

Ca의 토양 살포와 엽면시비가 제주산 당근의 생장 및 Al 흡수

박용봉, 김용덕*, 강석범

제주대학교 원예생명과학부, 제주도 농업기술원*

Effect of Soil and Foliar Application of Calcium on the Growth and Al Absorption for Carrots(*Daucus carota* L.) in Jeju Island

Yong Bong Park, Yong Duk Kim*, Seok Beom Kang

Faculty of Hort. Life Science, Cheju National University,
Division of Hort. & Crops Agri. Research and Extension Services*

ABSTRACT : To investigate the effects on absorption of Al³⁺ to carrot Ca fertilizer was applied into soil and leaves in carrot field. The results from the experiment are as follows:

1. The shoot growth was accelerated from Dec. and leaf number was numerous in SHJ and less Ca applied plots.
2. Most of the macro nutrient contents was higher in SHJ, but Mg and K contents were lower in SHJ and BBR with higher Ca application plots except 3,000kg/ha in YPN.
3. The amount of Al absorbed was higher in BBR of the non-Ca application, but lower in SHJ and BBR with higher Ca application treatments except for YPN showing higher content of aluminum.
4. The growth of carrot showed a lot of differences with the harvesting time and was better in foliar application than that of soil application. The amount of Al absorbed was below criterion in all cultivars and treatments. The absorption of aluminum is out of the question yet, but we conclude that for the sake of safety of food it is

recommended the following basis 'reduce chemical fertilizers and increase organic matters'

서론

당근은 중국에서는 13세기 후반에, 일본에서는 18세기경에 도입되었으나(Rubatzky 등, 1999) 우리나라에서는 재배역사가 비교적 짧은 새로운 채소로서 도입년대는 분명치 않다.

제주도는 당근재배면적이 약 2,500ha로 전국재배면적의 50%, 생산량은 60%(제주도 2,000)를 차지하는 주요 월동채소중의 하나이고, 재배지역은 화산회토 지역인 성산읍과 폐사토 지역인 구좌읍을 중심으로 이루어지고 있다(Hur 등 1997).

화산회토는 유기물함량이 많고 배수가 좋으며 토질의 부드러워 근채류 재배에 좋은 조건이 될 뿐 아니라 근채류의 당함량은 물론 생육도 촉진된다(Evers, 1989. Olymbios, 1973; Orzolek 와 Carroll, 1978). 그리고 구좌읍지역의 폐사토양은 물빠짐이 좋고 수확시 뿌리에 흙이 많이 부착되지 않은 이점과 세척이 매우 편한 점도 있다. 그러나 폐사를 계속하여 시용할 경우 폐사가 토양밀에 축적되어 토양이 굳어져 배수가 나

쁘고 답압에 의한 지근발생이 많아지기도 한다.

제주도는 당근 월동재배의 적지이기도 하지만 재배면적이 영세하여 연작을 피할 수가 없고 이에 따른 화학비료의 과용으로 인해 토양이 물리·화학적 성질이 악화될 뿐만 아니라 유기물 시용량의 부족으로 토양의 산성화는 물론이고 염류의 축적과 Al을 비롯한 중금속오염 발생이 우려되는 실정이다.

Al은 지각의 15% 이상을 차지하며, Al_2O_3 형태로 지각의 주요구성 원소로서, Si와 더불어 1차광물 및 2차광물의 격자를 형성하고 있다(조 등, 1991). 토양에서 알루미늄의 용해성은 중성 및 알카리 토양에서는 매우 낮으므로, 이런 조건에서는 식물생육에 유독하지 않으나 pH가 낮아짐에 따라 용해도가 현저하게 증가되어 산성토양에서는 해작용이 문제가 될 수 있다(조 등, 1991). 그러나 사탕무, 옥수수, 완두, 기장과 열대지방의 몇몇 콩과식물 등 알루미늄에 내성이 강한 식물은 토양용액의 알루미늄 농도가 0.2~5ppm 까지는 생육이 촉진되며, 특히 차나무의 경우는 27ppm 까지도 촉진되는 것으로 알려져 있다(변 등 2000). 그리고 콩잎에서의 알루미늄 함량은 대체로 200ppm 이지만(이 등, 1994) 차나무는 수천~20,000ppm까지 축적되기도 한다. 알루미늄이 생육을 촉진시키는 이유는 Cu, Mn, P의 해독작용을 방지하기 때문이다(Haug, 1984).

토양의 pH가 5.5이하인 산성토양에서는 알루미늄의 용해도가 급격히 증가되어 양이온 치환공간의 절반 이상을 알루미늄이 차지하게 된다. 이때 식물은 알루미늄을 빨리 흡수할 수 있으므로 알루미늄의 독성이 생기게 된다. 따라서 산성토양에서 식물생장을 억제하는 요인이 되고 뿌리에 축적하여 뿌리의 손상을 가져와 다른 양분의 흡수를 저해하는데 특히 P의 흡수를 방해한다(Junping 등, 1991). 알루미늄의 독성은 산성토양에서만 나타나며, 식물의 종, 품종에 따라 과잉의 가용성 알루미늄과 치환성 알루미늄에 대한 내성이 각각 다르며 알루미늄독성에 걸린 식물은 상부에서 P의 함량이 낮은 것을 볼 수 있으며 식물의 정단에 발생한 알루미늄의 독성은 인산의 결핍증상과 유사하여 잎이 암갈색으로 변하고 생장이 위축되며 줄기는 보라색으로 된다(Reuss, 1983). 알루미늄의 독성은 산성

토양에서 일어나므로 석회를 시용하여 토양의 pH를 상승시키면 그 독성을 예방할 수 있다(Foy 등, 1969).

최근 당근을 포함한 근채류 재배포장이 산성화 되어가는 실정이라 토양산성화로 Al이 용해되어 근채류에 흡수되는 경향이 많아지고 있다. 따라서 이시험은 제주도에 재배되는 당근에 대하여 Al 흡수량을 알아보고 고품질 당근을 생산하기 위한 방법을 찾고자 실시하였다.

재료 및 방법

공시품종은 비바리(Bibary:BBR, 농우바이오), 신흑전(Sinheugjeon:SHJ, 태양종묘) 및 예쁘니(Yeppeuni: YPN, SeminisKorea)에서 생산된 3품종을 사용하여, 2000년 8월 10일 서귀포 소재 제주대학교 아열대농업연구소 포장에 파종하였다. 토양살포는 파종전 15일경에 1000kg/ha, 2000kg/ha 및 3000kg/ha를 퇴비와 함께 살포하여 경운하였고 엽면살포는 파종후 60일부터 엽화칼슘 0.3%의 용액을 10일 간격으로 0(대조구), 3회, 5회, 7회로 나누어 살포하였다. 시비량은 제주도 농업기술원의 시비기준에 준하여 N-P-K 각 6.0, 9.6, 7.2kg를 기비로 하였고 추비는 N-K: 14-4.3을 본엽 2-3매 때와 본엽 5-6매 때 2회 분시 하였다.

초기 잡초방제는 파종다음날 Pendimethalin(한농) 30kg/ha를 살포하였으며, 숙음작업은 생육초기에 1회, 중기에 1회씩 실시하여 생육이 부진한 것은 숙아내었다. 병충해 방제를 위해서 Prothiotos(동부한농) 1,000배 희석액을 입마름병 예방을 위해 Chlorothalonil(경농주식회사) 600배 희석액을 1회 살포하였다. 생육조사는 품종별로 20주씩 수확하여 지상부, 지하부의 생육상태와 Ca 처리에 따른 Al의 흡수량을 조사하였다.

결과 및 고찰

Table 1은 Ca를 토양처리 했을 때 파종후 90일 후인 11월에 조사한 것이며 엽수와 초장은 품종간 처리간에 큰 차이가 없었으나 신흑전 품종은 2,000.

3,000kg/ha 처리구에서 다소 증가한 모습을 보였다. 지하부인 근장 및 근경도 큰 차이가 없었는데 이는 지상부의 충분한 생장이 이루어지지 않아 광합성에 의한 물질전류가 미진한 결과라 생각된다.

12월 수확시부터는 지상부가 생육이 촉진된 모습을 볼 수 있는데 엽수는 신혹전이 증가하는 편이었고 근장은 품종간에는 차이가 없었으나 처리간에는

오히려 Ca 함량이 많은 것이 감소하는 경향을 보였다(Table 2).

1월 수확한 것은 엽수는 신혹전이 많아지는 편이었고 초장은 큰 차이가 없었다. 그러나 지상부 전체의 무게는 신혹전 품종이 훨씬 증가하는 경향을 보였다. 그러나 지하부의 생육은 근장과 근중에서 신혹전이 다소 증가하여 품종간 차이를 나타내었다(Table

Table 1. Effect of calcium-soil treatment on the leaf number, plant height, root length, root diameter, shoot weight and root weight of carrots harvested in Nov.

Cultivar	Ca (kg/ha)	Leaf No. (ea)	Plant height (cm)	Root length (cm)	Root diameter (mm)	Shoot weight (g)	Root weight (g)
BBR ²	0	8.6	23.7	9.7	21.3	12.5	23.0
	1000	9.2	26.1	10.3	22.0	15.7	26.0
	2000	9.2	23.6	9.8	20.6	14.5	25.1
	3000	8.8	24.3	9.3	22.4	14.0	23.1
SHJ	0	9.1	24.8	9.9	21.1	13.7	21.9
	1000	9.6	28.3	11.1	22.5	18.5	27.8
	2000	9.9	29.4	12.1	24.0	23.2	36.5
	3000	9.2	25.3	9.7	21.6	17.5	25.2
YPN	0	9.0	24.2	11.1	21.2	13.1	27.8
	1000	9.5	26.0	12.1	24.8	16.0	36.1
	2000	8.7	23.4	9.1	20.5	11.3	19.6
	3000	8.8	21.2	10.4	21.0	11.6	25.5
LSD 0.05	between cvs	NS	NS	NS	NS	4.85	NS
	between trt	NS	NS	NS	NS	NS	NS

²BBR : Bibary. SHJ : Shin Heugjeon. YPN : Yeppeuni.

Table 2. Effect of calcium-soil treatment on the leaf number, plant height, root length, root diameter, shoot weight and root weight of carrots harvested in Dec.

Cultivar	Ca (kg/ha)	Leaf No. (ea)	Plant height (cm)	Root length (cm)	Root diameter (mm)	Shoot weight (g)	Root weight (g)
BBR ²	0	9.8	28.9	22.7	31.0	30.2	118.9
	1000	10.3	28.6	15.2	37.0	22.7	96.0
	2000	10.3	27.9	14.1	36.1	23.5	97.3
	3000	10.6	29.6	14.9	40.3	31.5	137.8
SHJ	0	10.8	29.5	15.5	38.5	32.5	118.9
	1000	11.1	33.0	14.4	37.4	31.3	99.4
	2000	11.4	36.2	15.2	39.2	35.2	122.3
	3000	11.4	29.2	14.7	38.6	32.2	109.0
YPN	0	9.8	29.9	15.3	39.2	26.4	114.5
	1000	10.4	27.6	14.9	38.7	23.6	106.5
	2000	9.9	31.3	14.0	38.1	24.8	114.0
	3000	9.3	25.5	14.0	35.3	16.9	136.8
LSD 0.05	between cvs	0.69	NS	NS	NS	NS	NS
	between trt	NS	NS	3.40	NS	NS	NS

²BBR : Bibary. SHJ : Shin Heugjeon. YPN : Yeppeuni.

3). 제주도에서 주로 재배되는 신희전은 다른 품종에 비해서 지하부 생육이 양호하고 품질이 좋다는(Park 등 2001) 보고와 일치하고 있다.

2월에 수확한 것은 지상부 생육은 품종간 처리간에 차이를 나타냈고 초장과 근경 및 지상부중은 신희전 품종이 우수한 편이었다(Table 4).

Table 5는 농도별 Ca 처리에 따른 당근 뿌리내의

주요원소의 함량을 나타낸 것으로 품종간에 모든 요소의 함량이 대조구에서는 신희전이 많았으나 Mg 함량은 신희전과 비바리 품종은 Ca 시비량이 많을수록 감소하였고 예쁘니는 3,000kg/ha Ca 처리구에서 훨씬 증가하였다. Mg는 세포내에서 광합성 작용에 필요한 엽록소 형성에 필요한 구성요소일 뿐만 아니라 아미노산과 비타민 형성에 필수원소로 알려져 있

Table 3. Effect of calcium-soil treatment on the plant height, leaf number, root length, root diameter and root weight of carrots harvested in Jan.

Cultivar	Ca kg/ha	Leaf No. (ea)	Plant height (cm)	Root length (cm)	Root diameter (mm)	Shoot weight (g)	Root weight (g)
BBR ²	0	10.4	30.8	16.6	46.4	25.2	193.4
	1000	11.4	28.1	16.7	46.2	23.9	184.2
	2000	11.0	34.5	18.1	46.7	38.7	216.1
	3000	10.9	26.2	15.7	46.2	22.1	189.3
SHJ	0	11.5	33.1	17.6	47.9	32.3	209.5
	1000	11.2	32.3	17.9	47.2	36.5	207.4
	2000	11.7	35.6	17.1	49.2	37.1	215.3
	3000	11.8	30.9	17.7	46.5	33.9	203.1
YPN	0	10.3	32.5	16.0	47.3	26.2	192.3
	1000	10.3	33.0	16.3	45.7	23.8	177.1
	2000	9.8	31.2	15.8	46.4	23.3	186.6
	3000	10.3	29.6	15.8	47.8	23.5	190.3
LSD 0.05	between cvs	0.56	NS	1.05	NS	7.17	NS
	between trt	NS	NS	NS	NS	NS	NS

²BBR : Bibary. SHJ : Shin Heugjeon. YPN : Yeppeuni.

Table 4. Effect of calcium soil treatment on the plant height, leaf number, root length, root diameter and root weight of carrots harvested in Feb.

Cultivar	Ca (kg/ha)	Leaf No. (ea)	Plant height (cm)	Root length (cm)	Root diameter (mm)	Shoot weight (g)	Root weight (g)
BBR ²	0	10.8	25.9	17.7	48.9	22.5	231.1
	1000	9.5	25.4	18.1	47.8	18.5	217.9
	2000	9.3	32.8	17.5	51.2	22.0	266.1
	3000	10.4	30.8	18.0	51.1	25.7	252.5
SHJ	0	11.4	27.7	19.1	48.9	25.9	231.6
	1000	10.8	27.2	18.5	48.7	26.1	221.7
	2000	11.2	32.8	19.5	52.3	32.7	279.3
	3000	11.1	28.3	19.1	50.4	26.9	243.9
YPN	0	11.1	26.7	17.5	47.3	19.9	218.3
	1000	9.7	26.1	17.2	49.4	18.6	227.7
	2000	9.6	26.0	16.9	46.5	18.3	199.1
	3000	9.5	25.8	17.5	47.0	17.8	202.9
LSD 0.05	between cvs	0.71	NS	1.03	2.31	5.20	NS
	between trt	NS	4.24	NS	NS	NS	NS

²BBR : Bibary. SHJ : Shin Heugjeon. YPN : Yeppeuni.

다(Rubatzky 등, 1999). K 함량은 무처리구에서는 신혹전이 많았고 Ca 처리간에는 Ca 시비량이 많을수록 감소하는 경향을 나타내었다. 예쁘니는 반대로 Ca 시비량이 많은구에서 크게 증가하는 모습을 보였다. K는 식물체내에서 효소의 활성화, 단백질 합성, 광합성과 그 산물의 수송, 삼투조절 등 중요한 생리적 역할을 하는데 특히 광합성에 크게 관여한다고 하였다(Gardner 등, 1985).

Ca 함량은 무처리구에는 신혹전이 많았고 비바리와 예쁘니는 거의 비슷하였다. 그러나 처리간에는 신혹전은 2,000kg/ha 처리구에서 가장 적었고 비바리 품종은 Ca 처리가 많을수록 적어지는 경향을 보였다.

Ca는 식물체에서 이온으로 존재하며 세포막이 선택적 투과성이나 원형질 교질의 수화성에 영향을 끼치며, 뿌리에 의한 다른 이온의 흡수를 조절한다. 토마토에서 Ca를 엽면시비하면 배꼽 썩음병을 방제할 수 있고 사과에서는 Ca를 엽면시비하면 Ca 함량이 높아져 저장력이 증가한다고 한다(高橋 등, 1961).

Al 함량은 무처리에서는 '비바리' 품종이 많았으나 신혹전·비바리는 Ca 처리량이 많을수록 감소하였는데 Ca 처리한 것이 무처리에 비해서 크게 감소하는 경향을 보였으나 예쁘니는 오히려 Ca 처리량이 많을수록 증가하는 반대의 경향을 보였다. 이는 Xiao-Jun 등(1987)이 Al³⁺ 형태의 알루미늄은 식물체의 생리적 이상반응을 일으키고 식물세포에 독소작용을 하기

때문에 세포막은 Al 해작용을 받는 1차 장소가 된다고 하였으며, 세포막 형성에 관여하는 Ca 공급이 중요하다고 하였다.

본 지역에서도 당근 등 근채류 재배시 화학비료의 다량시비는 토양이 산성화가 계속되지 않는한 현재까지는 큰 문제가 없다고 판단된다. P 함량은 신혹전과 비바리 품종은 Ca 시비량이 많을수록 감소하였으나 예쁘니품종은 그 반대의 경향을 나타냈다. P는 산성토양에서는 Al, Fe, Mn 등과 결합하고 알칼리 토양에서는 Ca와 결합하여 불용태가 되므로 이동이 잘 되지 않는다. P의 효과가 가장 높은 토양 pH는 6.5이고 이런 경우는 시용한 양의 약 20%가 흡수하고 나머지는 토양에 고정된다(변 등, 2000).

Ca 엽면시비

주요 다량원소는 요구량이 많으므로 엽면시비는 효과적인 시비방법이 아니고 특수한 경우에 토양시비에 보조적으로 이용할 수 있는 방법이다. 그러나 무기양분의 종류, 같은 무기양분은 공급하더라도 비료의 종류에 따라 그 효과가 다른데 주로 요소, 인산, 염화칼슘 등이 이용된다.

특히 Ca의 경우 세포벽의 형성, 생장과 분화, 그리고 질소동화에 관여하며, 셀러리에서 생장점고사와 인접조직고사 하는 심부병(Black heart)은 칼슘 결핍

Table 5. Comparison of mineral contents as affected by calcium-soil treatment in carrot roots.

Cultivar	Ca (kg/ha)	T-N	P	Mg (%)	K	Ca	Al (mg · L ⁻¹)
BBR ²	0	0.93	0.13	0.05	1.60	0.13	298
	1000	0.87	0.09	0.04	1.10	0.10	179
	2000	0.91	0.07	0.03	0.90	0.08	114
	3000	1.04	0.08	0.03	1.12	0.09	121
SHJ	0	0.97	0.15	0.06	1.97	0.17	242
	1000	0.78	0.10	0.04	1.35	0.12	212
	2000	0.96	0.10	0.04	1.16	0.10	156
	3000	0.87	0.09	0.04	1.03	0.11	150
YPN	0	1.02	0.15	0.06	1.61	0.13	167
	1000	0.87	0.09	0.04	1.09	0.11	144
	2000	0.93	0.16	0.07	1.77	0.17	294
	3000	1.13	0.10	0.05	1.62	0.14	247

²BBR : Bibary. SHJ : Shin Heugieon. YPN : Yeppeuni.

에서 오는 생리적 장애로 알려져 있는데(Rubatzky, 1999), 염화칼슘을 엽면시비하면 이를 방지할 수 있으나, 엽면시비는 특수목적이나, 뿌리의 양분흡수기능 손상시 등에 응급대책으로 이용되며, 토양시비의 보존수단으로 이용된다(곽 등, 2002). 사과에서는 칼슘을 엽면시비하면 과실의 칼슘함량이 높아져 저장력이 증가된다.

Table 6은 Ca 엽면시비에 따른 당근의 생육상태를 타나낸 것인데 11월 수확한 것에서 엽수는 신흑전이 비바리 품종보다 증가하는 경향을 보였고 처리간에는 두 품종모두 5회 살포한 것이 많아지는 편이었다. 초장은 품종간 차이는 없었으나 처리간에는 5회 살포한 것이 다소 증가하는 편이었다.

근장, 근경과 근중은 품종간에는 차이가 없었고 처리간에는 살포횟수가 많을수록 감소하는 편이었다.

12월 수확한 것에서 지상부 생육은 품종간 처리간에 유의성이 없었으나 근장, 근경 및 근중은 품종간에는 별 차이는 나타내지 않았으나 처리간에는 처리 횟수가 많을수록 오히려 감소하는 추세를 보였다(Table 7). 본 실험의 경우 엽면시비한 것이 토양살포한 것보다 지상부나 지하부의 생육상태가 양호하였고 생육후기로 갈수록 더욱 증가한 것은 菅原(1963)가 원예작물에서 Ca의 엽면시비한 것이 토양살포한 것보다 훨씬 흡수가 잘되고 생육이 양호하다는 보고는 이를 잘 뒷받침해주고 있다.

1월에 수확한 것에서는 엽수는 품종간·처리간에

Table 6. Effect of calcium-foliar application on the leaf number, plant height, root height, root diameter, shoot weight and root weight in carrots harvested in Nov.

Cultivar	Folia supply (times)	Leaf No. (ea)	Plant height (cm)	Root length (cm)	Root diameter (mm)	Shoot weight (g)	Root weight (g)
BBR ²	0	10.0	30.3	12.5	28.6	25.7	49.6
	3	10.0	29.5	12.7	28.1	26.1	54.2
	5	10.1	31.9	12.2	31.0	28.3	57.5
	7	9.2	27.5	10.8	24.9	19.5	35.5
SHJ	0	10.1	31.9	10.9	26.9	28.2	42.3
	3	10.0	32.3	12.7	27.3	27.0	46.2
	5	11.5	33.4	12.5	31.5	37.1	60.7
	7	10.2	29.1	10.2	25.2	26.2	39.3
LSD 0.05	between cvs	0.68	NS	NS	NS	NS	NS
	between trt	0.97	NS	2.18	3.93	NS	17.53

²BBR : Bibary, SHJ : Shin Heugjeon.

Table 7. Effect of calcium foliar application on the leaf number, plant height, root height, root diameter and root weight in carrots harvested in Dec.

Cultivar	Folia supply (times)	Leaf No. (ea)	Plant height (cm)	Root length (cm)	Root diameter (mm)	Shoot weight (g)	Root weight (g)
BBR ²	0	11.7	47.8	20.3	43.9	49.6	170.3
	3	12.0	36.0	18.2	48.7	54.0	213.1
	5	11.8	34.0	16.5	47.8	43.9	196.2
	7	11.3	32.4	15.8	43.0	41.4	150.0
SHJ	0	11.9	40.1	17.2	48.1	66.2	192.6
	3	12.4	40.2	18.2	49.1	63.6	219.0
	5	12.0	36.7	16.2	46.8	54.3	181.0
	7	12.2	36.1	15.6	43.6	49.4	154.9
LSD 0.05	between cvs	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	between trt	NS	NS	2.18	3.55	NS	33.00

²BBR : Bibary, SHJ : Shin Heugjeon.

별 차이가 없었고 초장은 신희전이 비바리보다 커지는 경향을 보였으며 처리간에는 두 품종 모두 처리횟수가 많을수록 작아지는 편이었다.

초장과 근경, 근중은 12월 수확때보다 지상부, 지하부 생육이 증가하였으나 품종간, 처리간에는 유의성이 인정되지 않았다(Table 8).

2월 수확인 경우는 근중은 품종간에는 비바리가 신희전보다 약간 무거운편 이었으나 처리간에는 두 품종 모두에서 처리횟수가 많을수록 감소하는 뚜렷한 경향을 나타내었다(Table 9).

Fig. 1은 칼슘처리에 의한 당근 뿌리가 알루미늄 흡수정도를 나타낸 것인데 칼슘을 처리한 것은 처리하지 않은 것에 비해 흡수량이 감소되는 편이었다.

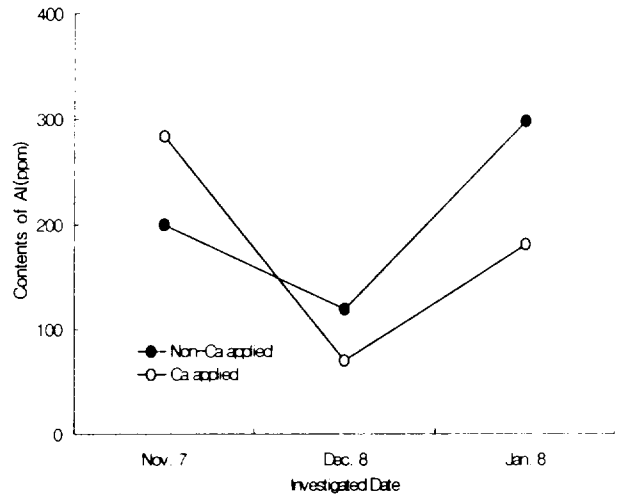


Fig. 1. Effect of calcium-soil application on Al absorption from carrot roots.

Table 8. Effect of calcium-foliar application on the leaf number, plant height, root height, root diameter and root weight in carrots harvested in Jan.

Cultivar	Folia supply (times)	Leaf No. (ea)	Plant height (cm)	Root length (cm)	Root diameter (mm)	Shoot weight (g)	Root weight (g)
BBR ²	0	12.1	32.2	17.5	50.9	37.3	245.4
	3	12.1	34.1	18.1	52.3	41.7	259.6
	5	11.0	29.0	17.7	49.0	30.6	231.2
	7	11.9	31.5	18.1	50.3	37.3	233.0
SHJ	0	12.6	38.4	18.6	53.7	48.9	268.3
	3	11.7	37.2	17.9	50.9	42.8	243.1
	5	11.9	34.1	18.1	50.9	40.0	256.0
	7	11.6	34.0	17.5	49.2	38.9	226.9
LSD 0.05	between cvs	NS	4.14	NS	NS	NS	NS
	between trt	NS	NS	NS	NS	NS	NS

²BBR : Bibary, SHJ : Shin Heugjeon.

Table 9. Effect of calcium-foliar application on the leaf number, plant height, root height, root diameter and root weight in carrots harvested in Feb.

Cultivar	Folia supply (times)	Leaf No. (ea)	Plant height (cm)	Root length (cm)	Root diameter (mm)	Shoot weight (g)	Root weight (g)
BBR ²	0	12.1	32.2	19.9	55.7	38.7	324.7
	3	12.1	34.1	19.2	55.1	39.5	309.1
	5	11.0	29.0	19.5	55.2	34.2	300.1
	7	11.9	31.5	18.3	49.9	25.4	241.4
SHJ	0	12.6	38.4	19.0	52.7	34.7	279.7
	3	11.7	37.2	20.2	55.5	40.9	319.7
	5	11.9	34.1	20.3	54.4	40.2	293.6
	7	11.6	34.0	19.0	51.5	29.2	256.9
LSD 0.05	between cvs	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	between trt	NS	NS	NS	NS	NS	42.90

²BBR : Bibary, SHJ : Shin Heugjeon.

특히 11월은 약간 증가했으나 12월에 감소했다가 1월부터 약간 증가하는 경향을 보인 것은 처리한 칼슘을 생육중반기부터 흡수하기 시작하여 12월 경에 흡수량이 많아진 결과라 생각되며 그 후 생체내서 저온에 의한 세포벽이 저항성 향상을 위해 흡수된 칼슘 소모량이 많으므로 1월 경에는 칼슘부족에 의한 알루미늄 흡수량이 증가한 것으로 추찰된다.

Fig. 2는 당근 품종별 Ca 처리가 Al 흡수에 미치는 영향을 나타낸 것인데 품종간에는 신희전과 비바리가 흡수량이 많았고 예쁘니는 12월 초순경에는 매우 적은 량을 흡수하였다. 11월에는 두 품종모두가 흡수된 Al 농도가 높았다가 12월에는 흡수량이 극히 감소하였다가 생육후반기인 1, 2월에는 흡수량이 점점 많아지는 추세를 나타내었다. 이는 Al은 식물세포 활력을 감소시킬 뿐만 아니라 세포의 생리적 질서를 파괴하는데 세포액이 Al^{3+} 에 의한 일차적 훼손을 받게되는 첫 부분이 된다(Haug, 1984; Poovaiah, 1985; Wagatsuma, 1984).

이로 미루어볼 때 제주지방에는 아직까지는 당근 재배시 화학비료는 덜주고 유기물 시용이 많아지면 알루미늄 흡수량은 더 이상 증가하지 않을 것으로 판단된다.

적 요

칼슘을 토양살포와 엽면시비를 했을 경우 당근 뿌리의 알루미늄 흡수량을 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 토양살포의 경우 12월 수확부터는 지상부생육이 촉진되었는데 엽수는 신희전이 증가하는 편이었고 처리간에는 오히려 Ca 함량이 많을수록 감소하였다.
2. 다량원소 함량의 경우는 품종간에는 '신희전'이 많았으나 Mg와 K 함량은 '신희전'과 '비바리'는 Ca 시비량이 많을수록 감소하였고 '예쁘니'는 3,000kg/10a에서 훨씬 증가하였다.
3. Al 흡수량은 무처리구에서는 '비바리'가 많았으나 '신희전', '비바리'는 Ca 처리량이 많을수록 감소하였지만 '예쁘니'은 오히려 증가하는 반대의 경향을 나타내었다.
4. 당근이 생육상태는 시기별로 차이를 보였으나 토양 살포한 것보다 엽면시비한 것이 생육이 양호하였고 품종간 차이 없이 Al 함량은 적은 편이었다. 이로 미루어 볼 때 제주지방 당근재배지역은 아직까지는 Al 흡수가 기준치에 미달되므로 앞으로 화학비료 사용을 줄이고 유기물 시용이 더욱 필요하다는 결론을 얻을 수 있었다.

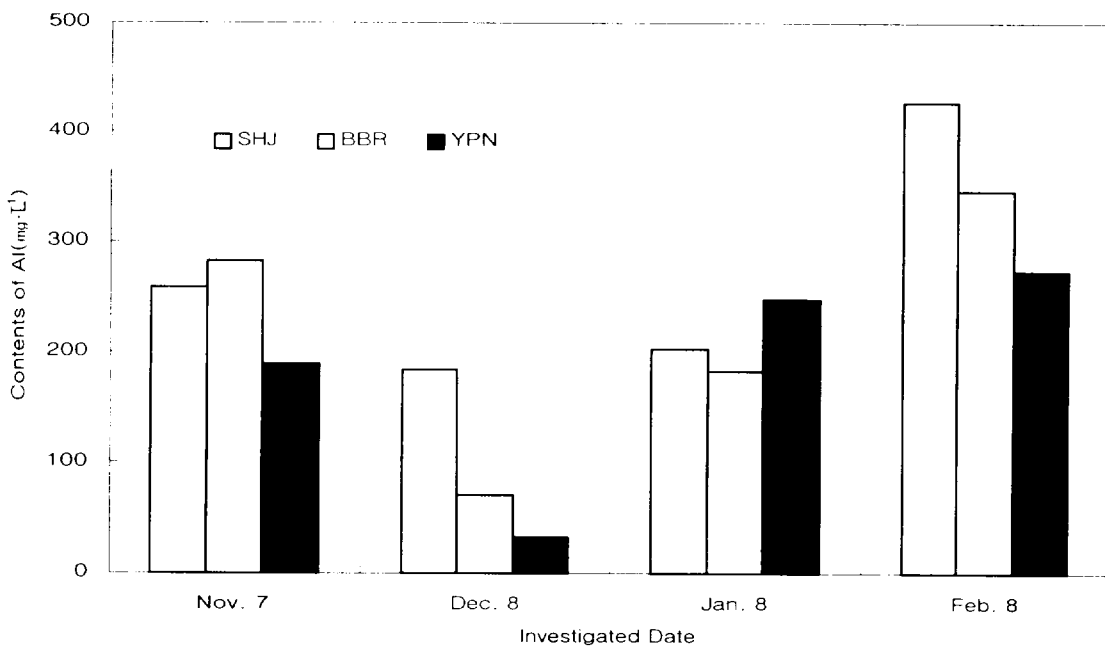


Fig. 2. Effect of calcium-soil application on the Al absorption with carrot cultivars.

참고문헌

1. Evers, A.M. 1989. Effect of different fertilization practices on the glucose, fructose, sucrose, taste and texture of carrot. J. Agri. Sci. in Finland. 2:113-122.
2. Foy, D.C., A.L. Fleming, and W.H. Armiger. 1969. Aluminum tolerance of soybean varieties in relation of calcium nutrition. Agron. J. 61:505-511.
3. Gardner, F.P., R.B. Pearce, and R.L. Mitchell. 1985. Physiology of crop plants. p 327. Iowa State Univ. Press. Ames. Iowa.
4. Haug, A. 1984. Molecular aspects of aluminum toxicity. CRC Crit Rev. Plant Sci. 2:345-373.
5. Hur, T.H., Y.B. Park, J.L. Chang and K.T. Kim. 1997. Effect of weathered sandy shell application on growth, vitamin A and sugar contents of carrot. J. KOR. Soc. Hort. Sci. 38(2): 93-97.
6. Junping, chen, E. I. Sucoff, E. J. Stadelmann. 1991. Aluminum and temperature alteration of cell membrane permeability of *quercus rubra*. plant physiol. 96: 644-649.
7. Olymbiose, C. 1973. Physiological studies on the growth and development of the carrot (*Daucus carota L.*). PhD Diss., University of London.
8. Orzolek, M.D and R.B. Carroll. 1978. Yield and secondary root growth of carrots as influenced by tillage system, cultivation and irrigation. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103:236-239.
9. Park, Y.B., and K.T. Kim. 2001. Effect of seeding time on growth, contents of β -carotene and sugars of carrots in Jeju Island. Kor. Hort. Sci & Techol. 19:22-28.
10. Poovariah, B.W. 1985. Role of calcium and calmodulin in plant growth and development. Hortscience. 20:347-352.
11. Reuss, J.O. 1983. Implications of the calcium-Aluminum exchange system for the effect of acid precipitation on soils. J. Environ. Qual. 12: 591-595.
12. Rubatzky, V.E., C.F. Quiros, and P.W.Simon. 1999. Carrots and related vegetable Umbelliferae. CABI Publishing, Uni. of Wisconsin USA. p:162.
13. Wagatsuma, T. 1984. Characteristics of upward translocation of aluminum in plants. Soil Science and Plant Nutr. 30: 345-358.
14. Xiao, J.Z., E. succott, and E.J. Stadelmann. 1987. Al^{3+} and Ca^{2+} alteration of membrane permeability of *quercus rubra* root cells. plant physiol. 83: 159-162.
15. 광창길 외. 2002. 한국작물생리장애도감. 한국농업정보연구원 p.303-303.
16. 변종영 · 이석순 · 최관삼 · 강성모. 2000. 신고 작물생리학. 향문사. p:80-83.
17. 이흥석 외. 1994. 콩 유전육종 및 재배생리. 서울대학교출판부 p.313.
18. 제주도. 2000. 제주도 통계연보.
19. 조성진 · 박천서 · 엄대익. 1991. 삼정 토양학. 향문사 p. 152-185.
- 20.菅原友太. 1963. 葉面撒布にする 最近の諸問題. 農業と園藝. 28: 925-930.
21. 高橋英一, 奥田東. 1961. 大麥, トマト, 20日大根, ネギ, 白菜の生育はらびに 養分吸収に 及ぼすケイ酸缺除の影響. 日土肥誌. 32:623-626.