

잎들깨의 연작에 따른 생장특성과 엽내 무기원소의 함량변화

하상영* · 박선일

동아대학교 생명자원과학대학

Growth Characteristics and Change of Inorganic Element in the Leaf of Perilla by Replanting.

Sang-Young Ha^{*} and Sun-Il Park

Faculty of Natural Resources and Life Science, Dong-A University, Pusan, 604-714, Korea.

Abstract

This study was conducted to elucidate the growth characteristics and change of inorganic element in the leaf of perilla by replanting. The replanting injury in the height of perilla appeared from the 2nd and 3rd year after replanting, and the sickness of soil occurred from the 4th year. Number of node of perilla by replanting was significantly affected to the middle stage of growth, but was similar at the latter stage of growth. Weight of a leaf was the highest at the 1st and 2nd year, and decreased with the replanting. Also, the rate of dry leaf decreased with the replanting. In the content of inorganic element of the perilla leaf by replanting, N in the leaf increased with the replanting, and K and S decreased. However the content of Ca, Cu and Mn did not affected to replanting.

Key words – Soil sickness, Perilla, Inorganic element, Continuous cropping.

서 론

작물의 무기양분은 물에 녹는 염류로서 토양 이온 또는 다른 원소와 결합한 이온의 형태로 뿌리의 끝부분의 근모대에서 발생한 뿌리털에서 흡수된다. 뿌리털의 세포는 이들의 이온을 모두 흡수하는 것이 아니고 능동적 용질흡수설(theory of active solute absorption), 담체설(carrier theory)[34] 그리고 선택흡수(selective absorption)[32,34]의 능력을 가지며, 일단 흡수된 무기양분은 세포에서 밖으로 나가는 것이 제한된다. 뿌리세포의 이와 같은 성질은 그

원형질막이 가진 특성에 기인하는 것이며 세포의 공통된 성질이다. 처음에는 일반세포의 원형질막의 투과성의 연구가 많이 이루어졌고 그 결과 뿌리에 의한 물질 흡수의 기구가 차차로 명확히 되었는데, 재배농의 입장에서는 수확중대, 품질양호, 소득중대 때문에 계속 연작의 필요성을 갈망하고 있으나, 연작을 할 때에는 작물의 생육이 뚜렷하게 나빠지는 일이 있는데, 이것을 기지(Soil sickness)라고 한다. 연작에 의해서 기지현상이 나타나는 원인에 대한 연구보고가 많은데 그 원인을 대략 정리하면[6,14,15,17,24, 29,37] ①토양비료분의 소모, ②토양중의 염류집적, ③잡초

*Corresponding author

의 번성, ④토양물리적 성질 악화, ⑤토양선충의 피해, ⑥유독물질의 축적, ⑦토양전염의 병해 등의 요인에 의한 피해라 할 수 있다.

그러나 연작지에서도 처음 재배지와 같이 작물을 심기 전년에 청초를 넣어 예정지를 관리하면[13,23] 연작장해가 양분결핍에 의해 일어난다고 보기는 어렵다고 하였고, 일부 시설화훼 재배지 토양은 양분이 오히려 과다하게 축적되어 있는 경우도 있고[12], 더욱이 우리나라 토양에는 모래의 영향으로 산성토양이 상존하며 작물과 토성에 따라서는 붕소 등의 미량원소 결핍이 우려되기도 한다. 이러한 측면에서 산업부산물을 토양개량제로 활용하여 산성토양에서의 알루미늄 독성과 같은 작물의 생리장해를 최소화하고 각종 양분을 균형공급 한다는 것은 작물생산의 안정화에 매우 바람직한 일로 볼 수 있다[10,11,35]. 그러나 다량의 화학비료 사용은 토양을 황폐화시킬 뿐 아니라 지표수의 부영양화나 지하수의 오염을 초래하게 된다. 따라서 환경 친화형 영농체계의 구축은 우리 농업이 직면한 중요 과제이다[8]. 유기질의 부족에 의한 토양산성화에 의한 피해작용[2], 토양과 식물체로부터 무기양분의 용탈에 의한 양분순환계 교란[31], 생육 및 수량감소[9], 표피세포와 엽육세포 및 유관속의 장애에 의한 생리적 교란, 기공 조직과 잎표면 wax층의 유실로 인한 수분조절의 이상[1], 엽록소 감소[20,26]등 다양하다. 그 원인은 주로 토양내의 유기물의 부족에 의한 토양의 산성화와 근간의 산성비의 요인도 추가 되리라 사료된다.

이와 같이 연작에 의한 피해와 유기물의 부족에 의한 토양 물리적인 성질변화 등 기타 여러 요인에 의하여 지지현상의 발생이 있다. 따라서 유기물의 시비와 양이 문제가 되리라 사료되나, 유기물이 부식화되면서 필요한 무기화의 요건은 C/N율, 수분, pH, 온도 및 통기 조건에 따라

좌우 될 수도 있다[4,22,28,38]. 토양의 산화층에서는 일부 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 가 탈질 작용으로 대기권으로 휘산되는 경우가 있으니, 유기질 비료의 시비방법도 심층시비로써 퇴비의 효율을 높여 주어야 된다. 그로 인하여 재배작물의 품질과 인간에 대한 기호를 높일 수 있는 항목과 측정기구 개발 과정 향상에 관한 연구가 많이 수행되고 있다[5,7,18,19].

따라서 본 연구는 잎들깨의 연작년수에 따른 생장의 특성을 조사하고 채엽한 연작년수에 따른 엽을 분석하여 연작에 의한 피해정도 및 감수량을 알면 연작 피해인 지지현상을 막을 수 있는 방법을 개발할 수 있는 기초자료를 얻고자 본 실험을 실시하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험은 1997년 11월부터 1998년 4월까지 부산광역시 강서구 대사리 일원 소재 잎들깨 재배농장에서 재배년수 1년에서 재배년수 5년까지의재배농이 재배하고 있는 비닐 하우스를 임대하여 수행 하였으며, 잎들깨 공시 품종은 재배농이 선택한 재래종을 사용하였다. 토양은 낙동강 하구 의퇴적토의 사양토의 경지를 사용하였으며 공시 토양의 각각 연작 년수에 따른 토양의 조건은 Table1과 같다.

식물재배 및 관리

잎들깨의 재배상은 재배농의 관리에 편리하도록 이랑의 폭을 1m로 하고 길이는 하우스에 따라 다르며 연작년수에 따라 1997년 9월 26일 파종하여 재배면적의 생장정도의 평균치에 3곳에 3반복 난괴법(randomized block design)으로 시험구를 설치하였으며, 비배관리는 재배농에 의하여 관리하는 관행법에 준하여 관리하였다.

Table 1. The chemical analysis of public soil by replanting

Planting years	pH (1:5)	EC (ds/m)	$\text{NH}_4\text{-N}$ (mg/kg)	$\text{NO}_3\text{-N}$ (mg/kg)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)	Fe_2O_3 (%)	CaO (%)	MgO (%)	SiO_2 (%)	L.O.T (%)	O.M (%)
1year	6.38	0.113	-	35	0.39	2.97	5.17	1.45	1.46	67.96	5.88	0.91
2year	6.32	0.128	-	47.5	0.91	3.14	4.53	2.13	1.27	68.29	6.50	1.80
3year	6.34	0.124	1.5	45	0.75	3.21	4.15	1.98	1.21	67.86	5.49	1.32
4year	6.31	0.063	-	20.5	0.46	3.15	5.06	1.50	1.40	67.08	5.56	0.85
5year	6.56	0.141	-	40.5	0.57	3.31	4.89	1.69	1.14	65.42	6.89	2.90

생장조사

생장조사는 1998년 2월 4일에 1회 조사하였고 그후부터는 매 20일 마다 총 5회 조사를 하여 생장의 정도를 비교하였으며, 조사기준 및 방법은 농사시험 연구조사기준에 의하여 실시하였다. 연작에 따른 잎들깨의 초장, 마디수, 1엽의 무게, 엽의 건물비율, 엽에 함유한 무기원소의 양을 조사하여 연작 피해의 정도를 알고자 하였다.

시료의 분석

엽의 분석은 5회에 걸쳐 채엽한 엽 중 엽의 건물비율을 조사하고 난 건조한 엽을 냉장고에 저장하였다가 같은 양의 엽을 혼합, 마쇄하여 시료로 사용하였다. 시료의 분석은 기초과학지원연구소 부산 분소에서 분석기기 ICP-ACS, EA, XRF에 의하여 분석하였다. 공시토양의 채취 및 전 처리는 농사시험연구 조사기준에 의하여 준비하였다.

결과 및 고찰

생장정도

잎들깨의 일반 관행법에 의하여 재배한 1년에서 5년까지의 연작재배에 생장일수에 따른 생장의 정도를 DUNCAN의 다중 검정에 의한 통계처리는 재배 2년부터 모든 연작에 유의성이 인정되었다.

잎들깨의 재배년수 1년에서 5년까지의 연작에 따른 생장곡선은 Fig. 1과 같으며, 재배 년수 1년에 생장일수 140일에는 65.97 cm였으나, 생장일수가 많아짐에 따라 생장의 정도는 증가하였으며, 생장일수 220일에는 116.77 cm로 연작에 따른 초장이 제일 컸고 생장곡선의 생장계수 $R^2=0.9985$ 로 연작에 따른 생장에서는 1년재배지에서 생장계수도 제일 컸다.

연작 2년, 3년의 생장의 정도는 연작 1년에 비하여 작아졌고, 연작 3년은 2년에 비하여 초장은 작은 경향이 있으나 Fig. 1에서 보는 바와 같이 1년에 비하여 작고, 경향은 1년에 평행하게 성장함을 볼 수 있다. 2년, 3년의 생장 경향도 평행함을 볼 수 있으나 전술 한 바와 같이 3년의 생장이 작은 상태로 평행을 유지하고 있다.

연작 4년은 생장일수 160일에 초장이 57.43 cm로 연작 3년 초장 58.87 cm와 비슷하게 성장하였으나 생장일수 180일부터 연작 4년에서 초장의 생장이 지연되는 현상이 나

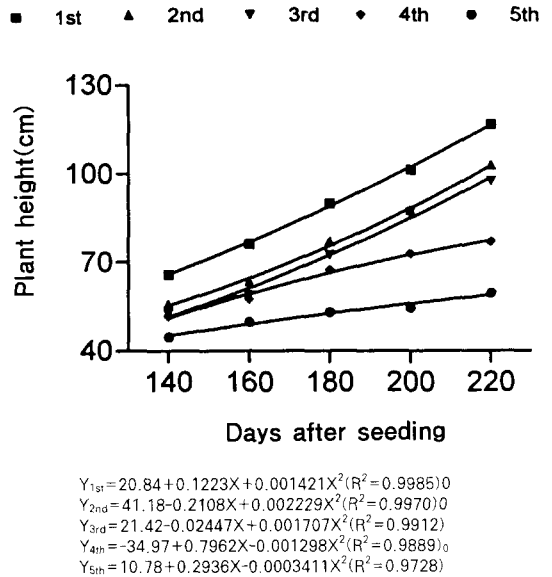


Fig. 1. The growth curve according to perilla replanting 1st, 2nd, 3rd, 4th and 5th were replanting years.

타나고 생장일수 220일에는 연작 3년에 초장이 97.58 cm에 비하여 4년은 76.97 cm로 초장의 생장이 급속히 작아지는 현상이 나타나고 있다.

연작 5년에서는 생장일수 140일에 1년 연작의 초장이 65.97 cm에 비하여 3분의 2정도인 44.73 cm로 초장이 작았다. 성장함에 따라 연작 5년은 생장의 지연이 가속화되어 생장일수 220일에서는 1년의 초장이 116.77 cm에 비하여 59.47 cm밖에 되지 않아 약 반정도 성장함을 알 수 있다.

이상의 결과에서 잎들깨의 연작의 피해인 기지현상은 2년부터 발생한다고 하겠으나 생장곡선에서 보면 생장의 정도의 차이는 있으나 치명적인 기지현상 즉, 연작의 피해는 재배년수 4년부터이고 5년이 되면 1년에 비하여 초장이 반정도 성장하는 것으로 판단된다.

연작의 피해는 여러 요인이 있다하겠으나 그 기본적인 것이 생리장해라고 할 때는 정상적인 생리가 아닌 상태를 말하므로 그 요인에 관계없이 포함되어야 할 것이며 대표적인 장해요인은 내적요인 중 영양장해와 대사장해라 하겠다[33]. 인삼의 경우 초작지나 연작지의 토양에 무기성분 함량의 차이가 없는 것[30,36]으로 보아 토양내 무기성분 함량이 연작장해의 원인이라고 볼 수 없을 것 같다. 채

소의 경우에 연작장해의 주원인이 염류축적으로 알려져 있고 또 pH저하 및 토양물리성 악화로 연작장해가 일어날 수 있다고 하였다[40].

생장에 따른 마디수

잎들깨의 일반 관행법에 의하여 재배한 1년에서 5년까지의 연작재배에 생장일수에 따른 마디수의 정도를 DUNCAN의 다중 검정에 의한 통계처리는 연작 2년 생장일수 160일과 연작 3년 생장일수 140일 및 160일, 연작 4년 생장일수 140일 및 160일 그리고 180일과 연작 5년은 조사일 모두에서 연작에 대한 마디수에 유의성이 인정되었다.

잎들깨의 재배년수 1년에서 5년까지의 연작에 따른 마디수는 Fig. 2와 같으며, 재배년수 1년 및 연작 2년에서 생장일수 140일에서 마디수가 약 9개로 비슷하였고 마지막 조사일수인 220일까지 계속 비슷한 마디수를 지속하였다.

연작 3년의 생장일수 160일까지는 마디수가 떨어졌으나, 생장일수 180일부터는 재배년수 1년과 연작 2년과 마디수가 같은 수준이었으나 생장후기에는 오히려 마디수가 많아지는 경향이 있다. 연작 4년은 3년과 비슷한 경향이 있으나 조사횟수가 1회 낮은 생장일수 200일 및 220일에 마디수가 재배년수 1년과 연작 2, 3년과 같은 마디수가 형성되는 경향이 있다.

그러나 연작 5년은 생장일수 140일에 마디수가 1년에 비

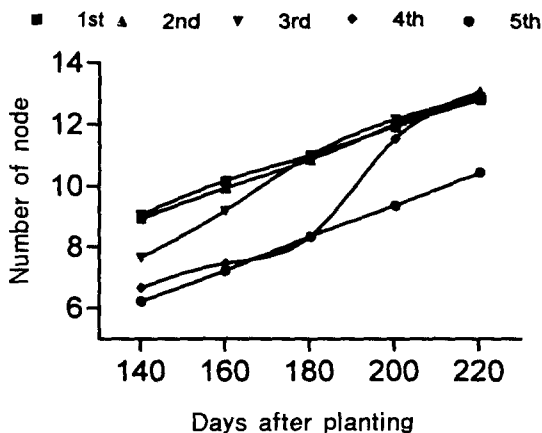


Fig. 2. Number of node according to perilla replanting 1st, 2nd, 3rd, 4th and 5th replanting years.

하여 3분의 2정도인 6.23개이고 생장일수 220일에는 10.43개로 1년의 12.80개보다 대단히 적은 수의 마디수를 발생하여 초장에 비하여 마디의 절간이 짧아지는 현상이 있고 또 소득이 될 수 있는 엽수는 3년이후부터 생장 초기는 적어졌다가 생장후기는 비슷한 마디수를 형성하나 연작 5년은 생장초기부터 끝까지 마디수가 적음을 알 수가 있다.

마디의 절간의 길이는 재식거리의 밀도에 의하여 밀도가 높으면 웃자람에 의한 마디간의 절간이 길어지는 현상이 있으나 재료 및 방법에서 제시한 바와 같이 재식거리가 같으므로 웃자람에 의한 것은 아닌 것으로 판단되고, 이는 연작에 의한 초장에서 설명한 내적요인중 영양장해와 대사장해[33]가 연작에 의한 마디수 및 절간의 길이의 생장속도에 큰 영향을 미침을 알 수 있다.

1엽의 무게

잎들깨의 일반 관행법에 의하여 재배한 1년에서 5년까지의 연작재배의 생장일수에 따른 1엽의 무게를 DUNCAN의 다중 검정에 의한 통계처리는 재배 2년부터 모든 연작에 1엽의 무게에 유의성이 인정되었다.

재배년수 1년에서 5년까지의 연작에 따른 1엽의 무게의 정도는 Fig. 3과 같으며, 재배년수 1년에 생장일수 140일의 1엽의 무게를 보면 1년은 1.76gr, 2년, 3년 1.53gr, 4년 1.28gr, 5년 1.49gr으로 2년부터 1엽의 무게가 적어지는 현상이 발생하고, 생장일수 160일부터 220일까지 조사기간 중 1엽의 무게가 재배년수 즉 연작의 횟수가 많을수록 1엽의 무게가 가벼워졌고 특히 연작 5년의 생장일수 220일의 1엽의 무게가 1.13gr으로 제일 가벼웠다.

이[25]등은 생엽중은 채엽수가 많을수록 낮아졌다고 하였는데 이는 동화량이 저하된 것이 원인이라고 생각된다. 이는 본 시험과 같이 연작에 따른 토양내의 염류축적[40]에 의한 동화량의 감소와 채엽에 의하여 1엽의 무게가 감소된 것으로 판단된다.

엽의 건물비율

잎들깨의 일반 관행법에 의하여 재배한 1년에서 5년까지의 연작재배에 생장일수에 따른 엽의 건물비율의 정도를 DUNCAN의 다중 검정에 의한 통계처리는 생장일수 160일부터 연작 3년, 4년, 5년과 생장일수 180일부터 연작 2년이 마지막 조사 220일까지 모두 연작에 대한 엽의 건물비율에 유의성이 인정되었다.

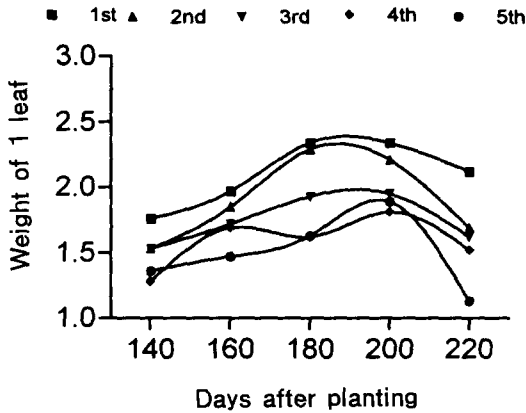


Fig. 3. Weight of 1 leaf according to perilla replanting 1st, 2nd, 3rd, 4th and 5th were replanting years.

재배년수 1년에서 5년까지의 연작에 따른 엽의 건물비율은 Fig. 4와 같으며, 재배년수 1년은 성장일수 140일에서 2년보다 건물비율이 낮은 경향이 있으나 성장일수 160일부터는 다른 연작에 비하여 건물비율이 제일 높았고 특히 성장일수 200일에서는 16.30%로 건물비율이 제일 높았다. 연작 2년은 성장일수 140일에서 14.88%로 건물비율이 제일 높았고 성장일수 180일까지는 직선적으로 떨어져 13.28%에서 성장일수 200일에서는 건물비율이 15.10%로 높아졌다가 다시 220일에는 13.04%로 떨어졌다. 연작 3년

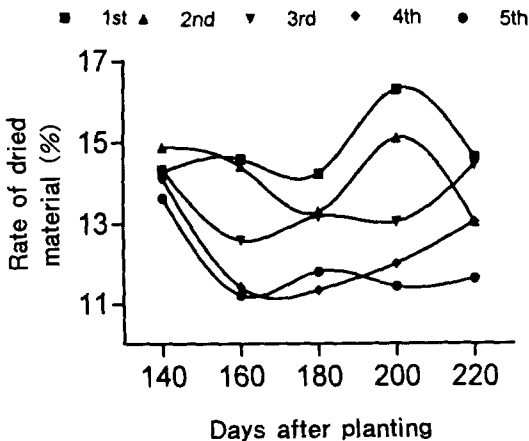


Fig. 4. Rate of dried leaf according to perilla replanting 1st, 2nd, 3rd, 4th and 5th were replanting years.

은 다른 연작에 비하여 성장일수에 따른 건물비율의 차이가 별로 없이 13%에서 14%의 내에 있으며, 연작 4년에는 성장일수 140일에 14.11%로 제일 높고, 성장일수에 따라 11%, 12%, 13%대로 건물비율이 증가하는 현상이 있고, 연작 5년에는 성장일수 140일에서 13.63%로 제일 높고 그 후의 성장일수에서는 모두 11%대의 낮은 엽의 건물비율이었다.

엽의 건물비율은 생장 환경조건에 따라 차이가 생길 수 있을 것이다. 즉, 순수 동화량이 많아서 생장의 촉진효과를 건물에 비출 수 있고 또한 토양적 조건이 순수 동화량을 증가시킬 요인으로 김[16] 등은 토양에 부식물 30%로 혼합한 토양에서 토마토 엽의 건물 중이 제일 높았다고 하였으며, 고추에서는 미생물 부숙퇴비의 20%구에서 가장 건물비율이 많았다고 하였는데 이는 생장할 수 있는 토양의 물리적 조건과 무기원소에 조건이 알맞기 때문에 건물비율이 증가하는 것으로 판단되므로 본 시험에서도 연작 년수가 작을수록 엽의 건물비율이 많은 것으로 판단된다.

엽에 함유한 무기원소의 변화

앞에서 표시한 Table 1의 공시토양에서 축성재배한 엽의 무기원소 분석결과는 Table 2와 같다.

연작에 따른 엽에 함유한 무기원소의 변화 경향을 보면 N, Na와 같이 연작 연수가 많으면 함유량이 증가하는 경향이 있는데 재배년수 1년에 함유량이 3.13%였으나 연작이 계속됨에 따라 함유량이 증가하는 경향은 재배농이 연작의 피해를 우려하여 유기물의 비료를 증시한 결과가 아닌가 판단되며, Na의 경우도 대체적으로 N과 같은 경향이 있으나 연작 5년에 5254.0 PPM의 함량은 추후 규명되어야 할 것으로 사료된다. 또 한편은 연작이 계속됨에 따라 함유량이 감소되는 경향은 K, S, Mo, Al으로 연작 1년에 비하여 연작이 계속됨에 따라 함유량이 감소되는 현상으로 K는 재배년수 1년에 5.07% 함유하였으나 연작이 계속됨에 따라 함유량이 줄어들다가 연작 5년에 2.86%의 함유로 줄어들었고, S의 경우도 1년에 0.78%였으나 5년에는 1년에 절반이 안되는 0.35% 함유하였으며, Mo, Al, K, S와 같은 경향이였다.

또 하나는 연작이 5년이 계속되더라도 함유량의 변화가 일어나지 않은 것은 P, Ca, Zn이며 P의 경우는 0.34%

Table 2. the included inorganic element quantity in perilla by replanting

Planting years	N (%)	P (%)	K (%)	S (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Mo (ppm)	Al (ppm)	Na (ppm)
1year	3.13	0.42	5.07	0.78	1.88	0.62	356.0	85.48	235.8	65.08	30.19	356.8	123.4
2year	3.49	0.34	3.30	0.46	1.86	0.28	390.7	445.0	74.54	55.56	25.31	491.4	234.3
3year	3.37	0.45	3.52	0.43	1.93	0.49	489.2	157.3	192.5	56.75	21.92	264.9	159.5
4year	3.75	0.44	3.13	0.37	2.27	0.52	177.3	74.64	76.26	62.06	22.51	110.1	165.5
5year	4.04	0.39	2.86	0.35	1.79	0.34	236.3	143.4	105.2	50.90	17.28	194.1	5254.0

에서 0.45%이고, Ca는 1.79%에서 2.27%이며, Zn은 50.90 PPM에서 65.08 PPM으로 다른 무기원소에 비하여 연작에 따른 함유량의 변화가 많지 않았으며, Mg, Cu, Mn은 연작 5년간내에서 어떤 경향이 있지 않고 연작년수에 따라 함유량의 변화가 심한 편이다. 예로써 Mg의 경우 재배년수 1년에 0.62%이 2년에는 0.28%이다가 3년에는 배에 가까운 0.49%로 증가하는 현상은 비료의 선택의 차이로 판단된다. Fe의 경우는 연작 3년의 연작 1년, 2년, 4년, 5년에 비하여 많이 함유한 것도 같은 경우라 사료된다.

본 시험의 공시 토양의 pH는 pH 6.31에서 pH 6.56으로 김[21]은 pH의 적정값은 pH 6.5, 坂上 修[39]은 pH 5.5에서 pH 7.0범위라 하였는데 본 실험과 일치하였고, 공시 토양의 EC(electrical conductivity)가 작은 것은 4년에서 0.063ds/m, 많은 것은 0.141ds/m 로 표준 EC인 0.3ds/m 보다 연작 횟수 전부가 작으므로 무기원소의 결핍이므로 표준시비량보다 많은 시비를 해야하고, 0.3ds/m 씩 높아지면 표준 시비량에서 20%씩 줄여 시비하고, 1.5ds/m에서는 시비를 할 필요가 없고, 1.8ds/m 이상이면 염류물 제거해야 한다[27].

토양내의 적정 부식함량은 3%이나 공시토양의 부식함량은 1년 0.91%에서 5년 2.90%로 연작 5년은 어느 정도 적절한 함량이었으나 그 외의연작 토양은 부식함량이 부족한 상태로 유기질비료의 첨가가 요망된다. 연작 5년의 엽에 N의 함량이 많은 것은 공시토양의 부식함량의 증가에 의한 것으로 판단되며, 2년, 3년의 연작에서 NO₃-N의 용탈에 의하여 흡수가 덜된 것으로 판단된다.

Mg는 연작에 따른 엽의 함유량은 차이는 있으나 연작이 많을수록 함유량이 적어지는 경향은 배[3]에 의하면 앞들깨의 엽 속에 Mg²⁺이온이 많이 축적될수록 성장속도가 빠름과 일치한다.

요 약

앞들깨의 연작 재배에 따른 생장의 특성과 채엽 내의 무기원소의 변화에 미치는 연작의 피해를 알기 위한 시험 결과를 요약하면, 초장의 생장은 2년, 3년부터 연작의 피해가 있으나 기지현상은 4년부터이며, 마디수는 생장 중기까지는 차이가 있으나 생장 후기는 연작 5년을 제외하고 비슷한 결과이다. 1엽의 무게는 연작 1년, 2년의 무게가 제일 무겁고 생장 중기 및 생장 후기는 연작 횟수가 많을수록 가볍다. 엽의 건물비율은 연작이 많을수록 건물비율이 많다. 채엽 내의 무기원소의 함유량은 공시토양의 영향을 받으며 N은 연작할수록 함유량이 증가하는 원소가 있고, K, S와 같이 연작할수록 함량이 적어지는 현상과 Ca와 같이 연작에 관계없이 함량이 비슷한 원소, Cu, Mn과 같이 연작에 관계없이 함유량이 불규칙한 4종류의 함유량의 경향이 있다.

감사의 글

이 논문은 농림수산 특정 연구비(1998년도)의 지원에 의하여 이루어졌으며 이에 감사사를 드립니다.

참 고 문 헌

1. Adams, C. M. and T. C. Hutchinson. 1984. A comparison of the ability of leaf surfaces of three species to neutralize acidic rain drops. *New Phytol.*, **97**, 463-478.
2. Adaros, G., H. J. Weigel, and H. J. Jaeger. 1988. Effect of sulphur dioxide and acid rain alone or in combination on growth and yield of broad bean plants. *New Phytol.*, **108**, 67-173.

3. Bae, K. S., D. D. Sung and D. S. Chung. 1998. Small Metal Ion Effect on The Harvest of Perilla Leaves in Agriculture. *Korean Journal of Life Science.*, **8(6)**, 702-710.
4. Bartholomew, W. V. 1965. Mineralization and immobilization of nitrogen in the decomposition of plant and animal residues. pp. 285-306 In Soil Nitrogen (edited by W. V. Bartholomew, and F. E. Clark) Am, Soc. Agron. Madison Wisconsin.
5. Cheong, J. I., S. Y. Lee and J. H. Kim. 1995. Comparison of Rice Yield and Grain Quality characteristics between Mature and Reclaimed Paddy Fields in Honam Plain Area. *Korean Journal of Crop Science.*, **40(3)**, 382-390.
6. Cho, J. Y., S. H. Yoon and E. W. Lee. 1998. Cultivatology. Hyang moon sa.
7. Choi, H. C., J. H. Chi, C. S. Lee, Y. B. Kim, and S. Y. Cho. 1994. Varietal and Locational Variation of Grain Quality Compoments of Rice Produced in Middle and Southern Plain Areas in Korea. *Korean Journal Crop Science*, **39(1)**, 15-26.
8. Chung, J. B., D. K. Moon and H. R. Han. 1997. Arbuscular-Mycorrhizae Formation and Nutrient status of cirtus plant in Cheju. *Korean Journal of Environmental Agriculture*, **16(2)**, 181-186.
9. Evans, L. S., K. F. Lewin, and M. J. Patti. 1984. Effects of simulated acid rain on yields of field-grown soy-beans. *New. Phytol.*, **96**, 207-213.
10. Farina, M. P. W., and P. Chanon. 1988. Acid-subsoil ameliration. II. Gypsum effects on growth and sub-soil chemical properties, *Soil Sci. Soc. Am. J.*, **52**, 175-180.
11. Gonzalez-Erico, E., E. J. Kamprath, G. C. Naderman, and W. V. Soares. 1979. Effect of depth of lime incorporation on the growth of com on an Oxisol of central Brazil, *Soil Sci. Soc. Am. J.*, **43**, 1155-1158.
12. Hwang, K. S., S. J. Lee and Y. Kwack, 1993. Study on replanting problems soil amendment of controlled Horticultural field. pp. 537-543. Horticultural experiment station research report.
13. Kim, D. J. 1973. Ginseng cultivation.. II han publishing company.
14. Kim, H. J., S. G. Lee, K. C. Park., Y. R. Jung and D. U. Park. 1984. Report of ginseng research.(division of cultivation) *Korean Ginseng Tobacco Research Institute*, pp.1-54.
15. Kim, H. C., S. G. Lee, K. J. Park., and D. U. Park. 1985. Report of ginseng research.(division of cultivation) *Korean Ginseng Tobacco Research Institute*, pp.3-102.
16. Kim, H. G., B. S. Seo and S. J. Chung. 1997. Effects of Compost Mixed with Microorganism Compost Fermented on the Seedlings Growth of Tomato and Red Pepper. *Korean Journal of Organic Agriculture*, **5(2)**, 129-140.
17. Kim, H. J., S. G. Lee, S. H. Oh and H. T. Kim. 1981. Report of ginseng research.(division of cultivation) *Korean Ginseng Tobacco Research Institute*, pp. 3-19.
18. Kim, K. J and K. H. Kim. 1987. Study on the Physicochemical Properties of Rice Grains Harvested from Different Regions. *Korean Journal of Crop Science*, **32(2)**, 234-242.
19. Kim, K. H and K. H. Yoon. 1994. Varietal Variation of Cooking Quality and Interrelationship between Cooking and Physicochemical Properties of Rice Grain. *Korean Journal of Crop Science*, **39(1)**, 45-54.
20. Kim, T. J., S. S. Lee and B. J. Kim. 1994. Tolerance of Crops to simulated Acid Rain at Vegetative Growth Stage. *Korean Journal of Crop Science*, **39(6)**, 556-563.
21. Kim, Y. W. 1996. Effect and countermeasure of manure on agricultural environment- proble and Inprovable program of Agricultural environment in Korea. *Korean Journal of Environmental Agriculture*, 57-81.
22. Launa, R. D. 1977. Salinity and nitrogen mineralization in soil. *Soil Biol. Biochem.*, **9**, 333-336.
23. Lee, J. G., J. H. Lee and S. H. Oh. 1989. New technique of crop cultivation.(ginseng volume) Myoung Ryoong dong.
24. Lee, J. C., H. J., Bang and S. H., Oh. 1989. Review of studies on Ginseng Replanting problems. *Korean Journal of Crop Science*, **34(Special Issue I)**, 115-120.
25. Lee, J. I., J. K. Bang and H. W. Park. 1989. I. Effects of Defoliation Time and Degree on leaf and Grain Yield. *Korean Journal of Crop Science*, **34(4)**, 390-395.
26. Lee, S. S., T. J. Kim and B. J. Kim. 1994. Tolerance of Rice, Soybean, and Hot Pepper to Simulated Acid Rain at Different Growth Stages. *Korean Journal of Crop Science*, **39(6)**, 548-555.
27. Lee, W. J. 1998. Is the earth woman or man?. Publishing company seowon. pp. 176-178
28. Mayers, R. J. K., C. A. Campbll, and K. L. Weier. 1982. Quantitative relationships between net nitrogen mineralization and moisture content in soil. *Can. J. Soil Sci.*, **62**, 112-124.
29. Oh, S. H., Y. R. Jung, H. J. Kim, K. C. Park and I. H., Lee. 1983. Report of ginseng research. (division

- of cultivation) *Korean Ginseng Tobacco Research Institute*, pp. 3-47
30. Oh, S. H., C. S. Park and Y. R. Jung. 1980. Report of ginseng.(division of cultivation) *Korean Ginseng Tobacco Research Institute*, pp. 5-22.
31. Ownby, J. D. and L. Does. 1985. Growth and mineral status in peanut and sorghum in response to acid precipitation and alminum. *New Phytol.*, **101**, 325-332.
32. Park, J. S., J. Y. Cho, E. W. Lee, D. S., Cho. J. Y., Byun, S. S., Lee and K. S., Choi. 1995. *Crop Physiology*. Hyang moon sa.
33. Park H. 1991. Physiological disorder of *Panax ginseng*. *Korean Journal of Crop Science*, **36(5)**, 459- 480.
34. Rim, H. B., S. B. Beak and W. G. Rim. 1988. The general plantology. Hyang moon sa.
35. Shainberg, I., M. E. Sumner, W. p. Miller, M. P. Farina, M.A. Pavan and M. V. Fey. 1989. Use of gypsun on soils. A review, *Adv. Soil Sci.*, **9**, 1-111.
36. Yu, I. H., I. H. Lee, Y. R. Jung and S. H. Oh. 1981. Report of ginseng. (division of cultivation) *Korean Ginseng Tobacco Research Institute*, pp.20-32.
37. Yu., Y. H., I. H. Lee, Y. R. Jung and S. H. Oh. 1981. Report of ginseng research.(division of cultivation) *Korean Ginseng Tobacco Research Institute*, pp.20-32.
38. Yun, S. G., K. Y. Jung and S. H. Yoo. 1993. Transformation of Nitrogen Derived from Solid Piggery Manure in soil under Aerobic or Anaerobic Incubation Condition. *Journal of Korean Society of Soil Science and Fertilizer*, **26(2)**, 121-126.
39. 坂上 修. 1993. 最新の野葉育苗技術と育苗用機. 農ちゃんび園. **68(1)**, 11-17.
40. 平野曉. 1980. 作物 連作障害. 農産漁村文化協會.