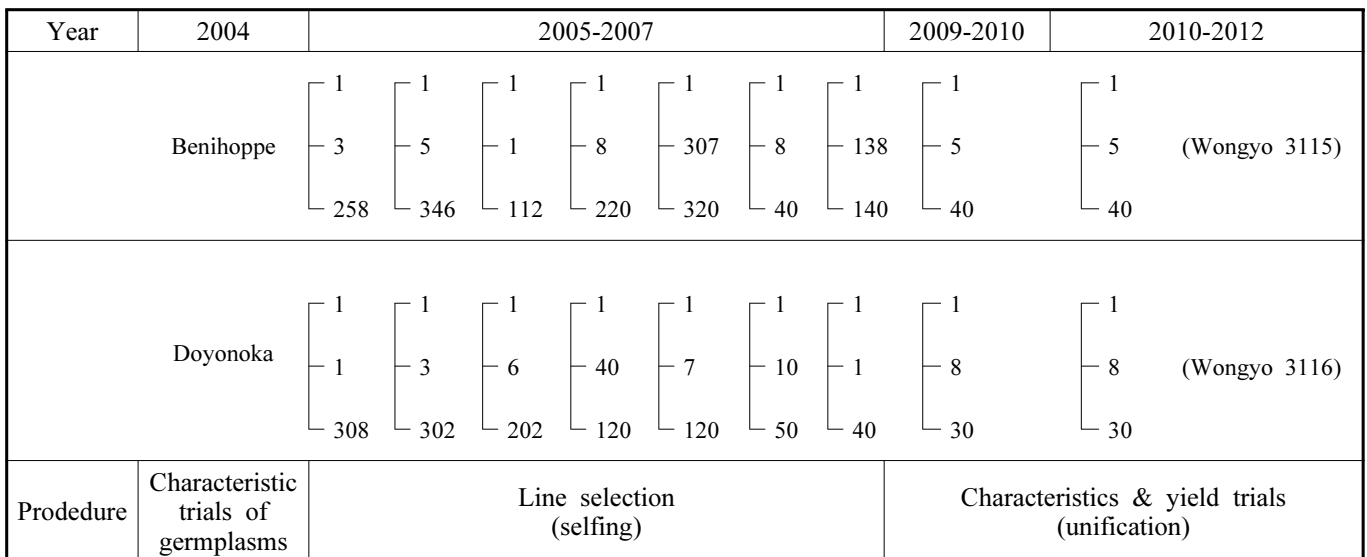
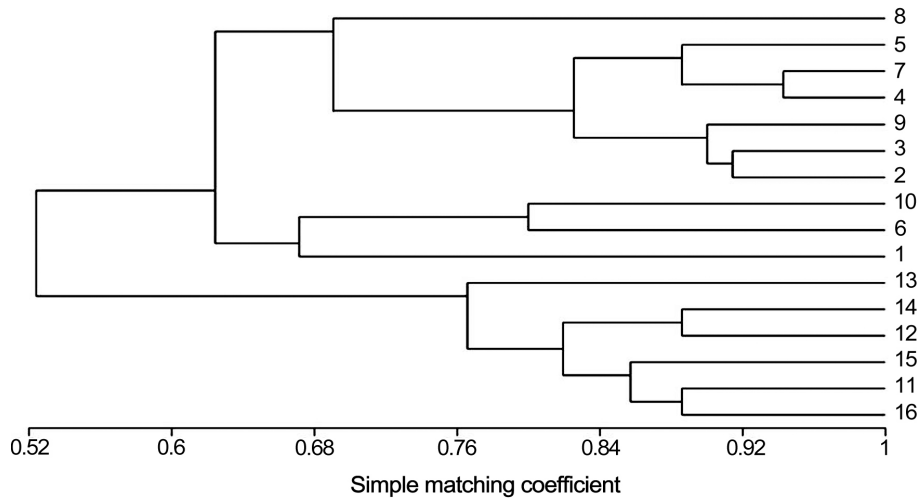


Fig. 1. Pedigree diagram of ‘Wongyo 3115’ and ‘Wongyo 3116’ cultivars.



**Fig. 2.** Dendrogram showing genetic relatedness in 15 progeny plants and their original cultivar 'Benihoppe' [*Fragaria × ananassa* (Duch.)]. Clustering was based on the unweighted pair group method using arithmetic algorithm (UPGMA) of Jaccard genetic similarity assessed by 13 SSR markers. Numbers 1-10, S<sub>0</sub> generation of 'Benihoppe'; 11-15, S<sub>1</sub> generation 'Benihoppe'; 16, original cultivar 'Benihoppe'.

**Table 1.** Plant characteristics of 'Wongyo 3115' and 'Wongyo 3116' cultivars.

Cultivars	Plant type	Plant vigor	Plant height (cm)	Leaflet area (cm <sup>2</sup> )	No. of leaves	Germination percentage <sup>y</sup> (%)
Wongyo 3115	Semi-upright	Middle-weak	13.3 ± 1.4 <sup>z</sup>	100.9 ± 16.5	6.8 ± 0.6	76.7 ± 16
Wongyo 3116	upright	middle	12.6 ± 0.8	79.1 ± 5.2	6.3 ± 0.2	74.7 ± 23
Akihime (Control)	upright	strong	29.2 ± 3.3	105.2 ± 10.0	9.6 ± 0.8	- <sup>w</sup>

<sup>z</sup>Values represent means ± standard deviation of 20 plants.

<sup>y</sup>Germination percentage was examined using three replicates of 100 seeds.

<sup>w</sup>'Akihime' cultivar is propagated clonally, but not by seed.

이 가능한 근교계 품종이다. 두 품종 모두 종자로 번식할 때 발아율은 70% 내외이고(Table 1), 발아된 모들이 유전적으로 균일한가는 '원교3115호'를 대상으로 Cho et al.(2007)의 방법으로 조사한 결과 S<sub>0</sub>세대인 '원교 3115호'의 종자 발아 개체들은 S<sub>1</sub>세대 또는 원품종인 'Benihoppe'와 유전적으로 거리가 멀었고, '원교 3115호' 품종내의 개체간의 유전적 거리는 상대적으로 가까운 것으로 나타나 '원교 3115호' 및 '원교 3116호'는 근교계로 육성되었음을 확인할 수 있었다 (Fig. 2). 또한 식물체의 모양이나 개화시기 및 과형 등의 표현형 형질도 상당히 균일도한 것으로 나타났다(Fig. 3).

'원교 3115호'와 '원교3116호' 두 품종 모두 초형은 직립형이며 잎은 타원형이며, 초세는 영양번식하는 기존품종들에 비해 조금 약한 중간정도의 초세를 나타내고, 잎의 밀도가 높고 측아의 발생량은 적은 편이다(Table 1). 화아분화기와 수확기는 대조 품종인 'Akihime'보다 두 품종 모두 느렸고, 특히 '원교3115호' 보다는 '원교 3116호'가 더 늦은 경향이다(Table 2). '원교 3115호'는 경도가 다른 품종들에 비



**Fig. 3.** Appearance of fruit and plant shape of cultivars 'Wongyo 3115' and 'Wongyo 3116'. 'Wongyo 3115' shows a semi-upright plant shape and conical fruit with pink skin (left). 'Wongyo 3116' shows an upright plant shape and oblate type fruit with red skin (right).

해 2배 이상 높아 봄철에도 물러지지 않는 것이 가장 큰 특징이다. ‘원교 3115호’의 과형은 원추형이고 과색은 분홍색이며 화방당 꽃 수는 10개 내외로 평균과중이 11g 내외의 소과종에 가까운 품종이다. 반면에 ‘원교 3116호’는 과형은 편구형으로 과색은 연적색이며 경도는 대조 품종과 비슷한 경향이다. ‘원교 3116호’의 화방당 꽃 수는 8개 정도이고 평균과중은 12g 내외 소과종이나 근교계통 중에 다수성인 품종이다. 수량성은 ‘원교3115호’ 품종은 대조품종인 ‘Akihime’ 품종의 43% 수준이고, ‘원교3116호’는 53% 수준으로 매우 낮은 편이지만 ‘원교3116호’는 육성된 근교계통 중에서는 수량성 높고 과형이 우수하여 다수성 품종육성을 위한 중간 모본으로 이용하기에는 가장 적합한 품종이다(Table 3). 두 품종 모두 당도와 산도는 대조 품종과 비슷한 경향이나 당산비가 적절하여 식미가 좋으며 특히 과육 내 육질이 치밀하여 씹는 맛이 우수하다(Table 4). 내병성에 있어서는 두

품종 모두 탄저병과 흰가루병에는 이병성이고 진딧물과 응애 등 해충에 대해서는 다소 약한 경향이다(Table 2).

## 재배상의 유의점

‘원교 3115호’와 ‘원교3116호’는 S<sub>9</sub>세대 근교계 품종으로 휴면이 얇고, 화아분화가 빠르지만 신엽의 전개속도가 느리고 엽수가 적기 때문에 과도한 적엽 작업은 하지 말아야 한다. ‘원교 3115호’는 과색이 연분홍색을 나타내는데 수확시기가 늦어지거나 건조가 심할 경우 과실 표면이 갈라지는 현상이 발생할 수 있어 적색으로 변화기 전인 연분홍색이 수확 적기이며, ‘원교 3116호’도 과실이 완숙하게 되면 과실이 쉽게 물러지는 경향이 있어 과색이 암적색으로 변화기 전인 연적색이 수확 적기라고 할 수 있다. 이 두 품종은 종자로 재배할 경우 정식시기의 관부직경이 10mm 이상이 되도록

**Table 2.** Physiological characteristics and resistance to diseases and pests of ‘Wongyo 3115’ and ‘Wongyo 3116’ cultivars.

Cultivars	Flower bud differentiation <sup>z</sup>	Flowering time <sup>y</sup> (month/day)	Harvesting time <sup>x</sup> (month/day)	Disease and pest resistance <sup>w</sup>			
				Powdery mildew	Anthra-nose	Aphids	Two-spotted spider mite
Wongyo 3115	early	Nov. 5	Dec. 25	2 <sup>z</sup>	4	3	3
Wongyo 3116	early	Nov.12	Dec. 30	2	4	3	3
Akihime (Control)	early	Nov. 2	Dec. 20	4	5	3	3

<sup>z</sup>Flower bud differentiation was scored as early, middle and late by microscope investigation.

<sup>y</sup>Flowering time means the day of blooming in 50% of experimental plants.

<sup>x</sup>Harvesting time means the first harvesting day.

<sup>w</sup>1-5: absent or very weak to very strong.

**Table 3.** Yield characteristics of ‘Wongyo 3115’ and ‘Wongyo 3116’ cultivars in protected cultivation from 2010 to 2012.

Cultivars	No. of flowers /Cluster	Fruit weight (g)	Total yield <sup>y</sup> (kg·10a <sup>-1</sup> )	Marketable fruit (%)
Wongyo 3115	9.5 ± 2.1 <sup>z</sup>	10.9 ± 5.5	1,722 ± 313	80.0 ± 2.1
Wongyo 3116	8.1 ± 0.2	11.7 ± 3.3	2,101 ± 285	84.0 ± 2.1
Akihime (Control)	14.5 ± 4.5	16.9 ± 1.4	3,967 ± 365	86.8 ± 0.0

<sup>z</sup>Values represent as mean ± standard deviation of the second year.

<sup>y</sup>Harvesting period : 2010.12.6.-2011.4.30. and 2011.12.20.-2012.4.30.

**Table 4.** Fruit characteristics of ‘Wongyo 3115’ and ‘Wongyo 3116’ cultivars in protected cultivation.

Cultivars	Fruit shape	Fruit color	Soluble solids (°Bx)	Acidity (%)	Firmness (g·mm <sup>-2</sup> )
Wongyo 3115	conical	pinkish	9.8 ± 0.8 <sup>z</sup>	0.4 ± 0.1	24.6 ± 4.6
Wongyo 3116	oblate	red	9.8 ± 1.4	0.4 ± 0.2	16.6 ± 2.9
Akihime (Control)	conical	dark red	10.0 ± 0.5	0.5 ± 0.0	13.1 ± 0.3

<sup>z</sup>Values represent means ± standard error of three replications (one replication means the average value of 15 fruits).

록 육묘하여야 본 품종들의 특성을 나타낼 수 있다. 이 두 품종은 8배체 딸기의 근교계통으로 종자로 직접 재배시 균일도는 우수하지만 영양번식하는 품종들에 비해 초세, 수량, 내병성이 떨어지는 경향이 있어 상업용 재배보다는 중간모본으로의 이용가치가 더 높다고 할 수 있다.

## 유용성

‘원교3115’는 고경도 품종이고, ‘원교3116호’는 다수성 품종으로 두 품종간 교잡에 의해 일대잡종 종자(F<sub>1</sub> hybrid) 생산이 가능하기 때문에 2013년 11월 25일에 농촌진흥청 농작물 직무육성 신품종 선정심의회에 상정하여 통과되었고, 2014년 2월 26일 신품종보호법에 의거하여 본 품종에 대한 품종보호권을 출원[(출원번호 : 102014000152(원교3115호); 102014000153(원교3116호)]하고, 2014년 4월에 발급된 임시보호권을 설정하여 전용실시권을 실시하여 종묘보급과 출하가 수행되고 있으며, 2014년 4월부터 국립종자원의 등록을 위한 재배심사가 진행 중에 있다.

## 초 록

‘원교3115호’와 ‘원교3116호’는 종자와 영양체로 번식이 가능한 S<sub>9</sub>세대의 근교계 품종으로 잡종강세 현상을 이용한 F<sub>1</sub> 품종육성을 위한 중간모본용으로 육성되었다. ‘원교 3115호’는 ‘Benihoppe’ 유래 자식 계통(S<sub>9</sub> 세대)으로 초형은 중간 직립형이고 초세는 원 품종보다 약하다. 화아분화는 빠른 편이고 화방당 꽃 수는 10개 내외이다. 과형은 원추형, 과색은 연분홍색이며 평균과중은 11g 내외의 소과종으로 수량은 원 품종과 비교하여 매우 낮은 편이다. 이 품종의 가장 큰 특징으로 경도가 대조 품종에 비해 2배 정도 강하다. ‘원교 3116호’는 ‘Doyonoka’ 유래 자식 계통으로 초형은 직립형이고 초세는 원 품종보다 약하다. 화아분화는 빠른 편이고 화방당 꽃 수는 8개 내외이다. 과형은 편구형, 과색은 적색이며 평균과중은 12g 내외로 소과종이다. ‘원교 3116호’는 다른 근교계통들에 비해 수량성이 높고 과형이 우수하다는 것이 가장 큰 특징이다. 품질에 있어서도 두 품종 모두 당산비가 적절하여 식미가 좋으나, 탄저병과 흰가루병에는 이병성이고 진딧물과 응애 등 해충에 대해서도 다소 약한 경향이다.

**추가 주요어 :** 잡종강세, 근교계간 교배, 계통선발, 계통검정, 순계품종

## 인용문헌

- Aalders, L.E. and D.L. Craig. 1968. General and specific combining ability in seven inbred strawberry lines. *Can. J. Genet. Cytol.* 10:1-6.
- Aalders, L.E. and D.L. Craig. 1974. Analysis of fruit yield and related factors in a diallel of seven inbred strawberry clones. *Can. J. Genet. Cytol.* 16:381-387.
- Arulsekhar, S., R.S. Bringhurst, and V. Voth. 1981. Inheritance of PGI and LAP isozymes in octoploid cultivated strawberries. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 6:679-683.
- Bringhurst, R.S. 1990. Cytogenetics and evolution in American *Fragaria*. *HortScience* 25:879-881.
- Cho, K.H., I.R. Rho, Y.S. Cho, and P.H. Park. 2007. Analysis of genetic diversity of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) cultivars using AFLP and SSR markers. *Kor. J. Breed. Sci.* 39:447-456.
- Fumiomi, T., C. Stan, J. Hokanson, and M. Enns. 2004. Influence of daughter plant weight and position on strawberry transplant production and field performance in annual plasticulture. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 39:1592-1595.
- Jones, D.F. and W.R. Singleton. 1940. The improvement of naturally cross-pollinated plants by selection in self-fertilized lines: Investigations with vegetatively propagated fruits. *Conn., Agric. Exp. Stn., Bull.* 435:329-347.
- Melville, A.H., G.J. Galletta, A.D. Draper, and T.J. Ng. 1980. Seed germination and early seedling vigor in inbred strawberry selections. *HortScience* 15:749-750.
- Monika, W., S. Cath, S.H. Kirsty, W. Boyd, W. Graeme, and L.I. Geoff. 2005. Evaluation of organic strawberry runner production. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 15:787-796.
- Morrow, E.B. and G.M. Darrow. 1952. The effect of limited inbreeding in strawberries. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.* 59: 269-276.
- Niemoriwicz, S.K. 1989. Preliminary studies in inbreeding in strawberry *Fragaria × ananassa* Duch. *Acta Hort.* 265:97-104.
- Rousseau-Gueutin, M., A. Gaston, A. Ainouche, M.L. Ainouche, K. Olbricht, G. Staudt, L. Richard, and B. Denoyes-Rothan. 2009. Tracking the evolutionary history of polyploidy in *Fragaria* L. (strawberry): new insights from phylogenetic analyses of low-copy nuclear genes. *Mol. Phylogenet. Evol.* 51:515-530.
- Rho I.R., J.G. Woo, H.J. Jeong, H.Y. Jeon, and C.H. Lee. 2012. Characteristics of F<sub>1</sub> hybrids and inbred lines in octoploid strawberry. *Plant Breed.* 131: 550-554
- Spangelo, L.P.S., C.S. Hsu, S.O. Fejer, P.R. Bedard, and G.L. Rousselle. 1971. Inbred line×tester analysis and the potential of inbreeding in strawberry breeding. *Can. J. Genet. Cytol.* 13:460-469.