

我国不同年代玉米品种生育特性演进规律研究*

Ⅱ 物质生产特性的演进

胡昌浩 董树亭 王空军 孙庆泉

(山东农业大学,泰安 271018)

摘 要 通过比较研究我国不同年代玉米品种的物质生产特性,随年代的更替发生了以下变化:①干物质生产量(生物产量)增大,花后积累量增加尤为显著,收获指数得到提高。②对产量提高贡献率最大的是生物产量的提高(通径系数 $DPC=0.835\ 3$),同时伴随着收获指数的提高($DPC=0.182\ 0$)。③灌浆速率高且高值持续期长,灌浆物质主要来源于花后的光合作用,由营养器官转移到子粒中的比率减少。④叶面积指数高且高值持续期长,中下部叶片所占总叶面积的百分数增加、受光好。⑤光合势、净同化率增加,花后光合势和净同化率增加更为显著。

关键词 玉米 品种更替 物质生产 演进规律

干物质生产与积累是玉米产量形成的基础,对玉米物质生产特性的研究有诸多报道^[1~3]。50年代以来我国玉米产量大幅度提高,品种也不断更替,物质生产特性变化如何,对产量提高有何影响,报道较少。通过比较研究50年代以来各年代生产中大面积推广应用的玉米品种,探讨产量提高过程中物质生产特性的演进规律,以期为玉米高产育种和栽培提供理论依据。

1 材料与方法

同Ⅰ报,50年代品种(50'S):金皇后、白马牙、黄县二马牙等,分别标记为 Old-1、Old-2、Old-3;70年代品种(70'S):丹玉6号、郑单2号、中单2号等分别标记为 Mid-1、Mid-2、Mid-3;90年代品种(90'S):掖单13、农大60、福育2号等,分别标记为 Mod-1、Mod-2、

表1 不同年代玉米品种光合物质积累与分配(1995)

品 种		干物质积累(t/hm ²)				成熟期干物质分配(%)			
年代	名称	开花前		开花后		总干重	叶片	茎鞘+其它	收获指数
		干重	%	干重	%				
50'S	金皇后	6.84	58.4	4.88	41.6	11.72	10.1	48.22	41.68
	白马牙	7.02	62.73	4.17	37.3	11.19	10.97	48.19	40.84
	黄县二马牙		56.3		43.7		12.72	46.91	40.37
	平均	6.93Aa	60.5	4.525Bb	39.5	11.455Bc	11.26Aa	47.78Aa	40.96Bb
70'S	丹玉6号	8.18	52.4	7.43	47.6	15.61	10.3	42.83	46.87
	郑单2号	7.79	56.64	5.97	43.36	13.76	9.71	37.93	52.36
	中单2号	6.60	42.3	9.00	57.7	15.60	9.95	41.35	48.70
	平均	7.52Aa	50.2	7.47ABb	49.8	14.99Bb	9.99Aa	40.7Bb	49.31Aa
90'S	掖单13号	7.97	36.7	13.74	63.3	21.71	11.07	38.36	50.57
	农大60	8.60	45.7	10.21	54.3	18.81	10.32	38.88	50.80
	福育2号	6.40	35.4	11.69	64.6	18.09	12.36	37.6	50.04
	平均	7.66Aa	39.2	11.88Aa	60.8	19.54Aa	11.25Aa	38.28Bb	50.47Aa

* 国家自然科学基金课题

收稿日期 1998-03-16

Mod-3。在玉米生长的主要生育时期(大口、开花、灌浆、乳熟、蜡熟、成熟期)定期取样,测定干物质积累状况、叶面积(LA)和灌浆速率(GFR),计算光合势(LAD)、叶面积指数(LAI)、净同化率(NAR)和冠层结构等,在成熟期考种测产(表1)。

2 结果与分析

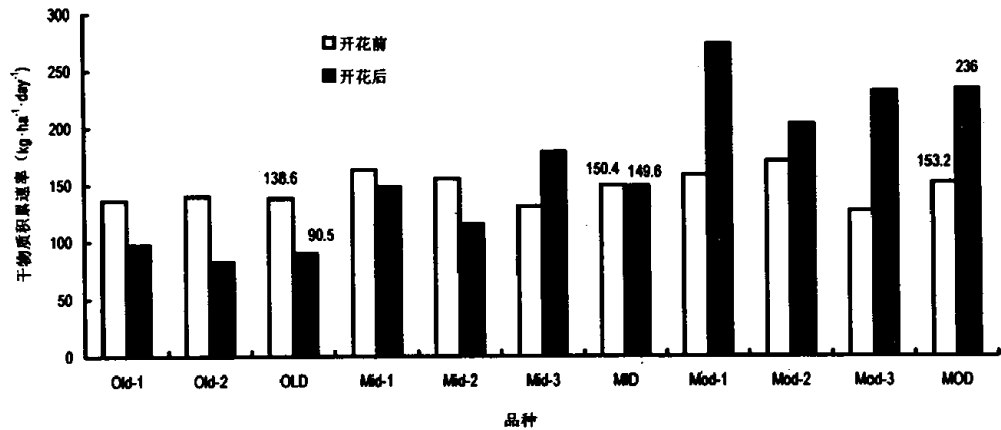


图1 不同年代玉米品种干物质积累速率

注:OLD、MID和MOD分别代表50'S、70'S和90'S玉米品种干物质生长速率的平均值。

2.1 干物质积累速率

从图1可看出:随玉米品种更替,干物质积累速率增大,开花前和开花后均是当代品种>70'S品种>50'S品种,尤其在开花后增加幅度更大,开花前后的干物质生产速率相比,当代品种花后生长高于花前,70'S品种开花前后差异不大,50'S品种花后积累速率降低。说明当代品种高产主要是提高了干物质生产速率,尤其是开花后子粒形成及灌浆期干物质生产速率的显著增加(表2)。

表2 不同年代玉米品种子粒灌浆物质来源(1995)

品 种		子粒灌浆物质来源		不同器官物质转出率			器官转移量/粒重(%)			
年代	名称	开花前	开花后	叶片	茎鞘	其它	叶片	茎鞘	其它	合计
50'S	金皇后	22.3	77.7	15.1	19.6	15.3	2.14	7.41	11.48	21.03
	白马牙	18.9	81.1	13.8	15.1	12.5	1.99	7.53	12.51	22.03
	黄县二马牙	19.5	80.5	14.8	15.1	12.1	2.05	6.95	12.37	21.37
	平均	20.23	79.77	14.57	16.6	13.3	2.06	7.3	12.12	21.48
			Bb	Aa	Bb	Ab	Aa	Aa	Aa	
70'S	丹玉6号	21.3	78.7	11.3	30.4	18.0	1.81	6.60	11.19	19.6
	郑单2号	22.1	77.9	10.9	28.5	24.0	1.74	6.54	10.85	19.53
	中单2号	18.5	81.5	9.5	34.5	20.1	1.71	5.98	9.98	17.67
	平均	20.63	79.34	10.57	31.13	20.67	1.75	6.37	10.67	18.93
			Bb	Bb	Aa	Aa	Bb	Ab	Ab	ABb
90'S	掖单13	8.5	91.5	7.5	25.8	10.5	1.50	6.3	9.8	17.60
	农大60	14.8	85.2	7.8	29.4	16.3	1.61	6.48	10.4	18.49
	福育2号	13.5	86.5	8.2	27.4	15.9	1.48	6.98	10.8	19.26
	平均	12.27	87.73	7.83Cc	27.53	14.23	1.53Cc	6.59	10.33	18.45
			Aa	Aa	Ab		Ab	Ab	Bb	

注:①开花前子粒灌浆物质来源(%)=(开花期各器官的最大干重-成熟期相应器官的干重)÷成熟期子粒干重×100;
②器官物质转出率(%)=(器官最大干重-成熟期的干重)÷器官最大干重×100。

2.2 不同品种光合物质积累与分配

随品种更替总干物质积累量增加,各年代品种间达到显著或极显著水平,开花前干物质积累量未达显著差异水平,开花后干物质积累量当代品种 > 70'S 品种 > 50'S 品种,当代品种与 70'S 和 50'S 品种分别达显著和极显著水平,70'S 和 50'S 品种相比未达显著水平。从开花前后干物质积累量所占总积累量的百分数看,开花前 50'S 品种 > 70'S 品种 > 当代品种,开花后则是当代品种 > 70'S 品种 > 50'S 品种。成熟期干物质分配:子粒中的分配(收获指数),当代品种 > 70'S 品种 > 50'S 品种,当代品种和 70'S 品种差异不显著,但二者分别与 50'S 品种达到极显著差异水平。叶片中的分配,70'S 品种低于当代和 50'S 品种,各年代品种间差异未达显著水平。茎鞘和其它器官中的干物质分配为 50'S 品种 > 70'S 品种 > 当代品种,50'S 品种与 70'S 和当代品种相比差异达极显著水平,当代品种与 70'S 品种的差异未达显著水平(表 1)。进一步分析品种更替过程中生物产量(总干物重)和收获指数对产量的贡献,其直接通径系数(DPC)分别为 0.835 3 和 0.182 0。说明当代品种高产主要是生物产量的提高,尤其是花后干物质积累量的增加,其次是成熟期能维持较多的叶片和减少在茎鞘等其它器官的物质分配来获得高的收获指数和经济产量。

2.3 不同年代玉米品种子粒灌浆来源

从表 2 可看出:①开花后子粒灌浆物质来源,当代品种高于 70'S 和 50'S 品种,并达极显著水平,70'S 和 50'S 品种差异不显著。②随品种的更替,叶片物质转出率逐渐减少,50'S 品种 > 70'S 品种 > 当代品种,达极显著水平。茎鞘和其它器官中的物质转出率增加,当代和 70'S 品种茎鞘中物质转出率极显著高于 50'S 品种,而当代品种和 70'S 品种差异不显著。其它器官(果穗中除子粒以外的器官)的转出率,70'S 品种显著高于当代和 50'S 品种,当代品种与 50'S 品种差异不显著。当代品种叶片物质转出率的减少,有利于生育后期维持较高的光合物质生产率,茎鞘等器官转出率增多有利于提高收获指数,以达到高产高效。③各器官物质转移对子粒的贡献(用器官转移量占子粒重量的百分数表示),叶片是 50'S 品种 > 70'S 品种 > 当代品种,并达极显著水平。茎鞘及是 50'S 品种最高,显著高于 70'S 和当代品种,70'S 品种和当代品种差异未达显著水平。各器官总贡献率的顺序为 50'S 品种 > 70'S 品种 > 当代品种,50'S 品种与 70'S、当代品种相比分别达显著、极显著水平,70'S 品种与当代品种相比未达显著水平,说明当代品种子粒灌浆物质更依赖于直接来源于花后较高的光合作用而获得高产。

2.4 子粒灌浆特性

子粒灌浆速率当代品种 > 70'S 品种 > 50'S 品种,50'S 品种子粒灌浆速率低、持续时间短,70'S 品种灌浆初期较高,到达最高值后迅速下降,高值维持时间短,当代品种子粒灌浆初期低于 70'S 品种,但灌浆速率的最高值高且持续时间长。说明灌浆速率高且高值持续时间长,是当代玉米品种高产的重要生理指标。

2.5 叶面积变化动态

平均叶面积指数当代品种 > 70'S 品种 > 50'S 品种,最高叶面积指数呈现出与此相似的趋势,且差异达显著水平。说明叶面积高且高值持续期长是玉米品种更替产量提高过程中的又一重要生理指标。

2.6 冠层结构

从植株不同层次叶片的叶面积和所占总叶面积的百分数看(图 2):在各层次上叶面积均是当代品种 > 70'S 品种 > 50'S 品种,尤以中下部叶片增加更大。各叶组占总叶面积的百分数,上部叶组和果穗叶组是 50'S 品种 > 70'S 品种 > 当代品种,下部叶组则是当代品种 > 70'S

品种 > 50'S 品种。穗部和地面的光分布(图 3),当代品种 > 70'S 品种 > 50'S 品种。说明当代品种不但叶面积大而且下部叶组衰亡慢、受光好,花后拥有较大的光合面积,中下部叶片主要是供给子粒灌浆和供给根系营养,这对提高灌浆物质来源和维持较长的光合高值持续期具有重要意义。

表 3 不同年代玉米品种光合势与净同化率(1995)

品 种		光合势 LAD ($\text{m}^2 \cdot \text{d} \cdot \text{mu}^{-1}$)				净同化率 NAR($\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$)		
年代	名称	开花前	开花后	总 LAD	花后/总 LAD	开花前	开花后	全生育期平均
50'S	金皇后	63 475	63 603	127 078	50.05%	7.18	5.12	6.15
	白马牙	66 390	58 143	124 533	46.69%	7.05	4.78	5.99
	黄县二马牙							
	平均	64 933	60 873	125 806Bb	48.39% Ab	7.12Aa	4.95Ab	6.07Bc
70'S	丹玉 6 号	74 080	79 083	153 163	51.63%	7.36	6.26	6.79
	郑单 2 号	70 316	68 283	138 599	49.26%	7.38	5.83	6.62
	中单 2 号	75 956	72 904	148 860	48.97%	5.79	8.23	6.99
	平均	73 451	74 009	147 460ABb	50.19% Ab	6.83Aa	6.73Aab	6.78Ab
90'S	掖单 13 号	87 413	113 366	200 779	56.5%	6.07	8.08	7.21
	农大 60	79 150	94 338	173 488	54.4%	7.24	7.22	7.23
	福育 2 号	66 758	103 965	170 723	60.9%	6.39	7.50	7.06
	平均	77 774	103 890	181 663Aa	57.2% Aa	6.57Aa	7.62Aa	7.17Aa

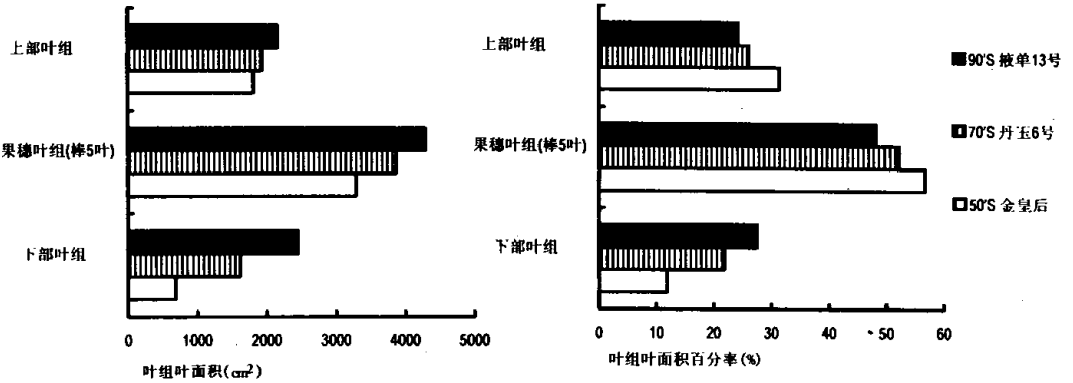


图 2 不同年代玉米品种冠层结构(1996,子粒灌浆期)

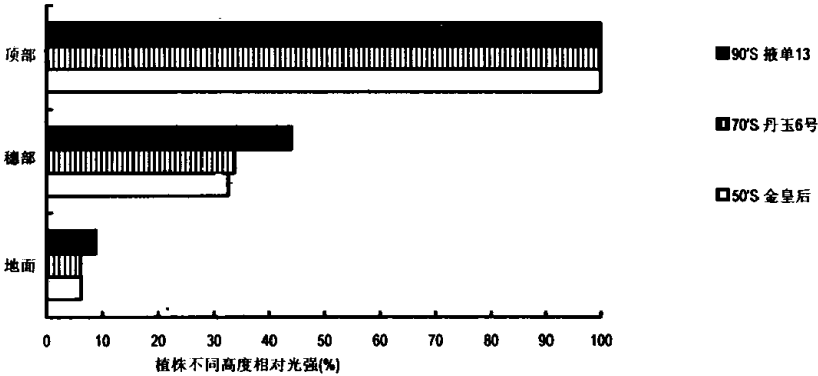


图 3 不同年代玉米品种群体内光分布状况(子粒灌浆期)

2.7 光合势(LAD)与净同化率(NAR)

由表3可看出:随品种更替总光合势增加,当代品种高于70'S和50'S品种,并分别达显著和极显著水平,70'S和50'S品种差异未达显著水平,开花后光合势占总光合势的百分数当代品种显著高于70'S和50'S品种,70'S和50'S品种差异不显著。净同化率的变化与光合势的变化趋势相似,当代品种高于70'S和50'S品种,并分别达显著和极显著水平,70'S品种显著高于50'S品种,花前净同化率不同品种间差异不显著,花后净同化率则是当代品种高于70'S品种,并显著高于50'S品种,70'S品种与50'S品种未达显著差异。

3 结论与讨论

3.1 生物产量的提高是玉米品种更替产量提高的重要基础。Ottariano^[4]曾提出干物质积累速率是玉米产量的主要限制因子,Tollenaar^[6]认为美国北部玉米品种更替后生育后期干物质积累速率得到极大改良,陈国平^[3]认为尽量增加干物质产量是高产的基本途径。本研究证明当代品种生物产量高,花后干物质积累迅速、净同化率高、积累量大,在生育后期叶片物质转移率低,为提高玉米花后物质生产奠定了基础。在生物产量提高的同时,收获指数也得到提高。通径分析结果显示,生物产量的提高是玉米品种更替产量提高的主要因素。

3.2 当代品种子粒灌浆速率高且高值持续期长。Ottariano^[4]和Gardner^[5]认为,除灌浆期外,灌浆速率与产量呈显著正相关。通过对我国不同年代玉米品种的研究,得出随品种更替子粒灌浆发生显著的变化,当代品种与50'S和70'S品种相比,灌浆速率高且持续期长。这依赖于当代品种叶面积大、功能期长,尤其是中下部叶片光照好,叶片所占比重高,为提高灌浆速率和延长灌浆期提供了物质保障。

3.3 随品种更替叶面积增大、高值持续期延长。当代品种最大叶面积高且高值持续时间长,中下部叶片衰亡慢,在生育后期维持较大的叶面积比率,利于延缓根系的衰老,进一步增强叶片的功能,增加子粒灌浆物质来源,从而获得高产。在蜡熟期当代品种叶面积指数仍可达到3以上,远高于70'S和50'S品种。

参 考 文 献

- 1 佟屏亚.我国玉米高产栽培技术的成就与研究进展.耕作与栽培,1995,84:1~5
- 2 任宪国.不同株型玉米杂交种产量构成因素及其相关分析.玉米科学,1996,4(2):42~45
- 3 陈国平.玉米干物质生产与分配.玉米科学,1994,2(1):48~53
- 4 Ottaviano E, and A Canussci. Phenotypic and genetic relationships between yield components in maize. Euphytica, 1981, 30: 601~609
- 5 Gardner F P, Raul valle, and D E Mccloud. Yield characteristics of ancient races of maize compared to a modern hybrid. Agron. J, 1990, 82: 864~868
- 6 Tollenaar M. Physiological basis of genetic improvement of maize hybrids in Ontario from 1959 to 1988. Crop Sci, 1991, 31: 119~124

(责任编辑:王晓丽)