

中国科学院遗传研究所編輯

遺 傳 學 集 刊

GENETICA SINICA

3

科 学 出 版 社

1963 年 12 月

遺传学集刊 第3集(总第9号)

(1963年12月)

目 录

玉米花粉蒙导效果的比較研究·····	李繼耕、梁 宏、郭丽娟、賈敬鸞 (1)
农作物授粉后花粉粒与柱头之相互作用 I. 一些禾谷类作物花粉柱头 之生理特性及花粉粒萌发时柱头組織細胞内部的生理反应·····	朱庆麟 (9)
利用未成熟种籽选育新品种·····	耿庆汉 (18)
冬小麦每穗小穗数的形成与光照阶段发育的关系·····	黃季芳、陈少麟 (38)
关于水稻不同生态型光照阶段开始時間的研究初报·····	陈照林、邵启全 (56)
冬小麦轉变为春小麦的研究·····	龔畿道 (64)
小麦受精多重性細胞学的研究 I.·····	李 璠 (72)
甘薯块根形成淀粉細胞中的无絲分裂·····	林月嬋 (85)
金魚(<i>Carassius auratus</i>) 胚胎发育不同时期輻射敏感性的研究 I. 胚胎 发育各时期死亡率与剂量的关系和各时期半致死剂量的測定····· ·····	汪安琦、王春元 (91)
獼猴精子形成过程中核內蛋白質变化的細胞化学研究·····	李靖炎 (102)
蝗虫精子形成过程中核內蛋白質变化的細胞化学研究·····	李靖炎 (110)
論遺传的物质基础与基因概念·····	奚元齡 (117)

书 評

K. M. 扎瓦茨基: 物种学一书的評介 ·····	邵启全 (126)
----------------------------	-----------

GENETICA SINICA, No. 3 (Serial No. 9)

(December, 1963)

CONTENTS

Сравнительное исследование пыльцевого ментора при самоопылении кукурузы...	
..... Ли Цзи-ген, Лян Хун, Го Ли-цзюань и Цзя Цзин-лань (8)	
Взаимодейтельность пыльцы и рыльца сельскохозяйственных растений под влиянием опыления. I. Изучение физиологической особенности пыльцы, рыльца и внутриклеточной реакций ткани рыльца в момент прорастания пыльцевых трубок у некоторых злаков	Чжу Цин-линь (17)
Закаливание и направленное воспитание недозрелыми семенами являются новым путем селекционной работы с культурными растениями.....	Гэн Цин-хань (35)
The formation of the spikelet number per spike in relation to photoperiodic stage of development in wheat plant ...	Huang Chi-fang and Chen Shao-lin (54)
Предварительное изучение по времени вступления в световую стадию у разных экотипов риса	Чэнь Чжао-лин и Шао Ци-цюань (63)
Эксперименты по превращению озимой пшеницы в яровую	Гун Цзи-дао (71)
A preliminary cytological report on the poly-fertilization of wheat.....	Li Fan (79)
Исследование способа деления клеток, образующих крахмал в молодом корне-вом клубне батата.....	Линь Юе-шань (88)
Differential radiosensitivity of the embryonic stages in goldfish, <i>Carassius auratus</i> I. Relationship between radiation dose and mortality in different embryonic stages and the calculations of LD ₅₀ in these stages	 Wong An-chi and Wang Chen-yin (101)
Cytochemical studies on changes in nuclear proteins during spermiogenesis in rhesus monkey	Li Ching-yian (109)
Cytochemische untersuchungen an kernproteinen während der spermioghistogenese bei feldheuschrecken.....	Li Dsing-yen (114)
О генетической материальной основе и представлении гена	Cu Юань-лин (125)
Review	
К. М. Завадский: Учение о виде	Шао Ци-цюань (129)

玉米花粉蒙導效果的比較研究*

李繼耕 梁 宏 郭麗娟 賈敬鸞

(中国科学院遗传研究所)

本文在过去工作的基础上,应用变量分析方法,比較和研究了花粉蒙導的效果,揭明了無論在不同年份、不同世代及不同个体之間花粉蒙導效果的一致性,为这一方法在玉米选种中的应用,提供了可靠的根据。

自米丘林提出花粉蒙導方法并成功地应用于植物授粉工作后,近年来,这一方法已被很多学者先后在黑麦^[1]、小麦^[2]、玉米^[3]、棉花^[5]、番茄^[6]、豌豆^[6]、馬鈴薯^[7]、烟草^[8]、甜菜^[3]和向日葵^[9]等植物中普遍采用。所得結果充分地証明了利用蒙導方法在防止自交退化、提高杂交效果方面的巨大作用。这不仅从理論上显示了异属花粉参予授粉后对授粉受精过程的強烈影响,而且也在植物杂交育种的实践中,为定向控制遗传性与生活力指出了一条重要的途径。不少遺传育种工作者对这一問題感有兴趣,其原因就在于此。

为了准确地揭露花粉蒙導对玉米自交的效果,作者等在过去工作的基础上,繼續研究并对比了玉米自交花粉蒙導后代在不同年份或同一年份不同世代,以及同一年份、同一世代、不同个体之間的区别。所用材料主要有:金皇后、大民棒子、华农 2 号、花里虎、华农 1 号及熊本等六个品种經南瓜、向日葵、棉花、高粱四种花粉蒙導的自交第一代(S_1)及自交第二代(S_2)。以原始品种內异花授粉的后代和普通自交第一代与第二代为对照。每处理播一小区, S_1 每一小区設 2 行; S_2 設 4 行。各小区均为寬狹行,寬行距 80 厘米,狹行距 50 厘米,株距 50 厘米,每行 12—15 株。除生育期間进行一般的观察調查外,并在收获后进行了較詳細的室內考种,所得数据全部作統計分析,并采用变量分析法以測定差异的显著程度。

一、不同年份蒙導效果的比較

将 1960 年經不同远緣花粉蒙導的同一果穗的种子分为两半,一半在 1961 年种植,另一半在 1962 年种植。两年的田間排列完全相同,以观察比較不同年份条件下蒙導后代与自交后代(均为第一代)之間的区别。

根据 1961 年的研究报导^[11],以株高为例,在除去自交对照以外的 6 个品种 26 个蒙導处理中,除去一个处理低于对照外,其余均超过自交对照,超过幅度多数在 20—50%之間。最寬叶片面积大于对照的,在 26 个处理中有 19 个,占 73.1%。

1962 年,在除去品种內异花授粉和普通自交两个对照以外的 18 个蒙導处理中,植株高度超过自交对照而达到統計学上差异显著的有 16 个,占 88.9%。增高的幅度多数在

1963 年 7 月收到。

* 张雪琴同志曾参加試驗工作。

20—40%之間。最寬叶片面积有 15 个处理超过自交对照, 占 83.3%。此外, 单株的果穗重量, 蒙导处理较对照也有明显的增长, 占 93.3%。并且, 增长的幅度大大超过以上两项指标。其中有半数处理接近或超过异花授粉对照¹⁾。

进一步将两年所得资料进行变量分析(表 1)。从株高来看, 年份間的变量不显著, 处理間的变量则极显著, 即蒙导处理确实大大地超过了自交对照。从最寬叶片面积来看, 虽然年份間的差异显著, 也就是說, 同一处理在不同年份間的差异是显著的, 但是, 这并没有改变不同处理与对照之間的差异規律。即絕大多数經蒙导的处理最寬叶片面积超过自交对照的結果, 而且两年內是一致的。不同年份的自然条件, 并没有使这一总的規律发生改变。

表 1 不同年份蒙導效果的变量分析

变异来源	株 高			最 寬 叶 片 面 积		
	自由度	变 量	F†	自由度	变 量	F
品种間	5	6775.0	13.36**	5	116575.0	19.49**
处理間	3	7703.0	15.19**	3	28596.0	4.78*
年份間	1	777.0	1.53	1	275759.0	46.10**
品种×处理	13	812.0	1.60	13	11370.0	1.90
品种×年份	5	463.0		5	5749.0	
处理×年份	3	552.0	1.09	3	1568.0	
品种×处理×年份	13	507.0		13	5982.0	

† P 值<5%者以“*”表示; <1%者以“**”表示。以下各表同。

变量分析的另一有意义的結果是: 处理和品种、处理和年份相互作用的变量, 对株高与最寬叶片面积來說, 都是不显著的。这就是說, 一方面, 不同处理在不同品种中表現的規律是一致的: 各品种中絕大多数处理均以南瓜花粉的蒙导效果为最显著; 另一方面, 不同处理在不同年份的表現規律也是相同的。如表 2 所示, 两年內絕大多数蒙导处理都超过了自交对照, 并皆以加南瓜花粉蒙导的后代表現为最好。

表 2 不同年份蒙導后代植株生活力的比較

項 目†	处 理	1961 年		1962 年		两年平均	
		平 均	为 S ₁ 的%	平 均	为 S ₁ 的%	平 均	为 S ₁ 的%
株 高	S ₁ (对照)	171.8	100.0	170.8	100.0	171.3	100.0
	+南 S ₁	245.4	142.8**	220.6	129.2**	230.0	134.3**
	+向 S ₁	200.8	116.9*	203.9	119.4*	202.3	118.1**
	+棉 S ₁	214.7	125.0*	202.9	118.8*	208.8	121.9**
最寬叶片面积	S ₁ (对照)	424.7	100.0	563.9	100.0	498.5	100.0
	+南 S ₁	529.5	124.7*	687.0	121.8*	608.3	122.0**
	+向 S ₁	477.5	112.4	667.0	118.3*	572.2	114.8*
	+棉 S ₁	515.5	121.4	664.5	117.8	591.3	118.6*

† 株高单位为厘米, 叶面积为(厘米)²。

1) 1962 年所得資料見本文第二节。

對比 1960—1962 年三年內北京夏季的旬平均溫濕度(表 3)情況時,發現它們實際上是基本一致的。例如,同一時間內溫度的變幅相差約在 0.5—2.5℃ 之間;而相對濕度的變動相差則約在 10% 上下。在這樣相對一致的溫濕度條件下,就更可以理解花粉蒙導在兩年內所表現的效果的一致性。

表 3 1960—1962 三年內 5、6、7、8 四個月的旬平均溫濕度†

年份	項 目	5 月			6 月			7 月			8 月		
		上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
1960	溫 度	15.6	18.3	22.1	23	24.7	26.4	26.9	26.5	25.5	26.5	24.5	23.3
	濕 度	46	40	45	54	68	58	70	82	83	82	77	73
1961	溫 度	18.9	20.5	17.6	24.8	24.0	25.7	28.4	27.3	26.7	26.1	24.2	23.5
	濕 度	34	46	47	51	55	66	58	77	78	85	80	77
1962	溫 度	18.0	20.9	24.1	22.3	25.4	23.3	26.3	26.0	25.1	26.8	25.5	24.3
	濕 度	58	27	44	40	50	68	64	77	83	74	74	71

† 溫度為 0℃; 濕度為相對濕度—% (資料引自北京農業大學氣象系)。

二、不同世代蒙導效果的比較

遠緣花粉對玉米自交良好蒙導效果之能否在後代保持以及保持多久,這是一個很有意義的問題。為此,作者等在 1962 年將相同來源的各蒙導處理的自交第一代與第二代,種植在相鄰小區進行了比較。

如圖 1 及表 4 所示,無論就株高、最寬葉片面積及單株穗重等指標來看,自交第一代與第二代之間均可觀察到很多共同之處。

表 4 自交第一代與第二代蒙導效果的比較

項 目	S ₁					S ₂				
	總組合數†	增 長 值††		變 異 系 數		總組合數	增 長 值		變 異 系 數	
		超過對照的組合數	占總組合數的%	低於對照的組合數	占總組合數的%		超過對照的組合數	占總組合數的%	低於對照的組合數	占總組合數的%
株 高	18	16	88.9	17	94.4	18	13	72.2	16	88.9
最寬葉片面積	18	15	83.3	15	83.3	18	11	61.1	16	88.9
單 株 穗 重	15	14	93.3	14	93.3	18	11	61.1	11	61.1

† 總組合數只指各蒙導處理,不包括自交對照。

†† 凡增長值超過自交對照的組合均在統計上達到 P 值<5% 以上的差異顯著的标准。

株高超過對照的處理數在自交第一代的 18 個處理中有 16 個,占 88.9%,增加幅度多數在 20—40% 之間;而自交第二代在 18 個處理中有 13 個,占 72.2%,增加幅度在 10—40% 之間。最寬葉片面積第一代超過自交對照的處理占 83.3%,而自交第二代占 61.1%。單株穗重第一代超過自交對照的處理占 93.3%¹⁾,而第二代則占 61.1%。此外,分析這三項指標的變異系數,各蒙導組低於自交對照的在第一代為:株高 17 個,占 94.4%;最寬葉

1) 此處資料不全,全部蒙導處理以 15 個計。

片面积 15 个,占 83.3%;单株穗重为 14 个,占 93.3%。而在自交第二代,这三个指标低于自交对照的组合数则依次占: 88.9%、88.9%和 61.1%。这就表明:一方面绝大多数经蒙导处理的 S_2 , 与其上一代 (S_1) 一样, 不论在植株的生活力、产量或整齐度方面, 都仍然显著地优于普通自交第二代;但是, 另一方面, 同时也观察到优于对照的处理数及相对值 S_2 较 S_1 有下降的倾向。

为进一步分析不同世代的表现规律, 将上述 6 个品种经南瓜、向日葵、棉花蒙导的各处理和自交对照, 按株高、最宽叶片面积和单株穗重分别进行了不同世代 (S_1 与 S_2) 的变量分析 (表 5)。结果表明: 这三项指标, 世代间的变量, 与处理间的变量一样: F 值是极显著的。这就是说, 经蒙导的自交第二代一般地较第一代生活力有所下降。

表 5 不同世代蒙导效果的变量分析

变异来源	株 高			最宽叶片面积			单 株 穗 重		
	自由度	变 量	F	自由度	变 量	F	自由度	变 量	F
品种间	5	4347.4	35.37**	5	146496.6	40.18**	4	15281.0	20.43**
处理间	3	4296.0	34.96**	3	30785.3	8.44**	3	8000.0	10.70**
世代间	1	1915.0	15.58**	1	37288.0	10.23**	1	9108.0	12.18**
品种×处理	13	799.4	6.50**	13	13920.7	3.82*	10	1193.0	1.60
品种×世代	5	107.0		5	1882.8		3	958.0	1.41
处理×世代	3	98.7		3	450.3		4	454.0	
品种×处理×世代	13	122.9		13	3645.9		10	748.0	

但是, 如果仔细比较经蒙导的 S_2 与其自交对照之间的差别, 那么, 可以看出: 不同品种蒙导后代生活力的下降速度是有差别的。其中熊本与大民棒子不但无明显下降, 有些处理反较 S_1 有所增长。而华农 1 号与花里虎则下降较快, 个别处理甚至低于自交对照。

表 6 不同世代蒙导效果的分析

项 目	处 理	S_1			S_2		
		平均	为对照 ₁ 的 %	为对照 ₂ 的 %	平 均	为对照 ₁ 的 %	为对照 ₂ 的 %
株 高	品种内异花授粉(对照 ₁)	233.4	100.0		227.5	100.0	
	自交(对照 ₂)	170.8	73.2**	100.0	165.0	72.5**	100.0
	自交+南瓜花粉	220.6	94.5*	129.2**	207.4	91.2**	125.7**
	自交+向日葵花粉	203.9	87.4**	119.4**	183.9	80.8**	111.5**
	自交+棉花花粉	202.9	86.9**	118.8**	188.5	82.9**	114.2**
最宽叶片面积	品种内异花授粉(对照 ₁)	732.2	100.0		712.1	100.0	
	自交(对照 ₂)	563.9	77.0**	100.0	519.2	72.9**	100.0
	自交+南瓜花粉	687.0	93.8	121.8**	626.0	87.9*	120.6**
	自交+向日葵花粉	667.0	91.1	118.3**	601.7	84.5**	115.9*
	自交+棉花花粉	664.5	90.8	117.8*	600.8	84.4**	115.7*
单株穗重	品种内异花授粉(对照 ₁)	142.3	100.0		139.3	100.0	
	自交(对照 ₂)	82.9	58.3**	100.0	73.2	52.5**	100.0
	自交+南瓜花粉	175.5	123.3*	211.7**	119.1	85.5	162.7**
	自交+向日葵花粉	129.6	91.1	156.3**	95.2	68.3**	130.1
	自交+棉花花粉	123.9	87.1	149.4*	100.6	72.2*	137.4*

如果根据变量分析結果在品种之間依不同蒙導处理进行平均时,則如表 6 所示,三个指标的 9 个处理均仍超过自交对照。品种間的差別即不能显示出来。

尽管蒙導效果在不同世代存在着这种差別,然而,根据变量分析,不論株高、最寬叶片面积和穗重,处理与世代間相互作用的变量,仍未达到差异显著的标准,即不同处理在不同世代表現的总趋向仍然是相同的。这表明:世代之間的差別并不足以改变絕大多數經蒙導的自交第二代优于对照的总規律。

据此,可以認為:經蒙導的自交第二代与其第一代比較起来,虽然生活力与产量指标有降低的傾向,但是,与其自交第一代一样,經蒙導的絕大多數处理,仍然显著地超过了普通自交第二代的对照。蒙導的效果仍然是显著的。

三、不同个体間蒙導效果的比較

玉米是异花受粉植物,品种內个体之間的差別是比較大的。由于自交对照和异属花粉蒙導是在不同果穗上进行的,虽然我們在授粉时尽可能地选择生长势和形态特征相似、雌蕊年龄和果穗大小相仿的植株进行授粉,但是,远緣花粉蒙導在同一品种內不同植株之間的區別,还是一个值得研究的問題。为了說明这个問題,我們用每一种蒙導花粉,分別給华农 2 号 5 个植株的第一果穗授以南瓜、向日葵、棉花三种蒙導花粉,共授粉 15 个植株的第一果穗。

1962 年将这些果穗上的种子与 5 个普通自交果穗的种子相邻种植比較,最后将 5 个重复所得資料,按株高、最寬叶片面积和单株穗重分別进行了变量分析,所得結果列于表 7、8。

表 7 華農 2 号品种不同个体間蒙導效果的变量分析

变异来源	株 高			最寬叶片面积			单 株 穗 重		
	自由度	变 量	F	自由度	变 量	F	自由度	变 量	F
处理間	3	993.3	16.45**	3	12651.0	11.89**	3	1015.8	11.1**
重复間	4	418.8	6.93**	4	688.5		4	166.5	1.81
試驗机誤	12	60.4		12	1064.4		12	91.5	

表 8 華農 2 号品种各处理的比較結果

处 理	株 高		最寬叶片面积		单 株 穗 重	
	平均(厘米)	为对照的%	平均(厘米)	为对照的%	平均(克)	为对照的%
S ₁ (对照)	143.8	100.0	375.9	100.0	54.9	100.0
+南 S ₁	161.8	112.5**	455.5	121.2**	70.4	128.2*
+向 S ₁	159.3	110.8**	408.6	108.7	64.8	118.0
+棉 S ₁	178.1	123.9**	489.8	130.3**	88.7	161.6**

从最寬叶片面积和单株穗重来看,不同个体之間的差异是不显著的,处理間的差异,F 值是极显著的。加南瓜花粉与加棉花花粉的都超过了自交对照。加向日葵花粉的处理,虽然也超过了自交对照,但未达到統計要求的显著标准。至于株高,个体間的差异是显著的。这一点从羣体内个体之間的异質性来看是完全可以理解的。但是,有重要意

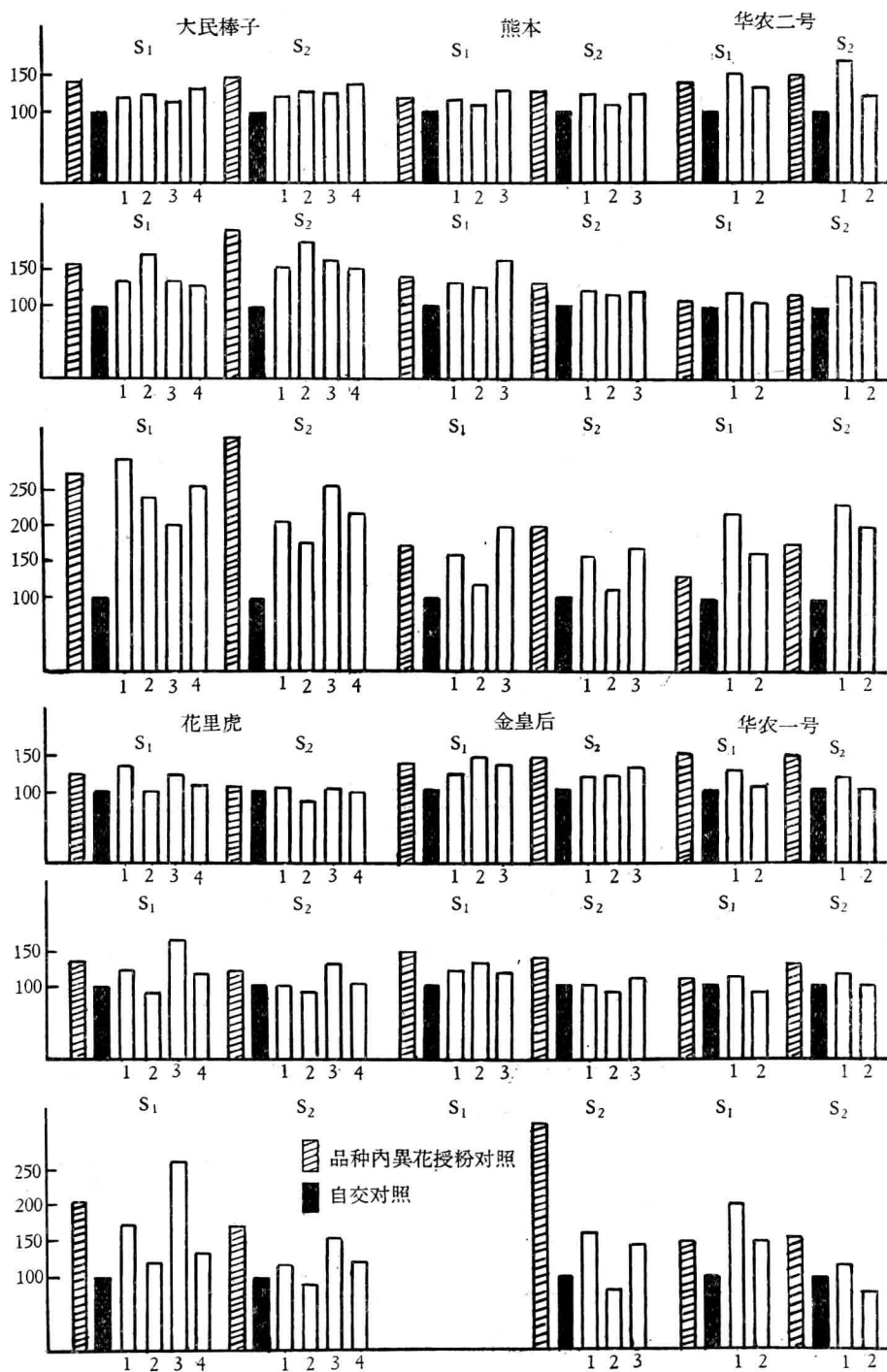


图1 各品种蒙导后代的比较

注: 1——+南; 2——+向; 3——+棉; 4——+高粱。

义的是：被蒙導的处理与对照之間的差异也极为显著，三个处理都超过了对照。换言之，个体之間的差异，并未能掩盖蒙導效果之总的規律性。蒙導的效果是肯定的。

結 論

1. 少量远緣花粉參予玉米自交后，多数情况表明，經蒙導的自交后代的植株生活力与产量均明显地优于自交对照。

2. 經不同花粉蒙導的上述效果，并不因不同年份的自然条件的差异而有所改变。两年所得的結果是一致的。

3. 經蒙導的自交第二代与第一代相比，虽然生活力与产量有所下降，但仍同第一代一样，絕大多数蒙導处理仍然显著地超过普通的自交第二代对照。蒙導效果在第二代仍然显著。

4. 同一品种內不同个体对蒙導的具体反应有所不同。但是，不同个体之間的差别沒有掩盖蒙導效果之总的規律性。蒙導所引起的效果在不同个体上是一致的。

这样，利用花粉蒙導方法，減弱或完全克服玉米的自交退化現象，提高自交后代的生活力与产量，具有十分肯定的效果。在玉米选种工作中，應該予以重視。

参 考 文 献

- [1] Бабаджанян, Г. А.: 1947. *Агробиология*, (2).
- [2] Медведева, Г. Б.: 1962. *Тр. инст. генет.*, (29).
- [3] Коварский, А. Е.: 1960. Тр. юбил. дарвинов. конф., 189—192 Кишинёв.
- [4] Мусийко, А. С.: 1963. *Вестник С. Х. науки*. (3).
- [5] Высоцкий, К. А.: 1960. Сб. отд. гибр. раст., 360—367.
- [6] Айзенштат, Я. С.: 1962. Афтреф. Док. Дис. Воронеж.
- [7] Савинская, Н. В.: 1962. *Тр. инст. генет.*, (29).
- [8] Здрилько, А. Ф. и Поляков, И. М.: 1959. *Тр. укр. инст. раст. селек. и генет.*, (4): 129—133.
- [9] Жданов, Л. А.: 1963. *Вестник С. Х. науки*, (3).
- [10] 李繼耕、梁宏、郭丽娟: 1961. *中国农业科学*. (7): 11—15.
- [11] 李繼耕、梁宏、郭丽娟、賈敬巽: 1962. *遗传学集刊*, (1): 1—8.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЫЛЬЦЕВОГО МЕНТОРА ПРИ САМООПЫЛЕНИИ КУКУРУЗЫ

Ли Цзи-ген, Лян Хун, Го Ли-цзюань и Цзя Цзин-лань

(Институт генетики АН КНР)

Резюме

С целью установления достоверности эффекта чужеродного пыльцевого ментора сравнительно исследовали жизненность и урожайность растений первого и второго поколений самоопыления при участии чужеродной пыльцы в различных годах, в разных поколениях (S_1 и S_2) и у различных индивидуумов одного и того же поколения. Полученные данные обработаны статистически, особенно методом дисперсионного анализа.

1) Семена одного и того же початка разделены на две части, одна из которых высеяны в 1961 году, другая — в 1962 году. По показателям высоты растений, площади наиболее широких листьев и веса початка одного растения вели наблюдения и измерения. Полученные данные в двух годах приблизительно одинаковы: растения, ментированные различной чужеродной пыльцой, более мощные и урожайные, чем растения от обычного самоопыления. Различие климатических условий в двух годах не могло изменить эффекта пыльцевого ментора.

2) Сравнение потомства первого ментированного самоопыленного поколения (S_1) с вторым (S_2) показало, что жизненность и урожай второго ментированного поколения несколько уступили первым, но всё-таки значительно повысили растения самоопыленного контроля.

3) Сравнивая различие растений между индивидуумами одного и того же ментора, обнаружено, что по площади наиболее широких листьев и весу початка различие не достоверно, а различие между ментированными вариантами и контролями достоверно, т. е. растения ментированных вариантов сказались лучшим, чем растения от обычного самоопыления. Что касается высоты растений, то различие между индивидуумами достоверно, но важнее отметить, что различие между ментированными и контрольными также достоверно, т. е. ментированные лучше контроля. Иначе говоря, различие по показателям высоты растений, площади наиболее широких листьев и веса початков между индивидуумами одного и того же ментора не могло покрыть общей закономерности эффекта пыльцевого ментора.

农作物授粉后花粉粒与柱头之相互作用

I. 一些禾谷类作物花粉柱头之生理特性及花粉粒萌发时柱头組織細胞内部的生理反应

朱 慶 麟*
(西北农学院)

研究受精过程的生理学对于理解受精作用的实质具有极其重要的意义。本文根据一些物理化学与生物化学指标的变化研究了一些禾谷类作物花粉粒与柱头的生理特性以及授粉后花粉粒与柱头之间的相互作用。试验证明,花粉粒之间与同一柱头不同部分具有生理上的异质性,其次,不同年龄的柱头其生理反应呈有规律的变化;发育成熟准备受精的柱头其 pH_n 在 5.5 左右,随着柱头的衰老其酸性降至 7.0—7.5,同时,細胞着色程度及 rH_2 都显著升高。当花粉粒一經接触柱头組織并开始萌发时,柱头組織細胞内部在一系列生理指标上发生深刻变化,这种变化并影响到整个植株。

近年来关于高等植物有性过程与生理学的研究,曾引起生物学家的特别注意。虽然在这方面的生理、生化过程的材料还很少,但就已有的资料来看,对于了解和阐明受精过程的实质,已具有颇为重要的意义。

就目前现有的分析资料表明,雌雄受精因素不仅在形态上,而且在物理化学以及生物化学等各方面,是两个截然相异的复杂的生理系统。Л. Г. Арутюнова 和 Г. Я. Губанов (1950)^[1] 用棉花作材料的研究说明:花粉与雌蕊存在着重要的生化差异,即,花粉里淀粉酶的活动性较之柱头要强得多。V. Ignatieff (1936)^[2] 发现唐菖蒲花粉粒内磷和磷酸酶的含量要超过柱头和花柱的含量的一倍。С. И. Лебедев (1949)^[6] 在研究了几个属的植物性系统代谢之后,断定在性过程中具有极重要作用的类胡萝卜素在雌雄性因素之间存在很大差异;在花粉中这类物质的含量较高。Е. А. Бритиков (1954)^[3] 研究了花粉与柱头间一些物理化学与生物化学的差异指明:花粉粒的内含物具有较柱头組織为高的 pH 值和还原程度较强的 rH_2 ,柱头的組織具有酸性的 pH 和氧化的 rH_2 。又据 Бритиков 对柱头和花粉粒酶活动性测定的结果表明,花粉粒 α -淀粉酶和蛋白酶的含量较柱头高得多。相反地,在苹果花粉粒内所不含有的細胞色素氧化酶和抗坏血酸在柱头中却含量丰富;小麦柱头中过氧化酶含量很高,而在花粉粒中则很低。同一作者还测定了氨基酸,非蛋白质氮等一系列物质在花粉与柱头中的含量,都证明了这种差异的存在。对于受精过程有密切作用的硼酸,据一些作者^[2,5]在苹果、烟草以及一些其它植物的研究中证明,柱头较花粉的含量为高。

正是由于雌雄两性因素是生理上相异的系统,因此在授粉之后就产生一系列复杂的变化,相互作用相互影响。很多实验资料证明,当花粉粒一經接触柱头組織,整个雌蕊的

1962 年 7 月收到。

* 西北农学院遗传选种教研组耿志訓同志曾参与本文部分工作。

生理状况立即发生显著改变。И. Н. Львова (1951)、Е. А. Бритиков (1954)、З. П. Паушева (1961) 和朱庆麟 (1960) 等在小麦、黑麦、荞麦、燕麦以及其它植物上确定: 授粉后柱头发生 pH_n 显著提高、染色性增强及细胞膨压降低等一系列生理变化。其次, 一些作者^[1, 3, 21, 25, 27]还证明了授粉后雌蕊的呼吸强度升高、一些酶的活动性增强及矿物盐的吸收增长。И. Н. Симонов 和 Е. В. Миронов (1951) 在番茄以及其它一些植物上用 P^{32} 作为标记测定授粉对植株的影响, 发现授粉不仅使性器官内 P^{32} 的累积量增加, 而且在叶、茎等一些其它器管都有增加。刘大钧 (1960) 在研究小麦受精选择性时发现: P^{32} 在雌蕊中的累积, 还因授粉的品种以及混合花粉中花粉的不同成分而有所消长。З. П. Паушева (1957) 研究荞麦合理授粉与不合理授粉的生理时, 也发现类似的情况。另外, 在燕麦上的工作发现授粉时磷在柱头中的累积还因柱头之生理状况而异^[21]。上述资料说明, 授粉的影响不仅局限于与花粉粒直接接触的雌蕊本身, 而是整个植株都以不同程度与花粉的作用相关联, 同时, 这种生理影响是一极其复杂的生理过程而与两性的亲和力具有密切关系。由此以观, 许多胚胎学家和生理学家^[4, 11, 19]把受精过程不仅仅局限于双受精过程是有根据的。因此, 欲揭露受精过程的实质, 研究授粉后雌雄受精因素相互作用的生理机制, 是值得注意的。

本研究的目的, 在于阐明花粉与柱头的某些生理特征、授粉后花粉粒与柱头组织的相互作用。

材 料 和 方 法

供研究的对象有小麦 (*Triticum vulgare* Host)、大麦 (*Hordeum vulgare* L.)、黑麦 (*Secale cereale* L.) 和燕麦 (*Avena sativa* L.)。对每一选作研究材料的植株, 在抽穗前进行去雄套袋, 隔一定时期进行授粉, 然后观察。另一部分观察则在自然授粉(不经任何去雄授粉处理)的穗子上进行。

充作研究花粉和柱头细胞生理学的指标主要为 pH_n 和 rH_2 。选择这些指标, 不仅在于提供一般的差异图景, 而且也是因为它们与细胞的生命活动具有密切联系。细胞中酶的活性、代谢中间产物的离解以及进一步的转变都与 pH 有关, 而 rH_2 又是与代谢过程相联系的重要指标, 同时, 这些指标之间亦具密切的关系。我们按照下式:

$$Eh = 30_{MB}(rH_2 - 2pH)$$

计算了细胞的动电势 (электрокинетический потенциал)^[23]。

pH_n 的测定是采用了比色法 (колориметрический метод), 在本研究工作中用的是中性红 (нейтральный красный)。该着色剂的弱溶液 (1:10,000) 在酸性环境中呈玫瑰紫色, 在碱性环境中则呈橙黄色。我们以酸性依次递减的缓冲液中中性红的标度作为标准, 标度的幅度是 pH 5—8, 每一间隔是 0.5 pH 。 rH_2 的测定系采用 Вюрмзер 指示剂组标准进行的。由于目的不在于十分精确地测定其大小, 故只采用了以下几种示剂: 丹纳绿 (Янус зеленый)、酚藏花红 (феносафранин)、尼罗蓝 (нильский синий)、甲烯蓝 (метиленовый синий)、硫堇 (тионин), 但最主要地是用了甲苯胺蓝 (толуидиновый синий)。测定 rH_2 的基本原理在于: 如果欲测组织的氧化势高于染料, 染料即被氧化, 组织着色; 如果染料的氧化势高于组织, 则染料被组织还原, 组织即不着色^[22, 23]。

我們还在显微镜暗視野中进行了花粉、柱头和授粉后情况的观察,以获得有关細胞胶体分散率状况的概念。

研 究 結 果

(一) 花粉粒的生理反应

根据 E. A. Бритиков (1954)^[3] 的資料,花粉管具碱性反应,只是其末端呈酸性反应。B. И. Остапенко (1955)^[4] 指出,花粉粒呈酸性反应。根据我們对小麦、燕麦等作物的观察,花粉粒具生理上的异質性,用 0.01% 的中性紅弱溶液处理,其染色的情况十分不同。大多数花粉粒呈玫瑰色而另一些則着色較淡;一般 pH 值介于 5.5—6.5 之間。在显微镜暗視野中花粉粒的发光程度也有不同,酸性反应程度愈强的花粉粒发光愈弱。

根据正在发芽中的花粉粒的显微观察的結果,花粉粒被中性紅染为草莓紅色,說明在这种情况下花粉具酸性反应 $pH_n = 5.5—6.0$,花粉管則恰恰相反,着橙黃色,說明其呈碱性反应, $pH_n \approx 8.0$ (参看图 1a)。

着色反应还清楚地表明:花粉粒和花粉管皆趋于氧化性的反应,被甲苯胺蓝、硫堇所着色;說明其 rH_2 近于 18 (参看图 1b)。

据此,我們还可根据公式 $Eh = 30_{MB}(rH_2 - 2pH)$ 求得:

$$\begin{aligned} \text{花粉粒的} \quad Eh &= 30_{MB}(18 - 12) \\ &\approx +180_{MB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{花粉管的} \quad Eh &= 30_{MB}(18 - 16) \\ &\approx +60_{MB} \end{aligned}$$

可見当由花粉粒形成花粉管时,其内含物的正电势显著降低。

(二) 羽状柱头小裂片 (доля) 細胞内部的反应

羽状柱头小裂片細胞内部生理状态之研究是在幼龄、发育成熟及老龄的柱头上进行的。

幼龄的柱头羽片 (лопасть) 的小裂片沒有散开,紧貼在肥碩的軸上,子房小嫩而易于损伤,柱头着色很慢。就酸碱性及氧化还原势而言,小裂片的反应不一致。在柱头每一羽状裂片的范围内,小裂片的 pH_n 处于 6.0—7.5 的变幅內。絕大多数小裂片的 pH_n 处于 7.0—7.5 左右 (图 2a、b)。在以甲苯胺蓝染色的情况下,很少着色或稍着淡紫色。这說明小裂片是趋于还原性反应的。

随着柱头的发育, rH_2 逐漸增高,而 pH_n 却逐漸下降。就上述指标观察发育成熟的柱头时,則发现有更大的生理异質性。大多数小裂片以中性紅处理时呈草莓紅色,另一些則呈紅色或橙紅色。在一般情况下,发育完全准备受精的雌蕊柱头着玫瑰紅色 (图 3)。这說明其細胞內空泡是趋向于酸性反应。

就每一小裂片的范围而言, pH_n 的大小由上向下逐漸降低。小裂片末端在大多数情况下着紅色 ($pH_n = 6.0—6.5$),而基部則着草莓紅色 ($pH_n = 5.5—6.0$)。整个羽状裂片的上部較之下部 pH_n 稍趋于碱性。

准备受精的柱头小裂片之間氧化还原特性,亦如其 pH_n 一样,有不同的反应:一部分以甲苯胺蓝着色时显蓝色;另一些則为紫色;甚至还有一些不着色,也就是說,具有更为还

原的特性。一般講，絕大多數的小裂片其 rH_2 大于 14。在每一小裂片範圍內，其上下部 rH_2 反應也不盡相同。

老齡柱頭(人工去雄隔離後經 7—12 天)的形態發生很大變化：小裂片直豎，羽狀裂片急劇分向子房兩端并呈彎曲狀，顯微觀察時發現其乳突細胞大大伸長(圖 4b)。

圖 5a、b 表示去雄 7 天后羽狀裂片 pH_n 與 rH_2 的圖景。老齡柱頭着色很深，按中性紅染色的着色色調判斷，其 pH_n 約為 6.5—7.5 之間，也就是說，隨着齡期的衰老，其 pH_n 又復趨于鹼性， rH_2 則大于 14，膠體分散率下降，部分細胞核發光。這是衰老柱頭的標志。

顯微鏡暗視野對柱頭的觀察說明，準備受精雌蕊之柱頭膠體具高度的分散率(圖 6)，在暗視野中幾乎不發光，表現了光學上的空虛性，其細胞中的微粒(микросом)微弱發光。微粒處于活潑的布朗運動狀態。隨着柱頭的衰老，其運動減慢，細胞質本身開始發光，即膠體分散率降低。據此可以認為，隨着柱頭年齡的增長，其細胞質粘度逐漸增大。本研究所觀察的幾種作物，在上述指標方面的反應具有共同的趨勢。

(三) 花粉粒萌發時柱頭組織細胞內部之生理反應

圖 1a、圖 1b，表示授粉後 5 分鐘、15 分鐘當花粉粒落于柱頭上直到開始萌動長出花粉管時柱頭細胞內部之生理變化的情況。由圖片清楚可見：當花粉粒落于柱頭上幾分鐘後，柱頭乳突細胞內部即發生一系列的變化。

在花粉直接接觸到正在生長花粉管的柱頭組織周圍的細胞，起先是一個或幾個細胞的原生質滲透性(проницаемость протоплазмы)增高，細胞以中性紅處理時呈橙黃色，細胞內部的 pH_n 由 5.5—6.0 升至 7.0—7.5，氧化過程急劇增高。然而，在花粉粒萌動生長的最初一段短暫時間里乳突細胞形迹清楚細胞核也不着色(圖 7)。經過十數分鐘在暗視野下觀察時，其細胞核即明亮發光，膠體分散率降低。但是，絕不能認為其處于類坏死狀況(парнекрот)。在類坏死情況下，由于細胞中累積了酸性的未完全氧化的產物，細胞內反應急劇酸化^[12,10]。在花粉粒伸入柱頭組織的情況下，細胞的反應趨向鹼性，而不是酸性。同時細胞核在暗視野中發光，這種情況不符合于類坏死現象。按照正在生長并伸入柱頭乳突細胞間花粉管着色的情況判斷，由于被中性紅染為橙黃色，所以其反應也是鹼性的。

根據上述柱頭組織着色的情況，我們試比較授粉前後其 Eh 之變化，據已知公式

$$Eh = 30_{MB}(rH_2 - 2pH),$$

如果 rH_2 近于或稍大于 14 而 $pH_n = 5.5—6.0$ 時，那么 Eh 就等于不大的正值。

在未授粉情況下，小裂片組織的 $rH_2 \approx 15$ $pH_n \approx 5.5$

$$\text{其 } Eh = 30_{MB}(15 - 11) = + 120_{MB0}$$

在授粉後小裂片組織的 $rH_2 \approx 15$ $pH_n \approx 7.5$

$$Eh = 30_{MB}(15 - 15) = 0$$

即萌動的花粉粒與伸入柱頭組織的花粉管導致柱頭組織的 Eh 由正的 $120_{MB} \rightarrow 0$ 。最後整個組織着紫色，細胞核在暗視野中發光，細胞已失去生命，再經一個時期，整個組織敗壞，細胞形迹也不可辨(圖 8)。

落在柱頭上的花粉粒對柱頭組織的生理影響，不論就速度和影響程度而講都不一樣，這要取決于花粉粒落在小裂片上的部位和花粉的數量。花粉粒落于小裂片末端則其組織的 pH_n 和 rH_2 的變化較慢；落于中部，則變化較快。另外，落在小裂片上的花粉數量越多，

則变化越快。上述这些生理表现,在所有供試材料上几乎是相同的。

(四) 授粉对雌蕊組織磷代謝的影响

用 P^{32} 标记母本植株的方法,我們以燕麦作材料探索了授粉对雌蕊組織磷代謝的影响。由表 1 清楚可見,授粉引导磷流向雌蕊并在其中累积。但是,最有趣的是重复授粉,即在一般正常授粉后,隔一段时间又行第二次授粉,則能加强这种累积作用(見表 1)。

表 1 授粉对于 P^{32} 在雌蕊中累积的影响

处 理	放射性强度(脉冲/分钟) (1 毫克鮮重材料)	授粉雌蕊对未授粉雌蕊放射 性强度百分率
未 授 粉	2,229	100.0
授 粉 一 次	2,674	119.4
授 粉 二 次	2,927	131.3

上述試驗結果說明,授粉所引起的生理影响,不仅局限于与花粉粒直接接触的部分,而且看来也涉及到整个植物体本身。

結 果 討 論

根据本試驗資料使我們初步获得以下的結論:花粉粒、柱头以及柱头的每一小裂片本身都具有生理上的异質性。羽状柱头小裂片上部荷負电,基部荷正电;花粉管就沿着由負到正的方向生长。其次,在不同年龄柱头細胞中,生命活动过程的进行也有不同。成熟的柱头其 pH_n 約在 5.5—6.0 之間,随着柱头年龄的增长,酸性降低, $pH_n = 6.5—7.5$ 。

授精的可能性首先取决于雌雄配子的生理亲和性。任何(甚至在个体生命活动过程中不太显著的)生理上的变化对授精过程都可能产生影响,特别是性器官性細胞上所发生的变化,影响尤为显著;首先对花粉和柱头的生理亲和性就有作用。

很多資料証明,适于花粉管生长的氢离子浓度的范围非常仄狭^[21]。还有一些材料指出,性器官中氧化还原过程强度的差异可能对性过程具有重要的意义^[9,13,14,15,16]。

如上所述,不同年龄柱头的細胞有不同的生理情况。幼龄和老龄柱头具有較成熟的柱头更具碱性的反应。随着柱头发育时期的加长,在柱头組織中 rH_2 显著增高。因此,幼龄与老龄柱头較之发育成熟的柱头組織的生理状态显著有所不同。这种幼龄和老龄柱头的不正常生理状况,首先是直接阻碍着花粉的萌发和花粉管的生长,进而影响受精过程之順利进行。这也就是为什么当一般过幼和过老的花朵在进行授粉时結实率降低的原因之一。

当花粉管伸入柱头組織时,其周围的組織細胞内部的反应随即发生改变,最終,其 pH_n 由 5.5 升至 7.5, Eh 降至零。这些結果說明花粉萌发时柱头組織的細胞内部产生了深刻的生理变化,从而保证了花粉管生长所必需的营养和条件。

参 考 文 献

- [1] Арутюнова, Л. Г. и Губанов Г. Я.: 1950. К биологии оплодотворения хлопчатника. *Агробиология*, (6).
- [2] Бобко, Е. В. и Матвеева Т. В.: 1936. Методика определения бора в почвах и растениях. *Журн. прикл. хими.*, 9 (3).

- [3] Бритиков, Е. А.: 1954. К физиолого—биохимическому анализу прорастания пыльцы и роста пыльцевых трубок в тканях пестика. Труды ин—та физиологии растений им. *Тимирязева*, **8** (2).
- [4] Герасимова—Навашина, Е. Н.: 1952. К цитолого—эмбриологическому пониманию процесса опыления. *Сб. «Морфология и анатомия растений»*. III. Изд. АН СССР, М—Л.
- [5] Катыльмов, М. В.: 1948. Значение бора в земледелии СССР. Изд. Сельхозгиз, М.
- [6] Лебедев, С. И.: 1949. Об обмене веществ в генеративной системе растений. *Селекция и семеноводство*, (9).
- [7] Лебедев, С. И.: 1953. Физиологическая роль каротина в растений. Изд. АН Укр. ССР Киев.
- [8] Лю Да-цзюнь,: 1959. Избирательность оплодотворения в связи с физиологической характеристикой пыльцы и рылец у яровой пшеницы, Автореферат кандидатской диссертации, М.
- [9] Львова, И. Н.: 1950. Некоторые вопросы цитофизиологии оплодотворения у злаков. *Селекция и семеноводство*, (9).
- [10] Макаров, П. В.: 1953. Основы цитологии. Изд. Советская наука.
- [11] Модилевский, Я. С.: 1951. Обзор новых работ по полиспермии у покрытосемянных растений. *Ботанический журнал АН Укр. ССР*, **8** (4).
- [12] Насонов, Д. Н. и Александров, В. Я.: 1940. Реакция живого вещества на внешние воздействия. Изд. АН СССР, М—Л.
- [13] Некрасов, В. В. и Остапенко, В. И.: 1953. Окислительная активность тканей некоторых культурных растений. *Агробиология*, (5).
- [14] Остапенко, В. И.: 1955. Цитофизиологические особенности и оплодотворяющая способность пыльцы некоторых сортов вишни. *Изв. АН СССР. Сер. биол.*, (4).
- [15] Остапенко, В. И.: 1956. Результаты межсортных скрещиваний у вишни в связи с активностью окислительных ферментов у исходных форм. *Доклад ВАСХНИЛ*, (5).
- [16] Остапенко, В. И.: 1958. Некоторые показатели окислительных процессов оплодотворения при межсортных и отдаленных скрещиваниях косточковых растений. *Журн. общей биологии*, **19** (4).
- [17] Паушева, З. П.: 1957. Результаты изучения процесса отмирания завязей гречихи с помощью меченых атомов. *Доклады ТСХА*, (12).
- [18] Паушева, З. П.: 1961. Об изменении внутриклеточных реакций в рыльце гречихи под влиянием опыления. *Журнал общей биологии*, **22** (3).
- [19] Поляков, И. М. и Дмитриева А. Н.: 1955. Новые пути исследования процессов оплодотворения высших растений при помощи радиоактивных изотопов. *Журнал общей биологии*, **16** (1).
- [20] Симонов, И. Н. и Миронов, Е. В.: 1951. Обмен меченого фосфора в растениях в период их опыления смесью пыльцы. *Селекция и семеноводство*, (12).
- [21] Чжу Цин-линь: 1960. К методике искусственной гибридизации у овса, Автореферат кандидатской диссертации, М.
- [22] Элленгорн, Я. Е. и Яблокова, В. А.: 1948. Физиологический анализ пыльцевого зерна. *Бот. журн.*, **33** (5).
- [23] Элленгорн, Я. Е.: 1957. Клеточно-физиологический анализ эпидермиса листа традесканции (О связи внутриклеточных реакций). "Память академика Н. А. Максимова" Изд. АН СССР, М.
- [24] Brink, R. A.: 1924. The physiology of pollen. **I. II. III. IV.** *Amer. Journ. Bot.*, **II** (4) (5) (6) (7).
- [25] Gessner, F.: 1948. Stoffwanderungen in bestäubten Orchideenbluten, *Biol. Zbl. Bd.*, **67**.
- [26] Ignatieff, V.: 1936. A note on the relative distribution of phosphorus and phosphatase activity in the floral parts of *Nicotiana glauca*, *Petunia*, *Solpiglossis* and *Gladiolus*, *Biochem. Journ.*, (30).
- [27] Tsun Hsun Tsao,: 1951. Some physiological and biochemical changes accompanying pollination in orchid flowers. III. Respiration and catalase activity. *Amer. Journ. Bot.*, **36** (10).