綠蘆筍葉綠素形成影響因子之研究（第三報）

Studies on the Factors of Chlorophyll Formation in Green Asparagus (*Third Report*)

王 進 生

by

Chin-sheng Wang

摘 要

株齡與嫩莖葉綠素形成有關，隨著株齡之增加嫩莖葉綠素含量亦增多，株齡較高所生產之嫩莖較綠。在不同留莖數下氮素用量多，則嫩莖葉綠素含量較多，但氮素多量區與氮素少量區之比較，在留莖4枝者嫩莖葉綠素含量差異是顯著，不留莖和留莖之枝之間則呈極顯著。

緒 言

爲完成一系列之綠蘆筍葉綠素形成影響因子之探討，本期繼續進行株齡對嫩莖葉綠素形成影響之研究，又爲究明乾季晴天在不同留莖數下，氮素施用量多寡，對於嫩莖葉綠素形成之關係並以雨季作爲比較，分析其效應。茲將試驗結果整理成篇，以供本省綠蘆筍產業之有關人士參考並請賜教。

材料及方法

鑑於綠蘆筍原料檢收規格之修正，本期試驗測定所用之嫩莖，長度改爲17cm，在取樣時力求嫩莖大小及頂部形狀一致，俾減少因測定材料不一而造成誤差。採收時間一律爲下午二時開始，每一樣本至少抽測四次以上，同時各處理區中，如所採收之嫩莖不足以供四次重複測定者不予測定，務使人爲誤差減少至最輕程度。有關試驗項目如下：

一、株齡與嫩莖葉綠素形成之關係：供試品種爲UC309，二年生，四年生及六年生三種不同株齡，畦向爲南北向，行距1.2公尺，株距0.3公尺。

二、氮素施用量與不同留莖數對於嫩莖葉綠素形成之關係：供試品種爲美麗華盛頓之三年生，行距1.2公尺，株距0.3公尺，留莖數分爲留二枝、留四枝及不留莖三種。氮素施用量分爲多量區（每10公畝100公斤）及少量區（每10公畝50公斤）。磷肥、鉀肥每10公畝各爲30公斤及40公斤，磷肥分二次施用，氮肥則平分十次施用。

結果及討論、

本省處於亞熱帶及熱帶，蘆筍生育迅速，故本省之蘆筍較溫帶地域提早採收，根據植物生理謂株齡與累積溫度有關，經田間觀察，定植後南部之蘆筍較北部之蘆筍發育迅速可提早採收，但初年生之嫩莖，以肉眼觀之色澤較淡，故爲明瞭在本省留莖採收下，不同株齡與嫩莖葉綠素含量之關係，分析本試驗測定之結果見表一：

本文原載於中國園藝第二十卷第六期

表一　株齡與嫩莖葉綠素形成之關係

Table 1. The relationship of plant age to the chlorophyll content of green asparagus

株齡 plant age / 天氣 weather	二年生 two years old	四年生 four years old	六年生 six years old	平均 mean
晴天 sunny	132.39	149.78	168.31	150.08 **
陰天 cloudy	107.43	125.52	142.29	125.08 **
雨天 rainy	77.63	100.38	116.36	98.01
平均 mean	105.82	125.11 **	142.32 **	

單位（ unit ）mg／kg

*5％of significant

**1％of significant

天氣間：between weather　　LSD0.05 = 6.29　　LSD0.01 = 8.52

株齡間：between plant age　　LSD0.05 = 7.26　　LSD0.01 = 9·83

天氣×株齡：weather × plant age　　LSD0.05 =46.19　　LSD0.01 =62.60

經分析結果，不同株齡間所生產嫩莖葉綠素之含量差異爲極顯著，株齡增加其所產生嫩莖之葉綠素含量亦增加，究其原因似與蘆筍植株成熟度及其根群分佈有關，又根群之分佈與土壤中養水分吸收有關，株齡大者植株較爲健壯，受採收壓力（ cutting pressure）較輕，亦爲葉綠素形成有利因子之一。本省之蘆筍栽培分爲白蘆筍及綠蘆筍，且其產區爲配合計劃生產與便於檢收原料計，有明顯的劃分，若欲改進本省蘆筍整體之品質，尤應注意提高綠蘆筍之色度，建議不妨部分試行，凡1 - 3年生植株採收白蘆筍，四年生以上者採收綠蘆筍，如此則綠蘆筍之色澤不但較綠，且嫩莖之規格亦可提高。

61年5月下旬至7月之陰雨天情況下，曾探討氮素施用量對於嫩莖葉綠素形成之影響，結果見第二報[2]　本期則於民國62年8月下旬至10月中旬之間利用乾季晴天探討其影響，其結果如表二：

表二　乾季晴天氮素施用量對嫩莖葉綠素含量之關係

Table 2. The relationship of nitrogen application to the chlorophyll content of green asparagus during dry seasons.

氮素用量 nitrogen application / 母莖數 No. of mother stalk	氮素多量區 (100kg/1000m²) high nitrogen applied plot	氮素少量區 (50kg/1000m²) low nitrogen applied plot	平均 mean
留莖四枝 four mother stalks	145.92	132.92	139.42
留莖二枝 two mother stalks	170.57	155.40	162.99 **
不留莖 without mother stalks	220.09	199.02	209.5 **
平均 mean	178.85 **	162.45	

單位（ unit ）mg／kg

*5％of significant

**1％of significant

氮素用量（ nitrogen application ）　　LSD 0.05 = 10.30　　LSD 0.01 = 14.26

留莖數（ number of mother stalk ）　　LSD 0.05 = 12.56　　LSD 0.01 = 17.59

氮素用量×留莖數（ nitrogen application ）×（ number of mother stalk ）

LSD 0.05 = 15.57　　LSD 0.01 = 27.28

經分析結果與前報相同，即氮素用量多者嫩莖葉綠素含量亦較多，多氮素用量與留莖數之交感作用不顯著，雨期與乾期其嫩莖葉綠素含量，在同一留莖數，氮素多量區與氮素少量區間以陰雨季之差異大，且留莖數較多，其差異則更較明顯。

總結論

經過三年之研究，本省綠蘆筍葉綠素形成影響因子可分爲遺傳、氣候、栽培、採收及貯存等五類，現逐次分項加以討論，並提出若干改進建議。

一、遺傳：可分爲品種、性別及株齡爲遺傳方面之影響因子。

1. 品種：供試七品種之中，以Danish Giant 的嫩莖葉綠素含量最高，較現有推廣品種UC309多達13.51mg／kg與Connovers Colossal （係Anthocyanin Free的品種）比較高出40.29mg／kg之多，其他品種在同一規格之嫩莖，其葉綠素含量均有差異，顯示品種間之色澤有濃淡之別，故爲提高本省綠蘆筍之色澤，應作長程的育種計劃選拔色澤濃綠，且嫩莖肥大之品系，供綠蘆筍栽培之用，而減輕因採收期留莖所發生之遮蔭影響。歐美各國不留莖雖不受母莖遮蔭之影響，但仍致力育成嫩莖色澤較綠之品種，例如今年（1974）法國中央農業研究所所育成之Diane ，初步觀察結果，不但較綠而且早生，分蘗力亦強，是故本省更需選育濃綠之品系。經觀察結果嫩莖色澤較綠之品種常常較多花青素，但在加工上並非所忌。

2. 性別：蘆筍植株有雌株、雄株及雌雄同株之別，因雌雄同株稀少，故未作葉綠素含量測定，在同一時間所採收之同一規格之嫩莖，經過葉綠素含量測定，雌株與雄株之間並無顯著差異，故在遺傳上雌雄株之葉綠素含量相似，據本試驗所測定之值，雌株嫩莖葉綠素含量126.17mg／kg，雄株嫩莖爲124.14mg／kg 。

3. 株齡：據本試驗研究測定結果，不同株齡間之嫩莖葉綠素含量差異顯著，顯示株齡增加所產生之嫩莖較綠，今後似應視國際市場白蘆筍之供需情形，及考慮本省蘆筍品質之改進，不妨部份試行，在1-3年生植株採收白蘆筍，4年生以上者採收綠蘆筍，則嫩莖之色澤不但較綠，且嫩莖之大小亦可提高。故欲生產質量俱優的綠蘆筍，必須在肥沃的砂質壤土生產，可在適宜地區，利用不同株齡，採收不同產品之方法，即先採白蘆筍後採綠蘆筍，即可達到目的。

二、氣候：氣候因子與蘆筍嫩莖葉綠素形成有密切之關係，例如天氣及氣溫。

1. 天氣：有晴、陰、雨之別，嫩莖葉綠素之形成與陽光照射之關係最爲密切，故一般晴天對於嫩莖葉綠素有利，在民國61年3月至10月之間，在同一時間下午2時，所採之6年生之嫩莖，測定葉綠素含量如下：

晴天　201.44mg／kg

雨天　150.76mg／kg

查本省各地4月下旬至6月時期，一般均有下雨，故影響本省綠蘆筍之嫩莖葉綠素形成，4月中旬至6月上旬爲蘆筍生產量之高峰期，嫩莖雖幼嫩，但所生產的大多數原料其色澤均較淡，爲外銷市場所忌。爲避免嫩莖之色澤受降雨之影響，著者認爲在高屏地區之乾旱期，即10月中旬至翌年5月採收綠蘆筍，一則可以如意改進農務，二則亦可提高原料之品質及色度

一舉兩得。

2. 氣溫：氣溫之高低與嫩莖葉綠素形成有關，不論晴、陰天在30°C以下，尤以27℃-25°C 之間，正爲上半年嫩莖生產盛期，惜在此生產盛期內，氣候常不正常，否則生產較綠之嫩莖應無困難，這也是秋、冬兩季南部所生產嫩莖比中北部嫩莖較綠原因之一。

三、土壤：土質及土壤之反應與嫩莖葉綠素形成亦有關係

1. 土質：適於栽培蘆筍之土質是砂質土及砂質壤土，而黏質壤土則不適於栽培蘆筍，經測定之結果，砂質土區葉綠素含量雖較高 14.3mg/kg，但經生統分析結果並不顯著，又砂質土因地區較差不太適於栽培綠蘆筍，故爲提高蘆筍之原料品質計，仍應選質地較鬆而肥沃的砂質壤土栽培綠蘆筍爲宜。

2. 土壤反應：土壤反應不但與蘆筍植株生育有關，而且與嫩莖葉綠素形成亦有關，適於栽培綠蘆筍之土壤反應，以pH 值在5.8 - 6.7 之間爲宜，過於酸性之土壤不但生育差，而且嫩莖之葉綠素含量亦低，本試驗研究在土壤反應pH 4.5 之強酸性土壤，施用白雲石 (dolomite)之結果，對於嫩莖葉綠素之含量有顯著的效應，每10公畝施用之白雲石80公斤區，葉綠素含量較對照區增加 20.55mg/kg，施用 160 公斤區，則增加 53.11mg/kg，酸性土壤缺少鈣和鎂，白雲石含有鈣與鎂成分，故白雲石之適宜施用，不但能矯正土壤之酸性，而且亦可促進嫩莖葉綠素之形成。歐美及日本均按土壤之反應適量施用白雲石，或在肥料中併用鎂等，均爲促進嫩莖葉綠素之形成。在土壤反應 pH6.0以下，本省似應按產區之土壤反應，訂定白雲石之施用量，或於複合肥料中加入鎂，以利提高嫩莖之色度爲宜。

四、栽培：栽培管理與嫩莖葉綠素形成亦有關，其中尤以畦間，留莖及氮素之施用量關係最大。

1. 畦間：在本省氣候條件下栽培綠蘆筍，仍需用留莖採收方法，否則產量甚低，惟留莖畢竟造成遮蔭嫩莖受光量減少，而影響嫩莖葉綠素形成。查日照爲促進嫩莖葉綠素形成之最重要因子，爲測定留莖之遮蔭影響，分爲南北向及東西向之兩種畦向栽植蘆筍，據測定分析結果，不論晴雨天均以「南北向」之畦，所生產之嫩莖葉綠素含量高於「東西向」。爲促進嫩莖之綠化，栽培綠蘆筍時畦向應儘量採用「南北向」。但目前本省綠蘆筍專業區中季節風較大之地域，在中央經費補助下，採用沿著栽植行，以5 公尺距離樹立支柱，用14號鐵線連結，以防母莖倒伏及影響受光，在此種情形下，似應優先考慮配合當地之季節風向，俾使母莖有所扶持以免動搖倒伏爲主，不宜因採「南北向」之畦向的關係，使鐵線無法扶持母莖，反而失去立柱之目的。

2. 留莖：本省之蘆筍栽培建立在留莖採收，故嫩莖出土後光照較差，導致嫩莖色度較淺，由本試驗得知，不留莖對嫩莖葉綠素之形成頗具功效，但易導致嫩莖細小產量亦低。故以不影響綠蘆筍產量下，宜少留母莖之枝數，以兼顧原料品質與量之改進。

3. 氮素：由本試驗得知，氮素確對嫩莖葉綠素之形成具有正相關，無論乾季，晴天或雨季，陰雨天，顯示不相同留莖數時，施用氮肥多量區（100Kg/1000m²）要比氮肥少量區（50Kg1000m² ）之葉綠素含量較高，故宜在經濟施肥原則下斟酌增施氮肥。

雨季不但無法按期施肥，且氮素之流失亦多，加上光照不足，故所生產之原料質量均差。爲避免缺氮現象，今後似以遲效性和速效性氮肥併用，則可避免因降雨無法按期施肥而缺氮，二則亦可減少氮素之施用量，不但利於嫩莖葉綠素之形成，而且可達到經濟施肥之目的和減少生產成本。

五、採收：出土後之嫩莖長度與採收時間不同，對嫩莖葉綠素含量有顯著之差異，尤以嫩莖中段至頂端之葉綠素含量差異最大，中段至頂端之嫩莖有12公分長，亦爲冷凍加工所需之長度，故該段之嫩莖色度之濃淡，直接影響綠蘆筍之品質。

1. 採收時間：據本試驗第一報[1]研究結果表三可知。在同一條件下，上午9時採收之嫩莖與下午採收之嫩莖，其葉綠素含量差異，在頂端部（自筍尖以下6公分）有100.9mg/Kg之多。每經二小時之光照，其葉綠素之形成量達到33.5～40.77mg/Kg，在中段部分（自筍尖以下6-12公分）上下午採收葉綠素含量有36.1mg/Kg 之差異，每經二小時之光照，其葉綠素之形成量爲8.8mg/Kg-16.6mg/Kg，故爲提高綠蘆筍之色澤，宜在上午 11 時以後採收，得使夜間伸長之嫩莖，得有一段時間受光而增加葉綠素之形成，也是目前提高綠蘆筍原料色澤之最易可行之途徑。（據本人觀察在 25 °C左右一夜之間，嫩莖能伸長8-11公分）。

2. 採收長度：綠蘆筍之原料長度爲17公分，採收時用採收刀，自地面下3公分處切取或用手由地面折取，爲配合原料之規格，嫩莖出土之長度最少15公分以上，據本試驗結果，以目前推廣之UC309品種爲準，長度增加3公分，其嫩莖頂端葉綠素含量增加12.12～15.83mg/kg 。但嫩莖出土後在高溫下容易發生嫩莖頂端散開，故以嫩莖頂端之發育，未達影響原料規格之前，應採收出土較長之嫩莖，始能達到標準之綠度，又爲兼顧嫩莖綠色度及產量，經調查結果，本省綠蘆筍應俟嫩莖露出土面18公分以上時採收較宜。

六、原料貯存：嫩莖（原料）處理適當，不但可以保持鮮度，而且不致因物理化學性質變化而變劣，故採收後宜保持適宜的濕度，以免表皮萎縮及避免纖維含量之增加，亦可保持風味。如在採收後4-5小時之內進入工廠加工，則無須考慮貯存之方法，但本省之綠蘆筍採收後經24小時尚未加工爲常事，故貯存之方法如不適宜，不但鮮度降低，嫩莖葉綠素亦受破壞，根據試驗得知，貯存期間之長短及溫度，對嫩莖葉綠素含量之消長有密切關係，如貯存在20°C，經二天後嫩莖頂端開始腐爛，且葉綠素含量劇減，但貯存在5°C時，經二天後不但原料鮮度佳，而且葉綠素含量並無減少，一般嫩莖組織變化爲導致葉綠素含量遞減之原因，係原料貯存後，CO_2即行按貯存溫度之差異，以不同速度而累積，至高峰時再行下降，復行上升時原料組織開始劣變，葉綠素亦開始破壞。爲減少製造成本，今後本省之綠蘆筍加工，應鼓勵廠商在產區，就地設廠以減少原料運輸及貯存費用，藉以保持原料鮮度爲良策。

參考文獻

1. 王進生 1972.綠蘆筍葉綠素形成影響因子之研究（第一報）.中國園藝. 18(1):13-17.
2. 王進生 1973.綠蘆筍葉綠素形成影響因子之研究（第二報）.中國園藝. 19(1):30-34.
3. 古谷雅樹、宮地重遠及玖村敦彥 1971. 光合成. 朝倉書店，東京. p.181-189.
4. 杉山直儀 1968.野菜の營養生理と施肥技術. 誠文堂新光社，東京. p.353-404.
5. Meyer, B.S., and D.B. Anderson. 1962. Plant Physiology. D. Van Nostrand Co., Inc., New York, p. 303-307.

Summary

The plant age is one of the factors concerned with chlorophyll formation in green asparagus. The experiment indicates that as the plant gets older, the chlorophyll content of the spears is higher.

It is evident that heavy nitrogen application (100kg/1000 m² per year) could accelerate the chlorophyll formation of green spears during dry seasons.