

叢刊第二十四號(新號)  
Bulletin No. 24 (*New Series*)

民國二十三年十二月  
December, 1934

補救高粱缺株之研究  
Studies of Some Remedies For The  
Missing Plants In Kaoliang Experiments

中 文  
(In Chinese)

徐 天 錫  
T. S. HSU

COLLEGE OF AGRICULTURE AND FORESTRY  
THE UNIVERSITY OF NANKING  
NANKING, CHINA

南 京  
金陵大學農學院出版

# 補救高粱缺株之研究<sup>(一)</sup>

徐 天 錫<sup>(二)</sup>

駐燕京大學作物改良試驗場

- (一)導言
- (二)播種量試驗
- (三)移植試驗
- (四)播種時期與螻蛄患害
- (五)高粱自交之技術
- (六)灌溉試驗
- (七)整地
- (八)缺株對於產量之影響
- (九)綜結

## (一)導言

華北氣候乾旱，土中水分缺乏，而螻蛄患害尤猖獗非常，故欲得全苗，戛乎其難。作者於民國十九年至燕大担任高粱育種工作，即因缺株太多，曾有兩個試驗，未獲絲毫結果，蓋苗如不齊，試驗結果定難準確，與其收集錯誤之資料，毋寧犧牲之為佳。

---

註一 此文已經金陵大學農學院分場及合作場指導主任之同意而發表。

註二 金陵大學農學院農藝系講師，常駐北平燕京大學農場，主持高粱育種工作。

在作物改良過程中，吾人往往以缺株而未有準確觀念，良好品系竟被淘汰，次者反獲青睞，至其他試驗，亦以植株不齊之故，常下錯誤之結論。

補救缺株之法大別有二：(1)治標(2)治本。治標如利用生物統計學及糾正產量等，頗多不妥之處。治本在防阻缺株使幼苗齊全。作者致力於高粱缺株之補救歷時數載，去年各試驗缺株者甚少，今年成績更佳，僅數種極易發黴之外國高粱植株不全而已。本篇係報告四年來之研究結果，以供華北試驗場之參考。

## (二)播種量試驗

### I 1931與1932年之結果

1931年之空白試驗共種三百行，行長四十尺，每行播種量為三十六公分。如行長三十尺，則播種量合二十七公分。結果幼苗生長齊全，間拔時無缺苗。同年二桿行試驗與品種試驗之播種量各為十二公分，其植株不齊之行數竟達75%以上，品種試驗且因之未加收穫。

1932年以不同播種量應用於各試驗。在五月九日即下雨後六天播種，結果播種量愈大，成績愈佳。(表一)

### II 1933與1934年之試驗方法

1933年用標準品種“北京紅”之自交籽種進行一試驗，以求知適當播量。播種量分為十二級，自八公分起至三十公分止，每級相差二公分，重複四次。間拔後記錄每行株數，觀察幼苗狀況。各播種量之產量以 Fisher 法 [1] (參考書號請閱第8頁) 比較優劣。

1934年之試驗方法與1933年完全相同，亦用“北京紅”之籽種，惟非自交者。當苗高六寸時，舉行間拔。

### III 1933年之試驗結果與討論

間拔後各播種量之缺株數列於第二表。各播種量之苗株俱頗齊整，雖八公分之播量亦祇缺1.4株。惟下種後即遇雨，而螻蛄之患害，又甚輕微，故苗株整齊，實因好環境使然。且在各組中均無缺株者，僅二十六公分以上之播種量有之。同年觀察五桿行及十桿行試驗，其播量皆為二十四公分，約計十行中有一行未得全苗。參以1931與1932年之結果，作者深信欲得齊全植株，須於三十尺行內，施用二十六至三十公分之播量。

重播量可得佳苗，已鮮疑問，然播量大則幼苗必擁擠，將來間拔時似乎不免損傷根部而影響產量，故關於此點，亦須加以詳細研究。間拔後二星期檢查有無因根部受傷而枯萎之高梁（此種枯萎高粱須斷定非螻蛄致成者，蓋受螻蛄之害，根部與莖部即切斷，拔之極易出土，倘以間拔傷根，則雖枯死而苗仍牢着土中）。檢查結果，在六十行中未發現一因間拔傷根而枯死之植株，換言之，苗雖擁擠而間拔仍無不良影響。各播量之產量結果，亦能證明重播量之無害（表三）。以十二公分為比較標準，各播量於產量上無顯著之分別。表內各“ $t$ ”皆不到2.306，或無一能得高於19:1之偶差。再以產量最高之十公分與產量最低之三十公分相比較，結果相差三十六斤， $t$ 為1.4894。據此可知一品系之產量固不因播種量增加而減低也。

### IV 1934之試驗結果與討論

間苗後記錄各播種量之缺株數，結果見表四。二十八公分平均每行缺



株0.2,可謂最佳之播種量。三十公分次之,二十六公分又次之。上述結果係得自普通籽種,如換以自交籽種,則缺株數目尙須增加。

間拔後詳細觀幼苗生長狀況,各苗均壯健而無枯萎現象。

## Ⅳ 結 論

欲得佳苗,每行(長三十尺)播種量須增至二十六到二十八公分。重量籽種並未引起不良影響,如間拔時損傷幼苗根部或減少產量等,故可安心應用之。

## (三)移植試驗

本試驗舉行於1931與1932年,其目的在研究移植對於高粱產量之影響,以決定移植是否得爲補救缺株之用。

### I 試驗方法

分二部進行。第一部計有三百組,每組種高粱三株如下:(1)直播高粱,(2)移植高粱,(3)直播高粱。第二部亦有三百組,惟每組包含直播高粱一株移植者二株,其排列如下:(1)移植高粱,(2)直播高粱,(3)移植高粱。

俟苗高五六寸時舉行移植。移植時先用手鏟在離苗三四寸處深入土中半尺許,迨苗之四圍俱已掘入,乃連苗帶土整個挖起,栽入預先掘成之穴內。苗移植後摘去一部分葉子,並充分灌水。栽後繼續澆水三次,每次澆水時,防爲旱風吹乾,在苗之周圍剔開泥土,灌水後再以土蓋上。

每組各株高粱之產量,俱分開記錄,其結果以平均與平均或差比較之。

高粱之根羣習性依 Weaver法[3]研究之,法在離高粱一尺處掘溝深五尺,以水緩緩澆上,漸將泥土沖去,迨根羣露出,詳錄其寬度與深度。

## II 產量結果

各組之產量結果,因篇幅有限不克詳細臚列。茲略述於後:

1. 第一部 —— 直播高粱之產量均較移植者為大,其異差十分顯著,蓋

所得之  $\frac{D}{P.E.}$  莫不高大異常(表五)。

(表五)移植高粱與直播高粱之平均產量(以公分為單位)

| 直播高粱(甲)      | 移 植 高 粱      | 直播高粱(乙)      |
|--------------|--------------|--------------|
| 54.045±1.043 | 18.750±0.454 | 49.105±1.081 |

移植高粱與直播高粱(甲)之比較

移植高粱……………18.750±0.454

直播高粱(甲)      54.045±1.043  
                              —35.295±1.137

$$\frac{D}{P.E.} = - 31.042$$

移植高粱與直播高粱(乙)之比較

移植高粱              18.750±0.454

直播高粱(乙)      49.105±1.081  
                              —30.355±1.172

$$\frac{D}{P.E.} = - 25.900$$

2. 第二部——結果與第一部完全相同，即移植高粱(甲)與移植高粱(乙)之產量俱較直播者為低，其差異均大而顯著(表六)

(表六)直播高粱與移植高粱之平均產量(以公分為單位)

| 移植高粱(甲)      | 直播高粱         | 移植高粱(乙)      |
|--------------|--------------|--------------|
| 22.075±0.701 | 58.090±1.238 | 20.425±0.651 |

直播高粱與移植高粱(甲)之比較

直播高粱 58.090±1.238

移植高粱(甲) 22.075±0.701  
 36.015±1.423

$$\frac{D}{P.E.} = 25.309$$

直播高粱與移植高粱(乙)之比較

直播高粱 58.090±1.238

移植高粱(乙) 20.425±0.651  
 37.665±1.399

$$\frac{D}{P.E.} = 26.923$$

### III 移植與高粱根羣之習性

1. 高粱之根羣發展——1932年六月六日至十七日，在砂質壤土內檢查四品種幼苗時期之根羣狀況，時苗高五寸至八寸，有六七葉，檢查結果，列於表七。

(表七)高粱幼苗之根羣發展

| 品 種      | 分根數  | 根之最深度(英寸) | 根之最寬度(英寸) | 根之直徑(公厘) |
|----------|------|-----------|-----------|----------|
| Kafir    | 8    | 35        | 25        | 0.5—1.5  |
| Feterita | 7    | 31        | 26        | 0.5—2.0  |
| 牛心紅      | 9    | 25        | 21        | 0.5—1.5  |
| 北京紅      | 9    | 19        | 18        | 0.5—1.5  |
| 平 均      | 8.25 | 27.5      | 22.5      |          |

2. 移植與根羣發展——高粱根羣在幼苗時期平均已深至27.5 英寸，寬22.5英寸。移植後切去根部頗多，幼苗因之受重大影響。且移植時無論如何小心預防根羣損害，幼苗終不免受傷而生長阻遲。迨生機恢復，則又因氣候乾，生長時期短，植物蒸發率大，其產量決難與直播高粱相抗衡矣。

## Ⅶ. 結 論

根據直播高粱與移植高粱之產量比較結果及高粱幼苗根羣習性之研究，移植確能影響高粱產量，因此不能用以補救缺株。

## (四)播種期與螻蛄 (*Gryllotlpa africana*) 患害

### I 試驗方法

以“北京紅”籽種播種十一次，自1932年三月二十一日起至五月三十日止，每次相隔一星期。四月四日係普通下種期，當作標準。每次播種五行爲一區，重複九回。每行長三十尺，寬二尺，播種二十四公分。成熟後僅收穫每區中間三行，以學生法分析產量結果。



## II 產量結果

各播種時期之產量列於表八。結果可知高粱於三月二十一日至五月九日間皆可下種。單以產量論，三月二十八日較標準(四月四日)有顯著之多產，似為最佳之播種期。最末三次播種，即五月十六日五月二十三日五月三十日產量皆遠遜於標準，其偶差亦極大。換言之，是三次播期俱嫌太晚，故產量頗低。至其他播期，三次較標準為優，三次較劣，但咸無顯著差異。

## III 田間觀察

由田間觀察(1)螻蛄初次發現期，(2)缺株數，(3)間苗後螻蛄害死高粱株數，(4)螻蛄患害與幼苗大小。茲縷述於下：

1. 螻蛄初次發現期——螻蛄在早春甚難一見，有時田內發現數小窟窿，此即螻蛄存在之明證。1932年五月三天下雨後，螻蛄忽大活動，高粱幼苗開始受害，死者頗多。嗣後螻蛄常遷移，地上痕跡斑斑可數。

2. 缺株數——各播期每行之缺株數列於表九。首三次播種即三月二十一日三月二十八日與四月四日(標準)苗株均欠整齊，每行缺株數自6.30至8.94。其餘播期苗株較佳，每行缺株數平均如下：四月十一日4.48，四月十八日3.60，四月二十五日1.94，五月二日1.60，五月九日2.46，五月十六日0.82，五月二十三日4.80，五月三十日3.30。

上述結果吾人以為並非單因螻蛄患害之故，想降雨亦不無關係。按氣象記錄，五月三天下大雨，五月七日五月十六日五月十七日與五月三十一日皆降小雨。在降大雨(五月三日)前後二星期內所種之高粱，苗株為最齊。

3. 間苗後螻蛄害死高粱數——間苗後逐日記錄爲螻蛄害死之高粱。茲詳誌於表十。首二次播期，卽三月二十一日與三月二十八日，間苗後受螻蛄之害爲最微，在五十行中其受害而死之高粱，計三月二十一日共九株，三月二十八日五株。標準播期（四月四日）平均損失十四株，四月十一日十八株，四月十八日十二株。統觀全部結果，螻蛄在五月三十日至六月二十二日之觀察時期內俱能患害高粱，而高粱被害株數則時多時少，無一定準規，且與降雨亦少連帶關係。例如六月四日與六月十一日下雨。六月十一日被螻蛄害死之高粱計有十株，但六月十日則爲七十二株。再六月四日螻蛄殺死高粱十株，但六月三日祇有七株被害，六月五日僅損失二株。

4. 螻蛄患害與幼苗大小——小苗最易受螻蛄之害，漸大則受害漸輕。據吾人觀察，苗高至一尺三寸時仍有因螻蛄侵害其根部而枯萎者，再大未發現被害高粱。

## Ⅶ 提 要

1. 高粱於三月二十一日至五月九日間均能下種。
2. 高粱最佳播種期爲三月二十八日，此時下種產量較標準播期四月四日有顯著之增加，而所受螻蛄之侵害亦爲最輕。
3. 欲得好苗，最適宜之播種期似在下雨前後二星期內。
4. 以螻蛄患害輕重言，早播較優於晚播。
5. 間苗應有二次，以防螻蛄侵害而缺株。於苗高一尺半時舉行第二次間拔。

## （五）高粱自交之技術

高粱約有4%自然雜交（高粱自然雜交之研究），故多數品系種在一處

時，如欲得純粹籽種，自交或套紙袋殊爲必需之工作。

據數年來之自交經驗，吾人查知自交能使籽種發黴，因而能減低籽種之生活力與發芽率。蓋花穗套以紙袋後，空氣不流通，水分蒸發無處排洩，結果醞釀生黴，今做袋之材料，猶未發現一種既能預防他株花粉侵入，又能流通空氣者，故每穗開花時期之長短必須研究，俾得決定取下紙袋之最早日期，使發黴減至最低限度。

按照1933年觀察S19與493—4—2—1二品系之結果，高粱穗在六天至九天內可開花完畢，大多數單穗約需七天或八天。此種觀察結果與以前之自交經驗適相吻合，所以套紙袋宜於剛開花前或最好剛開花時舉行，套後九天即應取下。關於此點，再宜用小紙牌註明自交日期，縛於高粱穗上，以便按時摘去紙袋。有人主張寫明自交日期於紙袋上，以免耗錢廢工，實則不用紙牌必發生下列三弊：(1)高粱穗離地頗遠，仰視紙袋上註明之日期，甚難清楚，勢須傾倒方能瞧明，故極不便利。(2)將穗傾倒，看畢放手，一一看來，廢時反多。(3)自交日期即開花日期，將來有暇應記錄之以備參考，但紙袋撕破後，留在穗上極易被大風吹去，故開花記錄常有遺失之虞。

## (六)灌溉試驗

1932年早春北平乾旱異常，而田地又未實行冬耕，致三月底播種之高粱，缺株頗多(後於五月九日完全重種)。四月十五日乃進行本試驗，其目的在測知(1)極乾旱時可否以灌溉法得到全苗，(2)灌溉能否引起產量差異。

## I 試驗方法

以“北京黑壳紅”籽種播二百行，行長三十尺，行距二尺。每行開溝後，灌水十加侖（即二煤油桶）下種量為三十公分。籽種均用炭酸銅粉消毒，以免發生黑穗病而影響試驗準確性。收穫後以變量差異分析法（Analysis of variance method）[1,2]計算試驗結果。

## II 試驗結果

各行苗株齊整，無缺株，其產量列於表十一。今將此二百行分為十組，每組內之二十行產量各寫在紙牌上，隨意排列，假定為二十種之不同處理，其結果如表十二與十三。

查“Values of F and t”表（見參考書第二本第九十一頁），當大平均方數之自由度數為19，小平均方數之自由度為171時，F在1.59以上，偶差為19:1。今所求得之F僅為1.199，即其偶差小於19:1。據此可知各行產量實無顯著差異。

灌溉對於產量既已證明無甚影響，故值旱季可用以得到全苗。

## (七)整地

整地與缺株亦有至密切之關係。整地不良或不按時，皆能影響苗株之整齊，蓋如不及時耕犁，土中水分損失太多，高粱發芽率減低殊甚。據吾人經驗，秋收歲事後即應耕犁耙妥，耕時愈早，則土中水分保持愈多，愈晚則愈少。若至次春開凍後始整地，表面乾土往往深至四五寸以上，播種後十九有缺苗之虞。在此種情況下，以勿急切下種，待透雨後播種為宜。

秋收後即整地，雖經一冬西北風吹襲，土地情形仍可保持良好，於清



明節前後即得播種。

## (八)缺株對於產量之影響

本試驗係研究高粱缺株與產量之關係，並尋求每行最大缺株數，如逾此數，則產量比較之準確性即受顯著影響。承金陵大學沈宗瀚博士改善本試驗之研究計劃，特致謝意。

### I 試驗方法

分二部進行，一為有次序排列，一為隨意排列。兩部各種三百行，“牛心紅”高粱，行長三十尺，行距二尺五寸。在有次序排列中，每行播種三十六公分，間苗二次。第二次間拔後，以避免競爭，各行保留之株數如下：第一行三十一株，第二行三十株，第三行二十九株，第四行二十八株，第五行二十七株，第六行二十六株，第七行二十六株，第八行二十七株，第九行二十八株，第十行二十九株，第十一行三十株，第十二行三十一株。餘類推，共重複二十四次。隨意排列者每行播十二公行，間苗一次後，記錄其缺株數，以三十一株為全苗。

### II 分析方法

有次序排列之結果，依下述三法分析之：(1)相關係數，(2)等級法，(3)Fisher法。相關係數求自每行株數與產量二性狀，其他二法以三十一株或全苗為比較標準。隨意排列之結果，僅計算每行株數與其產量之相關係數。

### III 試驗結果

結果示於表十四十五與十六。表十四內之相關係數俱不顯著。意即在

有次序排列中雖缺株數高至五株，仍不影響產量。同樣結果亦可得之於等級法與Fisher法（表十五），前者最大之偶差為 5.38:1，後者為 6.46:1，是二數離顯著之偶差尚遠。換言之，二十六株至三十株之產量與三十一株之產量實無二致。此種結果可以理論解釋之，蓋如有缺株，同行內鄰近缺株之高粱得有非常優異之環境，水分養料之吸收自較不近缺株者為豐富，其能增加產量補足缺株之損失，殊屬意中事。

在隨意排列中，相關係數大致隨每行缺株數同進退。缺株數大，相關係數亦大，缺株數小則相關係數亦小。易言之，產量與缺株數適成反比例是也。自缺苗九株至二十七株俱然，惟五株者除外。缺苗在七株以上，其相關係數莫不顯著異常，五株與六株之係數三倍於或差，故亦可認為顯著。缺苗四株之相關係數則不顯著（見表十六）。

### （九）綜結

1. 欲求好苗，每行（三十尺長）播種量須增至二十六至二十八公分。
2. 移植損傷幼苗根部，影響高粱產量，故不能用以補救缺株。
3. 高粱於三月二十一日至五月九日間均能下種，而最適宜之播期似在下雨前後。以螻蛄侵害輕重言，早播較優於晚播。
4. 間苗應有二次，以防螻蛄侵害而缺株。於苗高一尺五寸時，舉行第二次間拔。
5. 高粱自交宜於開花前或最好剛開花時為之，九天後即取下紙袋，俾籽種發黴可減至最低度，其生活力發芽率亦可得以維持。
6. 氣候極乾旱時，可用灌溉法求得全苗。

7. 秋收穫事後即整地, 愈早愈佳。
8. 倘行中 (三十尺長) 仍有缺株, 則視其缺株多少而定取捨。缺株在四株以下者可留用, 超過此數者爲求結果準確起見即應棄去。

### 參 考 書

1. Fisher, R. A. : Statistical Methods for Research workers, pp 107-112, 1930.
2. Snedecor, G. W. : Calculation and Interpretation of Analysis of Variance and Covariance. Monograph No 1. Iowa State College, 1934.
3. Weaver, J. E. : Root Development of Field Crops. pp 253-261 1926

### SUMMARY

#### Studies of Some Remedies for the Missing Plants in Kaoliang Experiments.

T. S. Hsu

This article is written on the basis of several experiments and results of observation regarding the remedies for missing plants, namely, (1) Rate of Seeding for the Row-test of Kaoliang, (2) Transplanting Test, (3) Time of Planting Kaoliang in Relation to the Infestation by Mole Crickets (*Gryllotalpa africana*), (4) Technique in Bagging Kaoliang, (5) Irrigation Test, (6) Preparation of Land, and (7) Effect of Missing Hills upon the Yield of

Kaoliang.

A heavy rate of seeding, from 26 to 28 grams per 30-foot-row, gives a satisfactory stand. No injurious effect has been found in such a practice.

From the results of a transplanting test and the investigation of the root habits of kaoliang plants, it is concluded that transplanting greatly affects the yield of kaoliang and can not be used as a means of obtaining a good stand.

Kaoliang may be planted any time between March 21 and May 9, an early date being preferable from the standpoint of damage from mole crickets. A good stand may be secured by planting either before or after heavy rainfall.

The practice of two thinnings is recommended as a safeguard against mole crickets. The second thinning should be made when seedlings are about one and one half feet high.

Bagging is apt to cause the growth of mold and is generally responsible for a decrease in vitality and germination power. It is suggested that bagging should be done just before flowering or still better at the very beginning of blooming, and that bags should be taken off nine days after. Record should be kept of the date of selfing by means of tags so as to remove bags as soon as expedient, thus reducing growth of mold to a minimum.

During very dry seasons irrigation may be practised before seeding without any appreciable effect upon subsequent yield.

It is imperative to provide for early fall plowing and proper preparation of land. Plowing immediately after the harvest of summer crops tends to conserve soil moisture, thereby providing ideal conditions for seed germination.

There is no significant effect of missing hills upon the yield of kaoliang provided that the number of plants missed does not exceed four in a 30-foot-row. All the rows in which more than five plants are missing should be discarded.

(表一) 1932年播種量試驗之結果

| 試 驗 名 稱              | 播種量(公分) | 總行數 | 缺株之行數 | 缺株行數% |
|----------------------|---------|-----|-------|-------|
| 缺株對於產量之影響<br>(有次序排列) | 36      | 300 | 7     | 2.3   |
| 四 桿 行 及 十 桿 行        | 24      | 660 | 56    | 8.5   |
| 缺株對於產量之影響<br>(隨意排列)  | 12      | 300 | 298   | 99.3  |

(表二) 1933年各播種量之缺株數

| 播種量(公分) | 每 行 缺 株 數 |     |     |     |     | 平均缺株 |
|---------|-----------|-----|-----|-----|-----|------|
|         | 第一組       | 第二組 | 第三組 | 第四組 | 第五組 |      |
| 8       | 0         | 2   | 2   | 2   | 1   | 1.4  |