

소절편 크기가 등근마 출아 및 수량에 미치는 영향

장광진*, 김기선¹, 박병재², 박주현³, 박철호²

한국농업대학, ¹강원도 농업기술원 해안농업시험장, ²강원대학교 생명공학부, ³동양물산 중앙기술연구소

The Effect of Segmented tuber Size on Sprouting and Yield of Yam (*Dioscorea opposota* Thunb.)

Kwang Jin Chang*, Ki Sun Kim¹, Byoung Jae Park², Ju Hyun Park³ and Cheol Ho Park²

Korea National Agricultural College, RDA, Hwasung 445-893, Korea

¹Coastal Agriculture Experiment Station, Kangwondo ARES, Kangneung 210-851, Korea

²College of Agriculture and Life Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

³Tongyang Moolsan Co. LTD., Yongin 449-825, Korea

Abstract - Tuber yield and content of general component and diosgenin which is a main bioactive property were investigated in order to determine the growth characteristics of round typed yam (Dungeun-ma, *Dioscorea opposota* L.) and the potential of artificial culture at Suwon, Korea. Sprouting rates of segmented small tubers such as 3, 5, 7, 9, and 12g were respectively 60.3, 80.5, 85.3, 98.6 and 99.3% when they were investigated 30 days after planting. Segmented small tubers of 3, 5, 7, 9, and 12g enlarged respectively to 66, 87, 98, 120, and 140g in the green-house cultivation. Segmented small tubers of 3, 7, 12, 18, and 23g enlarged respectively to 35.2, 124.7, 142.7, 174.8, and 200.7g in the open-air field cultivation.

Key words - *Dioscorea opposota*, Tuber enlargement, Segmented small tubers

서 언

마속(*Dioscorea spp.*) 식물의 괴경은 주성분인 amylose 이 외에도 인체의 소화기능 향상과 자양 및 거사작용 등의 약리효능을 가지고 있는 cholin, saponin, araginine 등의 화합물이 많다(江原, 1967). 특히 점액성 당류인 mucin 성분을 많이 함유하고 있어 장을 튼튼하게 하여 건강의 기초를 다지는 식품으로 선진외국을 포함하여 우리나라에서도 점차 소비가 늘어가고 있다(성 등, 2003).

우리나라에 분포 재배되고 있는 마는 *Dioscorea opposota*, *D. japonica* 2 종이 주를 이룬다(장 등, 2000; Coursey, 1967). 그러나 최근 수확이 용이한 등근마 재배에 관한 관심이 고조되고 있다. 등근마는 이들 식용마 가운데에서 품질, 소비자 선호도, 농가수익성 등의 모든 면에서 장마나 단마보다 뛰어나다.

그러나 일본에서 도입되어 재배되고 있는 등근마(*Dioscorea*

opposota Thunb.)는 이용에 적합한 형상과 크기가 요구되기 때문에 우량 씨마의 확보가 중요하다. 일반적으로 전년의 수확마의 중에서 씨마용으로서 보존해 두었던 우량 개체의 기부에 피는 싹을 제거하고 한쪽 50g씩 분할하여 심어 주는 방법이 취해지고 있다. 그러나 이 방법은 수확 마의 약 2할이 씨마로 소요되기 때문에, 경제적으로 생산자에게 큰 부담이 되고 있어 씨마로 우량 개체를 남겨 두는 것이 쉽지 않다. 이 때문에 형상이 좋지 않은 개체도 씨마로서 사용하는 것이 많고 결과적으로 수확마의 형상이 균일하지 못하게 되는 하나의 원인이 되고 있다(藤井, 1983; 池内 등, 1968).

본 연구는 마의 수요에 대비하고 무병주 씨마 생산을 통한 마산업의 경쟁력 제고에 필수적인 대량생산 체계 확립을 위하여 등근마(*D. opposota*)계통인 단파마(丹波芋)의 소괴경 생산을 목적으로 하고 있다. 또한 효율적인 씨마 생산 방법으로서 1년째에 씨마를 소분할하고 소괴경을 육성하고, 2년째에 소괴경을 심어 출하 가능한 상품 괴경을 생산하는 방법에 관하여 검토하였다.

*교신저자(E-mail) : chang@kn.ac.kr

재료 및 방법

공시재료로는 괴경의 육질이 희고 점성이 높고 식미, 수량성이 우수한 일본 단파산의 도입 품종 *D. opposita*의 둥근마를 이용하였다(장 등, 2001). 이 둥근마를 모본으로 동양물산 중앙기술연구소에서 생산한 조직배양산 무병주 괴경을 정식하였다. 주로 한국농업대학 포장에서 재배하고 수확하여 4℃로 보존 저장하여 온 것이다.

씨마는 배노밀 수화제 200배액으로 10분간 소독하고 각 절단면을 소석회로 도포하여 건조시켰다. 이때 절단면의 건조를 촉진시키기 위하여 약 3일간 실내에 두었다. 맹아 후 씨마에서 발생한 줄기는 1.5m의 지주로 유인하였다.

씨마를 육성하기 위한 소 분할 크기를 검토하기 위하여 분할된 씨마를 온실의 삽목상과 노지에서 재배하고 수확된 마를 조사했다. 각 절편에는 껍질이 붙도록 분할했다.

우선 규격화 묘 생산을 위하여 3, 5, 7, 9, 12g씩 분할한 소절편을 온실 내의 생육상에 심고 30일 후에 절편 크기별 발아율과 부패율을 조사하였다. 또한 온실에서 재배된 절편 크기별 씨마의 생육상태와 수확 괴경에 대하여 조사했다. 온실재배는 4월 25일 정식하여 6개월 후에 신생마의 생체중 등을 측정하였고, 괴경의 횡경과 종경을 더하였다.

노지 직파재배 3, 7, 12, 18, 23g씩 분할한 절편의 씨마를 배노밀수화제 200배액으로 10분간 침지소독하고, 절단면을 소석회로 도포하여 건조시켰다. 4월 25일, 휴폭 90m, 휴고 30cm, 주간 20cm 2열로 5cm 깊이로 심었다.

맹아 후 씨마에서 발생한 줄기는 H형 지주로 유인하였다. 괴경 조사는 신생마의 생체중 등을 측정하였고, 괴경의 횡경과 종경을 더하였다. 그리고 괴경 모양과 출현율을 조사하였고 10a당 수량을 추정하였다.

결과 및 고찰

분할 절편의 출아

분할마를 심은지 30일 후에 3, 5, 7, 9, 12g씩 분할한 절편의 발아율을 조사하였다. 각 분할구의 발아율은 60.3, 80.5, 85.3, 98.6 및 99.3%였으며(Table 1), 시간이 경과되면 발아율은 더욱 향상되었다.

부패율은 발아율과 반비례하여 3, 5, 7, 9, 12g 분할구에서 31.5, 23.8, 12.5, 10.5, 3.5%를 나타냈다. 이러한 발아율과 부

패율은 절편의 크기에 따라 크게 좌우되고 있는데 5g 이상에서는 80%이상 발아되었다.

둥근마의 발아율과 부패율은 재배환경이 좋지 않을수록 절편의 크기에 영향을 받는 경향이 있다. 이것은 마의 표면에는 감자와 같은 싹이 없어서 새로운 싹이 나오는데 오랜 시간이 필요하기 때문이다. 이 기간 중의 토양 상태, 기상에 따라 절편 괴경의 세포분열 및 발아율에 영향을 미친다. Onwuene(1973)는 마 괴경의 표면 바로 아래 분열 활성이 높은 세포가 분열하여 1~2주 간에 새로운 싹을 분화하는 것을 밝혔다.

강원도 농업기술원 해안농업시험장(2004)은 식용마를 절편 상태에서 싹내기 할 때 상자 육아법을 이용하면 노동력을 크게 줄일 수 있다고 하였다. 즉, 싹내기 할 때 전열온상을 이용할 경우 종자소독에서부터 묘상 설치, 묘상의 파종 및 관리, 정식 전 준비 과정에 드는 소요시간이 10a(300평당)당 9.8시간이 소요되는데 비해 상자육아법에서는 2.5시간으로 크게 절감되는 것으로 나타났다. 상자육아를 할 때는 피트모스를 마 절편과 함께 B상자에 채워넣고 수분 50%, 온도 25℃를 유지하여 마 절편을 싹내기한 결과 싹이 트는 데 소요되는 일수는 30일, 출아율은 85.4%, 부패율은 16.3%로 조사됐다.

둥근마의 출아 및 부패율에는 상토의 종류 및 수분함량이 크게 좌우되는 것으로 사료된다. 해안농업시험장의 시험결과, 수분 함량이 50% 낮을 경우 부패율과 출아율이 낮은 반면, 높을 경우 이같은 비율이 동시에 높았다. 한편 상토 재료로 피트모스와 왕겨를 1:1로 섞거나 왕겨만을 사용했을 때는 같은 수분 조건에서 피트모스만을 사용했을 때에 비해 출아율이 현저히 낮은 것으로 나타났다. 앞으로 발아시의 재배환경에 대한 검토가 이루어지면 발아율은 향상이 가능하다고 사료된다.

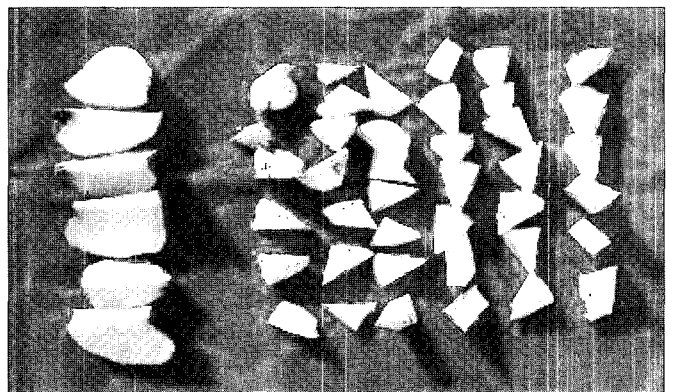


Fig 1. Left: general segmentation (6 segments from 1 tuber), Right: small tuber segmentation (60 segments from 1 tuber).

Table 1. Sprouting rate of tuber segmentation according to segment rate in Dungenma

	3g	5g	7g	9g	12g
Sprouting rate (%)	60.3	80.5	85.3	98.6	99.3
Decayed rate (%)	31.5	23.8	12.5	10.5	3.5

Table 2. Tuber enlargement and yield according to tuber segmentation

	Tuber			Yield rate (%)	more than 10g (%)
	Width (cm)	Length (cm)	Weight (g)		
3g	5.3±1.1	5.0±1.1	66±15	71.3	32
5g	5.9±2.1	5.4±1.9	87±17	87.6	64
7g	6.3±3.1	5.8±2.3	98±18	91.1	70
9g	7.1±3.5	6.3±3.1	120±17	95.3	90
12g	7.6±4.1	6.7±3.4	140±18	100	100

분할 절편에 따른 생육 및 괴경 비대

온실에서 절편 3, 5, 7, 9, 12g으로 심어 수확된 괴경은 평균 66, 87, 98, 120 및 140g으로 절편 9g 이상에서 수확 괴경이 100g 이상을 보였다(Table 2).

수확율(%)은 전체 정식한 개수에서 수확한 개수로 계산하였고 10g 이상의 경우 수확율은 수확 괴경중이 10g 이상인 개수로 온실 내에서 조사한 결과이다. 소분할의 크기에 관하여는 분할 중 3g으로 소괴경 수확율 71.3%, 평균 수확 중 66g으로 나타났다. 괴경수는 2~3개로 큰괴경을 중심으로 작은 괴경이 붙어 있는 형태로 이루어져 있다.

유리온실을 이용하여 환경조절을 하면서 대량의 씨마 생산을 위한 방법의 하나로 소절편을 이용한 방법을 구상하였다.

Okamoto(2003)는 우량종우 생산을 위하여 무병주 소괴경을 이용하였다. 즉, 생장점 배양으로 얻어진 마 식물체에서 소괴경을 증식해 나가는 방법이다. 등근마에 있어서 괴경의 모양이 증

요한 상품 결정 요인이 되므로 우량 씨마를 이용하는 것은 필수 조건이다.

분할 절편은 소량의 우량마를 이용하여 씨마를 대량생산하는 방법으로 농가에서도 실용 가능한 재배법이다. 환경조절이 가능하면 3g 절편에서도 71%의 수확이 가능하며 5g 이상에서는 10g 이상의 수확괴경이 64%를 넘게 생산하는 체계를 갖출 수 있다. 토양 조건, 수분 조건 등 환경 요인을 조절하면 소절편에 의한 우량 씨마생산체계가 실용화되리라 사료된다.

노지재배에서 소절편의 괴경 비대

노지 포장에 절편 3, 7, 12, 18, 23g을 심어 수확된 괴경은 평균 35.2, 124.7, 142.7, 174.7 및 200.7g으로 절편 7g 이상에서 수확 괴경이 100g 이상을 보였다(Table 3).

소괴경의 생산성에 관하여는, 20g 이상의 소괴경을 심을 때, 관행의 씨마를 이용하는 경우와 거의 같은 수확량을 얻을 수 있다고 보여진다.

등근마의 번식은 유전적인 소질을 충분히 발휘시키는 것이 중요하다. 긴 세월을 걸쳐 매년 품질 품위가 좋은 것을 반복해 골라낸 종자용 마는 영양번식을 계속하는 동안, 재배환경의 악화로 일시적 형이 붕괴되는 일이 있어도, 좋은 유전적 소질을 이어가는 일이 많고, 복원력도 강하여, 종자용 마로서는 좋다(內騰, 1987).

분할 절편을 이용한 출아는 종자용 마의 절단방법, 절단시기에 지배되는 일이 많다. 즉 자른 마의 맹아는 정아부 일수록 빠르고, 저부 일수록 늦다. 또 절단 시기가 빠를수록 맹아는 빨라지고, 절단시기가 늦어질수록 맹아도 늦어지는 경향이 있다(內騰, 1987). 따라서 절단마의 재배에 대해서는 더욱 연구가 필요

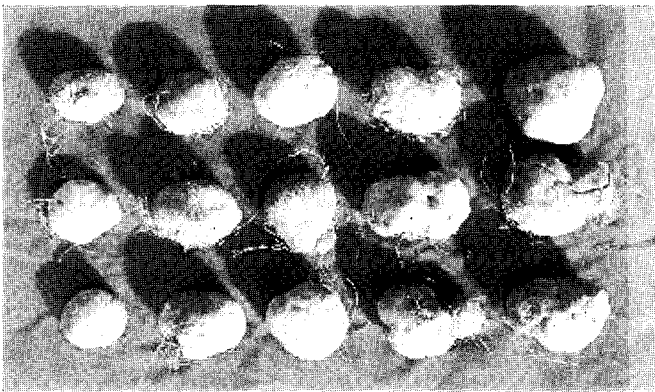


Fig 2. Tubers harvested from small tuber segments in green house (from left: 3g, 7g, 12g, 18g, 23g).

Table 3. Tuber enlargement and yield according to tuber segmentation in open air field

	Tuber			Tuber type (%)	Yield rate (kg/10a)	Yield
	Width (cm)	Length (cm)	Weight (g)			
3g	2.8±1.1	2.6±1.1	35.2±15	Round	42.3	248
7g	7.0±2.1	4.3±2.1	124.7±17	Oval	73.6	1,147
12g	7.3±3.1	4.7±3.1	142.7±18	Oval	82.1	1,168
18g	8.3±3.5	5.3±3.5	174.8±17	Oval	84.3	1,227
23g	9.4±4.1	6.2±4.1	200.7±18	Oval	87.2	1,249

하다.

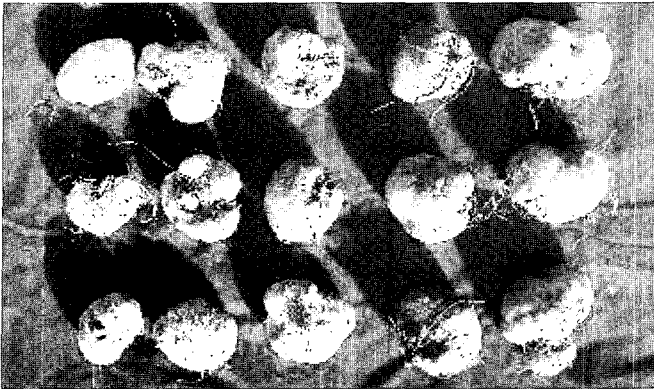


Fig. 3. Tubers harvested from small tuber segments in open-air field (from left: 3g, 7g, 12g, 18g, 23g).

지금까지 환경조절 유리온실을 이용하여 마 소절편을 이용한 씨마생산 및 소절편의 노지재배를 통해서 우량 씨마생산 및 우량마 생산에 관한 시험 결과를 바탕으로 생산체계를 정리하였다 (Fig. 4).

등근마는, 300g 정도의 괴경을 50g씩 분할하여 포장에 묘판에서 증식한 모종을 정식하기 때문에 10a당 약 300kg의 씨마를 필요로 한다. 이런 이유 때문에 현장에서는 씨마대의 경감이 요구되어 왔다. 그러므로 종래의 절단마재배를 대신하는 새로운 방법으로서는 종우를 소분할하여 육성한 후에 그 소우를 씨마로 하는 대량 증식 기술에 관하여 검토가 필요했다.

Fig. 4의 방법으로는 소괴경 육성에 1년이 소요되지만, 소괴

경 생산에 필요한 씨마는 30kg/10a 정도로 관행의 방법 300kg/10a에 비교하면 크게 줄일 수 있다. 그러나 소절편 마는 반드시 우량종으로 괴경 비대가 좋은 400g 이상의 수확 마를 이용해야 한다. 수확된 마 중에서 평평한 것, 패인 것 등은 기형의 마가 되기 때문에 선별에 심혈을 기울여야 한다.

즉, 40㎡ 정도의 묘상으로 10a에 해당하는 필요양인 약 6,000개의 씨마를 생산할 수 있다. 우수한 품종의 마 소절편으로 10~20g의 우량 종우를 대량 생산 하여 다음해에 모양이 좋은 200g이상의 마생산을 목표로 한다.

적 요

- (1) 분할마를 심은지 30일 후에 3, 5, 7, 9, 12g씩 분할한 절편의 발아율은 60.3, 80.5, 85.3, 98.6 및 99.3%를 나타냈다.
- (2) 하우스재배에서 분할 절편에 따른 괴경 비대는 3, 5, 7, 9, 12g에서 66, 87, 98, 120, 140g을 나타냈다.
- (3) 노지재배에서 분할 절편에 따른 괴경 비대는 3, 7, 12, 18, 23g에서 35.2, 124.7, 142.7, 174.8, 200.7g을 나타냈다.

사 사

본 연구는 21·세기 프론티어연구개발사업인 자생식물이용 기술개발사업단의 연구비지원(과제번호 PF0310108-00)에 의해 수행되었습니다.

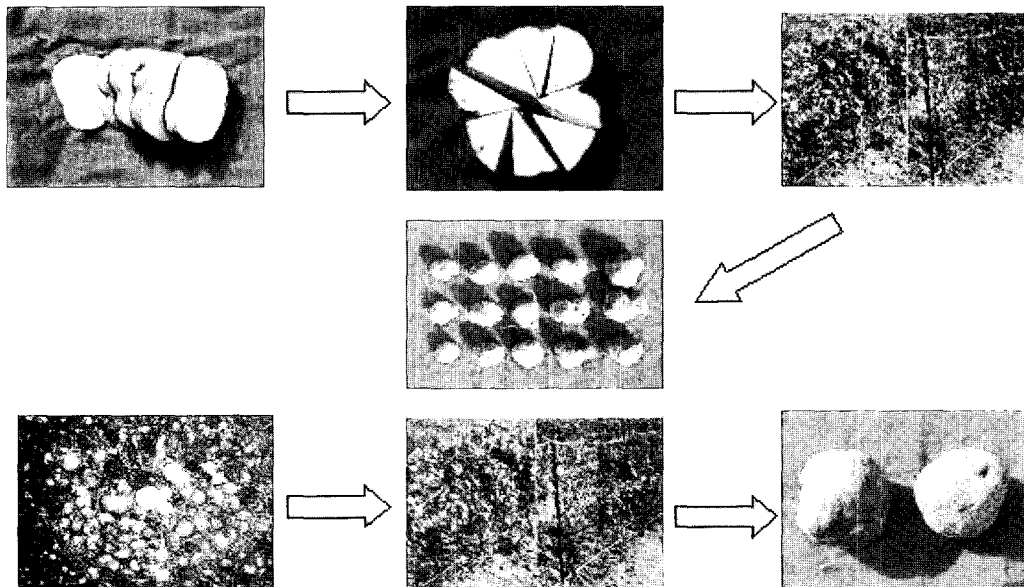


Fig 4. Production flow using small tubers

인용문헌

- Chang, K. J., H. Shiwachi and M. Hayashi, 1995. Ecophysiological Studies on growth and enlargement of tuber in yams (*Dioscorea spp.*). II. Detection of effect of plant growth regulators on growth and enlargement of microtubers of yams, Japanese Journal of Tropical Agriculture 39(2): 67-75.
- Coursey, D. G. 1967. Yams. Longmans (London).
- 江原敦郎. 1986. 야마토이모 食用栽培とたね用栽培. 農山漁村文化協會. pp. 107-113.
- 강원도농업기술원 해안농업시험장, 2004. 영농활용용자료
- 藤井建雄. 1983. 菜蔬の栽培技術 pp. 651-656, 誠文堂. 新光社. 東京
- 池内康雄, 紫田進, 高見武夫. 1968. 丹波ヤマノイモの地上部の生育といもめ肥大に関する 研究. 兵庫縣農業試験場研究報告書 第10號: 89.
- 林滿, 石畑清武, 1990. 야무이모(*Dioscorea spp.*)의 生育ならびに塊莖の 肥大生長について第1報. ソロヤム(*Dioscorea alata* L.)의 生育特性. 熱帶農業 34: 151-155.
- 林滿, 石畑清武. 1991. 야무이모(*Dioscorea spp.*)의 生育ならびに塊莖の肥 大生長について第2報. ソロヤム(*Dioscorea alata* L.)의 生長におよぼす環境要因の影響. 熱帶農業 35(2): 79-83.
- 장광진, 이승택, 박철호. 2000. 알기쉬운 약·특작 생산기술 pp. 9-25. 도서출판 진솔. 서울
- 장광진, 유기억, 박철호, 박종인, 홍규현, 박주현. 2001. 도입마 (*Dioscorea alata* L.)의 특성분석. 한국농업전문학교 현장농업연구지 3: 48-69.
- 金丁坤, 朱永熙, 吳潤鎮, 金剛權. 1995. 마 種根 種類와 크기가 生育 및 收量에 미치는 影響. 국제농업개발학회지.7(1): 53-58.
- 内騰幸雄. 1987. ヤマノイモ-栽培・貯藏・利用. 農山漁村文化協會. pp. 33-66.
- Okamoto, T. 2003. Development of a new high-yielding variety of Chinese yam (*Dioscorea opposita* Thunb.) and its cultivation method including virus-free seed propagation. PhD. thesis, Hokaido University, Japan. pp. 62-74
- 佐佐木修. 1989. 甘薯の地上部の發達と塊根形成との關係. I. 1次分枝の形成部位の差異が地上部の發達及び塊根形成に及ぼす影響. 鹿大農學術報 39: 1-7.
- 성환길, 장광진, 변성애. 2003. 건강식물의 효능과 이용. 문예마당. 서울. pp. 351

(접수일 2005. 12. 22; 수락일 2006. 11. 15)