

高粱开花生物学特性研究^{*}

寇庆德

(安达县农科所)

前 言

为掌握高粱“三系”开花的生物学特性,解决不育系繁殖和杂交制种存在的花期不遇结实率低问题提供些科学上的依据。我们于一九七八、七九两年,在所内对高粱每日开花盛衰的变化、一花开放的时间、受粉与否对一花开放时间的影响,以及不育系柱头的受粉寿命等生物学特性进行了观测和研究。

材料与方 法

(一) 供试材料

1) 不育系及其保持系有: 矮 A、B、矮 1 A、B, 黑龙 11A、B, 黑龙 20A、B, 忻革 4A、B, 551A、B, 3039A、B, 三 B 关 A、B, 白矮 3A、B, 219A、B 和 3197 A、B 等二十二个品系。

2) 恢复系有: 7384、见 317、黑恢 46、74—73—2、73—65—3 R 等五个品系。

3) 杂交种有: 黑龙 11A × 7384、忻革 4A × 7384、3039A × 73—65—3 R、忻革 4 A × 见 317 和忻革 4A × 73—65—3 R 等计五个组合。

(二) 观测方法

1) 高粱每日开放盛衰变化的观测: 采取定穗定时观测。

2) 高粱一花开花时间的观测: 采取定花连续观测。

3) 受粉与否对高粱一花开放时间影响的观测: 采用不育系各自一穗相近部位同时开放的若干花, 在隔离下各取半数花分别给

授粉和不授粉两种处理, 计算各自的开花时间。

4) 不育系柱头受粉寿命的观测: 选十个不育系大量开花各二十八至四十穗, 在隔离条件下整穗, 留下刚开的花, 在当天及以后九天的每日上午八点, 分别给四穗进行授粉, 结实后统计各自的结实率。

结果与分析

(一) 高粱每日开花盛衰的变化

通过两年中计 12 昼夜的观测证明: 在安达的夏季, 高粱一天开花多在日落到日出之间的黑夜中进行。不育系高粱多在日出前后开花, 而可育性高粱 (指保持系, 恢复系和杂交种, 以下同) 多在日落前后开花。天晴日均气温高时, 高粱开花盛期提前, 否则开花盛期便拖后 (见表 1)。

例如八月七日的观测: 天气晴气温高, 有效日照 12.1 小时, 日均气温 22.7℃, 日均湿度 73%, 在这种条件下, 高粱开花最盛出现在气温 19.7~23.6℃, 湿度 75~88% 日落前后的 19 至 23 点。仅这四小时开花数便占全日开花总数的 52.4~75.4%。而不育系开花最盛期则出现在气温 17.1~17.4℃, 湿度 92~94% 的日出前后的 3~5 点 (图 1)。

又如八月五日的观测: 阴雨天气温低, 有效日照 4.2 小时, 日均气温降到 18.4℃, 日均湿度增到 87%。在这种条件下, 高粱开

^{*} 参加部分观测的有: 朱秉贤、邹文胜、倪广才、代国荣等同志。

表 1 在不同天气条件下高粱开花最盛出现的时间及所处的温湿度

品系 (组合)	开花最盛的时间			开花最盛的气温			开花最盛的湿度			备 注
	4	5	7	4	5	7	4	5	7	
	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
忻革 4A × 见 317	22	6	20	20.2	15.9	21.9	75	95	82	8月4 日为阴雨 各半天 8月5 日为阴雨 天 8月7 日为晴天
黑龙 11A × 7384	20	22	19	21.8	16.9	23.6	88	91	75	
3039 A × 73-65-3 尺	15	23	19	25.3	16.8	23.6	61	92	75	
7384	20	19	19	21.8	21.2	23.6	88	72	75	
73-653 尺	20	24	23	21.8	16.2	19.7	88	94	88	
见 317	20	5	22	21.8	15.4	20.4	88	98	83	
黑龙 11B	23	23	20	19.0	16.8	21.9	88	92	82	
忻革 4B	20	6	20	21.8	16.9	21.9	88	96	82	
303B	20	24	22	21.8	16.2	20.4	88	94	83	
黑龙 11A	7	6	5	18.0	15.9	19.1	94	95	93	
忻革 4A	4	4	3	17.9	15.4	17.4	94	90	92	
3039 A	5	5	5	17.4	15.4	17.1	98	98	93	

(1978年8月于安达)

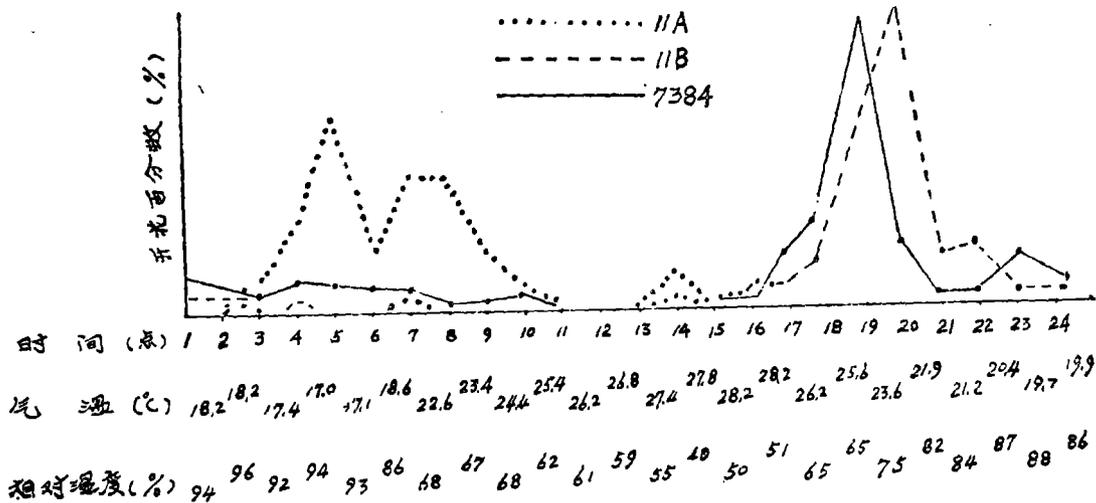


图 1 高粱三系在晴天开花盛衰的变化

(1979年8月7日)

花数不仅显著减少，而且开花最盛期也普遍推后。其中可育性高粱开花盛期出现在气温 18.2~18.4℃；湿度 88~90% 的日落后 20~24 点。而不育系开花最盛也推后到气温 15.4~15.9℃，湿度 90~98% 的日出后的 4~7 点。

为了探明决定高粱每日开花盛衰变化的主要外因，我们在安达的九月上、中旬观测了

六昼夜，发现决定高粱每日开花盛衰变化的主要外因是气温，开花最低气温是 9℃。如九月二日的观测：当日晴，有效日照 12.3 小时，日均气温 14.2℃，日均湿度 65%。由于夜间气温低，故高粱均不开花或开花很少，开花最盛期竟转移到光较强，湿度仅为 36~67%，气温 14.5~25℃ 的中午 8~15 点 (图 2)。由此可见，决定高粱每日开花盛衰变化

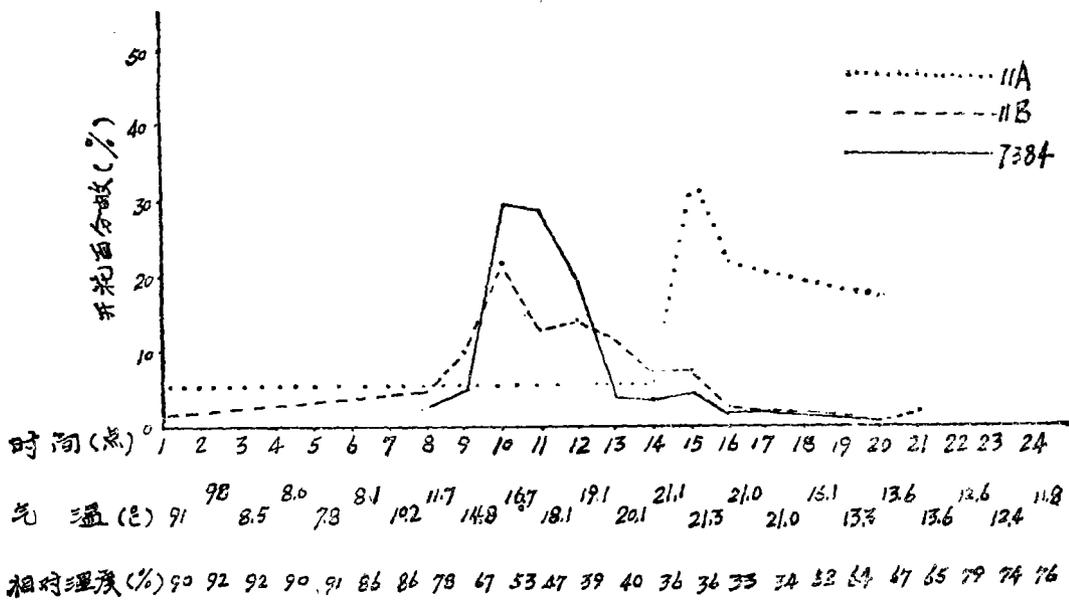


图2 高粱三系在低温下一日开花盛衰的变化
(1979年9月20日)

的主要外因，既不是光照或黑夜，也不是空气湿度的高低，而是决定于不同高粱育性类型开花适合气温来临的早晚。

(二) 高粱一花开放的时间

第一次观测七个品系(组合)，计214朵花。其中上午6点开花的观测了七个品系(组合)计106朵，它们多在下午14点前后闭合，平均每花开放8小时零4分。开时最短的是矮1A，平均每花开3小时23分。开时最长的是同杂二号和忻草4A×7384平均为16小时零1分。下午18点开也观测七个品系(组合)计108朵花，平均每花开9小时49分，即比上午开的长1小时45分。开时最短的是矮1A，平均每花开放3小时26分。开时最长的是忻草4A×7384，平均每花开放20小时零6分。至于高粱早晨开出比傍晚开花时间短的原因，可能前者因气温较高不适开花，而后者因气温较低适于开花的缘故。

第二次在安达观测十一个高粱品系(组合)计103朵花。其中：每花开放时间最长的是两个恢复系，平均每花开12小时36分；三个保持系平均每花开11小时25分；三个杂交种平均每花开9小时13分；三个不育系开花最

短，平均每花开6小时18分，可见这次观测与第一次观测的结果相近。

由上述可见，我们这两次观测高粱一花开放时间远比现有资料为长，其原因，可能是安达的八月气温较低有利于高粱开花所致。

(三) 授粉与否对高粱每花开放时间的影响

第一次观测：选用黑龙11A的24朵和忻草4A的12朵花，其中授粉的黑龙11A的12朵花，平均每花开7小时53分，比不授粉的12朵平均早闭12分钟。而忻草4A授粉的6朵花平均每花开4小时22分，比不授粉的6朵花延长7分钟，二者的结果互相矛盾。

第二次观测：用八个不育系，各取十朵授粉和十朵不授粉的计160朵花。其中仅有黑龙11A，3039A和矮1A三个不育系的授粉比不授粉的每朵花开时分别缩短19分、3分和9分钟。而其余五个不育系，受粉的均比不授粉的每花开时有不同程度的延长。少者延长1分钟，多者延长5小时15分。这次观测的结果仍然是互相矛盾的(见表2)。

由上述可见，高粱花并不是一经受粉就

表 2

授粉与否对高粱一朵花开放时间的影响

项 目	黑龙 11A		忻革 4A		黑龙 20A		3197A		3B 关 A		3039A		矮-A		白矮 3A	
	授粉	不授粉	授粉	不授粉	授粉	不授粉	授粉	不授粉	授粉	不授粉	授粉	不授粉	授粉	不授粉	授粉	不授粉
花 数	10	10	10	10	15	15	5	5	10	10	10	10	10	10	10	10
平均一花开放时间	6.05'	6.23'	8.13'	5.30'	6.36'	5.54'	8.18'	3.03'	5.08'	5.03'	6.14'	6.16'	3.36'	3.40'	3.22'	2.57'

很快闭合，每花开放时间长短与受粉与否并无直接关联。至于授粉与否对每花开时影响的两次测定结果均相互矛盾，可能是由于选花的误差所致。

(四) 高粱不育系柱头的授粉寿命

我们于一九七八、七九年观测了高粱不育系雌蕊柱头的授粉寿命及其有关的表现。

经观测，高粱不育系在隔离下开花后的结实率一般是随开花后授粉天数的增加而逐日下降。不同不育系及其同一穗上的不同柱头的授粉寿命也有显著的差异(见表 3)。供试的不育系中，柱头授粉寿命最短的有黑龙 11A, 551A 和 3039A, 它们多数柱头的授粉寿命只有三天；柱头授粉寿命较短的是白矮 3, 它的多数柱头授粉寿命为四天；柱头授粉寿命较长的有 3197A、黑龙 21 和矮 1A, 它们多数柱头的授粉寿命为五天；柱头授粉寿命最长的有 219A, 3B 关 A 和忻革 4A, 它们多数柱头的授粉寿命达六天之久。可见品系间柱头授粉寿命最长比最短的要长一倍。就同品系同一穗上不同柱头的花粉寿命也有很大差异。例如 3039A, 开花后第三天授粉的结实率 66.5%，第六天授粉的 42.4%，第九天授粉的仅有 2.8%。而 219A 开花第三天授粉的结实率 87.8%，第六天授粉的 50.6%，第九天授粉的尚有 6.8% 结实。就不育系每根雌蕊柱头的授粉寿命，最短者为两天，最长达十天，但多数是在 3—6 天(见表 3)。

此外，我们还观测到与柱头授粉寿命有关的三种现象：

1) 花开前柱头先出。忻革 4A 的个别穗

上的柱头，在开花前 1—2 天便钻出颖外长达 2—3 毫米。经授粉，因生理未熟所以均不结实。

2) 有生活力的柱头不一定有授粉结实的能力。我们曾用忻革 4A 和 3039A 两个品系各五个开花穗，先整穗选留若干刚开的花经套袋隔离十二天，虽此时的柱头均鲜而未蔫，但经授粉测定却无一结实，说明已丧失授粉寿命。

3) 粒已乳熟而柱头不蔫。在忻革 4A 的个别穗子上还看到下面粒已膨大达乳熟期，而它们的柱头仍然挺拔不蔫。

由上述可见，高粱不育系的雌蕊柱头在开花前尚无授粉结实的能力，雌蕊柱头失去授粉结实能力后不一定就很快萎蔫，有的柱头即使失去了授粉的能力仍会存在相当长的时间，因而高粱柱头的授粉寿命和柱头生活力是两个生物学过程。

讨 论

1. 高粱开花最盛出现的时间

现在资料对高粱开花出现的时间看法很不一致。有的认为是在早晨 8~9 点，有的认为在夜间的 23 至 2 点，也有的认为在早晨 2~6 点等等。根据我们观测的结果，高粱开花最盛出现的早晚，不仅因地理条件不同，就是同一地点的不同育性高粱及其所处气温的不同也有很大差异。例如在安达、晴天气温高，可育性高粱开花最盛在日落前后的 17~23 点而不育系高粱开花最盛则在日出前后的 3—4 点。阴雨天气温下降，可育性高粱开花最盛推迟到 19~24 点以后，而不育系高粱则推

表 3

高粱雄性不育系柱头授粉寿命

品 系 名 称	项 目	开 花 后 受 粉 天 数									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
黑龙 21A	小花数(个)	177.0	313.3	438.9	401.3	459.3	244.0	421.3			
	结实数(个)	198.7	276.3	360.7	310.7	338.0	143.0	165.0			
	结实率(%)	61.4	91.1	82.4	77.4	73.6	58.6	39.2			
矮 1A	小花数(个)	219.3	357.3	349.0	476.0	270.7	193.6	170.6			
	结实数(个)	174.3	290.7	264.0	334.0	187.3	100.6	39.3			
	结实率(%)	83.3	81.4	75.6	70.2	69.2	52.0	23.0			
白建 3A	小花数(个)	235.3	582.3	364.7	425.7	518.0	303.7	272.5			
	结实数(个)	259.0	507.0	277.0	326.3	379.3	142.0	35.0			
	结实率(%)	90.8	87.1	76.0	76.7	73.2	46.8	12.8			
沂 葦 4A	小花数(个)	226.0	289.3	123.7	435.0	510.5	270.0	203.0			
	结实数(个)	192.3	270.3	103.3	395.0	472.5	143.0	105.0			
	结实率(%)	85.1	93.4	83.5	90.8	92.6	53.0	51.7			
551A	小花数(个)	244.3	391.3	271.3	230.3	192.3	296.7	393.0	171.6		
	结实数(个)	238.3	358.3	240.7	113.0	95.6	102.7	125.0	6.7		
	结实率(%)	97.5	91.6	88.7	56.4	49.7	34.5	31.8	39.0		
3039A	小花数(个)	251.3	195.3	194.7	223.0	190.0	203.0	140.5	287.6	232.0	97.3
	结实数(个)	215.0	153.0	148.3	147.0	90.0	88.0	59.5	96.3	64.7	2.7
	结实率(%)	85.6	78.3	76.2	66.5	47.3	43.4	42.4	33.5	27.9	2.8
3B 关 A	小花数(个)	499.3	333.7	306.5	271.6	307.6	392.5	326.3	323.5	297.0	138.0
	结实数(个)	444.0	291.7	287.0	249.3	268.3	339.0	279.3	137.0	134.0	2.5
	结实率(%)	88.9	96.1	93.9	91.8	87.2	86.4	85.6	42.4	45.1	18.1
黑龙 11A	小花数(个)	169.5	203.0	233.0	307.7	85.6	87.2	54.4	81.2		
	结实数(个)	124.5	162.0	234.0	238.7	281.0	222.0	64.0	64.0		
	结实率(%)	73.5	79.8	82.7	67.8	32.8	25.4	12.8	7.8		
219A	小花数(个)	134.0	134.0	249.0	169.3	147.0	274.0	164.7	245.5	102.5	151.7
	结实数(个)	123.0	121.7	225.6	148.7	117.3	205.0	83.3	55.0	12.0	10.3
	结实率(%)	91.8	90.8	90.6	87.8	79.8	74.0	50.6	22.4	11.7	6.8
3197A	小花数(个)	150.3	199.3	234.3	235.0	227.7	155.7	214.0	129.3	389.0	184.0
	结实数(个)	111.7	179.7	249.0	146.7	129.0	82.3	60.0	8.3	8.0	2.0
	结实率(%)	74.3	90.2	87.6	62.4	56.7	52.9	28.0	6.4	2.1	1.1

迟到日出后的4至7点。

2. 高粱每日开花盛衰与气温

忻县地区农科所认为气温15~20℃,相对湿度60~80%最适于高粱开花。我们认为决定高粱开花盛衰变化的主要外因是气温,而与湿度无直接关系。观测结果证明:高粱开花最低气温是9℃;26℃以上不适于开花;不育系开花适合气温较低为14.5℃~19.2℃,可育性高粱开花适合气温较高,为17.8℃~25.3℃。因而可育性高粱开花多在日落前后,而不育系高粱开花多在日出前后。高粱开花最盛出现的早晚,是由开花前日平均气温的高低和不同高粱育性类型开花适合气温来临的早晚共同决定的。

3. 高粱一朵花开放的时间

现有资料认为高粱一花开放时间是在20分钟左右,还有的认为约需3~4小时,也有的认为不育系在花粉不足时一花开放最长达4小时。可是经我们再次观测证明,高粱一花开放少者三小时,一般六至九小时,长的达十六小时以上。至于我们观测结果竟比现有资料所列,少者长一至五倍,多者长三十余倍的原因,可能安达夏季的气温偏低有利高粱开花的缘故。

4. 授粉与否对高粱一花开放的影响

现有资料有的认为高粱开花授粉后,内外颖就开始闭合。可是在我们观测中不仅没有见到这种情况,而且还证明授粉与否对高粱一花开放时间的长短并无明显的影响。

5. 高粱柱头生活力和授粉寿命

现有资料都用柱头生活力代柱头授粉寿命。生活力是指生活能力及其强弱而言。实践证明柱头在雌蕊原始体分化后就开始形成,

到开花之前,它们虽有很强生活力,但均无授粉能力。况且开花后经过一定时间,尽管鲜而不萎,但已失去授粉结实的能力。可见,柱头自开花起到丧失授粉能力之前的生物学过程应称之为柱头的授粉寿命,而不应称之为柱头生活力。

6. 高粱柱头授粉寿命的长短与杂交实践

我们测得的高粱柱头的授粉寿命类似福建省农科院和辽宁省水土保持所测得的结果,但与我省七四年有关测得的十天远较为短。我们测得的十个不育系的结果证明,高粱不育系柱头的授粉寿命因品系不同差异很大。短者为三天,一般为4~5天,长者达6天。因而在人工回交或杂交授粉时应根据每个不育系柱头授粉寿命的天数,分别于开花后第三、四、五、六天授粉,或用雌雄合袋接触授粉时,应选择比不育系穗晚开花2~3天的父本穗为好。

7. 关于同杂二号制种区的花期调节

鉴于同杂二号母本黑龙11A穗花发育对气温高低反应过敏,并考虑到它的柱头授粉寿命甚短等特性,故应在同杂二号制种时,可考虑以下的花期调节:

(1) 母、父本如用4:2或6:2制种时,母本催芽先种。父本种子催芽、干籽各半分两期播种,第一期与母本同时播,第二期待母本出土放叶时再播。

(2) 母、父本如用6:3或8:3制种时,母本催芽先播。父本催芽,干籽各半分三期播,第一期与母本同时播,第二期等母本在土中长有一寸长时播,第三期应于母本放两叶时再播。