

培養液의 pH低下처리에 의한 감자小塊莖 形成 促進

Effects of Intermittent pH Reductions of Solution on

Tuberization of Potato(*Solanum tuberosum* L.)

in Hydroponics

김기택·박용봉*

제주도농업기술원, *제주대학교 원예학과

Kim, Ki Taek · Park, Yong Bong*.

Cheju Provincial R.D.A, Cheju 690-170, Korea

*Dept. of Hort. Cheju Natl. Univ. Cheju 690-756, Korea

1. 서론

감자 無病種薯의 大量急速 증식을 위해 器內小塊莖 生産方法을 이용하는 연구가 많이 이루어져 왔다. 器內小塊莖 形成에 관한 研究는 Gregory(1956)에 의하여 最初로 가능성이 提示된 이후 많은 연구자들이 이에 대하여 報告하였으나 (Han, 1987; Hussey 等, 1984; Garcia 와 Gomez, 1973; Wiersema 等, 1987), 小塊莖의 크기가 작아 收穫後 입모율이 떨어지고, 生育初期 포장관리가 까다로운 점등의 問題點으로 실용화가 定着되지 못하고 있다. 이러한 問題點을 보완하기 위하여 최근에는 養液栽培方式에 의한 小塊莖 生産 연구가 이루어지고 있다.

감자 養液栽培는 70年代에 들어서면서 담액수경 및 사경재배로 감자 生育에 대한 養分의 상호관계를 究明하기위해 수행되었고(Fong 과 Ulrich, 1969; Lee, 1972; Ulrich 等, 1972), 1980年代에 들어 宇宙農業에 대한 一連 研究課程으로 미국 NASA에서 宇宙飛行時 자체 食糧 확보 可能性을 打診하기 위하여 감자 NFT 방식의 養液栽培를 試圖하여 그 可能性을 提示한 바 있다(Wheeler 와 Tibbitts, 1986; Wheeler 等, 1990).

특히, 감자는 과채류 및 엽채류와 달리 수확대상이 되는 塊莖이 地下部에서 形成되고 匍枝 및 괴경의 형성을 촉진시킬 수 있는 방법이 필요하다. 따라서 본 연구는 감자 양액재배에서 일시적으로 培養液의 pH를 低下하여 근권부위에 자극을 주므로써 塊莖形成을 촉진하는 結果를 얻었으므로 報告하는 바이다.

2. 실험방법

供試한 감자는 제주에서 栽培가 많이 되는 대지(Dejima) 品種을 사용했다. 養液栽培에 이용한 묘는 器內에서 發根시킨 어린 조직배양 shoot를

온실내 순화상에 이식한 후 순화된 줄기를 채취하여 사용하였다.

조직배양 shoot의 순화는 60(길이)×40(폭)×15(깊이)cm 크기의 스티로폼 상자에 양액을 채우고 2cm 두께의 스티로폼판에 5×5cm 간격으로 구멍을 뚫어 조직배양 어린 shoot를 移植하여 湛液耕으로 45일간 苗를 양성하였다. 苗가 10~15cm 자랐을 때 7~8cm 길이로 삽수를 채취하여 養液 栽培床에 40×20cm 간격으로 插植하였다.

培養液의 pH 處理는 정식후 35일에 오전 9시부터 오후 7시까지 각각 10시간 동안 pH 3.0, 4.0, 5.0과 6.5 (constant)등 4개 水準으로 처리하였다. 양액통은 1,000 ℓ 용량의 플라스틱 통을 培養液은 <표1>과 같이 組成하여 3日 동안은 ½ 농도로 공급하고 그 이후에는 全濃度로 공급하였으며 用水는 지하수를 사용하였다.

Table 1. Mineral composition of nutrient solution used for this experiment

Macro-element(me/ℓ)		Micro-element(ppm)	
NO ₃ -N	10.0	Fe	2.0
NH ₄ -N	1.2	Mn	0.5
P	3.0	B	0.5
K	7.0	Zn	0.05
Ca	5.0	Cu	0.05
Mg	3.0		

生育調査는 pH處理後 최초 塊莖形成 日數와 pH 처리후 55일에 수확과 함께 塊莖의 크기 分布를 조사했다. 本研究를 위한 모든 試驗은 濟州道 農村振興院 農業試驗圃場 비닐하우스에서 遂行되었다.

3. 결과 및 고찰

생육초기 營養生長이 충분히 확보된 정식 35일후 塊莖形成을 유도하기 위하여 培養液의 pH를 일시적으로 낮게 처리한 결과는 그림 1과 같다. 塊莖形成은 관행인 pH 6.5에 비하여 pH를 낮게 조절한 처리구에서 가장 빨리 형성되었다. pH 3.0 處理는 처리후 5일째부터 塊莖形成이 시작되어 처리후 20일까지 뚜렷한 增加를 보였다. pH 4.0처리는 pH 3.0에 비하여 小塊莖 形成이 3일 정도 늦었으나 처리 10일 이후에는 小塊莖 形成이 빨라 처리후 30일경에는 큰 差異가 없었다. 그러나 pH5.0처리는 처리후 10일에 小塊莖 形成을 발견할 수 있어서 無處理인 pH6.5와 비슷한 경향을 보였다.

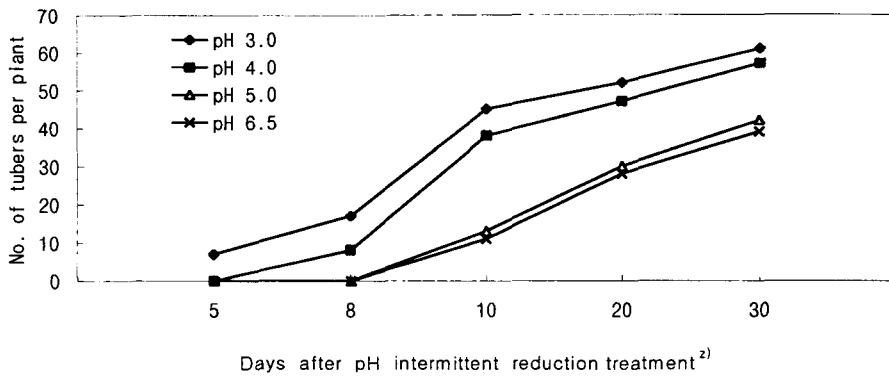


Fig 1. Effect of intermittent pH reductions of solution on mini-tuber initiation.

²⁾Plants were subjected to pH3.0, 4.0 and 5.0 for 10 hours at 35 days after shoot setting, and to pH6.5 constantly.

이러한 연구결과는 Wan 등(1994)도 pH의 간헐적인 저하에 의해 괴경 형성이 촉진된다고 하여 유사한 결과를 나타냈으며, Cao와 Tibbitts (1994) 등도 pH 4.0에서 보다 pH 3.5처리구에서 小塊莖의 形成도 빨랐고 收量도 많았으나 pH 5.5에서는 收穫 2일前까지도 塊莖이 形成되지 않았다고 하여 본 연구 결과를 뒷받침하고 있다.

또한 줄기와 뿌리 및 匍枝의 生長은 表 2에서 보는 바와 같이 pH를 낮게 처리할수록 줄기와 뿌리의 乾物重은 낮았고, 小塊莖의 乾物重은 높았다. 이러한 결과는 pH가 낮게 처리될수록 뿌리와 줄기는 Stress를 받아 생장이 둔화되는 반면 생식생장은 촉진되어 괴경중이 증가됨을 알 수 있었다.

Table 2. Effect of intermittent pH reductions on dry weight of various parts of potato plants at 70 days after shoot setting.

Nutrient solution pH level	Dry weight(g/plant)				
	Stems	Stolons	Roots	Tubers	Total
3.0 ²⁾	36.2b ^{y)}	9.8b	8.5c	17.2a	71.7b
4.0	60.5a	11.4a	9.7a	15.0b	96.6a
5.0	65.0a	12.8a	11.0a	14.1b	102.9a
6.5	63.1a	11.9a	11.3a	14.7b	101.0a

²⁾Plants were subjected to pH 3.0, 4.0 and 5.0 for 10 hours at 35 days after shoot setting, and to pH6.5 constantly.

^{y)}Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level

한편 낮은 pH 처리에서는 1차 복지에서 2차 복지의 발생을 촉진 함으로써 괴경수의 증대 가능성을 나타내었다(그림 2와 표3).

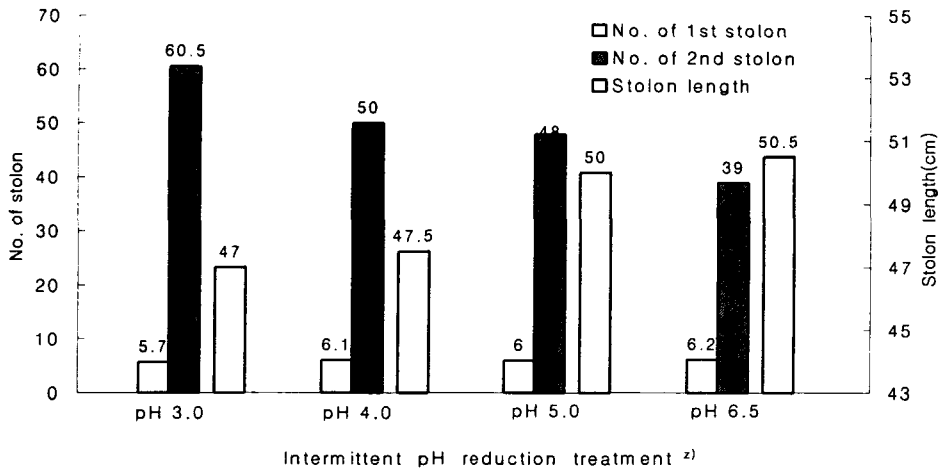


Fig. 2. Effect of intermittent pH reduction on number of stolons and stolon length of "Dejima" potatoes at 90 days after shoot setting.

²⁾Plants were subjected to pH 3.0, 4.0 and 5.0 for 10 hours at 35 days after planting, and to pH 6.5 constantly.

Table 3. Effect of intermittent pH reduction on tuber yield of potatoes grown aeroponically at 90 days after shoot setting.

Nutrient solution pH level ²⁾	No. of tubers per plant	Weight per tuber (g)	Tuber weight per plant (g)
3.0	72.1a ^{y)}	4.5a	325.6a
4.0	69.8a	4.4a	307.8ab
5.0	65.2ab	4.4a	284.9ab
6.5	60.3b	3.7b	222.5b

²⁾Plants were subjected to pH 3.0, 4.0 and 5.0 for 10 hours at 35 days shoot setting.

^{y)}Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level

한편 복지길이는 pH 처리간이 차이가 없는 것으로 보아 복지의 신장은 정식후 35일 이전에 이루어지는 것으로 알 수 있었다.

정식 35일 후 일시적인 pH처리결과 괴경수와 수량은 표 3과 같이 주당 괴경수에 있어서 pH3.0과 4.0처리는 각각 72.1 개와 69.8개로서 pH5.0 및 6.5에 비하여 괴경수를 증가시켰다. 또한 괴경수의 증가가 주당 총괴경중의 증대에 직접적인 영향을 미치게되어 pH3.0과 4.0 및 5.0 처리가 pH6.5로 계속 유지하는 것 보다는 높은 수량을 나타내었다.

또한 괴경 크기별 분포에서도 (표 4) 총괴경수와 마찬가지로 포장 재배가

가능한 3g 이상의 소괴경수가 pH3.0과 4.0처리에서 57.9와 55.5개로 pH5.0 및 6.5보다 많았다.

이와 같이 영양생장이 확보된 후 일시적으로 pH를 낮게 처리함으로써 괴경 형성과 비대축진이 가능하였다. 그리고 감자 양액재배시 괴경 크기별 분포를 볼 때 1~3g 범위의 괴경이 60% 이상을 차지함으로써 이들 괴경들은 포장 재배에 가능한 크기인 3g 이상으로 증대시키는 기술개발 연구가 필요한 것으로 생각된다.

Table 4. Effect of intermittent pH reduction on tuber weight distribution of the aeroponically grown potatoes at 35 days after shoot setting.

Nutrient solution pH level ²⁾	Weight distribution (%)					
	<1g	1~3g	3~5g	5~10g	10~20g	>20g
3.0	20.0b ^{y)}	22.2b	18.8c	15.4c	11.4a	12.3a
4.0	21.1b	23.4ab	20.9b	19.3a	8.0b	7.3b
5.0	25.2a	24.0a	20.5b	17.2b	6.1b	7.0b
6.5	24.4a	25.1a	22.4a	15.3c	5.9b	7.2b

²⁾Plants were subjected to pH 3.0, 4.0 and 5.0 for 10 hours at 35 days planting.

^{y)}Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level

4. 요약 및 결론

감자 養液栽培時 小塊莖의 生産效率을 높이기 위해 감자 幼植物體를 재배상에 定植後 35日에 10시간 동안 pH를 3.0, 4.0, 5.0과 6.5로 각각 調節하였을 때 생육 상황과 小塊莖收量을 調査한 結果, 小塊莖 形成은 培養液을 pH 3.0으로 10시간 처리구에서 빨랐으며 처리後 20日까지는 有意性있는 增加를 보였다. 培養液 pH가 낮을수록 匍枝數가 增加되어 塊莖數가 많았으며 塊莖 건물율도 높았다. 定植後 90日째 小塊莖 收量은 pH 3.0처리에서 72.1개, pH 4.0에서 69.8개, pH 5.0에서 65.2개, pH 6.5에서 60.3개였다. 3g이상 크기의 小塊莖의 分布比率은 pH 3.0에서 57.9%로 가장 높았으며 pH 5.0과 6.5에서 50.8%로서 가장 낮았다.

참고 문헌

- (1) Cao, W. and T. W. Tibbitts. 1994. Responses of potatoes to solution pH levels with different forms of nitrogen. J. plant nutrition 17(1):109-126
- (2) Fong, K. H. and A. Ulrich. 1969. Growing potato plants by the water culture technique. Amer. potato J. 46:269-272.