

人蔘의 溫度에 對한 生理反應

. 莢經驗, 分布, 發芽, 光合成, 呼吸

朴 薰

高麗人蔘研究所

(1979년 7월 20일 접수)

Physiological Response of *Panax ginseng* to Temperature

I. Old experience, distribution, germination, photosynthesis and respiration

Hoon Park

Korea Ginseng Research Institute, Seoul, Korea

(Received July 20, 1979)

Summary

Physiological characteristics of *Panax ginseng* were reviewed in relation to temperature. According to the old literatures and records of cultivator's experiences it was elucidated that ginseng plants require light but hate high temperature and that the cultural methods were developed to content two characteristics in contradiction.

Low temperature (cool climate) during growing season seems for ginseng to be essential and to escape from the extreme coldness according to air and soil temperature of natural habitat and cultivated area.

Optimum temperature of dehiscence (15~below 20°C) is a little higher than that of germination (10~15°C). Optimum temperature for growing of new buds (18~20°C) is similar to that for growing after emergence (17~21°C). Dormancy of both matured embryo and new buds is broken at the same temperature (2~3°C).

It seems reasonable that optimum temperature of photosynthesis (22°C) is similar to that of growth. Respiration quotients of various organs or of whole plant ranged from 1.7 to 3 increased with high temperature. Respiratory consumption and oxygen limitation seem to be potential factors to induce decay during dehiscence and germination of seeds and root rot in fields.

Research on organ differentiation, photosynthesis, respiration and growth with age is needed for the development of cultivation methods.

I. 緒 言

人蔘은 여러해를 길러 收穫해야 하므로 잘 기르는 방법을 畵量調査를 통한 多年間의 圃場

試驗에만 依存하기는 힘들다. 또한 圃場試驗을 遂行하는데에도 當年作物에 比하여 高度의 效率의 設計를 하여야만 된다. 이 두가지 問題를 解決하지 않으면 안된다. 이 두가지 問題를 解決하는 길은 人蔘의 生理特性을 理解하여 위험부담없이 없을 때에는 生理的 特性에서 導出한 最善의 方法을 栽培에 活用하며 가장 可能한 多收穫栽培模型을 考案하여 實驗圃에서 收量を 目標로 檢定하는 것이다. 모든 動植物이 環境의 溫度變化에 따라 크게 影響을 받는다. 人蔘도 溫度에 對해 敏感한 것 같고 溫度에 對한 生理的 反應特性을 栽培에 잘 活用할 수가 있다. 生命現象은 많은 酵素反應과 生體分子들의 物理的 反應의 總合이며 이들 反應은 溫度에 對하여 敏感하다. 人蔘의 溫度反應을 綜合檢討하는 것은 人蔘의 生理特性을 理解하는데 크게 도움이 될 것으로 생각된다.

II. 人蔘의 溫度反應에 對한 定性的概念

溫度的 定量的 測定技術이 發達되지 못한 옛날에도 經驗的으로 把握한 分明한 溫度概念을 가지고 있었다. 陶弘景(483-496)의 名醫別錄에 있는 高句麗人의 人蔘讚⁽¹⁾에서 “背陽向陰”이란 句節은 人蔘의 溫度反應을 잘 表現한 것이다. 背陽이 背光이 아닌 점은 陽은 光+熱氣 即 高溫을 意味하기 때문이다. 今村⁽¹⁾는 高句麗의 文化水準이 낮아서 이런 漢詩를 쓸수 없었을 것이라는 偏見을 가지고 있었다. 人蔘의 性質을 이렇게 精確히 表現하자면 人蔘과 늘 같이하여 觀察할 수 있었어야 할 것이며 그렇게 할 수 있는자는 당시 人蔘 北部自生地의 大部分을 領土로했던 高句麗人일 수 밖에 없음은 自明하다. 人蔘讚은 高句麗의 領土를 確實히 해주는 資料일 수 있다.

林園十六誌⁽²⁾의 論蔘不易長에서 蔘의 性質을 “惡陽而喜陰”이라 한 것도 人蔘이 高熱과 高溫을 싫어함을 뜻한다. 喜陰이란 그늘을 좋아함, 即 서늘함(冷涼)을 좋아한다는 뜻이요 直射光을 피한다는 뜻에 큰 뜻이 있는 것이 아니다. 惡陽은 光을 싫어함이 아니고 光을 받을 때 오는 熱線을 싫어하는 것이다. 「…烈日恒曝…永無陽光皆不得長…」이라고 한 林園十六誌의 區節은 直射光을 싫어함이 아니고 계속되는 光照射에 因한 高熱을 싫어함이 잘 나타나 있다.

人蔘性質에 對한 古典的 經驗인 背陽向陰은 背熱向光으로 惡陽喜陰은 惡熱喜光으로 表現되어야 할 것 같다. 展葉時까지는 日光射入이 可하나 그후는 絶對不可하다고^(3,4) 한 것도 展葉期後 즉 6月中下旬以後의 高溫때문에 光을 받으면 輻射 溫度가 올라가기 때문이다. 저녁 때 서쪽에서 오는 強烈한 光線은 生育을 沮止한다고 한 것도⁽⁴⁾ 高溫때문이다.

面簾은 伏中 暴陽直射光을 避하기 위한것이라고 하는데⁽⁴⁾ 이것도 光自體보다 高溫때문이다. 지금은 人件費關係로 面簾을 얹는 것 같은데 따라서 옛날보다 日覆內가 高溫일 可能性이 있다.

面簾의 方法은 高溫障害를 避하려는 方向으로 考案된 것을 알 수있다. 6月 上旬부터 8月 下旬까지는 暴陽을 防止하기 위하여 日出直前に 閉簾하고 床地에 直射光이 안비치는 日中 또는 夜間에는 開簾하나 5月下旬까지는 晴日에 早朝開簾하여 東쪽 엷은 光線을 받게하고 夜間에 閉簾하였는데⁽⁴⁾ 日覆內 高溫防止가 6월부터 시작되고 있음을 잘 보여 주고 있다.

蔘圃方向을 辛乙間으로 하는것은 三伏에 아침의 엷은 光線을 받고 저녁때 서쪽의 強烈한 光線을 避할 수 있는 方向이라고⁽⁴⁾ 한 것도 年中 最高溫度의 午後受光量을 가장 적게 하여 高溫障害를 避하고자 한 것이다.

4年根 以上の 日覆架設에서 南側에 두벌만을 덮어 엷은 光線을 받게 하였다가 氣溫이 작차 上昇하고 日光이 強烈하게 되면 한벌내지 두벌을 더 덮는다고 한 것은⁽⁴⁾ 光이 아니고 高溫을 싫어하는 때문이다. 非陰 非陽이라고^(4,5) 表現한 것에서 陰은 直射光이 全然 없는 짙은 그늘 卽 光不足의 狀態이며 陽이란 高溫狀態를 意味한다.

南向地의 日覆架設에서 後柱를 높이고 畦間通路를 좁게 하고 後列의 加土를 많이하여 南方으로 부터의 暴陽의 害를 可及的 輕減케 한다고⁽⁴⁾ 하였는데 暴陽의 害란 高溫害를 말한 것이라 하겠다.

暑氣가 심한 해에는 各年根 모두 早期에 落葉이 지며 發育이 不良하다⁽²⁾고 한 것은 高溫障害로 因한 早期落葉이 많은 것을 意味한다. 耐寒性 植物이기 때문에 寒氣가甚하여도 別支障이 없다⁽⁴⁾는 것으로 보아 高溫에 弱할 것임은 충분히 예측된다. 人蔘은 옛부터 乾燥冷涼한 것을 좋아 하는것으로 알고 있다.⁽⁶⁾ 冷涼한 것을 좋아 하므로 寒地型草에 屬한다고 볼 수 있으며 때문에 寒地型 또는 北方型草들이 보이는 高溫被害 卽 夏枯現狀⁽⁷⁾이 人蔘에서의 早期落葉으로 나타나는 것이라고 볼 수 있을 것이다. 本圃期 各年根共히 伏中直射光을 避하기 위해 面松이나 面簾을 夏至頃에 架設하여 人蔘의 生育期間을 延長케한다⁽⁴⁾고 함도 夏季高溫에 依한 早期枯死가 많은 것을 나타낸다.

삼복더위가 심하면 根部發達에 支障이 없다^(3,4)고 한 것은 高地帶나 溫氣가 많은 地帶에서 實際的으로 地溫이 높아지지 않는 경우에 가능한 것으로 一般的인 것으로 받아들일 수는 없는 것 같다. 왜냐하면 本圃에서 地中溫度가 그 深度에 關係없이 낮아야한다⁽³⁾는 것이나 幼稚時代에도 地中溫度는 모든 境遇에 낮아야 한다⁽²⁾는 것과 夏季더위는 마땅치 않다⁽³⁾고 한 사실과는 反對되기 때문이다.

人蔘耕作上 有利한 氣候條件 다섯가지중 地中溫度가 낮을 것과 冬期間의 最高最低溫度의 較差가 클 것⁽³⁾의 두가지가 溫度에 關한 것이다. 추운 겨울일수록 溫度較差가 클 것으로 보아 暖冬에 있기 쉬운 解氷과 結氷의 반복에서 오는 生理障害가 있음을 의미한다. 解氷期에 氣溫不順으로 일단解氷後 再次結氷하면 苗根이 腐敗한다고 한 것과 本圃에서도 이 現象으로 人蔘이 쉬는다^(3,4)고 한것은 바로 이런 被害이다.

健全苗의 多數多量生産에 있어서 有葉期間 및 全年을 通해 氣溫이 낮지 않을것⁽²⁾이라 한 것은 晴天日數가 많아야 하는 條件⁽³⁾ 卽 光量이 많아야하는 條件의 結果에 不過한 것 같다.

本圃全期에 있어 氣溫이 높을 것⁽³⁾이라는 것은 幼稚期の 夏季의 氣溫이 높지 않은 것을 좋아하는⁽³⁾ 것에 相對的으로 말한 것이라 보아야 할 것이며 幼苗期가 本圃期보다 低溫要求度가 크다는 것을 알 수있다. 栽培蔘은 年生을 달리하면서 本來의 寒地型草로서의 耐冷 또는 好冷性에 基因한 弱한 耐高溫性이 高溫에 適應되어 커가는 것으로 볼 수있다.

人蔘의 自生地 環境으로 미루어 볼 때 여름철에도 高山의 수풀속은 서늘하여 더위를 느낄

수 없음은 그와 같이 서늘한 곳을 좋아 할 것임을 알 수있다. 人蔘이 自生하는 潤葉樹와 針葉樹의 흔효림은 低溫인 봄철에는 光量이 많아도 問題가 안되며 氣溫이 높아지는 여름에는 上戶樹葉의 蒸散作用에 依한 氣化熱과 潤葉樹의 葉生長에 依한 해가림으로 氣溫이 높아지 지 않게 된다.

人蔘이 高溫을 싫어하기 때문에 人蔘栽培에 經驗이 많은 사람은 日覆 밑에 얼굴을 넣어 보아 열이 화끈하게 느껴지면 이엉을 더 덮는다고 한다. 이는 서늘한 日覆이 상당히 重要한 點임을 強調하는 것이다. 美國에서 서늘한 條件이 重要視되고 있고⁽⁸⁾ 전체의 95%를 栽培하는 Marathon county의 氣候가 서늘함이 主產地가 된 重要因으로 보고있다. 서늘한 日覆은 이를 두껍게 하여 光遮斷에 依하거나 換氣를 잘 되게 하여 이를 수도 있을 것이다. 日覆을 매년 높여 通風採光에 適正을 期할 것⁽⁴⁾이라고 함은 通風に 依한 日覆內의 低溫維持가 常用되었음을 뜻한다.

이상에서 본 바와 같이 人蔘性質에 對한 先祖들의 表現이나 오랜 栽培를 통한 經驗으로 볼때, 人蔘은 暑氣, 熱氣, 陽光等 高溫要因을 忌避하고 陰, 通風, 冷涼等 低溫要因을 좋아한다. 이러한 人蔘의 特性은 經驗的 感覺에 依하여 節候에 따라 栽培管理에 應用하여 왔다. 이러한 感覺의 理解는 自身에게는 正確할 수 있으나 他人에게 傳하기 힘들며 長期的으로는 自身の 變化로 感知尺度를 固定시킬 수 없어서 個人이 터득한 管理體驗이 누구에게나 傳授할 수 있고 어디서나 再現할 수 있는 技術로 定着할 수가 없었다. 따라서 高收量은 奇跡이나 神秘로 보였다.

III. 人蔘의 分布와 溫度

今世紀에 들어서 人蔘에 對한 研究가 始作되었고 그에 따라 溫度計를 使用하여 人蔘의 溫度特性을 客觀化 할 수 있었다. Panax屬은 8個의 種을 포함하는데 이들은 北緯 22°에서 48°에 分布하고 있다.⁽⁹⁾ 이 중 人蔘으로 처음 알려진 高麗蔘이 가장 北쪽에 位置한다. 高麗蔘에 가장 가까운 根部와 地上部를 갖는 *P. quinquefolius*(花旗蔘)가 北緯 34°~47°에 分布하여 高麗蔘과 類似하나 高麗蔘이 48°까지 分布하여^(6,9,10) 좀더 北쪽에 까지 位置하는 것 같다. 自然分布의 北方限界는 高麗蔘에서도 44°20'說도⁽¹¹⁾ 있으므로 33°N의 南方限界와 마찬가지로⁽⁶⁾ 花旗蔘에서도 30°N가 있긴 하나⁽⁶⁾ 定說이 없는 것 같다. 花旗蔘도 根部양이 紡錘狀⁽⁹⁾ 이어서 高麗蔘에 비견될 수 없으며 其他의 種들은 球狀 또는 塊狀⁽⁹⁾으로 蔘이라 부를 수는 있어도 人蔘이라고는 할 수 없는 것이다.

소련山蔘自生地부근의 南斜面의 平均旬別地溫은 最高가 8月初로 5cm 깊이에서 23.1°C였으며 20cm에서는 22.3°C이었다. (8月平均 20cm에서 20.9°C) 沿海州의 冬季旬別 平均地溫은 20cm에 -9.2°C로 1月下旬이 가장 낮았으며 1月平均은 -7.4°C이었다.⁽¹¹⁾

美國에서도 林床은 나무와 뿌리 때문에 排水도 잘 되고 서늘하여 地溫이 65°F(18.3°C)를 넘지 않는다고 한다.⁽⁸⁾ 人蔘은 自生地의 分布나 地溫으로 보아 20°C 以下여야만 適合한 것으로 보인다. 栽培人蔘의 分布는 美國蔘의 30°N에서 高麗蔘의 소련 하바르브스크의 48°32'N로 보고 있다.⁽⁶⁾ 年平均 氣溫은 0.9°C에서 13.8°C까지 차이가 크다. 日本 南部인 島根縣의

大根島에서는 海拔 20~30m에서도 栽培하는 반면 하바로브스크는 200~900m에서 栽培하는 큰 차이를 보인다. 그러나 人蔘生育 期間의 氣溫 또는 地溫은 日本에서는 海洋性 氣候로서 높고 소련에서는 大陸性 氣候로서 比較的 高溫의 여름으로 南限과 北限間에 큰 차이가 없을 것으로 생각된다. 5월에서 8월까지의 平均氣溫은 하바로브스크에서 16.9°C로, 最高인 錦山の 22.6°C와는 상당히 차이가 있다. 그러나 하바로브스크를 除外하면 滿州의 輯安은 21.0°C로 日本의 島根 22.3°C와도 차이가 근소하며 其他 人蔘栽培地가 거의 같다. ⁽¹²⁾ 日本人蔘 栽培의 南限인 島根보다도 우리나라의 錦山이 5~8月 平均氣溫이 높은 것도 앞서 말한 理由때문일 것이다. 8月 平均最高溫은 하바로브스크(19.6°C)를 除外하면 거의 비슷한데 開城이 29.5°C로 輯安보다 낮고 가장 낮은 栽培地가 된 점은 最高溫의 持續時間이 人蔘의 高溫피해에 主要因이 되는 것을 의미하는 것 같다. 8月中 平均最高는 島根가 31.5°C로 가장 높다. 開城은 여름氣溫이 낮아서 有葉期間(年生育期間)이 길어 收量이 높기 때문에 名產地가 된 것 같다.

北코카사스의 高度 1,400~1,700m의 林間栽培에서 生育日이 180~200日로 韓國의 140日보다 월등히 길어서 人蔘收量도 높았다고 ⁽¹³⁾ 하는 것은 여름철 溫度와 關聯된 것이라고 생각된다.

以上 人蔘의 分布와 關聯된 溫度를 要約하면 表 1과 같다. 高麗蔘이 花旗蔘보다 北方에 分布하고 있으므로 耐高溫性이 弱할 것인가는 比較檢討할 必要가 있을 것 같다.

表 1. 人蔘分布와 溫度

溫度(°C)	條 件	文 獻
-25.7)	人蔘栽培地平均	大隅(1977)
-0.8)	1月最低氣溫	
-7.4	人蔘自生地 1月平均	Grushvitskii
	地溫(沿海州 20cm)	(1960)
-9.2	同上 1月下旬	Grushvitskii
	最低地溫	(1960)
±5	Panax屬分布地	Hu (1978)
	1月平均氣溫範圍	
±10	滿州人蔘自生地	蕭培根 (1962)
	年平均氣溫範圍	
0.9)	人蔘栽培地	大隅 (1977)
13.8)	年平均氣溫範圍	
16.9)	人蔘栽培地	
22.6)	5~8月平均氣溫範圍	大隅 (1977)
18.3	花旗蔘山林地溫上限(美國)	Veninga (1973)
19.6)	人蔘栽培地平均	
31.5)	8月最高氣溫範圍	大隅 (1977)
20.9	人蔘自生地 8月平均	Grushvitskii (1960)
	地溫(소련 20cm)	
23.1	上同最高地溫 8月上旬	"

IV. 發芽 및 分化와 溫度

人蔘種子의 未熟胚(幼胚)의 成熟과 成熟胚의 發芽와, 根芽로서 休眠芽의 再生과 發芽 그리고 花粉의 發芽가 人蔘의 發芽範圍에 屬하며 이들은 溫度와 密接한 關係를 가지고 있다.

人蔘種實은 收穫期에도 胚가 未熟한 때문에 開匣過程에서 成熟하게 된다. 開匣適溫은 15~20°C로 알려져 있다. 8月 13日 以後 20°C以下(室溫)에서 放置한 경우 96%가 開匣이 되었고 露地의 경우 94%였다. 8月 13日에서 9月 2日까지를 前期, 9月 3日에서 9月 22日까지를 後期로 하여 前期에 高溫處理(室溫에서 40°C까지)를 하고 後期에 3°C로 處理한것은 모두 開匣이 되지 못하였다. 前期에 3°C로하고 後期에 高溫으로 한경우는 後期溫이 20°C以下(室溫)와 20°C인것은 98%이나 30°C인것은 44%이고 40°C에서는 開匣이 되지 아니하였다.⁽¹⁴⁾ 以上の 資料들은 未熟胚의 後熟에 適合한 溫度는 20°C以下임을 잘 보여주고 있다. 採種後 日乾한 것은 49~65% 開匣率에 比하여 陰乾한 것은 94~98%였다고 하는 것⁽¹⁴⁾은 日乾時 直射光線에 依하여 種子가 高溫을 받았기 때문이라고 생각된다.

採種後 30°C恒溫에 두었을때 25%開匣率을 보였고 3°C恒溫에 둔 것은 58%였다.⁽¹⁴⁾ 未熟胚의 成長은 高溫보다는 低溫이 좋으나 3°C는 너무 낮은 것을 알 수있다. 1月 4日에 後熟이 不充分한 種子를 15°C—室溫(2°C 内外)을 3日 및 6日 間隙으로 反復處理한 結果 4月 13日에 10%와 30%의 開匣率을 보였으나 15°C 恒溫에 둔 것은 95%였다.⁽¹⁴⁾

栗林等⁽¹⁵⁾은 소련에서의 실험에서 開匣適溫이 15~20°C라고 引用하고 그들은 15°C前後가 適溫이며 gibberellin處理에 依하여 이適溫이 25°C로 올라간다고 하였다. 0.19mm의 幼胚가 3.0~4.5mm의 成熟胚가 되면 休眠을 하게 된다. 開匣된 種子의 休眠打破에 必要한 溫度는 2°C로 30日 以上 소요되는가 하면^(16,17) 소련에서는 120日 以上이 소요된다고⁽¹⁷⁾ 한다.

人蔘種子是 越冬을 지난 후 生育에 알맞는 時期에 맞도록 休眠을 하는것을 알 수있다. 生育이 不可能한 冬季를 休眠하는 適應性에 種子產地의 冬季期間까지 포함되어 있는가의 如否는 不確實하나 暖地產 種子일수록 低溫要求期間이 짧은 傾向이라고 한다.⁽¹⁷⁾ 島根種子是 2°C에서 10日間處理하여 休眠이 打破되었다고 하는데⁽¹⁸⁾ 生產地의 環境에 따른 이와 같은 低溫要求期間의 差異가 사실이라면 人蔘은 溫度에 對한 적응성이 상당히 강한 것이라 하겠다.

休眠打破된 成熟胚를 溫度別로 發芽特性을 보면 15°C가 가장 좋고 溫度가 올라 갈수록 나빠지며 30°C에서는 모두 부패하였다.^(14,17) 소련에 있어서는 10~15°C로 거의 같은 結果이다.^(17,18) 그러나 71년에는 10°C로 報告하였고⁽¹⁸⁾ 最近에는 5~10°C로 適溫이 더 내려가고 있으나 原因은 모르고 있다.⁽¹⁹⁾ 種子의 發根도 20°C 以下(室溫)에서 98%인데 反하여 20°C에서는 38%밖에 안되었다.⁽¹⁴⁾

後熟過程에서 GA에 依하여 低溫要求를 對替할 수 있듯이⁽¹⁵⁾ 成熟胚의 休眠打破에서도 GA 특히 Kinetin處理가 低溫 對替 效果가 큰 것을 밝혔다.⁽¹⁷⁻¹⁹⁾ 生育調節劑에 依한 低溫代替效果가 있으나 25°C에서는 腐敗가 甚한 問題點이 있어⁽¹⁷⁾ 種實의 發芽 및 發根 過程에서 高溫 忌避性이 큰 것을 알 수있다.

人蔘의 地上部는 地下莖에서 해마다 싹이 잘아 1년만 살아간다. 地下莖에서 9月頃부터 氣溫이 低下하면 자라기 始作한다. 이 再生芽의 生育에 適合한 溫度는 18~20°C이다. ⁽¹¹⁾ 약간 자라날뿐 그以上 자라지 않으며 겨울 동안의 低溫에 依하여 再生후 根芽의 休眠이 打破된다. 2~3°C에서 4個月이 걸터 ^(11,18) 成熟胚의 休眠打破와 類似하다. 根芽는 未成熟胚와 같이 再生하고 休眠한다. 根芽의 休眠은 成熟胚와 마찬가지로 GA에 依하여 低溫要求性이 代替된다. ^(20,21)

休眠打破된 根芽의 發芽適溫은 再生芽의 生育適溫과 같을 것으로 推定되는데 위에서 보면 未熟胚의 後熟適溫이나 成熟胚의 發芽適溫이 큰 差異가 없기 때문이다. 2年根人蔘을 溫度別로 生育한 結果 29°C에서는 出芽後 곧 生育이 停止되었으며 25°C에서도 莖의 伸長이 억제된 것은 ⁽²²⁾ 上記推定을 뒷바침한다.

器官의 分化와 溫度와의 關係는 아직 잘 모른다. 3월에 地下莖에서 2年後의 萌芽가 結節狀으로 分化하며 出芽前年 8월에는 이미 成長한 葉을 構成하고 있다. ⁽¹¹⁾

人蔘組織片으로 부터 callus의 誘起는 25°C 以上에서 빨랐으며 callus의 生長도 25°C에서 가장 旺盛하였다. ⁽²²⁾ callus組織에서 根의 分化는 高溫에서 促進되고 29°C에서 發根量이 最高였으나 25°C 以上에서는 莖葉의 分化가 거의 없었고 21°C로 培養溫度를 낮추면 芽가 形成되어 莖葉이 分化伸長되었다. ⁽²²⁾

表 2. 人蔘의 發芽와 溫度關係

溫 度(°C)	人蔘의 反應	文 獻
-5°	花粉活性減少지연	金·曹(1971)
2	成熟胚의 休眠打破適溫(10日)	栗林·大橋(1971)
2	成熟胚의 休眠打破適溫(30日)	大隅·宮澤(1956. 8)
2	成熟胚의 休眠打破適溫(120日)	Трувбицкий(1960)
20→3	後熟停止	大隅·宮澤(1958)
2~3	根芽의 休眠打破適溫(4個月)	Grushvitskii (1960)
5~10	種子發芽適溫	栗林·大橋(1975)
10	種子發芽適溫	栗林·大橋(1971)
10~15	種子發芽適溫	Трувбицкий(1960)
15	後熟適溫	栗林等(1971)
15~<20	種子の 發芽適溫	大隅·宮澤(1958)
<20	種子の 發芽適溫	大隅·宮澤(1958)
15~20	後熟通溫	Трувбицкий(1960)
18~20	休眠根芽의 再生適溫	Grushvitskii(1960)
25→21	Callus에서 芽形成 莖葉分化	曹(1979)
25	GA使用時 後熟適溫	栗林等(1971)
25	Callus 誘起 및 生長適溫	曹(1979)
25<	Callus에서 根分化促進	曹(1979)
29	根芽의 出芽後生育停止	曹(1979)
30	種子發芽 100% 腐敗	大隅·宮澤(1958)

地上部와 地下部の 위와같은 分化適溫의 差는 完全植物에서도 그러할 것인지는 알 수 없으며 이러한 差異가 있다면, 두部分의 生育適溫과 關聯될 것으로 생각된다. 人蔘의 發育을 環境變化에 適應시키려면 器官의 分化도 外界溫度와 整然한 關係가 있을 것으로 보인다. 花芽分花의 感溫性 如否等 分化와 關聯 研究가 이루어져야 할 것이다.

人蔘花粉을 -5°C 에서 저장한경우 100日後에도 20~28%가 生存하였으나 常溫에서는 10日後에 17~27%밖에 生存하지 못하였으며 花粉의 發芽率도 溫度가 낮을 수록 모든 습도에 서 현저하게 發芽率이 높았다.⁽²³⁾

以上の 發芽에 關聯된 人蔘의 溫度特性은 表 2와 같이 要約할수있으며 低溫을 좋아하고 高溫을 싫어함을 잘 보여주고 있다.

V. 光合成 및 生育과 溫度

根芽가 出芽하여 光合成을 始作할때 가지의 適溫은 休眠打破前 再生芽의 生育適溫과 같을 것인지 또는 光合成이 始作된 後의 溫度 要求度와 差異가 없을 것인지는 알 수없다. 光合成이 始作되어 獨立된 營養生活을 할 수있는 生育期의 適溫은 光合成 適溫과 상당히 近似할 것으로 보인다.

光合成 適溫은 2年根 pot試驗에서 15°C 였으며 6年根 掌葉만을 使用하여 測定한 경우에는 22°C 였다.⁽²⁴⁾ 6年根 個葉測定에서 葉의 前歷光環境에 關係없이 25°C 였다.⁽²⁵⁾ 年根에 따라 光合成 適溫이 달라질것인지 단언하기 어려우나 앞에서 본 바와 같이 高年根에 갈수록 高溫에 適應한다고 하면 高年根에서 약간 높아질 可能性이 있다.

幼苗期에 日覆을 낮추는 것은 生育適溫 即 光合成 適溫이 적기 때문인지 모른다. 소련에서도 幼苗期의 光要求量이 自然光의 3~5%인데 2年根 以上에서는 50%以下라고 하고 있어⁽¹⁷⁾ 高年根에서 光合成 適溫이 높을 可能性을 보인다.

個葉을 使用하여 얻은 光合成適溫은 줄기의 呼吸量이 포함되지 아니하므로 地上部 全體의 光合成 適溫보다는 높ی 나올 것으로 보인다. 따라서 光合成適溫으로 미루어 보면 6年根에서도 生育適溫은 25°C 以下 또는 22°C 以下일 것으로 보인다.

溫度別로 2年根人蔘을 生育시킨 結果 $17\sim 21^{\circ}\text{C}$ 에서는 正常的이었으나 25°C 에서는 莖葉의 伸長이 억제되었음은⁽²²⁾ 光合成 適溫에서 推定한 바와 一致된다. 胚培養의 胚에서 發芽한 幼苗도 $17^{\circ}\text{C}\sim 21^{\circ}\text{C}$ 에서는 正常生育을 하였으나 25°C 에서는 莖의 伸長이 억제되었음도⁽²²⁾ 同一한 結果라고 하겠다. 여기서 特히 幼苗가 21°C 에서 生育이 가장 旺盛하였음은 上記 22°C 光合成 適溫보다 약간 낮은 點이 어떤 의미를 갖는 것 같다.

生育適溫으로 볼 수있는 $17^{\circ}\text{C}\sim 21^{\circ}\text{C}$ 의 範圍는 앞장에서 본 再生芽의 生育適溫 $13\sim 20^{\circ}\text{C}$ 와 近似하며 이는 種子의 後熟適溫과 發芽適溫이 近似했던 것과 一致되는 것이다. 이렇게 보면 休眠打破된 根芽의 出芽와 初期의 生育過程은 再生芽의 發育溫度와 같고 後期의 光合成 適溫과 큰差異가 없는 것으로 보아도 좋을 것 같다.

砂耕試驗의 경우 最低溫度 處理區인 25°C 區가 生育이 最高였던 事實⁽²⁶⁾은 光合成適溫이 25°C 以下일 것임과 一致된다. 多濕한 경우 30°C 에서 生育이 좋았다고하는 溫室內 實驗結果

가 있으나⁽²⁷⁾ 其他 상세한 條件은 알 수가 없다. 그러나 30°C 以上은 이제까지의 資料들이나 經驗에 相衝된다. 더구나 이 報文은 根芽의 休眠打破가 5.4~8°C로서 4~4.5個月(10月~2月)間을 維持시켜야 할 必要가 있다고 하여 2~3°C에서 4個月이라는 앞서본 結果와도 다르다.

以上의 人蔘의 光合成 및 生育에 있어 溫度에 對한 反應特性은 表 3과 같이 要約할 수 있으며 이로 미루어 볼 때 여름 日覆內 溫度가 25°C以下로 維持토록 함이 重要點이라고 생각된다.

表 3. 人蔘의 光合成 및 生育과 溫度

溫 度(°C)	反 應	文 獻
15°	2年根 光合成適溫	朴·等(1978)
17~21	2年根 生育適溫	曹(1979)
21	胚培養幼苗生育適溫	曹(1979)
22	6年根 個葉光合成適溫	朴等(1978)
25	6年根光 및 陰葉光合成適溫	Kim(1964)
25	2年根 莖葉伸長抑制	曹(1979)
25	胚培養 幼苗莖伸長 抑制	曹(1979)
25	水耕 2年根 生育最高(處理中最下溫)	栗林等(1971)

人蔘이 溫度가 높아지면서 純光合成量이 적어지는 것은^(24,25) 光呼吸때문인지도 모른다. 人蔘은 光呼吸이 없는 C₄植物로 同定되지는 아니하였다. 低溫要求度가 크다는가 化石植物이라고 불릴 만치 古生植物(3,500萬年)이라면⁽⁹⁾ C₄植物條件과는 더욱 멀어지는 것이다.

VI. 呼吸과 溫度

人蔘의 生育이 느리다는 것은 光量이 적은 곳에서 살아서 光合成量은 적은데 呼吸消耗는 다른 植物과 크게 다를 바 없기 때문일 수 있다. 반드시 이 理由때문이 아니더라도 밤낮으로 계속되는 呼吸量을 效率的으로 줄인다는 것은 收量을 늘리는 第2의 方法인 것이다.

8월에 6年根 잎이 18°C에서 25°C까지 溫度가 올라 감에 따라 呼吸이 2倍 增加되고 16°C에서 26°C로 계산하면 Q₁₀은 2.78이되며 2年根 地上部의 呼吸은 20°C에서 30°C로 올라감에 따라 3倍로 增加되었고⁽²⁴⁾ 35°C에서는 呼吸增加率이 오히려 둔화되어⁽²⁴⁾ 萎凋에 의한 氣孔開度감소등 生理障害가 있는 것 같다.

7월에 6年根 뿌리 呼吸은 20°C에서 보다 30°C에서 2.1倍가 增加 되었으며 잎은 2倍가 增加되었다.⁽²⁵⁾ 꽃송이는 6월에 20°C에서 보다 30°C에서 1.7倍의 呼吸增加를 보였다.⁽²⁵⁾ 金의 경우⁽²⁵⁾ 呼吸商數는 高溫의 달이나 高溫測定범위에서 커지는 傾向이 있으나 2범위인데 비하여 朴等의 경우⁽²⁴⁾는 3범위로 큰차이가 있다. 人蔘의 生育이 느린 原因이 呼吸消耗에 基因한다면 後者의 경우가 大部分이 아닌가 생각된다.

呼吸量은 單位乾物重으로 보면 뿌리가 가장 적고 줄기 잎의 순서이지만 5月以後 全體量은 뿌리 줄기 잎의 무게 순이므로 全呼吸 淨耗는 뿌리>줄기>잎의 순서일 것으로 보인다. 따라서 地溫이 높아지면 뿌리 呼吸消耗가 상당히 커질 것은 確實하다.

5月初旬以前에는 줄기의 呼吸量이 越等히 높는데 줄기가 자라날 때에는 자라는데 必要的 旺盛한 代謝作用으로 必須의 일 것인데 이때 高溫이 되면 養分消耗가 극히 커질 것은 당연하므로 이때의 生育適溫은 光合成 期間의 生育適溫보다 낮을 것으로 보인다.

收穫後의 뿌리의 呼吸量이 溫度와 對數函數關係를 보이고있다.⁽²⁸⁾ 위에서 본 바와같이 Q_{10} 이 溫度가 높을수록 높아지는 傾向은 對數函數關係와 一致하는 것이라 하겠다. 收穫直後의 呼吸消耗는 溫度에 가장 예민한 것으로 보이나 時間이나 材料에 따른 調査 등이 전연 없는 것 같다.

越冬過程과 關聯하여 根呼吸이 보다 철저히 研究되어야 할 것으로 생각된다.

人蔘種子의 開匣時 GA處理를 하면서 呼吸量을 測定한 것을 보면⁽¹⁷⁾ 溫度에 따른 呼吸量의 變化가 一定치 않다. GA處理 경우에는 室溫과 25°C의 高溫에서 GA高濃度에서 일등히 呼吸이 增加하고 있으나 對照區에서는 室溫에서 낮고 15°C, 25°C 5°C로 增加하였다. 開匣適溫 범위가 15°C 또는 室溫(20°C 以下)였던 事實과 關聯해 보면 呼吸量의 增加는 바람직한 것이 못되는 것 같다.

表 4. 人蔘의 呼吸商數와 溫度

溫 度	Q_{10}	部 位	測定月	年 根	文 獻
20~30	1.7	花 器	6	6	Kim(1964)
20~30	1.9	葉	6	3	Kim(1964)
20~30	1.8	葉	6	6	Kim(1964)
22~32	2.0	葉	8	6	Kim(1964)
16~25	2.8	葉+葉柄	8	6	朴等(1978)
15~25	1.7	葉柄+莖	7	6	Kim(1964)
22~32	2.1	葉柄+莖	8	6	Kim(1964)
20~30	3.0	地上部	8	2	朴等(1978)
1~11	1.7	根	2	3	Kim(1964)
14~24	1.9	根	10	3	Kim(1964)
20~30	2.1	根	6	6	Kim(1964)

溫度가 높아지면 腐敗率이 增加했던 것은 呼吸量 增大에 의한 酸素不足에서 오는 生理障害일 수있다. 앞서 본 바와 같이 GA에 의하여 15°C 適溫을 25°C로 올릴 수 있으나 腐敗가 많다고 하는 것은 GA처리에 의한 呼吸增加가 溫度上昇으로 더욱 促進되어 酸素缺乏이 더 크게 作用할 것이기 때문이다. 微生物 活性의 增加에 의한 酸素消耗도 큰 要因이 된다.

이와 같은 현상은 通氣가 不良한 土壤에서 地溫이 上昇하여 根呼吸이 增大되면 뿌리는 酸素不足 即 窒息을 하게 되고 根腐의 原因이 될 수있다. 이러한 窒息의 害는 土壤氣相當 根重이 많은 高年根에 갈수록 심할 것으로 보인다. 生理的 根腐現狀은 水稻와 같은 作物에서 이미 알려져 있는 것이며 人蔘에 있어서도 充分히 있을 수 있다. 특히 排水가 不良한 곳에서

地溫이 높아질 때 극심할 것으로 보인다.

以上 呼吸에 關한 特性은 表 4와 같이 要約될수 있으나 앞으로 呼吸 特히 뿌리의 呼吸과 溫度와의 關係에 關하여 많은 研究가 있어야 할 것이다.

VII. 要 約

人蔘의 生理特性을 溫度와 關聯하여 檢討하였다. 古典에 나타난 人蔘의 特性과 栽培者들의 經驗에서 人蔘은 光을 必要로 하나 高溫을 忌避하는 것으로 나타났으며 이 두가지 相反된 性質을 充足시키는 栽培方法을 發展시켜 왔다.

自生地나 栽培地 氣溫 및 地溫으로 보아 生育期間의 低溫이 必須的이며 冬季의 極寒을 忌避하는 것으로 보였다.

未熟胚의 後熟適溫(15~20°C 以下)이 發芽適溫(10~15°C)보다 약간 높은 傾向을 보였으며 根芽의 再生適溫(18~20°C)과 出芽後 生育適溫(17~21°C)이 類似하였다. 成熟胚와 根芽의 休眠打破適溫이 같았다. (2~3°C)

光合成 適溫(22°C)이 生育適溫(21°C)과 近似하여야 할 것으로 보였다.

呼吸商數는 1.7~3의 범위이며 溫度가 높을수록 높아지는 경향이다. 溫度上昇에 依한 呼吸消耗의 量的 負擔은 根에서 가장 클 것으로 나타났다.

呼吸消耗의 過多와 酸素不足이 種子와 뿌리의 腐敗와 關聯될 것으로 推定되었다. 器官의 分化나 年根別 光合成, 呼吸 및 生育適溫等에 關한 研究가 栽培方法의 開發을 爲하여 先行되어야 할 것이다.

引 用 文 獻

1. 今村綱：人蔘史 第6卷 人蔘雜記篇 朝鮮總督府. 141, (1939)
2. 徐有渠：林園十六誌. (1750)
3. 今村綱：人蔘史 第5卷. 人蔘栽培編. 210. (1936)
4. 人蔘耕作要提. 개성전매지청, 177pp. (1958)
5. 張秉武：人蔘栽培의 特殊性. 壽煙. 4, 28. (1962)
6. 大隅敏夫：藥用ニンジン農山漁村文化協會. 117pp. (1970)
7. 高井康雄：植物營養土壤肥料大事典. 養賢堂. 942. (1976)
8. Veninga L: The ginseng book Big Trees Press 152pp. (1973)
9. Hu S.Y.: The ecology, phytogeography and ethnobotany of ginseng. Proceedings of the 2nd International Ginseng Symposium, Korea ginseng Research Institute 149 (1978)
10. 蕭培根：我國東北地區 野生人蔘의 初步調査. 葯學學報 9. 340. (1962)
11. Grushvitskii I.V.: 藥用人蔘(その生物學的 諸問題) 深澤元文譯. (1960)
12. 大隅敏夫：人蔘栽培의 理論과 實際, 人蔘界. 5, 40. (1977)
13. Malyshev, A.A.: Experiment on ginseng cultivation in the northern Caucasus. Tr. Bot. Inst. Akad. Nauk. SSSR. Ser. 7. 331 (1939) Abstr. Korean Ginseng Studies (1687-1975) 03 4.

14. 大隅敏夫・宮澤洋一：藥用人蔘種子의 後熟並びに 發芽に關する研究. 長野縣農業試驗場研究集報 第1號. 43. (1958)
15. Kuribayashi T., Okamura M., and Ohashi H.: physiological and ecological studies in *Panax ginseng*, I. Effect of various temperature and chemical control substance on the dehiscence of seed. *Syoyakugaku Zasshi* 25. 87. (1971)
16. 大隅敏夫・宮澤洋一：藥用人蔘の催芽 並びに 發芽, 農及園 31.91, (1956)
17. 栗林登喜子・大橋裕：オタネニンジンの 發育段階と 若干の 段階に おける化學調節 物質の 影響 ミチューリン 生物學研究. 7. 8. (1971)
18. Kuribayashi T. and Ohashi H.: **Physiological and ecological studies in *Panax ginseng*, II. Effects of various temperature and chemical control substance on the germination.** *Syoyakugaku Zasshi* 25:95, (1971)
19. Kuribayashi T. and Ohashi H.: **VII. Effect of kinetin treatment on germinating stimulation, especially on the threshold value, *ibid* 29. 62.** (1975)
20. Park, H. Kim G.S. and Bae H.W.: Effects of Gibberellin and kinetin on bud dormancy breaking and growth of Korean ginseng root (*Panax ginseng* C.A. Mey.) Proceedings. of Plant growth Regulator Working Group. Las Vegas. USA in Press (1979)
21. 崔京求・金銀洪・黃鍊奎：人蔘의 育種 및 年限短縮에 關한 基礎研究 第1報, 新芽의 休眠打破에 미치는 植物生長調節物質의 影響. 全北大論文集 20, 自然科學篇 101, (1978)
22. 曹在星. 高麗人蔘의 組織培養에 關한 研究(I) 溫度的 差異가 人蔘 및 人蔘 Callus 生長에 미치는 影響 韓作學誌. 24. 75, (1979)
23. 김영래・김문규・최창열・조재성：수출용 인삼개발을 위한 종합적 연구 과학기술처. 연구개발사업 보고서 MOST-R-70-14-AF (1970)
24. 朴 薰・李鍾華・裴孝元・洪榮杓：人蔘의 光合成 能에 미치는 溫度 및 光度の 影響 韓國土肥學誌. 12. 印刷中. (1979)
25. Kim, J.H.: Physiological and ecological studies on the growth of ginseng plants(*Panax ginseng*) V. on the photosynthesis, respiration and dry matter production. J. Kongju Teachers College 2 149, (1979)
26. Kuribayashi T. Okamura M. and Ohashi H.: Physiological and ecological studies in *Panax ginseng*, III. Effects of temperature, nutrient and gibberellin on the growth. *Syoyakugaku Zasshi* 25, 102, (1971)
27. Grushvitskii, I.V.: An experiment of growing ginseng in hothouse. *Tr. Bot. Inst. Nauk. SSSR* Ser. 6 333, (1959) Abstr. Korean Ginseng Research (1687~1975) 008.
28. 李盛雨・金光秀：水蔘의 CA貯藏에 關한 研究. 韓國食科誌. 11. 131, (1979)