

文章编号: 1005-0906(2007)03-0095-04

超高产玉米品种干物质积累与分配特点的研究

黄智鸿^{1,2}, 王思远¹, 包岩¹, 梁焯赫¹, 孙刚¹,
申林¹, 曹洋¹, 吴春胜¹

(1. 吉林农业大学农学院, 长春 130118; 2. 河北北方学院, 张家口 075000)

摘要: 以 4 个玉米品种为试验材料, 比较研究了超高产玉米干物质积累和分配的特点。结果表明: 高的生物产量是获得高产的物质基础; 高产和超高产品种的物质生产优势表现在生育中期和后期, 玉米植株个体干物质积累呈 S 形曲线变化; 玉米干物质在各器官的分配随生长中心的转移而发生变化, 小喇叭口以前干物质主要分配在叶片, 之后转为茎、叶; 散粉后, 各器官干物质开始向子粒转移, 高产品种子粒产量主要来源于生育后期叶片制造的光合产物即成为光合产物的分配中心, 并与抽雄后具有较高的叶面积指数且持续时间较长密切相关。

关键词: 玉米; 干物质积累与分配; 产量

中图分类号: S513.01

文献标识码: A

Studies on Dry Matter Accumulation and Distributive Characteristic in Super High-yield Maize

HUANG Zhi-hong^{1,2}, WANG Si-yuan¹, WU Chun-sheng¹, et al.

(1. College of Agronomy, Jilin Agricultural University, Changchun 130018;

2. Hebei North University, Zhangjiakou 075000, China)

Abstract: The properties of dry matter product of four different varieties were studied. The results indicated that more total dry matter accumulation was the basis of higher yield. The production superiority of high-yield and super high-yield maize was exhibited during the middle and the late growth stage. The CGR of high-yield and super high-yield varieties was obviously higher than that of low-yield variety during the middle and the late growth stage. The photosynthetic products made by leaves during the late growth stage was main sources of grain yield of high-yield varieties. This result was closely connected with higher LAI and longer duration after the full-heading stage.

Key words: Maize; Dry matter accumulation and distribution; Yield

玉米光合作用的主要器官是叶片, 可以认为玉米干物质积累绝大部分来自叶片。作物经济产量的高低是由生物产量即干物质积累所决定的, 但又受经济系数的制约。因此, 掌握玉米的干物质积累与分配对提高产量具有重要意义。国内外已对单个或少数几个玉米杂交种的干物质积累与分配规律进行过多方面的研究, 但不同玉米品种的物质积累与分配特性存在着差异。针对超高产玉米品种的研究鲜见

报道。本试验选用超高产玉米品种先玉 335、郑单 958、长城 799 和通吉 100 这 4 个品种, 对其干物质积累、叶面积的动态变化、群体生长率和物质的分配与运转等进行了比较研究, 探索不同玉米群体物质生产积累与产量的关系, 为玉米超高产栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试品种: 高产玉米先玉 335(先锋公司提供)、郑单 958; 普通玉米长城 799、通吉 100(由吉林省农科院提供)。

供试土壤为黑土, 上等肥力水平, 其理化性质为有机质 26.9 mg/kg, 碱解氮 120 mg/kg, 速效磷 16.5 mg/kg, 速效钾 122 mg/kg, 全氮 1.645 g/kg, 全磷 0.85

收稿日期: 2006-07-12

基金项目: 国家粮食丰产工程(2004BA520A09)

作者简介: 黄智鸿(1970-), 女, 河北张家口人, 在读硕士, 从事作物高产栽培研究。

吴春胜为本文通讯作者。

Tel: 13089117758 0431-87741899

E-mail: wcs8131587@yahoo.com.cn

g/kg,pH 值为 6.8。

1.2 试验设计

试验采用随机区组设计,3 次重复。小区 10 行,行长 10 m,垄距 0.65 m,面积 65 m²,区组两边各设两行保护行。4 月 26 日播种,严格按密度绳穴播。各品种密度处理为:先玉 335 为 7.5 万株 /hm²,郑单 958 为 7.5 万株 /hm²,长城 799 为 5 万株 /hm²,通吉 100 为 4.5 万株 /hm²,整个生育期内进行常规管理。

1.3 试验方法

从苗期开始选择有代表性植株作为标准株,作好标记,取样时供参考。分别于 5 叶期、7 叶期、拔节期、大喇叭口期、抽雄期、吐丝期、灌浆期、乳熟期、完熟期等生育时期测定株高、干物重、叶面积、叶面积指数和叶绿素含量等指标。干物质的测定方法是 将样品在烘箱内 105℃ 条件下杀青 30 min,然后在 80℃ 条件下烘干至恒重后称重。收获时每小区取中间 2 行测产,并各取 5 株在室内进行考种,在收获期测量穗长、单株干物质重以及单穗粒重等参数值。

2 结果与分析

2.1 不同品种个体和群体叶面积的动态变化

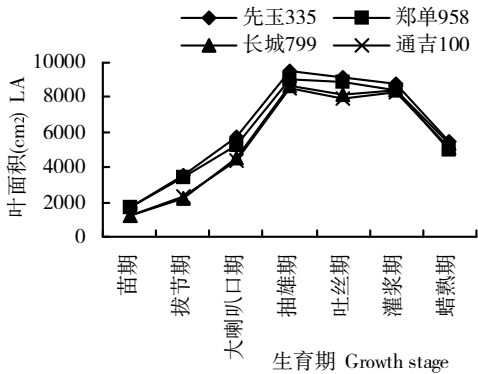


图 1 不同品种单株叶面积随生育期动态变化
Fig.1 Dynamic variation of LA of different cultivars in growth stage

由图 1 和图 2 可见,玉米群体叶面积变化与单株的变化相似,各玉米品种在整个生长季节的叶面积指数变化趋势呈现抛物线曲线状,基本上在吐丝期达到最高点,但不同品种在每一个观察点表现出自己的特异性。先玉 335 在生育前期有较大的叶面积系数,在生长后期具有大的绿叶面积和较长的叶片功能期;长城 799 和通吉 100 后期衰老速度快,在灌浆末期叶面积指数急剧下降。高产品种在后期仍具有较高的叶面积指数,且衰减缓慢,生理活性较强,故其干物质积累量多。

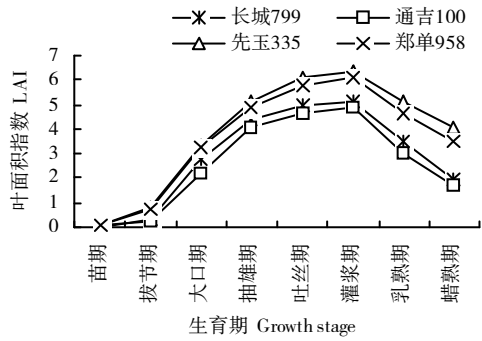


图 2 不同生育时期叶面积指数动态
Fig.2 Dynamic of LAI of different growth stage

2.2 不同品种叶绿素含量的动态变化

不同品种玉米叶片叶绿素含量的动态变化 (图 3)表明:从大喇叭口期到灌浆期叶绿素含量不断上升,到灌浆期达到最大值,而后开始下降。品种间比较结果表明,四个品种的总 体变化趋势相同,两个普通品种的叶绿素含量高于两个超高产品种的叶绿素含量;生育后期先玉 335 和郑单 958 的叶绿素含量下降缓慢而且略高于普通品种长城 799 和通吉 100。高产品种在后期都具有较强的生理活性和干物质生产能力。

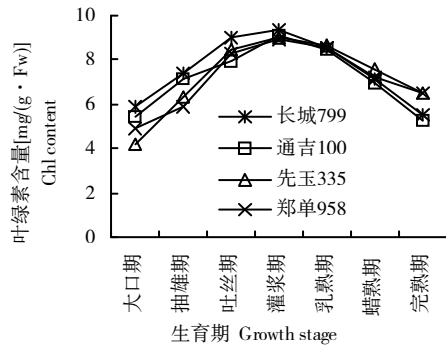


图 3 不同品种在不同时期叶绿素含量动态变化
Fig.3 Dynamic of Chl content in the whole stage in different cultivars

2.3 不同品种地上部干物质积累和分配的变化

2.3.1 玉米地上部干物质的变化

由图 4 可以看出,干物质积累动态均符合“S”形曲线,即出苗至拔节期干物质增长缓慢,拔节至抽雄期增长迅速,到蜡熟期后达到最大值,而后积累缓慢增长。干物质的积累量随着生育进程的推进不断增加,呈上升趋势。从整个生育进程来看,在生育前期,各品种干物质积累量无明显差异,拔节后表现出明显差异,其顺序为先玉 335>郑单 958>长城 799>通吉 100。成熟时先玉 335 和郑单 958 的干物质积累量分别比长城 799 和通吉 100 高 25.4%、28.7%和

7.1%、16.7%。说明高产和超高产玉米品种的干物质积累优势在中期和后期。

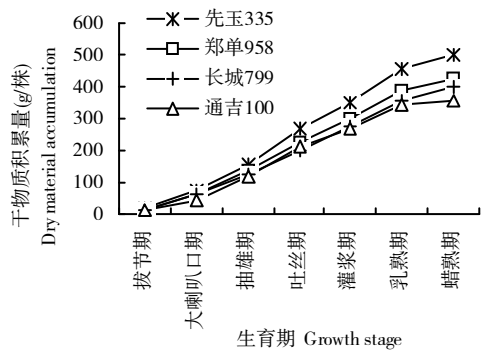


图 4 不同品种在不同时期整株干物质积累均值

Fig.4 Dynamic of dry material accumulation at development stage in different cultivars

2.3.2 不同品种各生育期积累干物质对成熟时干物质的影响

由图 5 可以看出，各生育时期积累的干物质占成熟时干物质积累的比例不同，其中以抽雄期到灌浆期和灌浆期到乳熟期积累的干物质所占比例最大。每个生育时期所积累的干物质对成熟时积累的干物质的贡献不同，除大喇叭口期到抽雄期外，全生育期先玉 335 的干物质占成熟时干物质的比值基本

上都最大，郑单 958 次之，长城 799 再次之，通吉 100 最小。先玉 335 在中后期叶片还能生长正常、光合能力强，叶面积指数高而且持续时间长，茎鞘、叶片等积累的干物质较多，因而干物质积累多，占成熟时干物质的比值大；在相同密度下整个生育时期所积累的干物质占成熟时干物质的比值都是先玉 335 高。

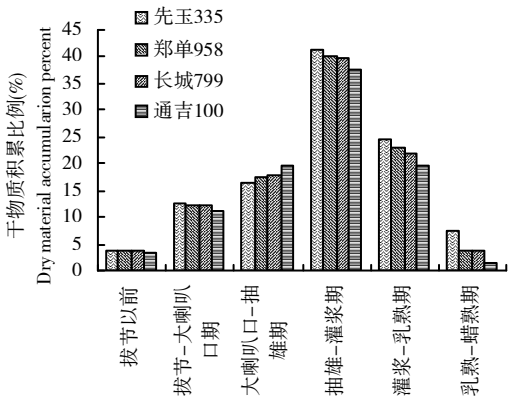


图 5 不同品种在各生育时期干物质积累比例

Fig.5 Dry material accumulation percent among growth stages in different cultivars

2.3.3 不同玉米品种在灌浆期和完熟期地上部分干物质的分配

表 1 不同玉米品种在灌浆期和乳熟期地上部分干物质的分配比较

Table1 The comparison of above-ground dry matter distribution in the Filling and Milking stage of different maize cultivars

品种 Cultivars		叶干重		叶鞘干重		茎干重		子粒干重		其他干重		整株干重
		Dry weight of leaf		Dry weight of sheath		Dry weight of stem		Dry weight of grain		Dry weight of other		Dry weight of the whole plant
		g/株	%	g/株	%	g/株	%	g/株	%	g/株	%	g/株
灌浆期	先玉 335	65.76	19.74	30.77	9.24	79.490	23.86	110.580	33.12	46.490	13.94	333.090
	郑单 958	57.12	18.44	28.14	9.08	68.340	22.06	103.990	33.57	52.150	16.84	309.740
	长城 799	53.32	18.90	28.38	9.70	67.830	22.72	75.090	25.69	67.810	23.18	292.430
	通吉 100	50.21	17.30	26.76	9.38	69.650	22.95	70.360	24.66	68.290	23.93	285.270
乳熟期	先玉 335	60.69	15.23	25.30	6.35	65.025	16.31	207.135	51.96	40.475	10.15	398.625
	郑单 958	60.32	16.45	25.46	6.63	66.315	17.09	192.935	50.25	38.845	10.11	383.880
	长城 799	51.99	14.17	26.05	7.11	64.560	17.61	161.000	43.91	62.955	17.16	366.560
	通吉 100	54.86	15.11	30.04	6.92	62.940	17.34	156.900	43.23	63.010	17.40	362.965

从表 1 可以看出，不同品种的地上部分干物质的积累和分配有明显差异。超高产玉米先玉 335 的子粒部分所占比例即经济系数比高产郑单 958 和普通玉米长城 799、通吉 100 分别高 3.4%、18.3%和 20.2%，而叶鞘和其他部分所占比例低于普通品种。从表 1 还可以看出，先玉 335 经济系数高，干物质在子粒中的分配比例(经济系数)也最高。不同品种玉米的经济系数大小顺序为先玉 335>郑单 958>长

城 799>通吉 100，不同品种玉米各器官干物质积累、分配的差异最终表现在产量差异上。

2.4 不同品种产量及产量构成因素的变化

从表 2 可以看出，在同等条件下，穗长、穗行数、行粒数、单穗重、单株干物质重及产量等指标均是高产品种先玉 335 最高，其中先玉 335 的产量最高，为 13 716.3 kg/hm²，比郑单 958 高出 4.3%，比长城 799 高出 44.6%，比通吉 100 高出 57.5%。

表 2 不同玉米品种产量、经济产量及产量构成因素比较

Table 2 The comparison of yield, harvest yield and yield components in different maize cultivars

品 种	穗长(cm)	穗行数	行粒数	单穗重(g)	干物质重(g)	产量均值 ± 标准差(kg/hm ²)
Cultivars	Ear length	The number of ear-lines	The number of lines	The average weight of ear	Dry matter weight	Yield mean ± standard deviation
先玉 335	21	16.2	39.44	229.96	498.67	137 16.3 ± 64.2 Aa
郑单 958	21.3	15.5	37.83	210.58	425.6	13 150.3 ± 16.1 Bb
长城 799	20.3	15.1	39	215.19	397.36	9484 ± 8.02 Cc
通吉 100	19.6	16	34.7	213.69	355.69	8706.6 ± 27.1 Dd

注:产量均值数据后大写字母表示在 0.01 水平上差异显著性,小写字母表示在 0.05 水平上差异显著性。

Note: After output average value data capital letter express on the 1% level difference significance, lowercase letter express at 5% level difference significance.

3 结论与讨论

(1)在本试验中,高产玉米品种在大喇叭口期到灌浆叶面积和叶面积指数都高,且在后期叶面积和叶面积指数下降缓慢;普通玉米品种叶绿素含量下降快,后期高产品种叶绿素含量高于普通品种。说明普通品种玉米叶片的功能较低,发挥光合作用时间较短。高产先玉 335 单株总叶面积、叶面积指数高于郑单 958 和长城 799。

(2)不同品种干物质生产比较,在生育前期无明显差异,拔节后物质积累量产生明显差异。高产和超高产品种生育中期和后期的群体生长率显著高于普通品种,为高产奠定了物质基础。在群体干物质积累速率和最终积累量都表现出先玉 335 最高。每个生育时期所积累的干物质对成熟时积累的干物质的贡献不同。全生育期先玉 335 的干物质占成熟时干物质的比值基本上都最大,郑单 958 次之,长城 799 最小。高产和超高产品种干物质积累优势主要表现在生育中期和后期。

(3)不同品种的地上部分干物质的积累和分配有明显差异。超高产玉米先玉 335 的子粒部分所占比例即经济系数比高产郑单 958 和普通玉米长城 799、通吉 100 分别高 3.4%、18.3%和 20.2%,不同品种玉米各器官干物质积累、分配的差异最终表现在产量差异上。玉米干物质在各器官的分配随生长中心的转移而发生变化,小喇叭口以前干物质主要分配在叶片中,之后转为茎、叶;散粉后,各器官干物质开始向子粒转移,高产品种子粒产量主要来源于生育后期叶片制造的光合产物即成为光合产物的分配中心,并与抽雄后具有较高的叶面积指数并且持续时间较长密切相关。其子粒产量来自拔节前叶茎鞘贮存物质的比例较小而来自拔节后叶片生产的光合产物的比例较大。说明高产和超高产品种的子粒产

量主要依赖于生育后期叶片的光合作用。因此提高产量需要提高后期叶片的光合能力,即保持后期适宜的叶面积指数和较高的叶绿素含量。玉米生育后期具有一个光合效率高、功能期较长的高产群体是获得高产的重要保证。

参考文献:

[1] 郑丕尧. 作物生理学导论[M]. 北京:北京农业大学出版社,1992.

[2] 陈国平. 玉米的干物质生产与分配[J]. 玉米科学,1994,2(1):48-53.

[3] 刘克礼,刘景辉. 春玉米干物质积累分配与转移规律的研究[J]. 内蒙古农牧学院学报,1994,15(1):1-9.

[4] 李济生,董淑琴. 玉米地上器官干物质积累运转及其分配的研究[J]. 北京农业科学,1985(2):19-21.

[5] 胡昌浩. 玉米栽培生理[M]. 北京:中国农业出版社,1995.

[6] Tollenaar M, Daynard T B. Effect of Source-sink relation on dry matter accumulation and leaf senescence of maize[J]. Plant Sci., 1982, 62: 855-860.

[7] Karlen D L, Flannery R L, Sadler E J. Dry matter nitrogen, phosphorus and potassium accumulation rate by corn on Norfolk loamy Sand[J]. Agron. J., 1987, 79: 649-656.

[8] 连艳鲜,李潮海,周苏玫. 高产玉米杂交种干物质生产与分配特征[J]. 河南农业科学,2003(7):7-9.

[9] 杨国虎,李建生,罗湘宁,等. 干旱条件下玉米叶面积变化及地上干物质积累与分配的研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2005,33(5):27-32.

[10] 周苏玫,李潮海,连艳鲜,等. 高产旱作玉米品种的光合性能及物质生产力研究[J]. 华北农学报,2001,16(3):68-73.

[11] 陈 军,戴俊英. 干旱对不同耐性玉米品种光合作用及产量的影响[J]. 作物学报,1996,22(6):757-762.

[12] Schoper J B, Johnson R R, Lamber R J. Maize yield response to increased assimilate supply[J]. Crop Sci., 1982, 22: 1184-1189.

[13] Tollenaar M, Daynard T B. Relationship between assimilate source and reproductive sink in maize grown in a short-season environment[J]. Agron. J., 1978, 70: 219-222.

[14] 董树亭,高荣岐,胡昌浩,等. 玉米花粒期群体光合性能与高产潜力研究[J]. 作物学报,1997,23(3):318-325.

(责任编辑:李万良)