

玉米雌穗花数和粒数的初步研究

尹枝瑞 李维岳

(吉林省农业科学院玉米研究所)

在合理密度范围内,每穗粒数就成为决定玉米单产的主要因素之一,而粒数与花数又是密切相关的。因此,有关这方面问题已被国内外科研人员所重视。有关雌穗小花数与基因型、栽培条件的关系方面, Siemer (1964)⁽¹⁾认为雌穗花数的多少品种间有差异,但与种植密度和年份无关; Wilson (1978)⁽²⁾认为在不同密度条件下,雌穗的小花原始体数目相似,而成粒数却差异显著。为什么不是所有的花都能发育成籽粒,“丧失受精力可能是原因之一”;“但并不能保证受精胚都能发育为籽粒,可能是灌浆开始后不久条件恶化所致”⁽³⁾。田海云等人(1981)⁽⁴⁾以吉单101品种为材料,认为籽粒败育是影响有效粒的关键,在籽粒败育中又以早期败育为主;张立峰(1982)⁽⁵⁾等人以京早七号、沧三1号为材料,认为雌穗顶端的小花发育慢是影响有效粒数的原因,养分充足时,分化完全的小花都能结实。张秀梅等⁽⁶⁾认为玉米籽粒败育现象是普遍存在的,败育籽粒的多少则因不同杂交种而异,一般籽粒(指雌穗小花)分化数多的杂交种败育粒数多。对影响籽粒败育的外界条件,认为是土壤肥力与施肥、水份、光照、叶片损伤以及其它等。但是尚未看到系统资料来论述雌穗花数与基因型、外界条件的关系,自交系花数对杂交种的影响,籽粒形成过程中败育籽粒的出现等,本文就1978—1984年的观察结果,对上述几方面问题进行讨论。

研究内容与方法

试验地设于吉林省公主岭(北纬43°31'东径124°48'),试验区行长10米,行距70厘米,2—6行区。

(一)选用中晚熟种吉单101为基本试验材料,研究不同肥力水平(高的亩产千斤,中的亩产700斤,低的400斤,极低的亩产200斤)、密度(每亩株数为2,167、3,000、3,667、4,333与5,333株)、播种期(4月25日、6月10日)、灌水以及不同年份的气象因素对雌穗花数和粒数的影响。

(二)在1982—1984年期间选用了省内外不同熟期的单交种46个及其亲本28个自交系,观察不同熟期单交种的小花数目;小花数与抽丝期、穗位叶面积的关系;自交系的花数对单交种的影响等。

(三)总花数、退化花和未受精花调查:在抽丝后10天左右,选有代表性雌穗10个,先将雌穗顶端小花着生不规则部分切下,籍助解剖镜观察逐一记数,对雌穗主体部分以每行花数乘以行数,两部分相加即为总小花数。退化花位于顶端,花器不健全,如雌蕊退化雄蕊发达,花丝变形伸不出颖片等,籍助解剖镜进行观察记数。未受精花的花丝较牢固地着生在子房上,色泽新鲜,子房大小无变化。受精花的花丝在接近子房2—3毫米处萎焉

变细，可自行脱落，子房明显膨大。穗中部的未受精花可结合总花数调查。

(四) 败育粒调查：早期败育粒一般在抽丝后13—18天出现于雌穗顶端，可在抽丝后20天调查；中期败育粒在抽丝后20—35天出现于雌穗顶端；晚期败育出现在35天以后，结合室内考种调查。

(五) 成熟粒数，抽丝期和穗位叶面积调查：按一般通用标准进行。

研 究 结 果

(一) 雌穗花数与栽培条件的关系

1. 雌穗花数与土壤肥力的关系

从高肥区到低肥区，花数有随肥力降低而减少的趋势，但其差异未达到显著水准。只有在极低肥力区条件下，花数明显减少，达30%左右(表1)。1984年有七个单交种在极低肥力地上种植，总花数比高肥区减少20—40%，其中冬黄×吉803、吉单113两单交种的花数受肥力影响较小。

表1 土壤肥力对雌穗小花数目的影响
(吉单101, 1979—1984年)

肥力水平	高肥	中肥	低肥	极 低 (1984年)
小花总数	923	937	875	671

2. 雌穗花数与种植密度的关系：雌

穗花数随着密度增大有减少趋势，高肥区到每亩4,333株时，差异达不到显著程度，当每亩为5,333株时，花数明显减少(见表2)；中肥区到4,333株时差异即显著。小花数目减少主要是每行花数减小。

表2 种植密度对小花数目的影响 (吉单101)

肥力水平	小花 总数	密度				
		地边最大穗	2166株/亩	3000株/亩	4333株/亩	5333株/亩
高肥区(1979—84年)		913	927	914	887	847
中肥区(1979—82年)		—	923	916	838	836
低肥区(1980年)		—	—	874	—	—

3. 年份间花数的变化

同一品种的雌穗小花总数在不同年份间是有差异的，这种数量上差异有时达到显著或极显著水准。吉单101在1979—1984年六年当中，1979与1982年的总花数比其它年份多，差异达显著水准，可称为多花年；1980与1984年，花数也较多，但未达显著水准，可称为中花年；1981与1983年花数较少，可称为少花年(表3)。

表3 雌穗小花数年份间的变化 (吉单101, 3000株/亩)

项目	年份					
	1979	1980	1981	1982	1983	1984
总花数	1003	901	958.5	908.5	884	928.8
穗行数	18.0	16.5	16.46	17.1	16.3	16.6
每行花数	55.7	54.7	52.1	53.1	54.2	55.9

表中1982年总花数不是最多的。1982年干旱，每亩3,000株的，花数明显减少，在2,167株密度中，花数和1979年的相似，因此定为多花年。

1979年与1980、1981、1982、1983年相比， $P < 0.01$ ；1979年与1984年相比， $P < 0.05$ ；1984年与1981、1983年相比， $P < 0.05$ 。

对不同熟期的8个单交种三年观察结果，进一步证实了同一品种年份间花数的差异可达显著水准，有的品种相对稳定，差异不显著，但仍表现出多花年份（1982年）花数较多的趋势（表4）。在多花年份，有的品种行数变化（增多）较大；有的品种每行花数变化（增多）较大。

表4 不同品种的雌穗花数年份间变化

品 种	1982	1983	1984	P 值
吉单1号	730.6	563.9	559.1	82与83、84年比 < 0.01
吉单102	798.6	838.8	806.7	> 0.05
吉单103	859.8	743.3	768.3	82与83、84年比 < 0.01
吉单104	868.8	806.6	816.7	> 0.05
冬黄×A632Ht	861.1	732.8	799.3	< 0.05
丹玉6号	972.3	863.7	917.2	82与83年比 < 0.01 82与84年比 $< 0.05 > 0.05$
四单8号	999.5	966.0	970.8	
中单2号	846.6	823.8	725.3	82、83与84年比 < 0.01

通过对雌穗花数有影响的气象诸因素中气温、光照、降水的比较分析，可以看出从雌穗分化始到小花分化这一阶段的光照时数对花数可产生影响（表5）。多花的1979和1982年，日照时数在180—214之间，少花的1981和1983年为150小时。在种植密度较大时，水份条件对花数也有一定影响，用1981与1982年的气象资料进行比较（表5），在雌穗分化期间（6月20日—7月10日），气温基本相同，但1982年降水量少，0—50厘米土层中，土壤含水量在13—15%之间，当每亩种植3,000株时，花数明显减少（为915个），与边际最大雌穗相比（为985个），差异达显著水准（ $P < 0.05$ ），1981为858个与872个之比，其年份则无此种现象。

表5 不同年份气象条件对花数影响 (吉单101)

年 份	光照(时数)	降水量(毫米)	温度 $\geq 10^{\circ}\text{C}$
	雌穗分化始到小花分化 (6.20—7.10)	播 种 到 抽 丝 (4.25—7.25)	雌穗分化始到小花分化 (6.0—7.10)
1979年(多花年)	180.4	329.3	806.7
1980年(中花年)	170.8	379.9	809.1
1981年(少花年)	150.8	345.7	829.7
1982年(多花年)	214.6	152.1	828.9
1983年(少花年)	146.7	387.4	763.3
1984年(中花年)	—	248.2	805.3

4. 播种期对花数的影响

晚期播种的（6月10日左右），雌穗分化处于短日照条件下，使其生育速度加快，出

现的总叶片数减少1—1.5片,总花数由908—929减少到805—845,约10%左右。

(二) 雌穗花数与品种生育期、叶片面积的关系

1. 雌穗花数与抽丝期呈正相关。三年观察结果,生育期长的品种,雌穗花数多,生育期短的,花数少。1982年, $n=15$, $r=0.8749$, $t=6.5135$, 达极显著水准; 1983年, $n=32$, $r=0.6825$, $t=5.116$, 达极显著水准; 1984年, $n=24$, $r=0.2556$, $t=1.2398$, 未达显著水准, 这与当年6月份高温, 各品种抽丝期都提早, 集中有关。

虽然花数与抽丝期早晚有密切相关,但在供试材料中也存在着抽丝期相同,雌穗花数差异很大的现象。如1982年,抽丝期在7月14日的,有Q190×大黄46,664个花,桦单32,723个花,嫩单1号797个花,相差20%。1983年抽丝期为7月22日的,有吉803×吉732,590个花,吉803×B70,613个花,A632Ht×吉732,734个花,相差24.4%。

2. 雌穗花数与穗位叶面积呈正相关。两年观察结果,穗位叶面积大的花数多,呈正相关,1983年达极显著水准($n=32$, $r=0.6789$, $t=5.065$)。1984年未达显著水准,仍呈正相关($n=24$, $r=0.2354$, $t=1.1361$)。同时,存在着叶面积相同花数差异较大的现象,如1983年,穗位叶面积770厘米²的,花数由650、733,一直到749、769。

(三) 单交种雌穗花数与其亲本自交系花数的关系

单交种雌穗的小花数是由其亲本自交系的花数所决定的,它与亲本花数(♀♂总和)呈显著或极显著的正相关(1982年, $n=15$, $r=0.6178$; 1983年, $n=32$, $r=0.8813$),大部分单交种有明显的超亲现象。单交种雌穗花数与其亲本自交系花数可归纳为下面四种情况(表6)。

表6 单交种与自交系花数类型

类型	♀花数	♂花数	F ₁ 花数
1	300—400	400—600	580—650
2	500左右	650左右	700—800
3	(♀+♂)/2 在650左右		800—900
4	(♀+♂)/2 在650—750		900以上

在对单交种及其亲本自交系花数的观察过程中,看到亲本的多花性对单交种的花数有明显影响(表7)。在13个组合中有11个是这种情况,占84.6%。

表7 亲本自交系花数对单交种花数的影响

♀花数	♂花数	F ₁
吉62(578)	M14(916)	901 受M14影响
吉63(578)	Mo17(526)	605 受Mo17影响
系14(867)	Mo17(526)	1005 受系14影响
330(769)	Mo17(526)	846 受330影响
旅28(639)	330(769)	972 受旅28影响
冬黄(517)	A632Ht(563)	861 受A632Ht影响
冬黄(517)	吉770(658)	908 受吉770影响
64—74(633)	桦94(542)	697 受84—74影响
BUP44(693)	桦94(542)	723 受BUP44影响
秧(342)	桦94(542)	730
秧(342)	大黄46(561)	797 受大黄46影响
Q190(433)	大黄46(561)	665
BUP44(693)	大黄46(561)	797 受BUP44影响

(四) 果穗花粒的发育及其与品种的关系

1. 花的发育去向

雌穗的小花原基开始分化(生长锥开始伸长)后20天左右,开始小花分化,再过10天左右开始抽丝。一个雌穗上小花分化先后不一,一般自穗基部第8—16个小花最先发育,然后向上下分化,穗顶部分化最晚,一个雌穗能形成多少小花,一般在开始抽丝后十天左右才能确定。就我们观察的46个品种中花数差异的幅度为500—1,000,其中500—600个的有5个;600—700个的有8个;700—800个的有15个;800—900的有11个;900个以上的有7

个。在总花数中可分退化花、未受精花和正常受精花。

(1) 退化花: 退化花占总花数的比例很小, 品种间差异较大, 最多的如吉单10的20个左右, 占总花数的2.5%; 有的如冬黄×吉803, 没有退化花。就1983—1984两年19个单交种观察结果, 其数量范围是: 0—5个的, 占全部材料的50%左右, 5—15个的占40%左右; 15个以上的占10%左右。

(2) 未受精花: 1984年对24个单交种观察的结果是, 未受精花的数量在品种间存在着明显差异。有的品种如吉63×冬黄则没有, 0—20个的, 占观察材料的30%左右; 20—40个的, 占50%左右; 40—60个的, 占20%左右。

(3) 正常受精花, 在适宜的栽培条件下(亩产800斤以上), 绝大多数品种雌穗上的90—97%的小花都接受花粉成为正常受精花。

2. 籽粒的发育去向

在籽粒发育过程中, 自雌穗顶部往下有部分籽粒先后塌陷秕缩, 停止发育, 成为败育粒。败育粒的多少受品种和栽培条件的影响很大。在败育粒中又以早期败育粒为主。

(1) 早期败育粒: 抽丝后13—18天期间, 明显停止发育, 顶部塌陷, 败育后残留透明的种皮, 成熟时基本消失。据所观察的41个单交种, 早败粒数为4—150个。早败粒数与果穗总花数有关, 它们之间呈极显著正相关($n=38, r=0.6462, t=5.0809$), 表明生育期长的多花的中晚熟种, 早败粒多。有80%左右的单交种, 早败粒数占总败育粒的50—80%。有20%左右的单交种, 早败粒数占总败育粒的90%以上, 甚至达100%。

(2) 中期败育粒: 中期败育粒一般出现在抽丝后18—35天, 籽粒塌陷后仍残留黄色物质, 成熟时留有明显的秕壳。在适宜的生育条件下, 不同单交种的中败粒数差异较大, 总花数较少或中等的, 中败粒少, 甚至没有, 如吉单122、中单2号、A632Ht×吉803等, 多花的单交种, 其中败粒也较多, 如四单8号、L105×330等。

(3) 晚期败育粒: 即成熟前15—20天定型的秕粒, 数量较少。一般说来, 早、中期败育粒少的单交种, 晚败粒也少, 甚至没有; 早、中期多的, 相对也较多。

(4) 成熟籽粒: 雌穗上的小花除去无效花(退化花和未受精花)和败育粒(早、中、晚期)外, 为成熟籽粒。就所观察的43个单交种(其中15个单交种观察两年)来说, 成粒率(成熟籽粒与总花数的百分比)为70—95%。在这个范围内, 成粒率有随花数增多而降低的趋势, 可是成粒数与总花数呈极显著正相关($n=15, r=0.6676, t=3.233$)。

表 8 雌穗数、粒发育与品种类型 (1983、1984年)

类 型	代表品种	总花数	退化花	未受精花	败 育 粒			成熟粒数	成粒率 (%)
					早	中	晚		
1) 早熟、少花、 低效型	吉单1号	550—600	9—13	18—20	40—60	30±	10—20	400—420	71—74
2) 中早熟、少 花、高效型	Q190×大黄46 冬黄×吉803	600—700	0—2	10—15	5—10	0	0	550—650	91—95
3) 中熟、中多 花、低效型	吉单104	800±	12—14	30—40	40—70	20	10—20	570—600	70—73
4) 中晚熟、中多 花、高效型	中单2号 吉单122	750—800	0—2	10—30	15—30	0—10	5—10	700—750	90—95
5) 中晚熟、多 花、低效型	吉单101 丹玉6 四单8号	900—980	2—24	30—50	90—140	30—80	15—30	650—750	70—78

3. 品种类型的划分

对观察的43个单交种,根据其成熟期,花粒发育去向等特性可划分为五个类型(表8)五个类型中的第4类型是我们这个地区应该注意的。从本地热量,土壤资源来看,在适宜栽培条件下,每穗成粒数在600左右,高温年份可达700左右,第4类型的花数和成粒率可满足这个要求,又可避免第5类型分化过多小花的无效消耗。

(五) 增加成熟籽粒数的技术措施

根据两年对46个单交种的观察,雌穗上退化花的数量少,败育粒中以早期败育为主,因此,未受精花和早期败育粒的数量变化,就直接影响着成熟籽粒数目。现以吉单101为材料,就增加雌穗成熟籽粒数的技术措施进行分析讨论。

1. 提高土壤肥力,施用氮磷肥料做底肥或种肥。土壤基础肥力对未受精花数、败育籽粒数都有明显作用。肥力愈高,未受精花愈少,败育籽粒也愈少,成熟籽粒多。在未受精花中,未伸出花丝的这一部分是主要的,花丝发育不良,不能伸出苞叶,主要是受肥力影响。高肥力区,早期败育粒少,中、晚期败育粒相对较多,但总败育粒数还是少的(表9)。

表9 土壤肥力对雌穗成熟粒数的影响

项 目 肥 力	总花数	不完全花	未 受 精 花				计	败 育 粒				成熟粒数	成粒率(%)
			花 丝 伸 出	未 穗 顶 部 受 精 花	未 穗 中 部 受 精 花	未 穗 中 部 未 受 精 花		早	中	晚	计		
高肥(1980年)	901	22	0	63	18	81	143	31	13	187	611	67.8	
低(1980年)	868	43	59	94	7	160	291	51	3	353	340	39.2	
极低(1984年)	671	—	—	—	—	368	—	—	—	324	89	13.2	

玉米播种时,施用氮磷做底肥或口肥对减少未受精花和早败粒有较好效果,未受精花减少9%,早败粒减少15.7%,成粒数增加14.5%。

表10 氮磷口肥对未受精花、败育粒的影响 (中肥,1979—1980年)

处 理	总花数	退化花	未 受 精 花			败 育 粒				成粒数	成粒率(%)
			穗顶端	穗中部	计	早	中	晚	计		
氮磷口肥	910	30	56.5	33	90	183	59	18	260	530	57.8
对 照	873	39	66.0	32	98	217	51	10	278	462	52.9

2. 确定适宜的种植密度

密度对花粒的影响主要表现在未受精花和早期败育粒上。在高肥区中,当密度增加到4,333株时,有60个左右小花的花丝未伸出苞叶,3,000株的为零,5,333株的为106个。早败粒,3,000株的为161个,4,333株的为229个。成熟粒数,3,000株的为611粒,4,333株的为424粒,5,333株的为307粒。通过抽丝期剪株(密度减去一半)可以看出(表11),由于营养条件,光照条件改善,光合强度增加,未受精花、早败粒显著减少,每穗成粒数增加29.5%。

3. 较适宜的土壤水分条件

生育期间适宜的土壤水分是保证花粒发育的必要条件。在少雨的1982年,通过灌水试

表 11

剪株对花粒发育的影响

(1980—1982)

项 目 处 理	光合强度 (毫克/分米 ² ·小时)		总花数	退化花	花 丝 未 出 伸	未受精花	败 育 粒			成粒数	成粒率 %
	8月4日	8月8日					早	中	晚		
2166株	7.39	10.17	907	19	0	69	74	57	19	668	73.65
4333株	4.04	8.75	870	39	80	63	229	44	11	424	48.7
4333株在抽丝初期密度减半	5.58	10.39	861	40	8	69	131	50	14	549	63.70

验, 看出适宜的土壤水分对减少未受精花、早败粒和中败粒有明显作用(表12)。该年从7月5日(小花分化后期)到8月13日期间, 0—50厘米土层土壤水分为13—15%, 灌水区为18—24%, 未受精花减少24%, 早败粒减少46.3%, 中败粒减少33.7%, 成粒数增加21.4%。

表12 灌水对花粒发育的影响 (1982年)

讨 论

项 目 处 理	总花数	退化花	未受精花	败 育 粒			成熟粒数
				早	中	晚	
不灌	914	25	64	149	92	8	5.0
灌	913	17	43	80	61	16	692

玉米雌穗花数主要是基因型决定的, 这一点已被大家所公认。分化完全的小花有多少能结实成为成熟粒, 品种间差异很大。一般来说, 总花数较少的单交种, 花粒间的差数也少, 成粒率高; 总花数多的

单交种, 花粒间的差数也多, 成粒率低。但是, 在花数相同的单交种中, 成粒率也有高、低的差别。这种花粒关系的多样性, 就有可能使人们在一定花数前提下选育成粒率高的品种。

花数与熟期、花数与叶面积呈正相关, 但也有一定变异幅度, 利用这种变异, 有可能将多花、中多花与较小的叶面积、适当的熟期结合起来。

今后玉米的高产栽培技术应是针对某一特定品种的, 在研究分析品种生物学特性时, 果穗花粒的观察是必不可少的。这样, 可以针对某一具体品种的花粒发育特性, 调整栽培技术, 争取获得较多的成熟籽粒。

制约玉米产量的主要因素是源还是库? 一直受到中外学者的重视(Hanway, 1962; Allison和Watson, 1966; Yamaguchi, 1974; Allison等, 1975), 他们的观点是, 低纬度地区的品种, 库的大小是限制产量的主要因素, 高纬度地区的品种, 源是限制产量的主要因素。解决的办法是在高纬度地区选择单株叶面积大、寿命长、光合性能强的品种, 重视前期施肥, 促进营养生长良好, 采用加大叶面积的技术措施, 这些都是今后本地区玉米育种和栽培所应重视的问题。根据我们的观察结果, 选择单株叶面积大的品种, 这不仅仅是解决源的问题, 同时也增加了库的容量(即小花数的增加)。另外, 即使生育期相似, 花粒的发育也具有多样性, 成粒率在70—90%范围内变化, 影响产量的主要因素是源还是库, 应该具体分析其花粒关系而定。

在公主岭地区气候土壤条件下, 我们认为培育出花数800左右, 成粒率90%左右的优良品种, 配合以适宜的栽培技术, 协调好源库关系, 使玉米单产大大提高一步是可能的。

参 考 文 献

(1) L. T. 伊文思主编: 《作物生理学》, 农业出版社, (1978年) P. 66

(2) Wilson, J.H. et al Effect of plant population on ear differentiation and growth in maize Ann.appl.Biol (1978) 90: 127—132.

(3) L. T. 伊文思主编:《作物生理学》, 农业出版社, 1978, P.47.

(4) 田海云等: 玉米籽粒发育过程及其与环境条件的关系, 《吉林农业科学》, 1981年3期。

(5) 张立峰等: 玉米果穗的小花发育及成粒规律的初步研究(油印本), 河北农业大学, 1982年。

(6) 张秀梅等: 玉米果穗顶部籽粒败育发生的时间与籽粒含糖量的关系, 《河南农学院学报》, 1984年3期。

《青年专业户手册》征订启事

《青年专业户手册》是团中央青农部在有关专家的指导下, 为配合农村各级组织开展青年实用技术培训和满足农村青年学政策、学科学及获得信息的实际需要而编写的一个综合性实用读物。邀请北京农业大学、北京畜医学院、农牧渔业部水产局、财政部税务局等部门的一些专家、教授参加撰写。

《手册》共分四个部分。第一部分为实用技术, 包括最新优良品种介绍、栽培技术、养殖技术、加工贮藏、病害防治(经济作物、林木、蔬菜、花卉、家畜、禽类、鱼虾类等); 第二部分为专用词汇, 分为农业总类、经营和科技类; 第三部分为信息通讯, 介绍全国农林高中等院校地址及所设专业、全国省级以上农林科研单位地址及主要研究内容、全国表彰的青年专业户通讯录、全国农林报刊及获奖农林书目简介; 第四部分为政策法规, 包括土地承包、生产经营、征粮纳税、价格管理、经济合同、广告商标等。全书约四十多万字。

《手册》由中国林业出版社出版、发行。定于1986年6月出版, 由团中央和中国林业出版社协力向国内公开发行, 不通过新华书店发行。32开本, 封面装帧为塑料压膜, 每册定价2.50元(包括邮资)。欢迎单位和个人订阅。凡订读者, 请逐栏填写三联单后, 务必在3月底以前寄至下列单位。

第一联及书款请寄至: 北京市和平里胜古西庄中国林业出版社发行部, 开户银行: 北京市和平里分理处, 帐号: 8901—316;

第二联寄至团省(区)委青农部;

第三联由团县委留存作记帐凭证。

共青团中央青农部 中国林业出版社