

文章编号:1005-0906(1999)03-0062-06

不同生态型玉米生长特点的研究

唐永金,陈见超,侯大斌

(绵阳农业高等专科学校,四川 绵阳 621000)

摘 要:在海拔 600 m 处夏播玉米,对平丘紧凑型(A)、平丘平展型(B)、低山中熟型(C)、中山晚熟型(D)和高山早熟型(E)5 个生态型玉米品种生长特点的研究表明:(1)D 生态型的植株和穗位最高、穗高系数最大、叶数最多、单叶和单株面积最大、生育期最长、单株干物重最大,E 生态型的这些值最小,其他生态型介于它们之间;(2)后期时间系数、后期干物质积累系数和后期净同化率的变化规律是 E 型>A 型>B 型>C 型>D 型;(3)收获指数 A 型>B 型>E 型>C 型>D 型,分配指数 B 型>C 型>A 型>E 型>D 型。不同生态型玉米品种具有不同的植株生长、干物质积累和分配特点,这与各品种的地域来源、所适应的生态环境以及所处的育种阶段有关。

关键词:玉米;生态型;生长;干物质;收获指数

中图分类号:S 513.01

文献标识码:A

不同生态型玉米品种(包括组合),适应特定的生态条件,有其自身的生长发育特点和干物质生产特点。在同一生态环境下,研究他们植株生长、叶片生长以及干物质积累和分配特点,可以为育种上选择适应不同生态条件的品种,大田生产上品种的合理布局,以及因品种生态型采取相应栽培措施提供理论依据。

1 材料和方法

试验地在绵阳市城郊乡新庙村,我校附近一农户承包地,属丘陵坡顶台地,海拔 600 m,紫石黄泥土,前作小麦,土壤肥力和管理水平中等。

试验材料为 5 个不同生态型玉米品种。它们是适应平丘地区的平丘株型紧凑型(A)掖单 13、平丘株型平展型(B)丹玉 13;适应海拔 1 000 m 以下低山地区的低山中熟型(C)绵单 1 号;适应平武海拔 1 500 m 左右中山地区的中山晚熟型(D)墨白 94;适应海拔 2 000 m 以上地区的高山早熟型(E)阿单 6 号。除墨白 94 是常规种外,其余均是杂交种。

田间试验于 5 月 17 日播种,属麦后夏播。按 70cm×35 cm 的行株距穴播,每品种 300 穴。4 叶时定苗留单株栽培,管理措施同大田生产。每品种出苗后,选取有代表性的植株 10 株作上标记,每两天一次纪录各叶出生日期。各叶定长后,测定其长度与宽度。在播后 2 周(6 月 11 日,可见叶多为 4 叶),对各品种取有代表性的植株 30 株,在抽雄期和成熟期各取 10 株,测定叶面积和干物质重量^[1]。播后 2 周取的植株测定叶面积后,先在 105℃下烘 30 min,然后在

收稿日期:1998-03-18

作者简介:唐永金(1958-),男,学士学位,绵阳经济技术高等专科学校农学副教授,现主要从事玉米研究。

注:本研究是四川省教委资助项目的部分内容。

80℃下烘至恒重。抽雄期和成熟期的植株由于体积较大,测定叶面积后,先晾干称重,然后取一小部分有代表性的根、茎、叶、雄穗和果穗在 80℃下烘至恒重,用晾干与烘干的比值,计算全部样株的干重^[2]。根据各期的叶面积、干物质和间隔时间,计算了干物质的相对生长率和净同化率^[2]。

2 结果与分析

2.1 不同生态型玉米植株生长特点

不同生态型玉米具有不同的植株生长特点。从表 1 可以看出,中山晚熟生态型的植株和穗位最高,穗高系数最大,出叶数最多,生育期最长;其次是低山中熟型、平丘平展型、平丘紧凑型,最低的是高山早熟型。由于是麦后夏播,所处气温高,各生态型品种的生育期比春播都有缩短。但各生态型品种抽雄前的时间相差较大,而抽雄后的时间相差较小。例如,中山晚熟型比高山早熟型抽雄前长 26 d,抽雄后只长 4 d。我们把抽雄至成熟与播种至成熟的时间比值叫做后期时间系数。不同生态型的后期时间系数不同,以高山早熟型最大为 0.45,以中山晚熟型最小为 0.37,其余生态型介于它们之间。

表 1 不同生态型玉米的株高、穗位高、叶数和生长时间

生态型	品种	株高 (cm)	穗位高 (cm)	穗高系数	叶数	播种至抽雄 (d)	抽雄至成熟 (d)	播种至成熟 (d)	后期时间系数*
A	掖单 13	212	69	0.33	17	58	39	97	0.40
B	丹玉 13	227	79	0.35	18	62	39	101	0.39
C	绵单 1 号	282	125	0.44	20	66	41	107	0.38
D	墨白 94	321	147	0.46	24	73	42	115	0.37
E	阿单 6 号	194	54	0.28	16	47	38	85	0.45

* 后期时间系数是抽雄至成熟的时间与播种至成熟时间的比值。

2.2 不同生态型玉米叶片生长特点

不同生态型玉米由于叶数和生长期不同,各叶出生所需的时间也不相同。高山早熟型阿单 6 号由于抽雄前的时间最短,中山晚熟型墨白 94 由于叶数最多,它们出苗后平均每叶的出生时间较短,分别为 2.87 d 和 2.63 d;平丘平展型和低山中熟型的叶均出生时间较长,分别是 3.11d 和 3.10 d。各生态型玉米植株上的叶片与从播种到出生所需的日数都表现出极显著的正相关关系(表 2),并且可以用下面的回归方程表示:

$$Y_1 = a_1 + a_2x \quad (1)$$

(1)式中, Y_1 指从播种到各叶出生所需的日数, x 表示叶序, a_1 、 a_2 是常数。不同生态型玉米的常数不同(表 2),因而各叶出生所需日数也不相同。例如,在绵阳,麦后夏播玉米,通过方程计算,从播种到第 10 叶出生,平丘紧凑型掖单 13 需 33 d,平丘平展型丹玉 13 需 35 d,低山中熟型绵单 1 号约需 31 d。计算值与实际值仅相差 1~2 d。

由于遗传背景的差异,不同生态型玉米植株的叶面积不同。变化规律与株高和生育期的变化规律相似。单株叶面积和单叶面积以墨白 94 最大,分别是 12 340 cm² 和 514.2 cm²,以阿单 6 号最小,分别是 3 998 cm² 和 249.8 cm²。单株各叶面积都可以用下面的三次正交多项式进行拟合:

$$Y_2 = b_1 + b_2x + b_3x^2 + b_4x^3 \quad (2)$$

(2)中, Y_2 表示叶面积, x 表示叶序的函数^[7], b_1 、 b_2 、 b_3 、 b_4 都是常数(表 2),其中 b_1 的值等

于平均单叶面积。不同生态型的模拟方程都达到了极显著的水平,效果较好。例如,经计算机模拟,平丘紧凑型掖单 13 第 12 叶的模拟值是 633.6 cm^2 ,实际值是 641 cm^2 ,相差 7.4 cm^2 ;中山晚熟型墨白 94 第 12 叶的模拟值是 708.2 cm^2 ,实际值是 712 cm^2 ,相差 3.8 cm^2 。

由于各生态型的叶数不同,最大叶的叶位也不相同。掖单 13 和丹玉 13 是倒 7 叶,分别是 644 cm^2 和 699 cm^2 ;绵单 1 号和墨白 94 是倒 9 叶,分别是 829 cm^2 和 939 cm^2 ;阿单 1 号是倒 6 叶, 501 cm^2 。

表 2 不同生态型玉米各叶出生日数和叶面积模拟方程系数

生态型	品种	a_1	a_2	r	b_1	b_2	b_3	b_4	F
A	掖单 13	2.637	3.032	0.998**	340	29.99	-6.52	-1.04	157.22**
B	丹玉 13	4.840	2.979	0.998**	354	35.06	-5.43	-1.01	141.49**
C	绵单 1 号	2.342	2.839	0.998**	411	23.72	-6.99	-0.61	37.74**
D	墨白 94	3.503	2.471	0.999**	514	29.36	-4.74	-0.40	160.23**
E	阿单 6 号	3.803	2.659	0.998**	250	30.22	-3.64	-0.97	88.51**

2.3 不同生态型玉米单株干物质积累特点

在播后 2 周、抽雄和成熟 3 个时期,单株干物质积累量呈现相同的变化规律,都是中山晚熟型 > 低山中熟型 > 平丘平展型 > 平丘紧凑型 > 高山早熟型(表 3)。这 3 个时期的叶面积也有类似的变化规律。单株干物重和叶面积在生态型之间差异很大。例如,中山晚熟的墨白 94 比高山早熟型的阿单 6 号大一倍以上。但是,不同生态型在各时期积累干物质的比重不同。如果我们把抽雄后积累的干物质占单株干物质的比重称作后期积累系数,那么各生态型的后期积累系数相差很大,以高山早熟型最大,中山晚熟型最小,表现出与单株干物重的反向变化规律(表 3)。

表 3 不同生态型玉米主要生长期的单株叶面积和干物质

生态型	品 种	播后 2 周		抽雄时		成熟时		后期积累系数*
		叶面积 (cm^2)	干物重 (g)	叶面积 (cm^2)	干物重 (g)	叶面积 (cm^2)	干物重 (g)	
A	掖单 13	47.01	0.275	5 607	70.2	2 411	222.5	0.684
B	丹玉 13	50.98	0.280	6 916	94.5	2 717	243.6	0.612
C	绵单 1 号	73.83	0.305	7 034	148.5	3 299	313.2	0.526
D	墨白 94	93.84	0.527	10 391	195.8	4 482	378.0	0.482
E	阿单 6 号	48.25	0.227	3 602	37.0	2 238	182.5	0.797

* 后期积累系数是抽雄后积累的干物质与单株干物质的比值。

2.4 不同生态型玉米的相对增长率、净同化率和干物质分配特点

相对增长率表示在某一单位时间,单位干物重量的物质生产效率。从表 4 可以看出,高山早熟型的物质生产效率最高,中山晚熟型最低。净同化率表示单位叶面积(m^2)上干物质的增加速率,也就是每平方米叶面积每天生产的干物质。各生态型品种的净同化率抽雄前高,抽雄后低(表 4)。但高山早熟型和平丘紧凑型的这种变化没有那么明显,而且抽雄后的净同化率明显高于其他生态型。收获指数反映了单株干物质向经济器官的转移状况。平丘紧凑型、平丘平展型和高山早熟型的收获指数较高,而中山晚熟型最低,只有 0.22。分配指数^[4,5]反映了后期生产的干物质向果穗的分配情况。平丘平展型的分配指数最高,其次是低山中熟型和平

丘平展型,以中山晚熟型最低(表 4)。

表 4 各生态型玉米的相对生长率、净同化率、收获指数和分配指数

生态型	品 种	相对生长率		净同化率		收获指数	分配指数
		(g·g ⁻¹ ·d ⁻¹)		(g·m ⁻² ·d ⁻¹)			
		播种 2 周至抽雄	抽雄至成熟	播种 2 周至抽雄	抽雄至成熟		
A	掖单 13	0.126 0	0.029 6	13.67	10.31	0.47	0.82
B	丹玉 13	0.132 3	0.024 4	15.37	8.51	0.45	0.88
C	绵单 1 号	0.119 0	0.018 2	18.65	8.14	0.37	0.85
D	墨白 94	0.100 3	0.015 2	15.12	6.17	0.22	0.61
E	阿单 6 号	0.154 3	0.039 9	13.54	12.69	0.45	0.68

* 分配指数是果穗干重与抽雄开花后积累干物质重量的比值。

3 结论与讨论

3.1 株高、穗高、穗高系数、叶数和生育期的值与不同生态型的关系

玉米植株高度、叶数和生育期与品种及其适应的生态环境有密切的关系。据墨西哥国际玉米、小麦改良中心的材料表明,在高纬度温带,玉米植株矮小、雄穗小、顶端优势弱;在热带低海拔地区,玉米植株高大、叶片多、雄穗大、顶端优势强^[4]。中山晚熟型玉米墨白 94 来自墨西哥,表现出热带低海拔玉米的特点。同时,由于试验地纬度比墨白 94 的原产地高,有利于它的营养生长,这也是它植株高大、叶多叶大的原因之一。高山早熟型阿单 6 号是地处川西高原的阿坝州农科所选育,在高海拔地区紫外线强、气温低、生长时间短的条件下,形成了植株矮小的生长特点。另外,不同生态型玉米植株生长的差异与抽雄前的时间长短有一定的关系。抽雄前主要进行营养生长,因此抽雄前时间越长,植株越高、叶数越多,从表 1 看出这个特点。

株高、穗位高和穗高系数与玉米的倒伏有密切的关系。适应平丘地区的生态型这些值都比较小,有利于平丘地区玉米的集约化栽培。山区虽然热量和土壤肥料条件较差不易倒伏,但山区风多风大,也常导致玉米倒伏。因此,适当降低中山玉米的植株高度,特别是降低穗位高度,增加穗高系数,是山区玉米育种应该考虑的内容。

3.2 不同生态型玉米叶均出生日数、单株叶面积和单叶面积不同

玉米叶片出生所需时间长短与品种生态型有关,叶数多或抽雄前时间短的生态型平均每叶出生所需的时间较短。从播种到玉米植株各叶出生所需的日数可以用直线回归方程表示,不同生态型的回归系数不同。根据当地的回归方程,可以预测不同生态型玉米品种从播种到某叶出生的时间,为玉米育种和制种确定不同亲本的播期提供依据。

单株叶面积、平均单叶面积都以中山晚熟生态型墨白 94 最大。这与墨白 94 来自热带低海拔地区有关^[4]。这种叶子生长特点与中山地区耕地坡度大、土壤瘠薄、耕作粗放、种植密度小、靠个体叶面积大和积累干物质多相适应。因此,对适应中山区的玉米品种,不宜选育小叶型和紧凑型。而对生态、生产条件较好的平丘地区,选育的玉米品种单株叶面积和单叶面积要适中,以便实行集约化栽培。

3.3 不同生态型玉米干物质相对生长率和抽雄后净同化率不同

干物质相对生长率以高山早熟型阿单 6 号最高,以中山晚熟型墨白 94 最低,说明阿单 6 号虽然各期的干物重较低,但单位干物重量的物质生产效率较高。而墨白 94 各期的干物重高,但单位干物重量的物质生产效率较低,其他生态型介于它们之间。

抽雄后净同化率对后期干物质的积累和子粒产量的形成影响很大。高山早熟型和平丘紧

紧凑型后期净同化率高,中山晚熟型后期净同化率低,这种现象与不同生态型所处育种过程的阶段有很大的关系^[3]。日本学者武田友四郎(1969)将作物育种过程分成三个阶段:第一阶段扩大单株叶面积,第二阶段改良株型,第三阶段提高叶片光合效率。中山晚熟型墨白 94 属于第一阶段的品种,它植株高大,叶多叶大,单株叶面积达 12 340 cm²。平丘紧凑型掖单 13 属于第二阶段的品种,它株型紧凑,单株叶面积为 5 782 cm²。其他品种介于第一和第二阶段或第二和第三阶段之间。这说明对农业生态和农业生产条件都很差的中山地区,目前适应的玉米品种类型还处于育种过程的第一阶段,这为适应该区的品种选育指明了方向。

3.4 不同生态型玉米具有不同的干物质生产特点

玉米单株干物质生产受单株叶面积、生育期、净同化率等因素的影响。然而,这些因素又与生态型有很大的关系。中山晚熟型的生育期长、单株叶面积大,因而积累的干物质多。但它的后期积累系数只有 0.482,干物质的积累抽雄前多于抽雄后,这是中山晚熟型干物质积累的一个显著特点。相反,高山早熟型的后期积累系数达 0.797,抽雄后干物质积累大大多于抽雄前,这是高山早熟型玉米干物质积累的显著特点。平丘紧凑型和平丘平展型的后期积累系数都在 0.6 以上,说明它们的干物质也大部分是在抽雄后积累的。后期积累系数的大小与植株后期叶面积和净同化率有关,与后期时间系数也有一定的关系。一般后期时间系数大、后期净同化率高的生态型,后期积累系数也比较大。玉米子粒产量的绝大部分来自抽雄开花后的光合生产。因此,栽培上在打好前期基础的条件下,搞好玉米中后期的管理,延长后期的光合时间、提高净同化率,有利于提高后期积累系数,增加子粒产量。

3.5 不同生态型玉米干物质分配特点不同

收获指数可以反映干物质向经济器官的转移状况。据张福春等研究^[6],我国春玉米的收获指数为 0.444,夏玉米的收获指数为 0.433。我们的研究表明,不同生态型间的收获指数变化较大。平丘紧凑型高达 0.47,而中山晚熟型只有 0.22。分配指数反映了后期生产的干物质向果穗的分配情况。平丘平展型、低山中熟型和平丘紧凑型的分配指数大,中山晚熟型墨白 94 的分配指数小。生态型间收获指数和分配指数的差异与品种的地域来源有关。据大量资料分析表明,高纬度的玉米不仅可以对后期生产的干物质全部利用,而且能充分利用前期积累的干物质,分配指数达 1.1,收获指数达 0.55;中纬度地区玉米可以全部利用后期积累的干物质,分配指数为 1.0,收获指数为 0.5 左右;热带低海拔地区玉米后期生产的干物质不能全部利用,分配指数为 0.8,收获指数为 0.3~0.4^[4,5]。墨白 94 来自热带,因此分配指数和收获指数都比其他生态型低。不过,墨白 94 的分配指数和收获指数仍远低于热带玉米,这与试验地纬度高于热带有关,也与试验地按丘陵区玉米栽培方式进行管理,穗肥施用时间偏早有关。因此,在玉米制种或大田栽培时,根据自交系或品种的生态类型采取相应的栽培管理措施,可以提高收获指数,增加经济产量。

参 考 文 献

- [1] 胡昌浩,潘子龙. 夏玉米同化产物积累与养分吸收分配规律的研究. 中国农业科学, 1982, (1): 56-64.
- [2] 张宪政主编. 作物生理研究法. 北京: 农业出版社, 1992. 46-47, 70-72.
- [3] 张起君, 黄舜阶, 刘绍棣, 李新政主编. 玉米高产开发原理与技术. 山东科学技术出版社, 1992. 231, 317.
- [4] 山东农业科学院主编. 中国玉米栽培学. 上海科学技术出版社, 1986. 254.
- [5] 山东农业科学院玉米研究所编著. 玉米生理. 北京: 农业出版社, 1987. 299.
- [6] 张福春, 朱志辉. 中国作物的收获指数. 中国农业科学, 1990, 23(2): 83-87.
- [7] 张贤珍, 等编著. BASIC 语言农业数理统计计算程序. 北京: 农业出版社, 1990. 201-205.

Growth Characteristics of Different Ecotypes of Maize Dabin

TANG Yong-jin, CNEN Jian-chao, HOU Da-bin

(*Mianyang Agricultural College, sichuan, Mianyang, 621000*)

Abstract: Growth characteristics of the five ecotypes of maize that leaves are erect(A) and flat(B) for plain and hill areas and growth time is middle (C) for low mountain area, long (D) for middle mountain area, short (E) for high mountain area have been studied under summer planting at an elevation of 600m. The results are as follows.

(1) The heights of plant and pistillate leaf place, ratio of heights of plant and pistillate place, leaf number, leaf area per leaf, leaf area per plant, growth time and the weight of dry matter per plant of D ecotype are greatest, these of E ecotype least, these of other ecotypes between D and E.

(2) Time index, accumulation index and net assimilation rate at later stage are $E > A > B > C > D$.

(3) Harvest index is $A > B, E > C > D$. Distribution index is $B > C > A > E > D$.

Different varieties of ecotypes of maize have different characteristics of plant growth, accumulation and distribution of dry matter because for the places where they come from, the environments that are good for them, and breeding phase in what they are.

Key words: maize; ecotype; growth; dry matter; harvest index.