

뿌리혹線虫寄生 程度에 따른 人蔘의 生育 및 無機成分 變化

安龍瀟·吳承煥·金鴻鎮·李舜九

韓國人蔘煙草研究所
(1983년 2월 16일 접수)

Effect of Root-Knot Nematode Infection on Ginseng Growth of Inorganic Nutrients in Ginseng Roots.

Ahn, Y. J., Ohh, S. H., Kim, H. J., Lee, S. K.
Korea Ginseng and Tobacco Research Institute
(Received February 16, 1983)

Abstract

Effect of root-knot nematode (*Meloidogyne sp.*) infection on the growth and quantity of the inorganic substances in 6 year-old ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer) was investigated. Naturally infected 6 year-old ginseng roots were grouped into 3 such as healthy, moderate, and heavy according to the degree of the nematode infection. The roots were sampled in the middle of October, 1980 for chemical analysis.

Growth of roots in terms of fresh weight, dry weight, length and diameter was greatly reduced by the nematode infection.

The content of inorganic substances was different among the various parts of ginseng roots and according to gall index. Phosphorous and nitrogen contents of the healthy ginseng roots were tend to higher than those of the infected ones, whereas calcium was high in infected roots in the order of heavy, moderate, and healthy.

Content of the other inorganic substances was highest in the moderately infected roots, and lowest in the heavy one.

I. 緒 言

人蔘은 日覆下 栽培의 特殊性, 長期間의 栽培, 病·害虫 發生 등으로 因하여 原料蔘 確保에 여러가지 問題點이 提起되고 있는데, 特히 病·害虫로 因하여 더욱 問題가 深刻한 實情이다. 이들 病·害虫中 뿌리혹線虫의 被害는 全國의 으로 3~80%에 이르고 있어¹⁾, 線虫에 對해서는 많이 研究報告되고 있는데 이들 研究의 大部分은 人蔘圃에서의 線虫의 種類 및 防除에 關한 研究^{1,2,3,4)}가 主종을 이루고 있으며, 뿌리혹線虫이 人蔘의 化學的 成分 含量에 미치는 影響에 關한 研究는 거의 없다.

線虫이 寄生한 植物과 健全植物間의 無機成分에 關한 研究는 후추⁵⁾, 파인애플⁶⁾, lima bean^{7,8,9)}, 토마토^{10, 11, 12)}, 감자¹³⁾, 회양목¹⁴⁾, 호두¹⁵⁾, 장미¹⁶⁾, sour cherry¹⁷⁾, 감귤¹⁸⁾, 들완두¹⁹⁾에서 研究報告된 바 있으며, 이들 結果를 綜合하면 作物의 種類, 施肥, 線虫의 種類 및 密度에 따라 反應이 달리 나타나고 있다.

따라서 本 試驗에서는 뿌리혹線虫의 寄生程度에 따른 人蔘의 無機成分 含量 및 生育反應을 調査함으로써 뿌리혹線虫에 依한 被害解析의 基礎資料로 提供하고자 한다.

II. 材料 및 實驗方法

供試人蔘은 6年生 紫莖種(*Panax ginseng* C. A. Meyer)으로 京畿道 抱川郡 蔘圃에서 1980年 10月 中旬에 根瘤指數에 따라 健全, 中被害(根瘤指數: 30~60%), 甚被害(根瘤指數: 100%)로 구분하여 採取하였으며(Fig. 1), 뿌리혹線虫의 体内 成分含量에 依한 影響을 排除하기 위하여 뿌리혹을 除去하였다. 이들 試料는 韓登⁷⁾, 李登¹⁵⁾의 方法에 따라 腦頭(Rhizome), 胴体内層, 胴体外層, 支根内層, 支根皮層, 細根의 6部位로 나누어 生体重을 測定한 後, 熱風乾燥器로 50℃에서 5日間 乾燥시켜 cutting mill로 分碎하여 分析에 利用하였다.

植物体 分析은 乾燥試料 0.5g을 $H_2SO_4-H_2O_2$ 로 濕式分解한 後, 蒸留水로 稀釋, 100ml로 만들어 各 成分을 分析하였다.

窒素는 Kjeldahl法²⁰⁾으로 定量하였고, 磷酸은 Ammonium meta vanadate法²¹⁾으로 比色定量하였으며, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Na는 Atomic absorption spectrophotometer를 使用, 原子吸光 分析法으로 定量하였다.

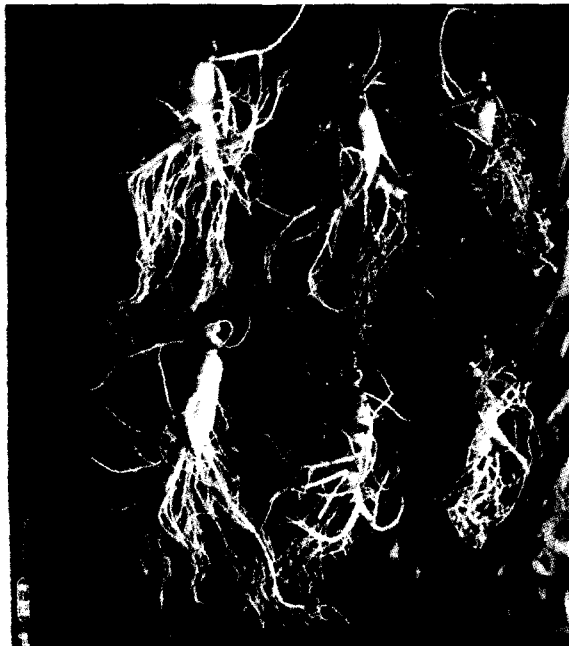


Fig. 1. Root-knot nematode-infected ginseng,
(Left : healthy, Center : moderate, Right : heavy)

III. 結果 및 考察

뿌리혹線虫의 被害程度에 따른 6年生 人蔘根의 生育은 Fig. 2 ~ 4 에 나타낸 바와 같다.

生体重에 있어서는 健全蔘 133.12g, 中被害蔘 114.50g, 甚被害蔘 101.98g 이었으며, 乾物重은 각각 37.96g, 32.45g, 28.71g으로서 뿌리혹線虫 寄生蔘이 健全蔘에 比하여 顯著的한 生育 劣等 現象을 보였다(Fig. 2)

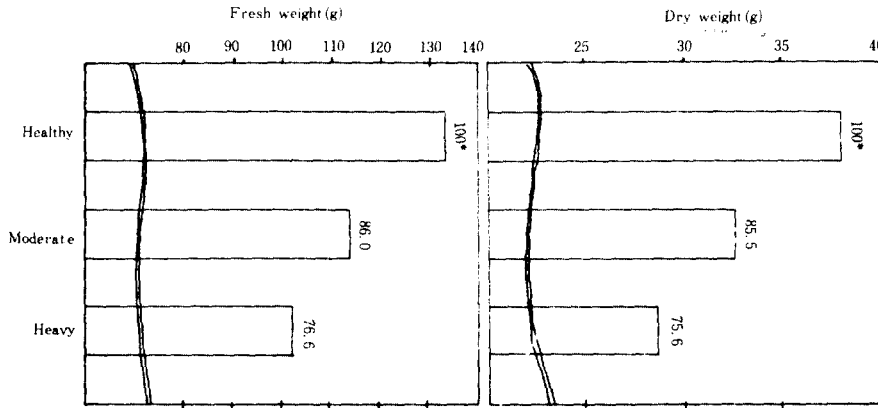


Fig. 2. Effect of infection level of root-knot nematodes on the root weight of 6 year-old ginseng,

*Based on the number in healthy (%)

根長(健全蔘: 27.00cm, 中被害蔘: 24.50cm, 甚被害蔘: 22.04cm), 胴長(健全蔘: 10.90cm, 中被害蔘: 10.78cm, 甚初害蔘: 9.86cm), 根經(健全蔘: 3.58cm, 中被害蔘: 3.55cm, 甚被害蔘: 2.93cm)에 있어서도 根重의 경우와 비슷한 傾向을 보여 뿌리혹線虫 寄生程度가 심할 수록 劣等하였다(Fig. 3 과 4).

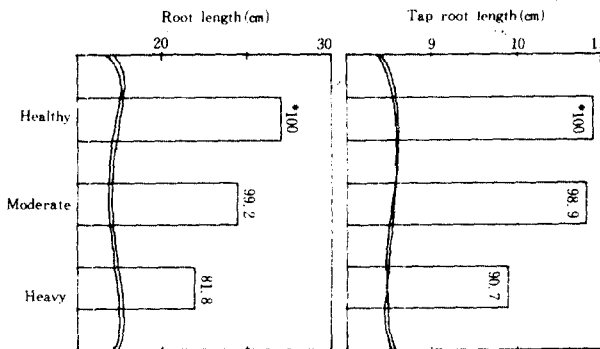


Fig. 3. Effect of infection level of root-knot nematodes on the root length of 6year-old ginseng,

*Based on the number in healthy (%)

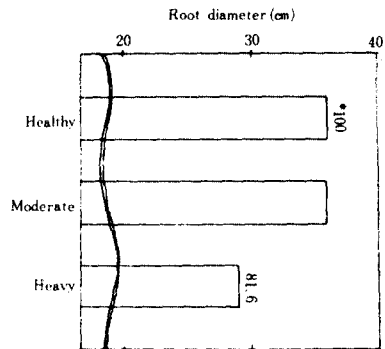


Fig. 4. Effect of infection level of root-knot nematodes on the root diameter of 6 year-old ginseng,

*Based on the number in healthy (%)

Table 1. Effect of root-knot nematode infection level on some nutrients in various parts of 6-year old ginseng root.

Part of ginseng root	%					ppm		
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Na
Rhizome								
Healthy	3.08	1.42	2.48	0.60	0.22	90.0	60.0	856.7
Moderate	3.00	1.37	3.11	0.86	0.23	110.0	60.0	540.0
Heavy	2.18	1.20	2.72	0.96	0.19	120.0	60.0	464.0
CPTR*								
Healthy	2.36	1.12	1.12	0.19	0.13	45.0	30.0	420.0
Moderate	2.50	1.12	1.45	0.31	0.13	45.0	30.0	416.7
Heavy	2.11	0.90	1.37	0.30	0.11	45.0	30.0	242.0
CTR*								
Healthy	1.76	0.56	1.04	0.16	0.11	45.0	30.0	293.3
Moderate	1.88	0.60	1.35	0.23	0.13	45.0	30.0	490.0
Heavy	1.59	0.55	1.24	0.19	0.11	45.0	30.0	300.0
CPLR*								
Healthy	2.50	0.97	1.04	0.10	0.12	45.0	30.0	600.0
Moderate	2.31	0.85	1.11	0.20	0.10	45.0	30.0	346.7
Heavy	2.41	0.81	1.24	0.50	0.10	45.0	30.0	342.0
CLR*								
Healthy	1.71	0.56	1.48	0.12	0.13	45.0	30.0	606.7
Moderate	1.93	0.57	1.53	0.24	0.14	45.0	30.0	381.7
Heavy	1.74	0.53	1.60	0.19	0.13	61.0	30.0	496.7
Fine root								
Healthy	2.13	0.64	2.16	0.15	0.20	180.0	60.0	1323.3
Moderate	2.11	0.64	2.23	0.27	0.21	136.7	60.0	793.3
Heavy	1.76	0.56	0.32	0.22	0.19	246.7	60.0	580.0

*CPTR: Central part of tap root, CTR: Cortex and epidermis of tap root, CPLR: Central part of lateral root, CLR: Cortex and epidermis of lateral root.

뿌리혹線虫 寄生程度와 人蔘의 部位에 따른 無機成分 含量은 Table 1 과 같다.

즉, 뿌리혹線虫의 寄生程度와 人蔘의 部位에 따라 無機成分의 含量이 달리 나타나고 있다. N의 경우 腦頭, 支根內層, 細根에서 健全蔘이 被害蔘에 比하여 그 含量이 높았는데 큰 差異는 없었으나, 被害가 甚해짐에 따라 N의 含量이 적었다. 其他 部位에서의 N含量은 中被害 > 健全 > 甚被害의 順으로 增加하였다. P의 경우에는 胴體皮膚層을 除外한 其他 部位에서는 健全蔘이 被害蔘에 比하여 含量이 높은 傾向을 나타냈으며, 被害가 甚할수록 含量이 낮았다. K의 경우에는 健全蔘에 比하여 被害蔘에서 含量이 높은 傾向을 나타 냈는데, 被害程度에서 보면, 腦頭, 胴體內層, 胴體皮膚層에서는 中被害蔘에서 含量이 높았으며, 支根內層과 支根皮膚層에서는 甚被害蔘에서 더 높았다. Ca의 경우에는 部位에 關係없이 被害程度가 甚할수록 그 含量이 增加하였다. Mg는 腦頭, 胴體內層, 胴體皮膚層에서 中被害 > 健全 > 甚被害 順으로 增加하였으며 其他 部位에

서는 差異가 없었다.

微量元素의 경우, Fe는 腦頭, 細根에서 被害가 甚할 수록 그 含量이 增加하였으며, 其他 部位에서는 健全參과 被害參間의 差異는 없었다. Mn의 경우 被害程度와 部位에 따른 差異는 없었으며, Na는 胴皮皮層을 除外한 其他 部位에서 健全>中被害>甚被害 順으로 含量이 增加하였다.

被害程度에 關係없이 部位間 無機成分의 含量은 健全參과 被害參에서 若干의 差異를 보였다.

一般的으로 作物에 對한 線虫의 被害는 被害程度와 收量を 調査함으로써 評價되고 있는데, 뿌리혹線虫被害의 特徵은 寄生植物을 죽이지 않고 그 植物의 活力과 生育을 低下시키는데 있으며, 地上部에 있어서는 여러가지 營養缺乏 徵候로 感染程度를 診斷하고 있다.

線虫寄生 植物과 健全 植物間의 生育程度 및 無機成分의 含量의 變化에 關한 研究結果, 作物의 種類 및 老幼, 施肥方法, 線虫의 種類 및 密度에 따라 그 反應이 달리 나타나고 있는데, 本試驗의 結果, 被害程度, 人參의 部位, 無機成分의 種類에 따라 含量에 差異를 보이고 있으며 被害程度에 따른 部位別 無機成分의 含量은 全般的으로 볼때 中被害>健全>甚被害의 順 이었다.

人參의 部位別 無機成分의 含量은 韓 등²³⁾, 李 등²⁴⁾에 依해서 報告된바 있는데, 被害程度에 關係없이 健全參과 被害參에서 모두 이들의 研究結果와 若干의 差異를 보이고 있으나 全般的으로 비슷한 傾向을 보였다.

Hunter²⁵⁾는 토마토에 *Meloidogyne incognita acrita*의 接種數와 施肥水準을 달리 하였을때, 토마토의 地上, 施下部의 無機成分 含量에 미치는 影響을 調査하였는데, 地上部에 있어서는 線虫密度 水準에 따른 N, P, K, Ca, Mg, Fe의 含量에 差異가 없었으며, 地下部에서는 N, P, Mg는 無接種區와 接種區間에는 差異를 보였으나 接種水準間에는 差異가 없었다고 하였으며, K는 施肥水準이 낮은 경우에는 健全株에서 含量이 높았으나, 가장 높은 施肥區에서는 中被害株가 健全株나 其他 被害株보다 K 含量이 낮았으며, Ca, Fe, Cu는 差異가 없었다고 하였다. Hunter²⁶⁾의 試驗結果와 本 試驗結果에서 보면 無機成分의 含量은 健全株에 比하여 被害株에서 높다는 것에는 대체로 一致하고 있으나, 被害程度에 따라서 差異를 보이고 있는데, 이것은 Hunter는 線虫 接種後, 單期間內에 採取하여 試料로 利用한데 반하여, 本 試驗에서는 6年間 栽培된 試料로서 毎年 秋肥가 공급되며, 또한 長期間 栽培되어 그에 따른 養分蓄積 및 轉流가 短期間 栽培된 토마토보다 더 많은 影響을 받는데 그 原因이 있을 것으로 생각된다.

本 試驗의 경우, 뿌리혹線虫 罹病程度 및 無機成分의 種類에 따라 그 含量에 差異를 보이고 있으나 대체로 中被害參>健全參>甚被害參의 順을 나타내고 있는데 이것은 通導組織의 機械的인 封鎖로 因한 養分轉流의 變化, 뿌리혹線虫에 對한 人參細胞의 反應에 依한 物質轉移의 增加, 人參 体内 代謝活性의 變化, 被害參에서의 物質의 透過性的의 增加, 土壤內 養分の 吸收速度의 差異, 人參生育 程度에 따른 稀釋效果 等に 依한것으로 생각된다.

Bergeson¹⁰⁾은 *Meloidogyne incognita*가 寄生한 토마토根에서 N과 K의 含量이 높았다고 보고하였는데, 이것은 이들 無機成分을 感染部位에 까지 移動시키는 代謝過程의 攪亂에 主要原因이었다고 하였다.

반면, 뿌리혹線虫에 依한 被害가 아주 甚해지면, 그 含量이 떨어지는 것으로 보아, 被害가 어느 限度를 넘어서면, 뿌리혹線虫의 存在는 人參의 養分을 收奪할뿐 아니라, 人參根系의 吸收能力에 害를 줄 것으로 생각되나, 養分の 收奪여부, 根系의 吸收能力 및 形態學的 變化, 養分の 轉

流 및 代謝活性의 問題에 對해서는 電子顯微境을 利用한 組織學的인 側面과 放射性 同位元素를 利用하여 檢討되어야 할 것으로 생각된다. Dropkin²⁶⁾은 線虫이 寄生하고 있는 根系에서 일어나는 形態的인 變化와 線虫—寄主 關係에 對해서 詳細히 檢討, 報告하였다. 近來, 放射性 同位元素의 生物學的 利用도가 높아지면서 P³²를 利用하여 線虫이 寄生한 植物의 養分吸收와 轉流 現象에 對해서 많이 研究報告^{25, 27)} 되고 있는데, 特히 Dropkin과 King²⁸⁾은 뿌리혹 發生根, 健全根, 線虫 및 地上部에서의 P³²의 蓄積을 測定, 報告한 바 있다.

線虫이 寄主植物로 부터 養分을 收奪함으로써 寄主植物의 生育 및 化學的成分 含量에 影響을 미치리라는 假定下에서 施肥試驗에 關한 研究가 이루어져 왔으나, 研究者에 따라 施肥效果가 달라 나타나고 있다. 人蔘에 있어서도 施肥水準 및 線虫密度를 달리 하였을때의 收量增減 여부와 成分 含量의 變化, 特히 線虫 被害程度가 人蔘의 主 藥效能을 發揮하는 것으로 알려진 Saponin 含量에 미치는 影響에 對해서는 追後 檢討되어야 할 것이다.

特히 人蔘의 경우는 同一 場所에서 4~6年間 이라고 하는 長期間의 栽培를 요하는 五加科 (Araliaceae)에 속하는 多年生 宿根草이기 때문에 初期에 뿌리혹線虫이 寄生할 경우, 해수가 經過함에 따라 線虫의 密度가 顯著히 增加되므로, 高年根에서 顯著的한 生育阻害를 받을 것으로 생각되는데, 本 試驗의 結果(Fig. 1~4)에서 보더라도 健全蔘과 뿌리혹線虫 罹病蔘間에 顯著的한 生育의 差異를 보이고 있는바, 豫定地서부터 徹底한 防除는 人蔘 生産性의 安定에 重要한 役割이 된다는 點에서 대단히 重要하다. 더욱이 혹선충의 加害로 인하여 生育의 阻害를 받음으로 充分한 양분축적이 되지 않음으로 홍삼으로 만들 경우 그 품질에 어떻게 影響을 줄 것인가는 조사되어야 할 것이다.

IV. 적 요

뿌리혹 선충의 감염정도에 따른 6년근 인삼의 生育 및 근부위별 무기성분의 변화를 조사하였다. 인삼뿌리의 生育은 근중, 건물중, 근장, 직경을 조사하였으며 무기성분으로는 질소, 인산, 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 철, 망간, 나트륨 등을 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 인삼의 뿌리는 뿌리혹선충으로 인하여 생체중, 건물중, 근직경, 근장등이 현저하게 감소되었다.
2. 뿌리혹선충의 감염정도에 따라서 또는 뿌리의 부위별로 무기물 함량이 달랐다. 질소와 인산은 건전한 뿌리에서 더 많은 경향이였으며 칼슘 양은 심, 중, 건전의 순서로 많았으며 기타 무기물은 중정도 감염된 뿌리에서 가장 많았고 건전한 것에서 제일 적었다.

그러나 인삼 뿌리혹선충의 감염으로 이들 무기물에 이동 또는 흡수에 영향을 주는 것인지 선충에 감염된 인삼을 홍삼으로 만들었을 때 제품의 품질에 어떤 영향을 주는가는 조사되지 않았으나 앞으로 연구되어야 할 것이다.

參 考 文 獻

1. Chitwood, B. G., A. W. Specht, and L. Havis. *Plant and Science* 4:77, (1952)
2. 崔永然: 專賣技術研究所, 研究用役報告書, (1976)
3. ———, 秋浩烈: 한국식물분포학회지, 17:89, (1978)

4. 李鍾華, 申東洋, 金明秀: 專賣技術研究所研究報告書747, (1977)
5. Shafiee, M. F., and W. R. Jenkins. *Phytopathology* 53.325, (1963)
6. Magistad, O. C., and J. M. Oliverira. *Phytopathology* 24.276, (1934)
7. Oteifa, B. A. *Phytopathology* 43.171, (1953)
8. ———, *Plant Disease Repr.* 39.902, (1955).
9. Paris, G. K., and R. A. Jehle. *Plant Disease Repr.* 27.235, (1943)
10. Bergeson, G. B. *Phytopathology* 56.1287, (1966)
11. Maung, Ohn. *Phytopathology* 49.524, (1959)
12. Maung, M. O., and W. R. Jenkins. *Plant Disease Repr.* 43.791, (1959)
13. Ellenby, C. *Nature* 149.50, (1942)
14. Tarjan, A. C. *J. Washington Aca. Sci.* 40.157, (1950)
15. Lownsbery, R. B. *Phytopathology* 46.376, (1956)
16. Sher, S. A. *Phytopathology* 47.703, (1957)
17. Kirkpatrick, J. D., W. F. Mai, E. C. Fisher, and K. G. Paker. *Phytopath.* 49.543, (1959)
18. Van Gundy, S. D., and J. P. Martin. *Phytopathology* 51.146, (1961)
19. Jenkins, W. R., and R. B. Malek. *Soil Science.* 46, (1965)
20. 作物分析委員會編, 栽培植物分析測定法, 養賢堂 59-225, (1976)
21. 農村辰興廳, 土壤化學分析法, (1978)
22. Dropkin, V. H., and R. C. King. *Exp. Far. itol.* 5.469, (1956)
23. 韓康完, 李壹鎬: 高麗人蔘研究所報告 89~95, (1978)
24. ———, 沈相七, 朴黑, 韓康完: 高麗人蔘學會誌, 4:55, (1980)
25. Hunter, A. H. *Soil Science* 86.245, (1958)
26. Dropkin, V. H. *Exp. Parasitol.* 4.282, (1955)
27. ———, and D. M. Elgindi. *Nematologica* 8.216, (1962)
28. Shands, W. A., Jr., and H. W. Chriddenden. *Phytopathology.* (1957)
29. 鄭厚燮: 한국생약학회지, 2.73, (1972)