

玉米和高粱干物质积累和产量形成特点比较

黄瑞冬 马鸿图

于学勇

(沈阳农业大学农学系, 沈阳 110161)

(辽宁省阜新县农科所, 阜新 123100)

摘要 在相同的生态条件下,进行了玉米和高粱干物质积累和产量形成特点的比较研究。玉米的干物质积累速度快于高粱,并且较早地进入直线增长阶段。玉米在干物质积累的直线增长阶段中,营养器官生长阶段较短,而高粱的营养器官生长阶段则持续时间较长。玉米子粒灌浆期长于高粱。两作物干重在营养器官上的差异均小于生殖器官上的差异,结果高粱的经济系数小于玉米。干物质的积累和分配与株高有密切的关系。植株越高营养体所占比例越大。全株干物质积累呈S形曲线发展,但用 Logistic 模型模拟不能真正反映干物质积累的双峰或多峰现象,应进一步研究更适宜的干物质积累模拟型。

关键词 玉米 高粱 干物质积累 产量形成 比较研究

玉米和高粱是世界和我国重要的粮食和饲料作物。在植物分类学上它们同属禾本科,二者具有相似的形态、生理、生化特性,但它们的生态适应性却有所差异。近几十年来,我国玉米面积逐渐扩大,高粱面积逐渐缩小。两种作物在生产上的这种时空变化的本质是由其生长发育的不同特点所决定的。从过去的诸多研究中我们虽然可以发现两种作物在生长发育特点上的异同,但尚缺乏在相同生态条件下的比较。本研究将在相同的条件下就两作物在干物质积累和产量形成方面的特点进行比较。

1 材料与方法

本研究于 1991~1993 年进行。试验材料选用当前生产上主要推广的玉米和高粱杂交种,包括高秆(玉米铁单 8 号,高粱 622A/S49)和中矮秆(玉米掖单 13,高粱 232EA/5-27)。处理因子包括密度和施肥水平,每种作物各设计了从低到高 5 种密度,施肥水平设高中低 3 种,三次重复。

主要测定项目包括各器官的干物质积累与分配,干物质生产结构特点,冠层消光系数等。根据玉米和高粱在以上生理指标上的变化特点,本文主要报道其在高肥和中密度条

件下的结果。

2 结果与分析

2.1 玉米、高粱干物质积累及模型

研究表明,玉米和高粱各器官干物质积累趋势大致相同,但其积累速率和各器官比例因作物和品种而异。出苗至拔节(出苗~出苗后 35 天左右)主要是叶和叶鞘的增加和积累。叶和鞘的干重在抽穗开花期(出苗后 65~70 天)达到高峰,以后变化不大,有的品种到成熟前略有上升。

茎秆干物质在拔节后增长迅速,高秆杂交种铁单 8 号玉米茎干重在整個一生几乎都处于上升趋势,只是在乳熟末期有所下降,以后又有回升;矮秆杂交种掖单 13 玉米茎的干重在开花期(出苗后 70~75 天)达到最大值,开花后至乳熟末期略有下降,蜡熟后有所回升。高秆高粱杂交种 622A/S49 茎干重在开花期后仍在迅速增长直至乳熟中期,乳熟后期其干重有所下降,蜡熟后期又迅速回升。矮秆杂交种 232EA/5-27 高粱茎秆比例较小,但其茎干重变化动态与 622A/S49 相似,亦是乳熟中期达到最高值,然后下降又回升。

玉米、高粱的穗分化开始于拔节前后,本研究中的玉米、高粱杂交种拔节期非常相似。但玉米首先进行的是雄穗的分化,雌穗开始分化的时间比雄穗晚 8~12 天,也就是说玉米雌穗分化的时间比高粱穗分化晚 10 天左右。然而,玉米雌穗结构简单,生长非常快,干物质积累水平高。高粱幼穗结构复杂,与茎、叶生长并进时间较长,干物质增长缓慢。

作物干物质的积累常用 Logistic 方程进行模拟^[1,2]。本研究中各杂交种干物质积累若用此方程模拟虽亦能达到 0.01 的拟合水平,但 Logistic 方程所描述的干物质增长曲线在大多数情况下并不能真实地反映作物总干物质重量的实际增长情况。因为此方程的速度曲线为一单峰曲线,这点与作物干物质积累所常见的双峰或多峰波动现象是不一致的。因此,对于双峰或多峰增长曲线的模拟还应做进一步的研究。

2.2 干物质分配与产量形成

从玉米、高粱器官干物质分配率可以看出,拔节前(出苗后 30 天左右)干物质主要用来形成叶和鞘,拔节后干物质向茎秆的分配比例逐渐增加,同时果穗也开始进入分化阶段。叶和鞘的干物质分配率在开花前后降到零左右,以后略有下降。叶鞘干物质分配率一般到成熟前还会有所回升,但叶片回升不明显。高秆玉米杂交种铁单 8 号茎的干物质分配率在开花后 10 天左右(出苗后 80 天)仍保持最高,其茎的干物质分配率一直到出苗后 110 天(乳熟中期)仍保持正值,即干物质数量还在增加,其分配率在蜡熟期曾下降到零以下,尔后又回升。矮秆杂交种掖单 13 茎的分配率在开花期就下降至零左右,乳熟期因茎物质外运而使干物质分配率下降到-20%左右,乳熟末期以后又有回升。高秆高粱杂交种 622A/S49 茎干物质分配率变化与高秆玉米杂交种趋势相似,即在乳熟中后期分配率才表现出负值,但下降的幅度大大高于玉米,达到-110%左右。矮秆高粱杂交种 232EA/5-27 茎的干物质分配率不同于矮秆玉米杂

交种,却与高秆高粱、高秆玉米杂交种相似,干物质增长时间较长。高粱茎叶干物质积累时间长是其经济系数低的重要原因。

玉米雌穗的分化晚于雄穗 10 天左右,在抽穗前穗干物质分配率较低,抽穗后逐渐增加。高秆玉米杂交种铁单 8 号穗干物质分配率在开花后大多数时间处于 100%以下,只有后期短时间地超过 100%;矮秆杂交种穗干物质分配率达到 100%以上的时间较长。高粱穗干物质分配率与高秆玉米相似,处于 100%以上的时间较短,但高粱穗干物质分配率变化幅度特别大,有的高达 250%以上,这可能是高粱子粒灌浆较快的原因之一。

由上面讨论的植物器官干物质分配率可知,玉米和高粱的子粒产量主要来自抽穗开花后的光合产物积累,虽然子粒产量的形成有来自茎、叶和鞘的物质转移,但均不是来自抽穗前的储存,特别是高粱茎秆干物质在开花后的很长一段时间内仍在增长,高秆玉米杂交种也是如此,只有矮秆玉米茎的干物质在开花后不久就停止增长。营养器官中干物质向子粒的转移量以茎最大、叶和鞘贡献较小,这与它们本身的重量也有关系。高粱营养器官干物质外运的比例较大。

玉米和高粱子粒产量的积累为 S 形曲线,用 Logistic 方程模拟均达到极显著水平。通过模拟计算出玉米铁单 8 号和掖单 13 子粒干物质积累最快时期分别在出苗后的第 95 天和 99 天,即开花后的 24 天和 29 天;高粱 622A/S49 和 232EA/5-27 子粒干物质积累最快时期分别在出苗的第 100 天和 105 天,即开花后的 17 天和 24 天。两作物子粒快速增重均发生在乳熟期。玉米子粒日增重高于高粱,且灌浆期较长。

2.3 玉米、高粱群体物质生产结构

用田间切片法测定了玉米杂交种掖单 13、沈试 26,高粱杂交种 232EA/5-27、622A/S49 的物质生产结构和冠层光分布。为了便于两作物比较,各作物均按 10 段切割。测定结果表明,玉米的光合部分占全株的

重量比例较小,在空间的分布较为均匀,田间透光态势良好,穗部相对辐射强度仍达到5%~20%,有利于穗部附近叶片的光合作用。两个玉米杂交种间虽有差异,但有相同的趋势。高粱的光合部分占全株的重量比例较大,尤其是232EA/5-27的叶片过于集中,太阳辐射在冠层内剧烈消减,在达到50%相对高度时,相对太阳辐射量已不足4%,而玉米有10%~20%。高粱群体冠层内太阳辐射消减快主要有两个原因。一是高粱群体LAI较玉米大;二是高粱的消光系数(K)较高,消光系数主要决定于叶的长相和分布。玉米掖单13株型紧凑,叶片上冲,消光系数最小,只有0.55;沈试26植株较高大松散,消光系数为0.71。高粱232EA/5-27植株矮叶片大而密集,消光系数最大,达到0.97;622A/S49植株较高,叶片分布较均匀,消光系数小于前者,为0.90。高粱叶面积指数虽然较大,但总的干物质明显少于玉米,说明玉米叶片的光合作用效率更高些,而高粱的中下部叶片由于处于低光照条件下,难以发挥作用。根据目前高粱栽培种的株型特点和高粱穗的强大伸缩性,高粱的种植密度不宜强调过大。

3 讨论

玉米和高粱各器官干物质积累趋势大致相同,但其积累速度和各器官比例因作物和品种不同而异。玉米在指数增长阶段虽然干物质增长缓慢,但与高粱相比,由于其原初种子重量高出高粱10倍左右,不仅使其干物质积累速度快于高粱,而且亦比高粱更早进入直线增长阶段。玉米在直线增长期间营养器官生长阶段相对高粱较短,高粱要完成较大营养体的生长,需要保持较长的营养生长阶段。开花以后玉米的子粒灌浆时间一般为50~60天,而高粱一般为45~50天左右。因此从干物质积累角度上看,玉米更具高产潜力。

高粱则应选择大穗大粒类型以充分利用灌浆期的物质生产。

在器官干物质分配上,同高粱相比,玉米的根、茎、叶和果穗都大于高粱,但二者在营养器官上的差异小于在生殖器官上的差异,特别是叶片的差异较小,茎的差异一般也小于果穗。因此,玉米比高粱有较大的经济系数。玉米茎干物质增长与株高关系密切,高秆杂交种茎干物质可持续增长到乳熟中期,而矮秆杂交种茎的干物质在开花期后基本不再增加。高粱杂交种则不论高秆和矮秆,茎干物质增长与高秆玉米相似,到乳熟中后期才停止增长,但矮秆高粱杂交种的茎秆比例仍然较小。因此,进一步降低株高,提高经济系数是高粱育种中值得注意的。玉米的叶片占全株的比例较高粱小,在空间的分布较为均匀,田间透光态势良好,并且具有较小的消光系数。高粱由于营养生长阶段较长,叶片更加繁茂,应注意节间均匀杂交种的选择,以避免叶片过分密集。

在进行干物质积累模拟时,通常多采用Logistic模型。然而该模型的干物质增长速度是一单峰变化曲线,即前期慢,中期快,后期又慢。虽然它基本上符合干物质增长的大趋势,但与干物质增长率所表现的双峰或多峰状态有所不同。因此有必要进一步研究作物干物质积累的适宜模拟模型。造成中期干物质增长的多峰或近于水平的增长,可能是因为此时的叶面积指数较大,对太阳辐射能的吸收不再增加;一段时间的阴雨天气和植物生长的某种内在节奏性。

参考文献

- 1 莫惠栋. 农业试验统计. 上海: 上海科学技术出版社, 1984, 446-453
- 2 李淮滨等. 千斤高粱干物质积累分配与产量形成. 作物学报, 1984, 10(2): 87-94