

玉米子粒发育过程 及其与栽培条件的关系

田海云 尹枝瑞 李维岳

(吉林省农科院机耕所)

提 要

玉米果穗形成的小花数量是由遗传型决定的,一般栽培条件对花数的影响约在10%左右。一个果穗上的小花不能全部都发育成有效的子粒,其中有败育花、未受精花和败育粒的存在,这些受栽培条件影响较大。

单位面积上粒数是决定玉米单产的主要因素。在一定密度条件下研究每穗粒数的变化及其与栽培条件的关系,可以为制订增产技术措施提供一定的依据。已有不少资料报导了玉米子粒的发育过程以及每穗粒数与外界条件的关系,但对每个果穗可能形成的小花数以及由花到粒的整个发育过程的研究较少。我们于1979~1980年对玉米雌穗小花的形成、由小花到有效子粒数目变化的全过程与栽培条件的关系进行了初步观察,现将结果整理如下。

一、材料及方法

1、**试验材料:** 选用丰产性能好、适应性较强的中晚熟单交种吉单101,生育期130天左右,在高、中、低三种土壤肥力条件下进行。

2、**试验处理:** 施肥: 口肥处理为每亩施用硝酸铵、过石各17市斤,播种时刨掩穴施。密度: 高肥区为每亩2166株、3000株和4333株;低肥区为1833株、3666株。又于抽丝期在高肥4333株区和低肥3666株区内进行减株处理,剪除二分之一。试验区行长10米,6~10行区,2~3次重复。

3、**调查方法:** 抽丝前在取样区选择生育整齐、抽丝期相同的植株挂签为志。自幼穗分化至授粉后十五天,每隔3~5天取样5~10穗在解剖镜下观察穗分化过程,记载小花数目,并对小花做了分类。在子粒开始形成至成熟前,观察果穗上的败育粒数。

二、结果及分析

(一) 玉米果穗雌花的形成和发育

果穗原基开始分化(生长锥开始伸长)后20天左右,雌花开始分化,再过10天左右开

始抽丝。一个果穗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，一个果穗能形成多少小花，一般在抽丝后十天左右才能确定。玉米雌穗上的小花总数品种间差异明显。如中晚熟品种四单8号为940个左右，吉单101为900个左右，中熟品种吉单102和吉双83为700个左右，早熟品种吉单一号600个。同一品种受肥力、密度等栽培条件的影响，小花数的变异在10%左右。如吉单101小花数的变化为850.6到948.7。

在这些小花中可分为败育花、未受精花和正常受精花三种。

1、败育花：果穗顶部少数小花，花器官发育不健全，我们称之为败育花。这部分花约在抽丝后6~9天定型。一个果穗上一般有20~70个，占总花数的3~8%。败育花类型较多，常见的归纳为五种。（1）雌雄蕊退化型：雌雄蕊全部退化，护颖硬厚，呈长棱形，表面脉状纹明显，刺毛发达；（2）雌蕊退化雄蕊发达型：护颖发达硬厚，呈短粗棱形，表面脉状纹明显，有刺毛，颖内雌蕊退化，雄蕊发育，三枚花药明显可见；（3）子房发育中止型：子房发育中止，柱头不发育；（4）柱头发育中止型：护颖、子房发育正常，柱头呈叉状后停止发育；（5）雄蕊变态型：护颖肥厚，雌蕊退化，雄蕊呈桃形或柱状，内外稃呈皱褶状丛生。（1）（2）类型着生在果穗最顶端，（3）~（5）类型着生部位相互交错。

2、未受精花：位于果穗顶部，包括四种类型。（1）小花发育健全，花丝不能抽出苞叶；（2）花丝抽出苞叶较晚，未能授粉；（3）花丝已授粉，可能由于先天发育不良，不能受精；（4）花丝已受精，胚不发育。这部分花以第二种类型较多，故统称为未受精花。一般每穗有40~90个，最多可达100个以上。占小花总数的5~11%。这部分花在抽丝后8~15天定型。

未受精花的产生与数量的多少，也受外界环境条件的影响。

3、正常受精花：系指发育正常、受精的小花。

（二）玉米子粒的形成和发育

玉米花丝受精后2~3天，花丝基部居间分生组织区开始萎缩，花丝很快脱落，子房迅速膨大。抽丝后12天，子粒顶部呈圆珠形白色透明或半透明体，内含物为清水状。抽丝后13~37天左右，子粒由椭圆逐渐变成方形，内含物初期为混水状，色素体形成，灌浆开始进入“直线期”。抽丝后35~37天子粒大小基本定型，顶部开始呈凹形，内含物为粘稠状。抽丝后38~50天，灌浆进入直线末期，子粒内含物呈可塑蜡质状。以后子粒开始变硬，角质形成，子粒顶部边缘逐渐出现光泽，进入成熟初期，直至脐下形成黑色层，达到完全成熟期，即生理成熟期。

在子粒形成和发育过程中，自果穗顶部开始往下有相当一部分子粒先后塌陷瘪缩停止发育，叫做子粒败育。败育粒的多少主要受环境条件影响，一般每穗上有220~360粒，约占小花数的24~42%。

为便于研究不同时期产生的败育粒与环境条件的关系，我们根据败育粒出现的时间和特征，分为三个阶段，即早期败育、中期败育和晚期败育。

1、早期败育：果穗顶部子粒呈透明或半透明的清白或乳白色，在抽丝后13~18天明显停止发育，13~22天子粒顶部开始塌陷瘪缩，败育后残留透明的种皮，成熟时基本消

失。肥水条件好的败育较晚，条件差的败育早。

2、中期败育：子粒“鼓泡”后，内含物由清水状变为混水状，呈淡黄色。子粒塌陷后，仍残留黄色物质，果穗成熟时残留有明显的瘪壳，中期败育一般出现在抽丝后18~30天。

3、晚期败育：乳熟期中、下部子粒开始出现马齿形时，穗顶部已灌浆的子粒顶部瘪缩，停止发育，成熟时为一秕粒。晚期败育粒出现在抽丝后30~40天左右。

从上所述，可以看出在玉米雌穗小花和子粒的形成发育过程中，原有的生产潜力不同程度的被逐渐削减，最后获得的有效子粒（即完全粒）只有小花的38~64%。图1表示了高、低两种肥力田块上玉米果穗的小花数和粒数的生产潜力在不同阶段的削减情况。在削减的因素中，以子粒败育为主，其次是未受精花和败育花。

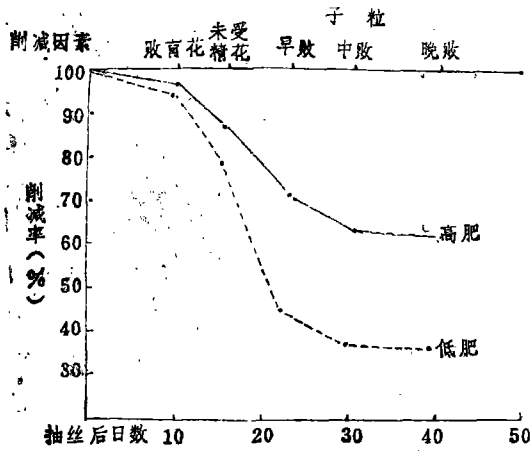


图1 玉米抽丝后子粒生产潜力在不同阶段的削减

(三) 栽培条件对花数和粒数发育的影响

1、土壤肥力的影响：土壤肥力对玉米雌花和子粒发育的影响是明显的。从表1可以看出，一穗小花数和有效粒数随土壤肥力的降低而减少；败育花、未受精花和败育粒，则随土壤肥力的降低而增加。不同土壤肥力之间花、粒各因素的差异如表2所示，一穗小花数、败育花数在高肥与中肥、高肥与低肥之间差异明显，中低肥之间差异很小，败育粒数在各肥力间的差异均达到显著或高度显著水准。

表1 土壤肥力对玉米雌花和子粒发育的影响 (1979—1980)

土壤肥力	一穗小花数	败育花数	未受精花数		败育粒数			有效粒数
			顶部	中下部	早败	中败	晚败	
高肥	928.7	27.4	50.2	33.0	135.5	75.7	17.6	589.3
中肥	873.5	39.1	66.0	32.1	271.3	51.0	10.7	462.3
低肥	850.6	42.0	96.4	22.4	290.0	68.0	3.8	319.3

表2 玉米果穗花粒各因素差异比较 (1979—1980)

土壤肥力	一穗小花数	差异	败育花数	差异	未受精花数	差异	败育粒数	差异
高肥	928.7		27.4		50.2		222.8	
中肥	873.5	55.2 **	39.1	-11.7 **	66.0	-15.8 **	279.0	-50.2 *
低肥	850.6	78.1 ** 22.9 **	42.0	-14.6 ** -2.9 **	96.8	-46.3 *** -30.4 **	361.8	-133.0 *** -82.8 ***
C.V.	8.88		37.0		39.05		34.10	

2、施肥的影响:

在中、低肥力地块, 玉米播种时施用氮磷肥做口肥, 对减少败育花、未受精花、败育粒, 增加有效粒数有较好的效果。表3中的数字说明, 施用口肥的, 每穗小花数增加4.8%, 败育花减少28.9%, 未受精花减少13.9%, 败育粒减少7.1%, 有效粒数增加14.5%。氮磷配合早期施用, 对提高玉米植株的生产潜力有明显的作。

表3 氮磷口肥对玉米花、粒数的影响 (中肥, 1979—1980)

处 理	一穗小花数	败育花数	未 受 精 花		败 育 粒 数			有效粒数
			顶 部	中下部	早	中	晚	
氮磷口肥	915.3	29.8	56.5	33.4	183.0	59.4	17.7	529.5
对 照	873.5	39.1	66.0	32.1	217.3	51.0	10.7	462.3

3、种植密度的影响:

在同一肥力条件下, 不同密度对每穗花、粒数有明显的影响。如表4所示, 高肥条件下败育花在各密度间差异不大, 而未受精花和败育粒随密度的增大而增加; 低肥条件下败育花、未受精花和败育粒, 都随着密度的加大而增加。每穗小花数, 在高肥力区2166株与4333株之间差异显著; 低肥力区1833株与3666株之间差异不大。有效粒数, 在高肥力、低肥力区各密度间差异均显著, 高肥相差33.1%, 低肥相差22.2%。为了进一步探明影响玉米有效粒的原因, 我们在高肥和低肥地上, 在抽丝期做了减株处理, 所得结果列入表5。高肥区4333株减掉一半植株后, 与4333不减株的相比, 败育花无差异, 未受精花减少60.0%, 败育粒减少54.0%, 有效粒数增加28.5%; 低肥区3666减株区与3666株相比, 败育花、未受精花和早期败育粒并未减少, 中期败育粒减少70.0%, 有效粒数增加11.4%。这一现象间接地说明了, 在高肥力区抽丝后的环境条件对每穗有效粒数影响很大, 而在低肥力区起主要作用的则是前期的环境条件。

表4 密度对玉米花、粒发育的影响 (1980)

土壤肥力	密 度 (株/亩)	一穗小花数	败育花数	未受精花数		败 育 粒 数			有效粒
				顶 部	中下部	早	中	晚	
高 肥	2166	903.1	21.7	50.6	21.0	26.4	60.1	5.1	709.0
	3000	901.2	18.8	58.5	21.3	109.5	55.0	14.6	617.4
	4333	880.4	18.5	88.6	18.0	144.9	53.8	17.2	533.0
低 肥	1833	864.1	32.0	74.8	12.6	201.4	102.3	3.9	433.6
	3666	837.7	37.9	88.6	9.8	283.8	56.9	3.7	354.8

表5 抽丝期减株对玉米花、粒数的影响

土壤肥力	密 度 (株/亩)	一穗小花数	败育花数	未受精花数	败 育 粒 数			有效粒数
					早	中	晚	
高 肥	2166	903.0	21.7	50.5	26.4	60.1	5.1	709.0
	4333	880.0	18.5	126.4	144.9	53.8	17.2	533.0
	4333 (减1/2)	885.8	20.3	50.5	43.3	51.6	5.0	604.8
低 肥	1833	864.1	32.0	107.4	201.4	102.3	3.8	433.6
	3666	861.9	38.8	138.5	283.7	56.9	4.0	354.8
	3666 (减1/2)	837.7	37.8	159.5	286.1	17.3	3.7	395.3

三、讨 论

玉米每个果穗究竟能形成多少小花，又如何受环境条件影响，在这些问题上，其说不一。W. C. Duncan和E. G. Siemes认为，玉米每穗小花数的多少由遗传型决定，品种间有差异，与环境条件无关。我们两年的观察结果认为，品种间有明显差异，例如，早熟种吉单1号，每穗小花数600个左右，中熟种吉单102为798个，中晚熟种吉单101为900个左右。在同一品种内，因土壤肥力、种植密度等栽培条件的不同，每穗小花数也有差异，其差异一般在10%左右。这说明每穗可能形成的小花数，主要是受遗传型制约，栽培条件有一定影响。

一个果穗的全部小花不能最后都发育成有效的子粒，即在花、粒的形成和发育过程中，受某些条件的影响而逐渐削减。为便于进一步研究和提出相应措施，我们将这些被削减的部分按其形态特征和出现时间，分为败育花、未受精花和败育粒。在败育粒中又划分为早败、中败和晚败。

子粒败育是影响有效粒数的关键，在被削减部分中最多可达67%以上，这是造成玉米秃尖的主要原因。在子粒败育中又以早期败育为最多，约占整个败育粒的61~78%。子粒败育主要受环境条件影响，败育粒随着土壤肥力的降低、种植密度的加大和水分的不足而增加。

从我们已看到的文献中，还没有关于玉米败育花的记载。根据我们两年的观察，对败育花归纳为五个类型，并对其形态特征、着生部位作了简要描述。败育花在不同品种及同一品种在不同栽培条件下都存在。

参 考 文 献

- 1、北京农业大学等：作物栽培学（上册）1961年7月版 P.234~235
- 2、L.T.Evans主编：作物生理学 1979年第一版 P.42、45—48.
- 3、J.H.Wilson等：1978 Effect of plant population on ear differentiation and growth in maize Ann.Appl.Biol 90: 127—132
- 4、M.Tollenaar and T.B.Daynard: 1978 Kernel growth and development at two positions on the ear of maize (Zea mays) Can.journ.of Plant Science January P.189—197