

## Brushing 처리가 봄감자의 생육 · 수량 및 전분 함량에 미치는 영향

박용봉\* · 문창준<sup>1</sup> · 김용덕<sup>1</sup>  
제주대학교 원예생명과학부, <sup>1</sup>제주도 농업기술원

### Effect of Brushing on the Growth, Yield, and Starch Contents of Spring Planted Potato(*Solanum tuberosum* L.)

Yong Bong Park\*, Chang Jun Moon<sup>1</sup>, and Yong Duk Kim<sup>1</sup>  
Faculty of Hort. Life Science, Cheju National University, Jeju 690-756, Korea  
<sup>1</sup>Division of Hort., Agri. Research and Extension Service, Jeju 690-191, Korea

**Abstract.** This study was conducted to investigate the effect of brushing on overgrowth inhibition, growth, yield and starch content in spring-grown potato in the netted house. The plant growth of aerial parts was inhibited with growth stage and brushing duration. Especially, The number of lateral branches decreased greatly with brushing duration. The stem length and stem diameter were not different significantly between brushing and non-brushing on May 6. But the stem length was long in later growth stage but short in longer brushing duration. Chlorophyll content by SPAD increased with growth stage regardless of non-brushing duration and ranged from 30 to 36 mg/cm<sup>2</sup>. The fresh and dry weight of aerial part and tuber were heavy in longer brushing duration. Starch content was higher in brushing treatment as compared to non-brushing and increased with brushing duration.

**Key words :** brushing, potato, mechanical stress, chlorophyll

\*Corresponding author

## 서 언

제주 지방은 가을 및 겨울감자 재배에 치중하고 있으나 연중 생산을 고려할 때 봄감자 재배를 확대할 필요성이 있다. 봄감자는 3월이후 과종되기 때문에 봄철 망실재배시 온도상승에 의한 도장과 병충해 감염이 큰 문제가 된다. 이런 문제점을 극복하기 위해 접촉자극을 통해서 도장을 억제하거나(Latimer와 Thomas, 1991), 주야 온도차(DIF)이론의 활용(Lim 등, 1997), 관수와 시비조절(Shin과 Kim, 1997) 및 성장조절제 사용(Kim 등, 1998) 등 도장 억제에 관한 다양한 연구가 검토되어 왔다.

그러나 이런 도장방지 수단을 실제 봄감자 재배에 적용시킬 때 각각의 방법들이 몇 가지 문제점들을 내포하고 있다. 접촉작용, 즉 식물체를 흔들거나(Beyl과 Mitchell, 1977), 줄기를 문지르거나 구부리면(Mitchell 등, 1977) ethylene의 발생으로 식물체 주요 부분의

생육이 억제되거나 온살내 bench 작물의 경우 생장이 억제되거나 줄기를 강하게 한다(Beyl과 Mitchell, 1977). Brushing 처리는 무의 기근율을 감소시켜 타원형의 무 뿌리를 생산할 수 있다고 보고한 바 있다(Latimer, 1991). 그 외에도 상치, cauliflower, celery 묘는(Biddington과 Dearman, 1985) 생체중과 건물중이 감소한 반면 사탕무와 당근(Biddington과 Dearman, 1987)은 생산량이 증가되었다는 보고가 있다(Takaki 등, 1977). 그러나 최근 많이 연구되고 있는 물리적 스트레스는 처리가 번거롭고 작물의 영양생장(Akers와 Mitchell, 1985; Beyl과 Mitchell, 1977)을 억제시키는 경우가 많으며 생육단계에 따른 처리효과의 차이가 심하여(Son과 Lee, 1998) 대량생산을 위한 기술로 보급하기에는 다소 미흡한 것으로 추정된다. 작물에 대한 물리적 스트레스는 작물의 생장과 형태형성 반응에 크게 관여하는데(Heuchert 등, 1983), 작물에 따라서 수량의 증감, 묘 소질의 향상, 품질의 양호 등 여러

가지 생리현상을 좌우하기도 한다.

본 연구는 봄감자 망실재배시 온도상승에 의한 식물체의 도장 및 연약성을 방지하고 감자의 생육과 전분 함량을 증가시킬 수 있는 방법의 하나로 brushing 처리효과를 검토하였다.

### 재료 및 방법

본 실험은 최근 제주지역에서 많이 재배되는 감자품종인 '추백'을 2002년 3월 2일 파종하여 6월 2일 수확하였으며, 제주도 원종장 감자 재배 시험포장 망실하우스에서 수행되었다. 파종전에 10a당 퇴비 2,000 kg, 인산 20 kg을 기비로 사용했고 질소 22 kg과 가리 20 kg은 1/3을 기비로 나머지는 추비로 3회 분시하였다. 재식거리는 63×25 cm로 하였고 기타 관리는 농촌진흥청 감자재배법 기준에 따라 실시하였다. 식물체에 대한 brushing 처리는 길이 1.5 cm, 직경 3 cm의 대나무 막대기 한쪽 끝에 깃털(Nylon, 총채)을 부착하여 오전 11시부터 0, 2, 4 및 6시간씩 감자의 지상부를 일정한 속도로 저자가 직접 brushing하였다. 초장, 경장, 엽수, 증경, 엽록소, 측지수, 생체중 및 전분 함량을 조사하였으며, 엽록소 함량은 SPAD-502 chlorophyll meter(Minolta Co., Ltd., Japan)을 사용하였고 전분함량은 enzymatic assay법(Pharr과 Sox, 1981)에 의하여 분석하였다.

### 결과 및 고찰

봄감자의 망실재배시 발생하는 지상부의 도장에 의한 감자생육 부진과 괴경의 충실도 저하를 방지하기 위하여 brushing 처리한 결과를 Table 1에 나타내었다. 초장은 생육 초기에는 2, 4, 6분 처리한 것이 무처리에 비하여 50 cm 내외로 증가하였으나 5월 16일부터는 오히려 무처리가 처리한 것에 비하여 증가하였으며 처리시간이 길수록 감소하는 경향이였다. 그러나 생육후기로 갈수록 각 처리 모두 72 cm 이상으로 커졌다.

엽수는 생육후기에 다소 많아졌으나 각 처리 간에 큰 차이가 없었다. 이것은 식물체가 물리적 스트레스를 받거나 상처를 받으면 에틸렌이 발생하여 신장생장을 저해하기 때문인 것으로 생각되며(Hiraki와 Ota, 1975), Heuchert 등(1983)의 여름이나 겨울철에 shaking처리를

**Table 1.** The effect of brushing on the plant height, number of leaves, and chlorophyll content of spring potato.

Brushing time (min.)	Investigated date			
	6 May	16 May	26 May	5 June
Plant height (cm)				
0	48.4b <sup>2</sup>	72.6	77.5ab	78.3
2	50.1ab	70.7	78.7a	78.5
4	50.9a	68.8	74.2ab	75.4
6	50.0ab	69.1	73.8b	74.1
No. of leaves				
0	11.7	14.2	13.2	13.3b
2	11.7	13.6	12.9	14.8a
4	11.9	13.8	13.5	13.4b
6	11.8	13.8	13.3	13.5b
Chlorophyll content (mg/100 cm <sup>2</sup> )				
0	30.2b	33.6b	36.6	33.1
2	32.0a	35.3a	36.8	33.1
4	30.2b	34.7ab	36.0	31.5
6	30.8ab	35.5a	36.6	32.8

<sup>2</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at the 5% levels.

**Table 2.** The effect of brushing on the shoot length and shoot diameter of spring potato.

Brushing time (min.)	Investigated date			
	6 May	16 May	26 May	5 June
Shoot length (cm)				
0	44.4	65.3a <sup>2</sup>	71.4a	69.6a
2	45.5	61.8ab	71.6a	69.9a
4	46.0	59.2b	64.9b	65.1b
6	46.4	59.9b	67.7ab	67.2ab
Shoot diameter (mm)				
0	1.05	1.05b	1.03b	1.06b
2	1.12	1.15a	1.11ab	1.18a
4	1.09	1.13ab	1.10ab	1.16a
6	1.13	1.14a	1.14a	1.19a

<sup>2</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at the 5% levels.

하면 식물체의 초장, 수분함량 및 건물중이 감소된다는 보고와 일치하고 있다. 엽록소 함량은 생육후기로 갈수록 각 처리 모두가 약간 증가하였지만 평균 30~36 mg/100 m<sup>2</sup>이었다. 경장은 5월 중순이후 대조구에 비해서 짧아지는 편이었고 경경은 처리기간이 긴 것이 증가하였다(Table 2). 이것은 shaking 스트레스에 의한 감자내의 광합성, 호흡작용 및 hormone 대사작용과 같은 생리적 과정이라 생각된다(Mitchell 등 1973; Beyl과 Mitchell, 1977). 물리적 스트레스는 그 종류

가 매우 다양한데 seismic 스트레스는 온실재배에서 콩과 가지의 줄기를 각각 14, 10% 그리고 thigmic 스트레스는 각각 26, 29% 감소시켰다(Latimer 등, 1986)는 보고는 본 결과와 비슷한 경향이였다.

경수와 측지수는 생육초기부터 무처리가 오히려 증가하였고 처리 간에 약간씩 차이는 보였으나 생육후기까지 증가하는 경향이였다. 특히 엽수는 처리시간이 긴 것이 많았으며 측지수는 그 반대의 현상을 보였는데 이것은 긴 처리시간에 의한 측지수의 감소가 정아우세현상을 나타낸 것으로 추찰된다(Table 3). 또한 Heuchert 등(1983)의 하루에 5분동안 shaking 처리하면 줄기가 10% 정도 감소한다는 보고와 일반적으로 shaking 정도를 높이면 줄기를 비롯하여 지상부 생육이 억제된다는 보고는 본 실험을 잘 뒷받침 해주고 있다.

줄기의 생체중과 건물중은 2, 4분 brushing 처리한 것이 무처리보다 감소했으나 6분 처리한 것은 크게 증가하였다(Table 4). 물리적 스트레스는 가지와 콩의 건물중과 생체중을 감소시킨다는 보고(Heuchert 등 1983)

**Table 3.** The effect of brushing on the number of shoots and lateral shoots of spring potato.

Brushing time (min.)	Investigated date			
	6 May	16 May	26 May	5 June
No. of shoots				
0	1.8	1.5ab <sup>2</sup>	1.5	1.7
2	1.4	1.4ab	1.2	1.3
4	1.4	1.3b	1.3	1.4
6	1.8	1.7a	1.6	1.6
No. of lateral shoots				
0	1.8	1.5a	1.2	1.4
2	1.7	1.1ab	1.0	1.3
4	1.7	1.0ab	1.1	1.7
6	1.2	0.7b	0.8	1.1

<sup>2</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at the 5% levels.

**Table 4.** The effect of brushing on the shoot fresh weight and shoot dry weight of spring potato.

Brushing time (min.)	Shoot fresh weight (g)	Shoot dry weight (g)
0	265.0a <sup>2</sup>	21.7b
2	268.7a	20.9b
4	242.7a	20.9b
6	359.7b	36.3a

<sup>2</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at the 5% levels.

**Table 5.** The effect of brushing on the tuber fresh weight and tuber dry weight of spring potato.

Brushing time (min.)	Tuber fresh weight (g)	Tuber dry weight (g)	Starch contents (%)
0	191.0	27.8	8.4b <sup>2</sup>
2	205.7	30.6	12.2a
4	172.3	24.4	12.1a
6	204.0	27.3	14.7a

<sup>2</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at the 5% levels.

와 2, 4분 처리한 것과는 일치하는 경향을 보였으나 본 실험의 6분 처리한 것이 오히려 증가한 것과는 상반된 결과였다. 이 점을 고려해 볼 때 물리적 스트레스에 의한 처리시간과 방법을 달리한 충분한 실험이 더 필요할 것으로 생각된다.

Table 5는 괴경의 생체중과 건물중을 나타낸 것인데 줄기의 생체중과 건물중과는 달리 4분 처리한 것이 가벼웠다. 대체적으로 무처리보다 처리한 것이 무거워지는 경향을 보였지만 각 처리 간에는 큰 차이가 없었다(Akers와 Mitchell, 1985). 전분함량은 무처리보다 처리한 것에서 많았고, brushing 시간이 길수록 증가하였다. 모든 작물은 주로 T/R율이 적당함으로써 생장은 물론 체내성분 함량 및 수량도 증가하는데, 이것은 이 작물의 잎과 줄기에 mechanical 스트레스의 강도를 높이면 조직이 튼튼해지고 세포벽 물질의 생합성이 촉진되며 감자의 전분축적이 많아진다는(Heuchert 등, 1983) 보고와 일치한다.

본 실험에서 지상부 생체중(Table 4)은 처리시간이 긴 것이 359.7 kg으로 크게 증가하였다. 전분함량도 brushing을 처리한 것과 처리시간이 긴 것일수록 증가하였다. 이것은 잎과 줄기의 충분한 생장에 의해 광합성 산물이 지하부 괴경으로의 이동이(Akers와 Mitchell, 1985) 많아졌기 때문이라 추측된다. Wittenback(1982)의 콩에서 전분함량과 물리적 스트레스와의 관계구명과, Frank 등(1970)의 물리적 스트레스의 하나인 바람이 콩의 생장과 수량에 큰 영향을 미친다는 보고 등은 본 실험의 결과와 유사한 점이 많았다.

## 적 요

본 연구는 망실 하우스내에서 봄감자 재배시, brushing 처리가 감자의 도장 방지와 생육과 수량 및

체내 전분함량에 미치는 효과를 구명하기 위하여 수행하였다. 지상부의 생육은 생육 후반기로 갈수록, brushing 처리시간이 길수록 감소하였다. 측지 수도 처리시간이 길수록 감소하는 경향이였다. 경장과 경경은 5월 6일에는 처리간에 비슷하였으나 생육 후반기로 갈수록 모든 처리에서 증가하였는데 평균적으로 30~36 mg/100 cm<sup>2</sup>였다. 지상부 · 지하부의 생체중과 건물중은 처리시간이 긴 것이 무거웠고, 전분 함량은 무처리에 비해 brushing 처리한 것이, 그리고 처리시간이 긴 것이 높았다.

**주제어** : brushing, 감자, 물리적 스트레스, 엽록소

## 인 용 문 헌

- Akers, S.W. and C.A. Mitchell. 1985. Seismic stress effect on reproductive structures of tomato, potato, and marigold. HortScience 20:684-686.
- Beyl, C.A. and C.A. Mitchell. 1977. Characterization of mechanical stress dwarfing in *Chrysanthemum*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102:591-594.
- Biddington, N.L. and A.S. Dearman. 1987. The effect of mechanical stress on carrot growth. J. Hort. Sci. 62:359-362.
- Biddington, N.L. and A.S. Dearman. 1985. The effect of mechanically induced stress on growth of cauliflower, lettuce, and celery seedlings. Ann. Bot. 55:109-119.
- Frank, A.B., D.U. Harris, and W.O. Willis. 1974. Windbreak influence on water relations, growth, and yield of soybean. Crop Sci. 14:761-765.
- Heuchert, J.C., J.S. Marks, and C.A. Mitchell. 1983. Strengthening of tomato shoots by gyratory shaking. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108(5):801-805.
- Hiraki, Y. and Y. Ota. 1975. The relationship between growth inhibition and ethylene produced by mechanical stimulation in *Lilium longiflorum*. Plant cell physiology 16:185-189.
- Kim, S.E., J.K. Lee, and C.K. Kang. 1988. Effect of seed treatment with chemicals on emergence, seedling growth, and adventitious rooting of growth. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 39:140-144.
- Latimer, J.G. and T. Pappas, and C.A. Mitchell. 1986. Growth responses of eggplant and soybean seedlings to mechanical stress in greenhouse and outdoor environments. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111:694-698.
- Latimer, J.G., T. Johjima, and Y. Fukuyama. 1991. The effect of brushing on growth and quality of field-grown root crops. HortScience 26:1171-1173.
- Latimer, J.G. and P.A. Thomas. 1991. Application of brushing to growth control of tomato transplants in a commercial setting. HortTechnology 1:109-110.
- Lim, K.B., K.C. Son, J.D. Chung, and J.K. Kim. 1997. Influence of difference between day and night temperature on growth and development of bell pepper plants before and after transplanting. J. Bio. Fac. Env. 6:15-25.
- Mitchell, C.A., H.C. Dostal, and T.M. Seipel. 1977. Dry weight reproduction in mechanically-dwarfed tomato plants. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100:161-165.
- Pharr, D.M. and N.H. Sox. 1981. Changes in carbohydrate and enzyme levels during the sink to source transition of leaves of *cucumis sativas* L. Plant Sci. lett. 35.
- Shin, K.H. and W.S. Kim. 1997. Effect at irrigation method on the quality and growth of vegetable plug seedlings. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 15:399-400.
- Son, K.C. and M.I. Lee. 1998. Effects of DIF and temperature drop/rise on the stem elongation of plug seedlings of *salvia splendens*. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 39:615-620.
- Takaki, A., T. Masuda, T. Tsukishima, K. Kagawa, and K. Kurosawa. 1977. The effect of mechanical stimulation on the seedling growth of sugar beet (in Japanese, with English summary). Proc. Sugar beet Res. Assn. 19:203-212.
- Wittenbak, V.A. 1982. Effect of pod removal on leaf senescence in soybeans. Plant Physiol. 70:1544-1548.