農業氣象、空氣污染與酸雨對農業生產影響及因應措施
研討會論文專輯　261-268, 1996

桑葉生產與氣象條件之關係

林洋三　林進財　張銘文　蘇紹璋
臺灣省蠶蜂業改良場

內　容

摘要……262
英文摘要……262
前言……263
材料與方法……263
結果與討論……263
結語……267
引用文獻……267

桑葉生產與氣象條件之關係

林洋三　林進財　張銘文　蘇紹璋

臺灣省蠶蜂業改良場

摘　要

採桑養蠶已長達數千年之久，1980年本省栽桑曾達2,737公頃，養蠶戶3,109戶，近年雖不再推廣，惟目前亞洲地區仍有百萬公頃以上之桑園，尤以泰國、越南正全力推展中，依本省推廣模式，良好的桑園是養蠶成功的基礎，本文係探討氣象因子對桑葉生產之影響爲重點，以1992年7月至1994年6月，每年分春、夏、秋、冬四期，分別調查產葉量之結果，桑葉以秋及春期收穫者較高，夏及冬期收穫者較低。以單相關及複迴歸分析氣象因子對新梢性狀之影響，發現平均新梢長與平均溫度及日射量呈顯著正相關，與降雨量間之相關則不顯著，單株葉鮮重及葉乾重之生長率均與平均溫度呈顯著相關，與降雨量及日射量間之相關不顯著，而平均新梢長、單株葉鮮重生長率及單株葉乾重生長率與三項氣象因子間之複迴歸關係達到顯著水準，以高溫較有利於新梢之生長，降雨量及日射量對新梢生長之影響程度較低。桑葉成份方面，粗蛋白質含量在冬期採收者較高，粗脂肪及粗纖維含量，以夏期採收者較高，而灰分含量則以秋期最高。以單相關及複迴歸分析氣象因子對桑葉成份之影響，單相關分析得知粗脂肪含量與平均溫度呈顯著正相關，灰分含量與平均溫度及日射量呈顯著負相關，又由複迴歸分析顯示，平均溫度增高與粗脂肪含量之增加有正相關，與灰分含量爲負相關，又日射量增加亦會使灰分含量降低。

關鍵詞：桑葉產量，新梢性狀，品質，氣象因子

Relationship Between Production of Mulberry Leaves and Meteorological Conditions

Yang-Shan Lin, Jinn-Tsair Lin, Ming-Wen Chang and Shaw-Chang Su (Taiwan Apicultural and Sericultural Experiment Station, Kung-kuan, Miaoli, Taiwan, ROC).

ABSTRACT：Mulberry tree cultivar Taisang 2 (*Morus alba* L. var. *acidosa* G.) was pruned and the leaf yields were weighed in four different seasons during a year, and the meteorological data were recorded accordingly. Results were summarized from July 1992 to June 1994. It showed that leaf yields were greater in autumn and spring than in summer and winter. Through simple regression analysis, the average length of shoots showed significant positive correlation with air temperature and solar radiation, but not with rainfalls. The increasing rates of fresh leaf weight and dry leaf weight showed positive correlation with air temperature. However, through multiple regression analysis, it was found that the average length of shoots and the increasing rate of fresh leaf weight and dry leaf weight were significantly related to these three climate factors. The increasing rate of shoot was more influenced by the air temperature than by the rainfall and solar radiation. The content of crude protein in leaf was greater in winter, while the content of crude fat and crude fiber were greater in summer and the content of ash was greater in autumn. Although in simple regression analysis the content of crude fat showed positive correlation with air temperature and the content of ash had negative correlation with air temperature and solar radiation, it was found that the content of crude fat was positively related to air temperature and the content of ash decreased with increasing air temperature and solar radiation through multiple regression analysis.

Key words：Yield of mulberry leaves, New shoot characters, Quality, Meteorological condition.

前　言

桑樹係多年生落葉性木本植物，自然分佈於南緯10度至北緯50度之間，生育適溫爲23～27℃，年雨量600～2500公厘，日照以9～13小時較佳，溫帶至熱帶在海拔2000公尺以下皆可栽培(南澤,1976；堀田,1951)，適栽地域廣大，桑葉產量與品質明顯受品種(北浦,1974；尾暮,1988；Shidata et al., 1984,1985；Yamamoto,1985)及栽培環境影響，而栽培環境中主要因子是氣候條件(大山,1972；宮下,1970；宮 1970)與土壤養分(村上,1990；高岸等,1985a,1985b)。在氣候方面，本省位於亞熱帶地區，宜桑宜蠶，栽桑一年中採收條桑4次，桑園生產力深受氣候條件之影響，諸如氣溫、降雨量、日照等因素均因季節變化，導致其對桑葉生產量及品質之差異。

材料與方法

本試驗以10年生之台桑2號(*Morus alba* L. var. *acidosa* G. cv. Taisang 2)做爲材料，每年定期放於5月1日、7月1日、9月2日及12月1日修剪採收4次，分春、夏、秋、冬季4個調查區，逢機完全區集排列，4重複，每重複6行，每行10株，行株距1.8x0.9公尺。採收時調查新梢長、葉面積、產量等農藝性狀，並採取葉片分析粗蛋白質、粗纖維、粗脂肪及灰分等化學成份，粗蛋白質是以Semi-micro Kjeldahl's法測定，粗纖維採用Henneberg -Stohmann改良法測定，粗脂肪以Soxhlet脂肪抽出器定量，灰分以電氣灰化爐550℃高溫燃燒求之(李及賴, 1976)。

結果與討論

1.桑樹新梢生長性形

桑葉之採收係配合蠶期，全年分爲春、夏、秋、冬四期，表1顯示1992年秋季至1994年夏季兩年桑葉生產期之新梢生長及桑葉之產量變化情形，無論是新梢長、桑葉產量或桑葉面積均以秋、春期較高，其次爲夏期，冬期最低，而桑葉生長率則以夏、秋期較高，其次爲春期，冬期最低。圖1至圖3分別顯示二年之氣溫、降雨量及日射量之變化情形，皆於秋期收穫者之桑葉生長期中氣溫較高，日射量及降雨量亦充足，春期收穫者則在其生長期中氣溫降雨量及日射量均不高，而夏期收穫者則其生長期中之氣溫、日射量皆高，但降雨量密集，而冬期收穫者，氣溫及日射量均低，雨水亦缺乏。

Table 1. Comparisons of agronomic traits of mulberry in different harvest seasons from autumn 1992 to summer 1994*

Harvest season		Length of new shoot (cm)	Leaf yield (g f.w. pant^{-1})	Leaf yield (g d.w. pant^{-1})	Leaf area (cm^2 plant^{-1})	Increasing rate (g f.w.pant^{-1})	Increasing rate (g d.w. pant^{-1})
Aut.	1992	171. 9a**	1, 411c	364b	88, 789b	17. 21b	4. 44b
Win.	1992	91. 4e	543c	183d	29, 528f	7. 65	1. 94d
Spr.	1993	154. 8b	1, 427bc	335b	86, 888b	9. 45d	2. 22cd
Sum.	1993	123. 5d	1, 204cd	300bc	69, 789c	19. 47a	4. 92a
Atu.	1993	174. 3a	1, 663ab	432a	101, 855a	20. 28a	5. 27a
Win.	1993	87. 8e	707e	176d	43, 005e	9. 96d	2. 48c
Spr.	1994	136. 8c	1. 861a	433a	91, 162b	12. 32c	2. 86c
Sum.	1994	126. 1d	1. 005d	253c	59, 030d	16. 48b	4. 15b

*: means of 5 plants with four replicates. **:means in each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by LSD.

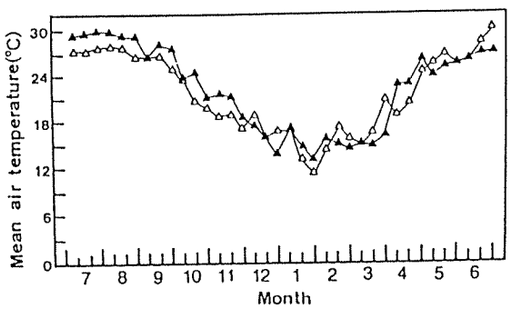


Fig 1. Changes of mean air temperature during the peroid from Jul. 1992 to Jun. 1994. △ :Jul. 1, 1992-Jun. 30, 1993; ▲:Jul. 1, 1993 -Jun. 30, 1994.

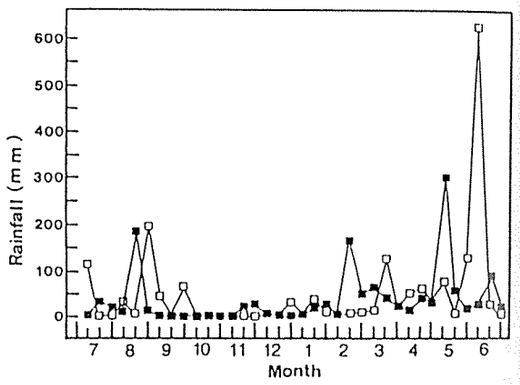


Fig. 2. Changes of rainfall during the peroid from Jul. 1992 to Jun. 1994. □: Jul. 1, 1992-Jun. 30, 1993; ■: Jul. 1, 1993-Jun. 30, 1994.

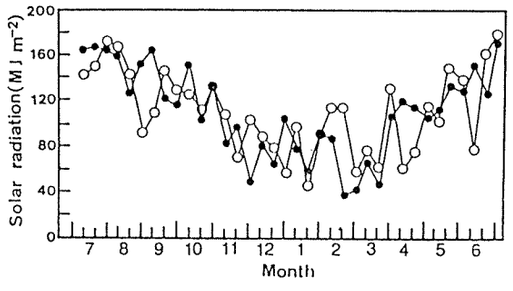


Fig 3. Changes of solar radiation during the period from Jul. 1992 to Jun. 1994. ○ : Jul. 1, 1992-Jun. 30, 1993: ●: Jul. 1, 1993-Jun. 30, 1994.

爲了知悉氣象因子對桑樹新梢生長與桑葉生產之影響，在此進行單相關及複迴歸分析，表2顯示平均新梢長與平均溫度及日射量之間呈顯著正相關，與降雨量間之相關則不顯著，單株葉鮮重生長率及乾葉重生長率與平均溫度呈顯著相關，與降雨量及日射量間之相關不顯著，而上述三項氣象因子與單株葉鮮重、單株葉面積及單株葉乾重間之關係則不顯著。此外由表2 亦可看出平均溫度與日射量間呈正相關，表示在日射量高之季節，其氣溫亦高。 又由

Teble 2. Regression coefficient between shoot growth of mulberry and major climatic factors during the period of Jul. 1992-Jun 1994.

	Mean temperature	Rainfall	Solar radiation
Rainfall	0.45ns		
Solar radiation	1.817*	0.172ns	
Average length of shoots	0. 961***	0. 560ns	0. 762*
Fresh weight of leaves	-0. 044ns	0. 161ns	-0. 220ns
Growth rate	0. 838**	0. 663ns	0. 572ns
Leaf area	0. 722ns	0. 608ns	0. 432ns
Dry matter of leaves	0. 082ns	0. 714ns	-0. 108ns
Growth rate	0. 875**	0. 621ns	0. 619ns

***,**,* and ns:$p < 0.001$, $p < 0.01$,$p < 0.05$ and no significant, respectively ($n = 8$)

表 3之複迴歸分析可看出，平均新梢長、單株葉鮮重生長率及單株葉乾重生長率與三種氣象因子間之複迴歸關係達到顯著水準，由標準淨迴歸係數之大小觀之，高溫有利於新梢之生長，降雨量及日射量對新梢生長之影響程度極低。基於以上相關分析可知，高溫有利於桑樹新梢生長，故在秋期可以得到高產量，春季因氣溫不高，以致其生長率不高，唯其新梢生長日數長達 151日，故可得到高產量。此外夏季收穫者，在高溫下，兩年之單株葉鮮重生長率分別高達19.74g與16.48g，單株葉乾重生長率分別高達4.92g與4.15g，唯新梢生長日數僅61日，以致新梢長及葉產量均低，而冬季氣溫低，不利於新梢生長，兩年之葉鮮重生長率分別僅爲7.65g與9.96g，葉乾重生長率分別僅爲1.94g與2.48g，乃爲四期中最低，而且其新梢生長日數僅爲71日，以致新梢長及葉產量均低。

2.桑葉成份之變化情形

1992年秋期至1994年夏期，兩年桑葉成份之變化如表4顯示，冬期採收者之粗蛋白質含量最高，依序爲春、夏、秋、冬期較低，而灰分含量則以秋期採收者最高，冬、春期次之，夏期最低。爲了瞭解氣象因子對桑葉成份變化之影響，進行單相關及複迴歸分析，如表5顯示，粗脂肪含量與平均溫度呈顯著正相關，而與降雨量及日射量之相關不顯著；灰分含量則與平均溫度及日射量呈顯著負相關，而與降雨量之相關不顯著，其餘之成分與三項氣象因子間之相關不顯著。又由複迴歸分析表6可看出，祇是粗脂肪與三項氣象因子間之複迴歸關係達到顯著水準，由標準淨迴歸係數之大小觀之，高溫有利粗脂肪含量之增加，降雨量及日射量對粗脂肪之變化影響程度較低。若除去影響程度最小之降雨量，觀其複迴歸分析，如表7則可知僅灰分含量與平均溫度及日射量之間呈顯著之關係，觀其標準淨迴歸係數，除了粗纖維含量受平均溫度和日射量的影響程度相近外，其餘均受平均溫度之影響程度較大，由此可見增高氣溫與粗脂肪含量增加，灰分含量降低有關，且日射量增加與灰分含量降低也有關。

本試驗參考有效積溫預測桑葉產量(湯等,1992)，調查不同生長季節有效日平均積溫之結果(表7)，與桑葉產量之趨勢，亦相

一致；而日本利用管澤春吉之方法預測產葉量，是依据日照時數之相關(南澤,1976)。本試驗將繼續調查多年，並配合病蟲害等資料，以多項氣象因子作探討，冀期建立桑葉生產預測模式。

Table 3. Summarized results of multiple regression analysis for determining shoot growth of mulberry with major climatic factors during the period of Jul.1 1992-Jun.1994.

New shoot character	R	df	Regression equation [1]				Partial correlation coefficient		
			a	MT	RF	SR	Mt	RF	SR
Average length of shoot	0.92**	3,4	-0.65	9.03	1.81	3.66	0.87(83)	0.16(15)	2.47(2)
Fresh weight of leaf	0.33	3,4	1256.22	28.84	11.07	-67.93	0.31(34)	0.11(12)	-0.49(54)
Increasing rate (g.f.w day^{-1})	0.90*	3,4	-5.16	0.85	0.36	-2.22	0.82(63)	0.32(25)	-0.15(12)
Leaf area	0.86	3,4	-263.93	65.47	13.23	-41.91	1.08(46)	0.20(11)	-0.48(28)
Dry matter of leaves	0.32	3,4	233.36	10.86	1.21	-16.62	0.47(46)	4.77(5)	-0.50(49)
Growth rate	0.91*	3,4	-1.96	0.24	7.43	-5.68	0.88(69)	0.25(20)	-0.14(11)

1: Y＝a＋bMY＋cRF＋dSR; Y: new shoot characters; YM: mean temperature; RF:rainfall; SR: solar radiation; ** and *: P＜0.01 and p＜0.05, respectively.

Table 4. Comparisons of chemical composi - tions of mulberry leaves in different harvests during Aut. 1992 and Sum. 1994*

Harvest season	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	Ash
	(% of dry mater)			
Aut. 1992	19.56c**	4.89c	10.39bc	14.25a
Win. 1992	21.23a	4.92c	10.69b	13.78b
Spr. 1993	20.25b	5.19b	10.86b	13.65b
Sum. 1993	19.38c	5.41a	11.77a	12.78c
Aut. 1993	16.72f	4.86c	10.32bc	14.13a
Win. 1993	21.30a	4.85c	10.41b	13.67b
Spr. 1994	18.62	5.17b	10.85b	13.48b
Sum. 1994	71.67e	5.54a	11.74a	12.99c

*: means of 5 plants with four repicates;
**: means in each column followed by the same letter are not sinificantly different at 5 % level by LSD.

Table 5. Regression coefficient between composition of mulberry leaves and major climatic factors during the period of Jul. 1992-Jun 1994.

	Mean temperature	Rainfall	Solar radiation
Rainfall	0.454ns		
Solar radiation	0.817*	0.712ns	
Crude protein	-0.520ns	-0.347ns	-0.327ns
.Crude fiber	0.017ns	0.661ns	-0.352ns
Crude fat	0.803*	0.024ns	0.627ns
Ash	-0.815*	-0.436ns	-0.778*

*, and ns: p＜0.05 and no significant, respectively (n＝8).

Table 6. Summarized result of multiple regression analysis for determining shoots growth of mulberry in major climatic a factors during the period of Jul. 1992-Jun. 1994.

Chemical composition of leaves	R	df	Regression equation [1]				Partial correlation coefficient		
			a	MT	RF	SR	Mt	RF	SR
Crude protein	0.55	3,4	23.72	-0.24	-2.79	0.13	-0.69(98)	0.74(7)	-0.25(25)
	0.54	2,5	23.82	-0.26	--	0.14	-0.75(72)	--	-0.29(28)
Crude fiber	0.83	3,4	11.22	5.05	0.12	-0.17	0.31(18)	0.65(39)	-0.71(43)
	0.65	2,5	10.41	0.16	--	-0.27	0.95(18)	--	-1.13(54)
Crude fat	0.92*	3,4	3.73	8.59	-3.61	-3.71	1.40(59)	-0.54(23)	-0.42(18)
	0.81	2,5	3.97	5.43	--	-8.80	0.89(90)	--	-0.10(10)
Ash	0.85	3,4	15.50	-4.94	-2.96	-9.02	-0.36(35)	-0.20(20)	-0.45(45)
	0.84	2,5	15.69	-7.60	--	-6.57	-0.55(62)	--	-0.33(38)

[1]: Y＝a＋bMT＋cSR; Y: chemical composition; MT: mean temperature; Sr: solar radiation; *: p＜0.05.

Table 7. Average daily accumulated temperature after mulberry was pruned in four different seasons from autumn 1992 to Summer 1994

Harvest season	Average daily accumulated temperature
Aut. 1992	2254.5
Win. 1992	1487.1
Spr. 1993	2612.6
Sum. 1993	1669.2
Aut. 1993	2395.2
Win. 1993	1626.0
Spr. 1994	2625.6
Sum. 1994	1620.3

結　語

桑樹之成長以高溫多雨時旺盛，低溫少雨時遲滯，可由樹木年輪之形成，得知這種情形；而日照不足桑，其飼料價值有降低現象，蓋因所飼育之蠶兒，發育不齊而延遲，增加病體蠶兒，降低產繭質量乃爲不爭之事實。目前本省栽桑面積逐漸減少，惟明朝李時珍(1578)的「本草綱目」中提到「桑葉，味甘苦，怯寒，能散風熱，清肝明目」。近幾年，中外醫界臨床証實，已得出桑葉具有類似人參的補益與抗衰老的作用，因此桑葉生產在未來何嘗未有一番新氣象。

引用文獻

李秀、賴滋漢　1976　食品分析與檢驗。pp.151-237。精華出版社,台中。

湯興根、朱炳南、王靜江 1992 4至5月有效積溫預測春季桑葉產量。蠶業科學 19:58-60。

大山勝夫 1972 桑の光合成の質生産。蠶絲科學と技術 11(8):58-61。

北浦澄 1974 桑品種の選擇。蠶絲科學と技術13(1):9-15。

尾暮正義 1988 地域.用途に適應する優良桑品種。蠶絲科學と技術 27(4):2-5。

村上毅 1990 桑園の土壤管理。蠶絲科學と

技術 29(12):64-66。
南澤吉三郎 1976 栽桑學。pp.125-288。鳴鳳社。東京。
宮下榮紹 1970 異常氣象　葉質。蠶絲科學技術 9(7):6-10。
宮 義三 1970 桑とかんがい。蠶絲科學と技術 9(7):15-17。
高岸秀次郎、白田和人、川內郁緒 1985a 肥培にする土壤肥沃度の推移と桑の施肥感應に關する調查研究。蠶絲試驗場報告 30(1):19-63。
高岸秀次郎、白田和人、川內郁緒、渡邊喜二郎、堀江保密 1985b 桑葉葉質に及ばす施肥要因の影響解析。蠶絲試驗場報告 30(1):65-79。
堀田禎吉 1951 桑編。pp.45-68。養賢堂, 東京。
Shikata, M., M. Hoshino and T. Shinjo. 1984. Evaluation of the Okinawa shimaguwa mulberries and the Taiwan encouraging mulberries as a cultivated mulberry. J. Seric. Sci. Japan 53(2):151-155。
Shikata, M., M. Hoshino, T. Shinjo, T. Furusawa and L.S. Indrasith. 1985. Evaluation of growth and yield of tropical mulberry varieties. J. Seric. Sci. Japan 54(5): 366-373.
Yamamoto, M. 1985. Agronomic characters of mulberry varieties cultivated in south Sulawesi of Indonesia. Japan Agricultural Research Quarterly 19(1): 44-47.