

# 玉蜀黍生育中營養成份之變化及其經濟價值研究<sup>1</sup>

林秉漆 林禮輝 周新添<sup>2</sup>

## 緒 言

玉蜀黍（玉米）為本省重要飼料之一，國內年消費量龐大，然而什九仰給於國外，常受國際價格波動而影響本省畜牧業之起伏興衰。本省位於熱帶—亞熱帶，玉蜀黍之栽培生產，除北部部份地區成績略差外，其他大部地域皆可栽植。

如上述，本省處於熱帶—亞熱帶，日照時間長，氣溫高，雨水充沛，一般而言，植物體在生育初期，其光合成作用能力特強；故在本省栽培玉蜀黍，以青刈早收利用較為適宜，惟過去尚無此類研究資料可資參考應用。

本試驗目的即由化學方面調查玉蜀黍生育中各種成份之變化及其生產能力，進而探究其經濟的價值，提供玉蜀黍合理的栽培利用方法。

## 材料與方法

一般玉蜀黍栽培利用，其方法有二：一為青刈玉蜀黍栽培，一為玉米栽培，前者生育期間約70天，後者約100天，其栽植密度、株行×株距各為 45cm×25cm 及 60cm×30cm。

本試驗所採用之方法為密植—疏株法，即密植玉蜀黍後以疏株（間拔）方式分四期採收地上物，調查各期產品產量及其成份組成。每期生育期間為25天，I至III期產品為青草飼料（Forage and Fodder），IV期產品仍為玉米（Corn）。

試驗設計，每小區面積為 3m×6m，三重複，副以青刈及玉米對照區各一區。試驗用品種為飼料用玉蜀黍臺南11號。試區設計，每期疏株收穫前之密植度：I. 15×15 cm, II. 30×15 cm, III. 30×30 cm IV. 60×30 cm；施肥量：試驗區肥料用量為對照區之1.5倍，即N：P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>：K<sub>2</sub>O=180：75：60 (kg/ha)，基肥 $\frac{1}{3}$ 量，追肥 $\frac{2}{3}$ 量分二次施用，第一次佔 $\frac{3}{4}$ ，第二次佔 $\frac{1}{4}$ ，各於I及II期收穫直後施用為原則。

至於化學成份分析方法，概依日本東京大學「實驗農藝化學」及“Methods of Analysis A. O. A. C”. 行之。即水份、105°C 恆量法；灰份、550°C 燃燒法；脂肪、乙醚抽出法；蛋白、Kjeldahl-Gunning 法；纖維、A. O. A. C. 法；可溶無氮物、計算法；澱粉、Bertrand 法；聚五碳醣、Tollens 法；純蛋白、Barnstein 法。

## 試驗結果

本試驗由民國61年秋作開始至63年春作止，計四作，前二作在臺中霧峰，後二作在嘉義進行田間栽培比較試驗。但61年秋作仍係預備試驗，試區密植度由15×7.5 cm開始（試驗區株數為玉米對照區16倍），施肥量則與對照區相同（N：P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>：K<sub>2</sub>O=120：50：40 kg/ha），疏株，各期生育期間30天；對照區收穫期，即青刈及玉米夫與試驗區III及IV期相對應。

前後四作所得成績概要如表一～表四。

1. 試驗報告農試字第七四五號。 2. 臺灣省農業試驗所技正、技士、技佐。

表一、民國61年秋作玉蜀黍試驗成績表

Table 1. Results of corn cultivation experiment, Autumn crop (1972).

項 目 Item	區 別 Plot	密 植 一 疏 株 試 驗 區 Exp. (Close spacing-Thinning) Plot				青 刈 區 CK <sub>1</sub> (Forage)	玉 米 區 CK <sub>2</sub> (Corn)
		I	II	III	IV		
風 乾 物 產 量 Air-dry Product		kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
		356	12,859	3,672	3,128	6,918	4,591
		%	%	%	%	%	%
水 Moisture	份	10.29	15.15	13.61	9.27	12.26	9.64
灰 Ash	份	9.68	4.44	3.07	1.31	3.26	1.28
脂 Fat	肪	8.89	2.70	2.59	5.24	2.63	5.34
蛋 Protein	白	15.19	8.28	6.44	7.40	6.16	7.5
纖 Fibre	維	18.46	21.63	15.64	1.27	14.73	1.23
可 溶 無 氮 物 Nifext		37.59	47.80	58.65	75.51	60.96	75.01
澱 Starch	粉	21.6	28.61	39.22	67.5	42.69	69.9
聚 五 碳 醣 Pentosan	類	13.96	19.64	19.24	4.23	17.62	4.13
純 蛋 Pure Protein	白	12.15	6.81	5.24	6.93	5.24	7.02
備 考 Numbers /18m <sup>2</sup>		株 800	株 600	株 100	株 100	株 160	株 100

表二、民國62年春作玉蜀黍試驗成績表

Table 2. Results of corn cultivation experiment, Spring crop (1973).

項 目 Item	區 別 Plot	密 植 一 疏 株 試 驗 區 Exp. (Close spacing-Thinning) Plot				青 刈 區 CK <sub>1</sub> (Forage)	玉 米 區 CK <sub>2</sub> (Corn)
		I	II	III	IV		
風 乾 物 產 量 Air-dry Product		kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
		1,160	2,735	4,612	4,180	8,139	4,748
		%	%	%	%	%	%
水 Moisture	份	10.9	11.98	10.05	9.45	11.75	9.97
灰 Ash	份	6.59	5.4	3.21	1.31	3.57	1.38
脂 Fat	肪	4.29	4.39	3.64	5.92	3.56	5.9

蛋	Protein	白	17.27	12.72	6.88	7.35	6.88	7.12
纖	Fibre	維	23.36	16.21	16.54	1.37	17.92	1.59
可	溶無氮	物	37.59	49.30	59.68	74.60	56.32	74.04
澱	Starch	粉	21.27	24.68	40.91	71.66	39.91	66.13
聚	五碳醣	類	19.12	18.4	18.15	6.04	20.12	5.7
	Pentosan							
純	蛋	白	13.66	10.06	5.69	7.12	5.69	6.88
	Pure Protein							
備	Numbers/18m <sup>2</sup>	考	株	株	株	株	株	株
			400	200	100	100	160	100

表三、民國62年秋作玉蜀黍試驗成績表

Table 3. Results of corn cultivation experiment, Autumn crop (1973).

區 別 Plot	密 植 一 疏 株 試 驗 區 Exp. (Close spacing-Thinning) Plot				青 刈 對 照 區 CK <sub>1</sub> (Forage)	玉 米 對 照 區 CK <sub>2</sub> (Corn)
	項 目 Item	I	II	III		
風 乾 物 產 量 Air-dry Product	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
	1,553	2,455	3,990	5,944	10,127	7,348
	%	%	%	%	%	%
水 Moisture	份	份	份	份	份	份
	12	9.24	8.21	15.43	8.91	16.36
灰 Ash	份	份	份	份	份	份
	8.39	5.34	3.45	1.11	4.31	1.14
脂 Fat	肪	肪	肪	肪	肪	肪
	4.19	3.03	3.34	4.55	2.82	4.83
蛋 Protein	白	白	白	白	白	白
	8.38	8.26	6.92	8.32	6.25	9.25
纖 Fibre	維	維	維	維	維	維
	22.75	21.48	14.40	1.13	15.6	1.23
可 溶 無 氮 物 Nifext	物	物	物	物	物	物
	44.29	52.65	63.68	69.46	62.11	67.19
澱 Starch	粉	粉	粉	粉	粉	粉
	25.51	34.99	48.17	62.18	45.44	61.77
聚 五 碳 醣 類 Pentosan	類	類	類	類	類	類
	18.90	19.84	16.40	5.39	17.95	5.61
純 蛋 白 Pure Protein	白	白	白	白	白	白
	7.21	6.7	6.25	7.85	5.58	9.02
備 Numbers/18m <sup>2</sup>	株	株	株	株	株	株
	400	200	100	100	160	100

表四、民國63年春作玉蜀黍試驗成績表

Table 4. Results of corn cultivation experiment, Spring crop (1974).

區 別 Plot	密 植 一 疏 株 試 驗 區 Exp. (Close spacing-Thinning) Plot				青 刈 區 CK <sub>1</sub> (Forage)	玉 米 對 照 區 CK <sub>2</sub> (Corn)
	I	II	III	IV		
項 目 Item						
風 乾 物 產 量 Air-dry Product	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
	164	2,209	2,985	4,407	6,790	6,260
	%	%	%	%	%	%
水 份 Moisture	10.88	14.51	8.76	10.3	8.7	10.6
灰 份 Ash	1.15	6.18	3.99	1.23	3.54	1.23
脂 肪 Fat	7.58	4.99	2.29	5.09	2.50	5.20
蛋 白 Protein	23.95	15.29	7.61	8.95	6.9	8.95
纖 維 Fibre	19.58	20.27	18.70	1.56	17.67	1.35
可 溶 無 氮 物 Nifext	36.86	38.76	58.65	72.87	60.69	72.67
澱 粉 Starch	16.18	21.98	35.07	66.53	39.24	68.19
聚 五 碳 醣 類 Pentosan	13.87	18.26	20.51	5.28	19.86	4.56
純 蛋 白 Pure Protein	18.19	12.23	5.94	8.70	5.94	8.70
備 考 Numbers/18m <sup>2</sup>	株	株	株	株	株	株
	400	200	100	100	160	100

民國62年，適值政府推廣玉蜀黍青飼料之栽培，其方法，為耕地分區輪迴使用，以密植早收栽植玉蜀黍為青飼料利用之，但各區生育期間為一個月，栽植密度，株行×株距=50×6cm；而試行密植一疏株法，時有發現徒長等不良現象，故在63年春作仍多設二比較試驗區參與試驗，其詳細設計如下。

(1) 青草飼料區：生育期間為50天一作，密植度，株行×株距=50×6cm，施肥量依一般慣例半量 N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=60:25:20 (kg/ha)，作基肥一次施用。

(2) 加強試驗區：仍以密植一疏株法栽植玉蜀黍，密植度以30×15cm開始，經30×30cm而60×30cm，中間疏株收穫青飼料二次(25天、50天)，俟至玉米收成(100天)，但施肥量則提高為慣用之一倍，即 N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=240:100:80 (kg/ha)。

此部份比較試驗所得成績如表五。

表五、民國63年春作玉蜀黍增添比較試驗成績表

Table 5. Results of additional comparative experiment with corn, Spring crop (1974).

區 別 Exp. Plot	加 强 試 驗 區 Fortified experiment plot			青 草 飼 料 區 Forage rotating cultivation plot		
	1	2	3	1'	2'	3'
Item 項 目	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
風 乾 物 產 量 Air-dry Product	145	1,325	5,180	3,122	5,312	1,814
	%	%	%	%	%	%
水 Moisture	11.56	15.17	11.05	14.11	10.50	9.83
灰 Ash	1.33	5.8	1.24	7.46	5.04	4.8
脂 Fat	6.75	4.37	5.35	5.04	3.38	2.76
蛋 Protein	23.03	14.82	8.95	15.05	10.22	6.71
纖 Fibre	17.68	19.59	1.74	19.92	21.76	22.23
可 溶 無 氮 物 Nifext	39.65	40.25	71.67	38.42	49.10	53.67
澱 Starch	15.9	21.2	68.02	21.76	28.58	32.80
聚 五 碳 醣 類 Pentosan	13.82	18.55	5.49	18.99	19.06	21.06
純 蛋 白 Pure Protein	17.27	11.29	8.70	12.23	8.08	5.97
備 考 Numbers/18m <sup>2</sup>	株 200	株 100	株 100	株 600	株 600	株 600

(註) 上表各區之收穫時期，以密植一疏株試驗區為標準，加強試驗區 1, 2, 3 與 I, II, IV; 青草飼料區 1' 2' 3' 與 II, III, IV 各期相對應。但 1', 2', 3' 各作生育期間各僅 50 天。

## 討 論

綜合以上二年四作試驗成績(表一~表四)，各試區總生產量，密植一疏株試驗區：青刈玉蜀黍 38,750kg，玉米 17,659kg；青刈對照區：青刈玉蜀黍 31,974kg；玉米對照區：玉米 22,947kg。惟各區與各期產品之水份含量不同，出入不小，另鑑於在 61 年秋作(預備)試驗，因試驗區密植度過甚，不合實際應用，故此預備試驗部份成績不予利用。茲將 62 年春作~63 年春作三作試驗成績，產量以烘乾物量表示，即得三作平均產量，密植一疏株試驗區：青飼料 6,534kg，玉米 4,255kg；青刈對照區：青飼料 7,536kg；玉米對照區：玉米 5,339kg，雖然密植試驗區之青飼料及玉米產量都低於各對照區，但以其含量而言，即超越對照區。茲就生產物價值以其主要化學成份表示，列比較對照表，略如表六。

表六、密植—疏株法栽培玉蜀黍成績表

Table 6. A comparative list on corn productivity with close spacing-thinning cultivation.

項目 Item	烘乾產量 Oven-dry Product (kg/ha)				脂肪 Fat (kg/ha)			蛋白質 Protein (kg/ha)			炭水化物 Carbohydrate (kg/ha)			熱量* Calories (kcal/ha)		
	密植試驗區 Exp. plot		青刈 對照區 CK <sub>1</sub> Forage	玉米 對照區 CK <sub>2</sub> Corn	密植 試驗區	青刈 對照區	玉米 對照區	密植 試驗區	青刈 對照區	玉米 對照區	密植 試驗區	青刈 對照區	玉米 對照區	密植 試驗區	青刈 對照區	玉米 對照區
	青草 Forage	玉米 Corn														
62年春 1973 Spring	7590	3785	7184	4275	585	290	280	1173	560	338	7655	4584	3516	40579	23182	17937
62年秋 1973 Autumn	7255	5027	9226	6146	543	286	355	1104	633	680	8650	6290	4937	43903	30262	25661
63年春 1974 Spring	4758	3953	6199	5596	415	170	326	999	469	560	5879	4121	4549	31248	19885	23367
平均 Average	6534	4255	7536	5339	514	249	320	1092	554	526	7395	4998	4334	38577	24443	22322

\*熱量 = 脂肪 × 9 + 蛋白 × 4 + 炭水化物 × 4 (Kcal)。

表六、顯示，試驗區蛋白生產量約為對照區二倍，再以產生熱量觀之，亦幾高出 $\frac{2}{3}$ 倍，可見在同一面積耕地，密植—疏株栽培可獲多利。

在表六、可看出63年春作試驗成績最差，此乃因旱魃水份供應不足所致，又在62年春作見到玉米部份生產特別遜色，考其原因，似由溫度、日照不足所致（試驗地在中部）。總而言之，如玉蜀黍密植栽培，則應注重土壤水份之充裕及光合作用有關之日照問題為要着。

綜觀表一～表四，以單位面積、單位株數而言，不難發現玉蜀黍在生育60天時、其成長之速度異常大，故、若以青草飼料為目標栽培玉蜀黍時，其生育期間仍定為二個月最為有利。

為便於明瞭玉蜀黍生育狀況及其成份變化，特就63年春作玉米對照區分期收穫成績資料列如表七。

表七、民國63年春作玉蜀黍玉米對照區分期收穫成績表

Table 7. Nutrients variation in corn cultivation, Spring crop 1974  
(Ordinary method).

項目 Item	玉蜀黍成份組成 corn constitution				玉蜀黍生產力 corn productivity				備 考 Remarks
	I (25天)	II (50天)	III (75天)	IV (玉米成 熟)	I (25天)	II (50天)	III (75天)	IV (玉米成 熟)	
風乾物產量 Air-dry Product					kg/ha 88	kg/ha 1518	kg/ha 6585	kg/ha 6260	本表收穫時期與 表四相同
	%	%	%	%					
水 份 Moisture	12.2	13.72	9.22	10.6	—	—	—	—	本表II期仍與表 五加強試驗區2 ，青草飼料區1' 相對應。
灰 份 Ash	1.28	7.59	4.74	1.23	—	—	—	—	
脂 肪 Fat	6.38	4.63	2.65	5.20	5.6	70.3	174.5	325.5	
蛋 白 Protein	18.65	15.29	7.61	8.95	16.4	232.1	501.1	560.3	
纖 維 Fibre	15.16	18.86	17.91	1.35	—	—	—	—	
可 溶 無 氮 物 Nifext	46.23	39.91	57.87	72.67	40.7	605.8	3,810.7	4,549.1	
熱 量 Calories					kcal/ha 279	kcal/ha 3,984	kcal/ha 18,818	kcal/ha 23,367	

表七所示：I期(25天)幼植物收穫量微不足道，II期(50天)收穫量雖可看出I~II期間成長率極大，但在數量上仍嫌不如理想，至於III~IV期間似僅為養份之形態位置變換，已不能再期待產量之大量增加，青刈飼料實應在II~III期間收成最宜。

比較表四、表五及表七(均屬63年春作)，可知、在同一時期栽植玉蜀黍，同在50天後之單位面積、株數(18m<sup>2</sup> 100 1,325kg, 株)所得青草產量，以公斤/公頃表示，即得玉米對照區：1,518kg, 密植一疏株加強區：密植一疏株試驗區：2,209/2=1,105kg, 青草飼料區：3,122/6=520kg。(各區收穫前密植度順序為1：2：4：6)，可見密植對生產力有不良影響，但在密植一疏株區與其加強試驗區間，差異不大。

關於玉蜀黍之各種特殊成份，在上列各表可見除澱粉量隨生育一直增加外，其他各成份以63年春作試驗區為例，即還原糖：I.3.65%，II.10.43%，III.15.46%，IV.3.91%(玉米)，顯示在青草期一直增多而在玉米期減低；胡蘿蔔素：22.6mg%，10.6mg%，1.5mg%，1.0mg% 仍示逐漸減少，維生素乙<sub>1</sub>：0.25mg%，0.21mg%，0.23mg%，0.62mg%略示含量有遞增之傾向。

### 結 語

密植一疏株法栽培玉蜀黍，可獲增產，能兼得青草飼料及玉米，在本試驗條件下如以化學成份數值表示，即得蛋白產量提高一倍，脂肪產量增加60%，熱量亦略與脂肪同等，密植一疏株法似可推廣至實際應用。

由試驗成績可知玉蜀黍在生育二個月時，其成長異常迅速，故仍可考慮以密植早收為青飼料應用，增多栽培次數，或以密植一疏株方式多角栽培利用，增加單位面積收益。

密植栽培雖可獲多收，但亦可影響植物體生產能力，故密植度自有一定界限，考慮種子材料、勞力等，仍以四倍密植度（30cm×15cm）為限，似較為妥當。

在密植一疏株區與其加強試驗區間，如考慮密植不良效果在先，即難能發現施肥效應，此現象尤由最後階段玉米產量亦可判明，故密植栽培時之施肥量，仍以提高一半為已足。

又比較對照表四（表五）與表七，可知僅在幼植物階段（I期），由密植影響植物生長，致其成份含量略有差異外，在其他各階段（II～IV期），各區間各期成份組成，仍無多大差別。

## 摘 要

1. 為提供玉蜀黍合理栽培利用方法，自民國61年秋至63年春季二年間，先後在臺中霧峰及嘉義，以密植一疏株法進行玉蜀黍田間栽培試驗，並就疏株所得各期收穫物（I～III期青草，IV期玉米）進行化學成份分析比較。

2. 各期所得試驗成績數值，概見於表一～表四。在62年春～63年春季本試驗所得結果，如表六。至於玉蜀黍生育中成份變化情形，如表七。

3. 試驗結果指出密植栽培可獲多收，增產營養成份50%以上，但密植亦可影響植物體本身生產能力。

4. 分期收穫成績顯示，玉蜀黍在生育二個月時，其成長異常迅速；故可考慮：（1）早收為青飼料用，以增加栽培次數而利土地週轉使用，或以（2）密植一疏株方式栽培，兼得青草及玉米飼料而提高單位面積收益。

5. 在本密植一疏株法試驗，由61年秋作預備試驗與63年春作加強試驗成績，尚無法看出若何施肥效應，原因何在，尚不得而知。

6. 由田間試驗觀察及所得試驗結果，發現充裕之水份供應及日照乃為玉蜀黍栽培上重要因素，此生理上問題尚待今後詳細研究。

## 參考文獻

- (1) J. Berger : Maize production and the manuring of maize, 37~72 (1962).
- (2) 東大農化教室：實驗農藝化學（上卷），112~135, 144 (1963).
- (3) 永原、岩尾：食品分析法，123 (1962).
- (4) A. O. A. C. : Official methods of analysis, 654, 9th Ed. (1960).
- (5) 山口：植物成份分析法（下卷），382 (1960).
- (6) 東大農化教室：實驗農藝化學（下卷），517 (1963).



# STUDIES ON THE NUTRIENTS VARIATIONS IN GROWTH STAGE OF CORN AND ITS VALUE IN ECONOMIC ASPECTS

by

P. C. Lin, L. F. Lin, S. T. Chou

## Summary

In order to offer an information concerning about the nutrients variations in growth stage of corn (*Zea maize*), more over, to present an advantageous cultivation accompanied with useful land utilization, studies were conducted in 1972 autumn~1974 spring.

A Close-spacing and Thinning cultivation method was applied and four of periodical products in every crop were subjected to chemical analyses. The results of each crop were shown in Table 1~4.

It was found that an extremely rapid growth of corn appeared two-month after germination and it was recognized that the maximum nutrients formation of corn was got in this period.

With the Close-spacing and Thinning method, one could obtain about two folds production of protein and above one and a half production of other nutritive constituents, including calories, when compared with ordinary cultivations. The details were shown in Table 6.

The data of experiments showed valuable of Close-spacing and Thinning method, even though, unfavourable effects of Close-spacing were also observed, therefore, too tight Close-spacing is undesirable from the points of view, such as reduce in yield, needs of much seeds and labours, and so on. The moderate design for the Close-spacing seems to be that starting from  $30 \times 15$ cm to  $60 \times 30$ cm in row and space distances via once thinning process.

At last, it should be emphasized that enough moisture contents of soil is the principal factor in corn cultivation, and it becomes more important for a Close-spacing plantation.