

雜交高粱品系冬季裡作及春作再生比較試驗

陳國明 林薰生¹

一、前言

本省因人口眾多，平地少耕地有限，糧食生產又偏重於稻米，加以生活水準提高，肉類、麵食需求增加，而麥類及飼料用什糧均賴進口，因此每年進口什糧數量很大，主要什糧小麥、大麥、黃豆、玉米民國五十五年共進口51.5萬噸，民國六十八年增加到549萬噸，13年間增加10倍。高粱從民國六十二年開始進口4萬噸，民國六十八年已達約49萬噸，6年間增加將近12倍，而且有不斷增加的趨勢。（如圖1.2）每年政府花費在什糧進口的的外匯金額相當可觀。為此有必要研究如何增加什糧生產，以減少外匯損失。

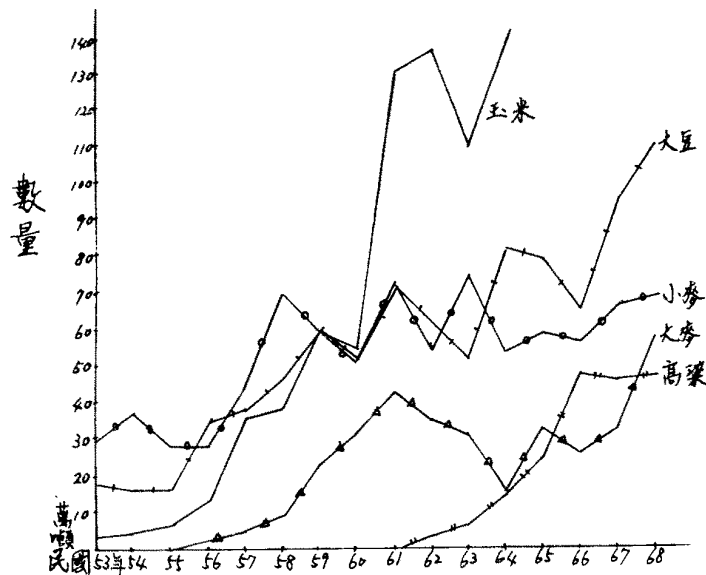


圖1. 歷年主要什糧進口數量（什糧與畜產）

增加什糧生產的途徑之一為增加栽培面積及增加土地利用，提高複作指數。增加冬季裡作為提高複作指數最好方法，臺灣過去冬季裡作面積相當多，近年來由於工資不斷提高，農業生產不敷成本，以致冬季裡作面積越來越少。

高粱冬季裡作栽培構想緣於民國六十七年，什交高粱臺中五號正式推廣後，春季二、三月間播種，氣溫低，發芽不好，農民廢耕很多，損失大。因此想到如於第二期水稻收割後進行冬季裡作栽培，植株宿根再生為春作，不但可以增加土地利用，也可以避免春作播種時遇到低溫而發芽不良，因此先於67/68年期冬季先在朴子以臺中三號進行冬季裡作試作觀察，觀察圃10月底播種，分為整地和不整地兩種，結果生育良好，稔實非常理想，收割後即予宿根栽培，成績亦不亞於春季播種者，此構想受到農林廳胡科長的讚同和鼓勵，68/69年仍正式進行本試驗。

¹臺中區農業改良場技士、技正

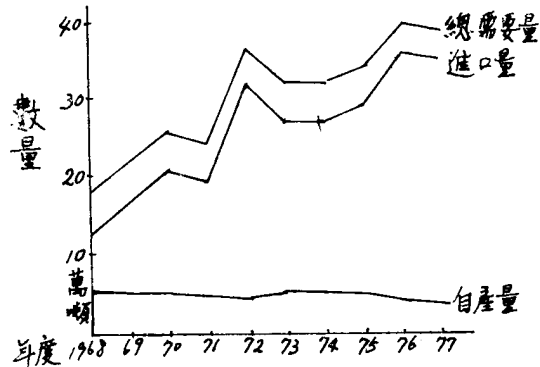


圖2. 歷年主要什糧總供需求比較 (自由中國之工業)

本場曾於67/68年進行中部地區水田輪作制度試驗，栽培早熟抗寒水稻品種，第一期作提早於一月上旬插秧，第二期作由7月中旬提前於6月上旬插秧，8月底收穫，以增加一期什糧栽培。本輪作制度可增加雜作栽培面積，但試驗結果農家淨收益不及慣行水稻二期制度。

因為中部地區為水稻產區不得不做這樣的安排，如果在什糧產區，輪作制度可用第二期作早熟水稻—裡作高粱—春作宿根高粱的方式。在不影響次年第二期水稻之栽培情況下，裡作高粱並加宿根再生，則春作宿根高粱節省整地播種工資及種子費，可以降低成本一半以上；同時縮短生育日數，免除春季氣溫低播種不發芽的困擾。高粱為熱帶原產型作物，其生產受限於對冷害 (chillnig injury) 的容忍性。即使品種間忍受性亦有差異，因此裡作高粱品種必須考慮其耐低溫 (tolerance of low temperature) 程度。本試驗希望在高產的什糧新品系中選拔耐低溫較強，比現有品種更適合裡作栽培之品種，以供冬季裡作並加宿根春作栽培之用，以提高冬季裡作產量，減低春作栽培成本。

二、試驗材料及方法

(一)什糧高粱新品系裡作栽培試驗：

參試材料為本場育成什糧新品系2R×54A，2R×62A，2R×C-Kafir，2R×White Westland及111R×222E等五個，另臺中三號、臺中五號兩個對照種。試驗地點包括彰化縣二林鎮及嘉義縣朴子鎮兩處。田間設計採用逢機完全區集設計，四重複，每品系四行，行長4公尺，行株距50×10公分，小區面積8平方公尺。二林裡作於青用大豆收割後，10月9日整地播種，並噴殺草劑拉草，15天後間拔，保持株距10公分，30天後施肥培土，觀察其生長勢、抽穗期、稔實率、乳熟期、子實顏色、植株病情形3月8日收穫後調查各品系乾穗重、穗數及子實產量。肥料用量硫銨650kg/ha，過磷酸鈣450kg/ha，氯化鉀150kg/ha，朴子則於9月26日播種，2月7日收割，其餘方法和二林相同。

(二)春作宿根再生栽培：

二處裡作收割後，即行割莖，並施肥 (基肥)。割莖方法從距地面2~3公分處以利刀切斷，株桿隔行鋪於行間，20~25天左右摘除多餘分蘖，並調查病虫害情形，隨即除草培土，肥料用量硫銨600kg/ha，過磷酸鈣400kg/ha，氯化鉀150kg/ha，二林6月9日收割，朴子5月30日收割。

三、結果及討論

(一)氣象狀況：

冬季裡作作物生長直接和低溫發生關係，因為低溫導致植物光合作用低於補償點 (compensation point) 影響植物形態及生理，使生育受阻，低溫而影響植物生長可分為寒者 (chilling injury) 及凍害 (freezing injury) 二種，植物忍受低溫程度依作物種類而不同，同作物品種間亦有差異。根據報告高粱處於15°C以下時即停止生長。臺灣位處亞熱帶，氣候溫和，冬季最低平均溫在15°C上下，正好為高粱生育下限溫度邊緣。由於臺灣平地日平均溫低

於15°C時間不長，理論上冬季生長高粱應該沒有問題，但是栽培時仍須從兩方面著手，第一是栽培技術上應該避免高粱生長期中對低溫敏感的生理期處於氣象上最低溫時期。第二是選拔在邊際低溫下（marginally low temperature）最有耐低溫（low temperature toleramce）能力的品系栽培。本試驗即針對這兩個原則進行。

朴子試驗於9月26日播種，溫度約在28°C左右，播種後氣溫迅速下降到23°C，雨量也少，但對高粱發芽生長沒有影響，11月底抽穗時下雨約20mm，氣溫也下降到低18°C左右，最低約15°C，一直維持到一月底，因此稔實情形良好，成熟也不受影響，2月7日收割前氣溫降至最低點，曾達10°C以下，雨量多而密集，收割後即行宿根，氣溫也開始回升（如圖3），因此春作宿根再生土壤濕潤，氣溫高，再生率很高。

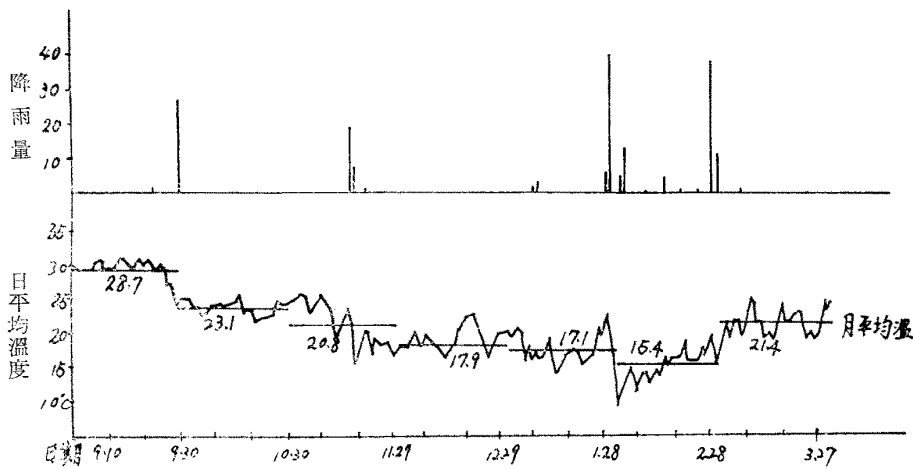


圖3. 嘉義地區68/69年冬季氣象狀況

二林10月9日播種，氣溫約24°C，氣溫變化不大，11月中旬開始下降到20°C，最低達15°C，同時也下了40mm的雨，12月中旬抽穗後氣溫不斷下降，到2月初達最低點，常在15°C以下，因此稔實稍差，2月以後雨量多而密集，最多一天達67mm的雨量，成熟期延遲。3月初收割後氣溫回升到20°C（如圖4），因此宿根再生率高，生育快速。

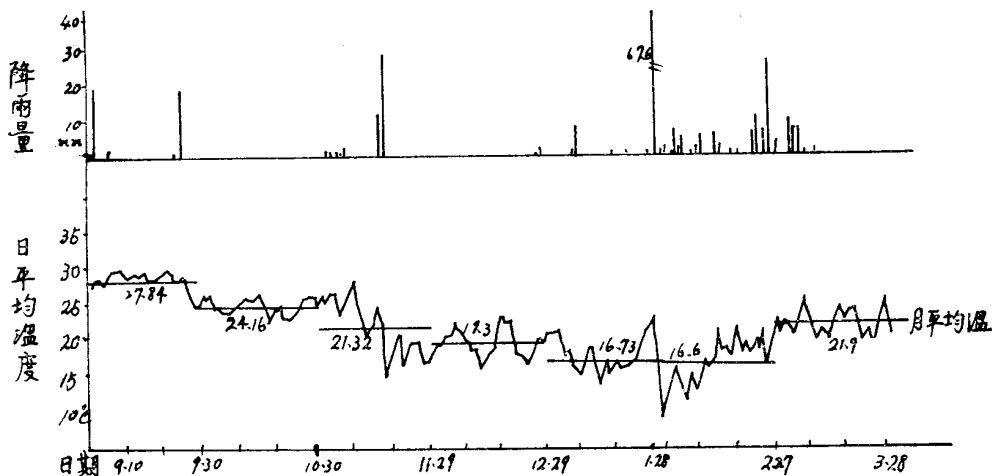


圖4. 臺中地區68/69年冬季氣象狀況

(二)裡作栽培試驗：

裡作試驗參試品系均為歷年春作品系試驗優良組合 (combination)，其耐低溫 (low temperature tolerance) 情形，不得而知，由本試驗資料 (如表一) 看來，抽穗日數大約都在 60~70 天之間，兩個試驗地點差異不大。生育日數二林比朴子平均長 20 天左右，因二林播種

表一、什種高粱裡作農藝特性表 (二林與朴子兩處平均)

Table 1. Agronomic characters of different hybrid sorghum in winter crop. (The average of Erlin and Potzu)

性狀 charaters	組合 combination						
	2R×54A	2R×62A	2R×C-Kafir	2R×W.W.	111R×222E	臺中三號 (CK1)	臺中五號 (CK2)
生育日數 Days of growth	140	139	140	137	141	137.5	142
株高 Plant height (cm)	125.6	126.2	128	126.8	121.1	117.5	118.2
穗長 Panicle length (cm)	20.4	20.5	20.2	20.3	18.1	21.2	20.2
穗重 Wt. of panicle (g)	22.1	17.4	18.5	22.9	14.1	20.6	20.7
小區穗數 Number of plot panicle	165.2	188.6	147.7	174.6	123.1	160	157.3
稔實率 % of full grain	95	90	70	85	60	100	95
子實產量 Grain yield (kg/ha)	3,552	3,490	3,995	3,939	1,686	3,477	3,322
產量指數 Index of grain yield	106.9	105	90.1	118.5	50.7	104.4	100

晚 13 天，整個生育期間溫度平均低了 1-2°C 左右，二林抽穗期後氣溫較低，成熟期延長，依據 Christinanen 1967 年報告寒冷會促使有毒物質的增加或破壞基本生長因素，使得生長受抑制之故，兩地組合間生育日數則差異不大。株高兩地差異不大，各組合間稍有差異，最高為 2R×C-Kafir 達 128cm，最矮為對照種臺中三號 117.5cm，平均約 120cm，穗長兩地間及組合間差異都不大，約在 17-21cm 之間。產量構成因素穗重以二林較朴子好，只有 2R×White Westland 及 111R×222E 兩品系朴子較好，小區穗數以 160 穗最理想，兩地各組合均在理想穗數上下，以 111R×222E 最差只有 123 穗左右，其次為 2R×C-Kafir 只 147 穗對照種臺中五號二林試驗亦未達標準。公頃產量二林各組合除 111R×222E 外均達 3,000kg 以上，其中以 2R×White Westland 最高達 3,900kg，111R×222E 只 1,000kg 左右，對照種臺中三號、臺中五號約 3500kg，朴子各組合亦都在 3,000kg 左右，最高也是 W-Westland 達 3,900kg，最低為 C-Kafir 及 111R×222E 約為 2,300kg 左右。產量構成因素及小區子實產量變方分析結果如表 2 組合穗重二林達極顯著，小區穗數朴子達顯著。小區子實產量兩地均達極顯著。

二林穗重，小區子實產量，朴子小區穗數及子實產量，以鄧肯式 (Duncan's) 多變域測驗結果如表 3。

表二、 什種高粱裡作穗重小區穗數、小區子實產量變方分析。
Table 2. Analysis of variance of agronomic characters of different hybrid sorghum in winter crop.

地點 location	均方 meanssquare		
	穗重 Wt. of panicle	小區穗數 Panicle N. of plot	小區子實產量 Grain Y. of plot
二林 Er-Lin	59.42**	1147.3	1211.6**
朴子 Po-Tzu	21.98	3940.7*	1088.7**

*5% 顯著水準 5% significant level
** 1% 顯著水準 1% significant level

表三、 裡作什種高粱農藝特性鄧肯氏多種變域測驗結果。

Table 3. Duncan's multiple range test of agronomic characters among different hybrid sorghum in winter crop. Representation of combinations: A-2R×54A, B-2R×62A, C-2R×C-Kafir, D-2R×White Westland, E-111R×222E, F-臺中三號(CK1), G-臺中五號(CK2).

地點 locatoin	性狀 characters	組合 combinations									
二林 Er-Lin	穗重 wt. of panicle	平均 mean	23.68a	22.78ab	20.6ab	20.48ab	18.68ab	20.48ab	17.65b	12.1c	E
	小區子實產量 grain Y. of plot	組合 combinations 平均 mean	C	B	A	D	G	F	E	E	E
朴子 Po-Tzu	穗重 wt. of panicle	組合 combinations 平均 mean	2236.2a	2155a	2038.7a	1953.7a	1912.5a	1900a	615b		
	小區子實產量 grain Y. of plot	組合 combinations 平均 mean	B	G	A	D	F	C	E	E	E
		平均 mean	220a	192ab	185.7ab	179abc	170abc	149.7bc	122c		
		組合 combinations 平均 mean	D	A	F	B	G	E	C	C	C
		平均 mean	3177.5a	2966.2a	2740a	2711.2a	2470ab	1877.5b	1811.2b		

表中a.b.c.等字母表示鄧肯氏多種變域測驗5%差異顯著水準。

The a.b.c. alphabets in the table were showed the level of 5% significant in Duncan's multiple range test.

(三)春作宿根再生試驗：

春作再生試驗如表4，朴子生育日數平均反比二林長約5~10天左右，其原因是因朴子裡作栽培收割較早，宿根再生時氣溫低延遲生育日數，最長的組合111R×222E為110天，最短的2R×54A為101天，對照種臺中五號105天，而二林最長也是111R×222E為98天，最短的為2R×54A為84天，對照種臺中五號為92天，株高以二林較高原因是宿根再生後氣溫高，雨量足之故，最高2R×62A組合達168.9cm最矮為對照種臺中三號141.6cm朴子亦以2R×62A最高154.3

cm，臺中三號最矮120.3cm。

產量構成因素方面穗重除了臺中三號二林比朴子重了將近10g以外，其餘組合差異不大，組合間二林臺中五號每穗43g最重，臺中三號每穗24.9最輕，朴子最重為2R×62A每穗43.3g最輕為20.5g，千粒重兩試驗地相差不大，組合內相差1~3g，組合間差異從20~30g不等，二林以2R×62A每千粒29g最重，臺中三號20.5g最輕，朴子以2R×C-Kafir每千粒32.5g最重，臺中三號23.8g最輕，對照種臺中五號29.2g，小區穗數標準為160穗，只有2R×54A，2R×62A及2R×C-Kafir到達標準，其餘均未達到，而以111R×222E、臺中三號、臺中五號等三個較差，平均只有100穗左右。

表四、 什種高粱春作宿根農藝特性表

Table 4. Agonomic characters of different hybrid sorghum in spring ratoon.

性 狀 charaters	組 合 combination						
	2R×54A	2R×62A	2R×C-Kafir	2R×W.W.	111R×222E	臺中三號 (CK1)	臺中五號 (CK2)
生育日數 Days of growth	92.5	101	96	96	104	99	98.5
株 高 Plant height (cm)	145.7	161.6	156.4	154.5	143.9	130.9	140.6
穗 長 Panicle length (cm)	27.4	30.1	28.3	31.2	28.3	21.9	28
穗 重 Wt. of panicle (g)	33.6	41	39.1	38.7	39.3	20.2	39.5
千 粒 重 Grain W. of 1000 seeds (g)	22.9	29.5	30.4	28	26.2	22.1	28.11
小區穗數 Number of plot panicle	175.3	159.5	167.5	149.9	85	95.3	16.2
子實產量 Grain yield (kg/ha)	6005	6369	6118	5646	2730	2303	3768
產量指數 Index of grain yield (%)	159.3	169	162.3	149.8	72.4	61.1	100

表五、 什種高粱宿根栽培穗重、小區穗數、千粒重、小區子實產量變方分析

Table 5. Analysis of variance of agronomic characters of different hybrid sorghum in spring ratoon.

地 點 location	均 方 means square			
	穗重 Wt. of panicle	小區穗數 Panicle N. of plot	千粒重 Wt. of 1000 seeds	小區子實產量 Grain Y. of plot
二 林 Er-Lin	168.1**	6515.7**	15.3**	7,349,819**
朴 子 Po-tzu	318.4**	4358.7**	61.3**	1,087*545**

* 5% 顯著水準 5% significant level

** 1% 顯著水準 1% significant level

公頃子實產量以朴子較好，最高組合2R×62A達7,656公斤，其次2R×W、Westland、2R×C-Kafir及2R×54A均達6噸以上，最差為臺中三號只2,864公斤，因為臺中三號裡作後期易得病蟲害而枯死。二林以2R×54A最高為5,984kg，2R×62A，5,082kg，兩期兩處平均總產量2R×54A，2R×62A，2R×C-Kafir及2R×W.Westland均達9噸以上。

春作宿根再生栽培穗重，小區穗數、千粒重等兩處均達極顯著。如表5。鄧肯式多變域測驗結果如表6。

表六、春作宿根再生什種高粱農藝特性鄧肯氏多種變域測驗結果
 Table 6. Duncan's multiple rang test of agronomic characters among different hybrid sorghum in spring ratoon.
 Representation of combinations: A-2R×54A, B-2R×62A, C-2R×C-Kafir, D-2R×White Westland, E-111R×222E, F-臺中三號(CK1), G-臺中五號(CK2).

地點 locatoin	性狀 characters	組合 combinations						
二林 Er-Lin	穗重 wt. of paniclet	43a	39abc	38.7abc	31.4cd	24.9d	F	
	小區穗數 Panicle N. of plot	170a	142.7a	96.5b	80.2b	70.5b	E	
	千粒重 Wt. of 1000 seeds	28.9a	28.1ab	26.1b	21.6c	20.5c	F	
	小區子實產量 Grain Y. of plot	4787.5a	4066.3ab	2950c	1893.7d	1393.7d	F	
	組合 combinations 平均 mean	43a	39abc	38.7abc	31.4cd	24.9d	F	
	組合 combinations 平均 mean	170a	142.7a	96.5b	80.2b	70.5b	E	
朴子 Po-Tzu	穗重 wt. of paniclet	B	D	G	A	F	F	
	小區穗數 Panicle N. of plot	43.3a	38.5a	36.2a	35.8a	15.1b	E	
	千粒重 Wt. of 1000 seeds	180.7a	172.7ab	136bc	110.5c	100.5c	F	
	小區子實產量 Grain Y. of plot	6125a	5042.5ab	3078.7b	2291.7b	2250b	E	
	組合 combinations 平均 mean	43.3a	38.5a	36.2a	35.8a	15.1b	E	
	組合 combinations 平均 mean	180.7a	172.7ab	136bc	110.5c	100.5c	F	

表中a.b.c.等字母表示鄧肯氏多種變域測驗5%差異顯著水準。
 The a.b.c. alphabets in the table were showed the level of 5% significant in Duncan's multiple range test.

本試驗五個新雜種組合中四個表現良好，除裡作栽培產量達3.5噸外，春作宿根再生栽培產量亦達6噸以上，平均比對照種臺中五號高30%以上，總產量2R×54A，2R×62A，2R×C-Kafir及2R×W.Westland均達9噸以上，如以本試驗為栽培模式，比較68年臺灣省主要什糧生產成本調查報告嘉義縣春作高粱栽培情形可得如下結果如表7。

表七、 裡作高粱春作宿根再生之模式下高粱生產損益表。

Table 7. The advantage of growing sorghum in the model of winter crop combined spring ratoon.

	生產數量 Quantity of production				生產費用 Cost of production			
	總值 Total value	生產物 Product		副產物價值 Value of byproduct	總計 Total cost	直接費用 Direct cost	間接費用 Indirect cost	損益 Advantage
		數量 Quantity	價值 Value					
嘉義縣 Chiayi Hsien 模式 Model	31,637.2	3,907	31,255	381.4	38,919	32,402	6,517.7	(-)183.8
	72,878.6	9,000	72,000	878.6	56,972	49,561	7,411	(+)15,960

春作宿根再生可以節省種苗費、水利費、農舍費、稅捐、土地利息等和部份人工費、畜工費、機工費、農藥費及農具費等。春植高粱本來損益(-)183.8元，結果變成損益(+)19,048.3元，增加達19,232.1元，而且植高粱播種受氣溫雨量的影響容易延誤或發芽不良。

各組合耐低溫情形，可由組合間性狀表現看出一般，但最明顯的可由葉色和稔實率，再生能力表現出來，本省冬季氣溫似乎尚未對高粱葉片產生破壞作用，而稔實率在二林已受到明顯的影響，最受影響組合111R×222E稔實率只30%，再生能力則為決定春作產量高低的一大因素。

四個兩期總產量超過9噸的組合，其裡作產量和臺中五號、臺中三號兩個對照種相差無幾，而春作產量較高，主要是因穗數較多，亦即對照臺中五號、臺中三號宿根再生發芽不理想之故。因此選拔宿根栽培組合，其再生能力非常重要。

四、摘 要

1.高粱除了可當飼料外，又可釀酒，臺灣每年進口將約50萬噸，而且有不斷增加的趨勢，臺灣自產高粱約10,000公噸左右，僅供釀酒尚不足。目前高粱均為春季栽培，而春植高粱因生育初期氣溫低，發芽不良，農民常因而廢耕，損失很大。裡作栽培高粱可以宿根再生春季栽培，避免春季播種因低溫而發芽不良現象，又可節省勞力，提高財力，土地利用，降低生產成本。

2.高粱冬季裡作栽培時，高粱生育期中對低溫特別敏感的孕穗期及開花期勿處在1~2月之間本省氣溫最低時期。因此抽穗期最好在11月初~12月初之間，因之即應於9月中旬~10月上旬之間播種，惟播種期不必提得太早，太早播種一來影響前作水稻，再者收穫太早宿根再生時氣溫低，使再生高粱生育日數延長。本試驗裡作栽培高粱生育日數二林較長約150天左右，朴子只有130天，但宿根再生栽培朴子生育日數反而長了將近10天，就是這個緣故。

3.裡作栽培因氣溫低，高粱農藝特性均呈劣化，除了生育日數長外，植株較矮、穗長短、穗重、千粒重、小區子實產量均低，兩地間性狀比較二林較好，但稔實率較差，小區穗數也較少。產量兩地間相差不多，組合間以穗重及小區穗數差異較大，其他性狀差異不大。兩地平均產量以2R×White Westland組合每公頃3,939kg最好，依次為2R×54A每公頃3,552kg，2R×62A為3,490kg，對照種臺中三號、臺中五號分別為3,470kg/ha、3,322kg/ha，產量間差異主要受到小區穗數多寡的影響。

4.春作宿根再生栽培最大特點為縮短生育日數，平均比春作播種栽培短10天以上。其他農藝特性則和春季播種栽培無異，產量兩地比較以朴子較好。組合間兩地平均產量以2R×62A最好，達每頃6,369kg，其次為2R×C-Kafir每公頃6,118kg，2R×54A每公頃6,005kg。

5.本試驗春作產量主要受到小區穗數影響，其次為稔實率及穗重等，因此選拔裡作栽培品系時，最重要的是選擇宿根栽培再生率高的耐低溫品系，較適合的有2R×54A、2R×62A、2R×C-Kafir及2R×White Westand等。

6.組合中四個品系裡作並加宿根再生栽培總產量每公頃達9噸以上，而本栽培法為邊際栽培法(marginal cultural-method)的運用，可提高土地、器具、人力的利用率，成本降低約50%以上，損益每公頃估計可增加19,232元以上。而無形效益如避免春播發芽不良而廢耕，避免春季雨水不足無法播種，生育日數縮短，可避開霉雨期，減少穗上發芽及曝曬的困難等。

7.冬季裡作栽培時唯一注意事項就是栽培面積要大而集中，以避免成熟期鳥害。

8.過去高粱再生均利用春作高粱收穫後於秋作栽培，但本試驗為利用秋作高粱並於春作進行再生，依據試驗結果，此方法可以增加冬季裡作面積使有效利用土地並減低春作乾旱之為害，而於中南部地區似可推行。

※惟此栽培是否比原來之於秋作再生有利並較安定必須再進一步試驗究明以利將來擴大推廣。

A Comparison of Hybrid Sorghum on Winter Cropping and Spring Ratoon Cultivation

by

K. M. Chen S. S. Lin

Summary

1. The characteristics of sorghum in winter crop were inferior, such as longer duration of growth, dwarfer plant height, shorter length of panicle and smaller panicle weight and grain yield. In two places, Er-Lin trial showed better characters than Po-Tzu but the percentage of full grain and panicle numbers of plot were poor. The grain yield was no much different among two places.

2. In winter crop, the best combination of average grain yield of two places was 2R×White Westland (3939 kg/ha) followed by 2R×54A (3552 kg/ha) and 2R×62A (3490 kg/ha) higher than check varieties Taichung No. 3 & No. 5.

3. The ratoon sorghum at spring crop can save 10 days of growth period than conventional culture and it's characters are almost the same with ordinary spring crop. The best combination of average yield in two places was 2R×62A (6369 kg/ha) followed by 2R×C-Kafir (6118 kg/ha) and 2R×54A (6005 kg/ha).

4. The yield of ratoon spring sorghum were mainly influenced by number of plot panicle, Therefore, the best hybrid sorghum for winter and spring ratoon lines should be highest ratoon rate and tolerant to low temperature, that were 2R×54A, 2R×62A, 2R×C-Kafir and 2R×White Westland.

5. Among the combination, the total yield more than 9 tons/ha (include winter and spring ratoon crop) were 4 combinations and this is the practice of marginal cultural method. It can save 50% of production cost and N.T.\$ 19,232/ha more profitable than conventional spring seedling method. This method will avoid the poor germination under low temperature and the shortage of rain fall for sowing seeds in spring. On the other hand, spring ratoon crop can decrease the growth duration and harvested before raining season in early summer but also avoid germination on panicle and easily dry grains after harvest.