

文章编号: 1003-8701(2002)04-0013-06

谷子不同类型品种生育后期物质生产与转运^{*}

刘晓辉, 杨 明

(吉林省农业科学院, 吉林 公主岭 136100)

摘 要:由 26 个品种比较表明,新品种的子粒产量和经济系数比老品种高,生物产量二者相仿。不同栽培条件下,子粒产量、生物产量均表现为高秆弯穗品种高于矮秆直穗品种。而且高秆弯曲穗品种叶输出率高于矮秆直立穗品种,说明叶片不仅是光合器官,也是贮藏器官。茎鞘物质输出主要是叶鞘中的物质输出,茎秆中的物质不仅未输出,而且还要补充。新老品种和高秆弯穗品种子粒的干物质,全部都是抽穗后积累。矮秆直穗品种抽穗前积累的干物质有少部分转运到子粒中,产量大部分是来自抽穗后干物质的供给。不同类型品种和不同株型品种干物质积累的趋势一致。

关键词:谷子;物质生产;物质分配

中图分类号:S515.01

文献标识码:A

20 世纪 60 年代由于矮秆水稻和小麦的育成,促成了第一次“绿色革命”。此后谷子育种家曾设想通过矮化和改良株型育种来解决倒伏和高产的难题。在超高产育种的情况下,生物产量要有所突破,子粒产量才能有所创新。稻麦和玉米等作物的株型研究进行了多年,取得了丰硕的成果,尤其是水稻近年又研究出直立穗品种,在生产上得到应用,种植面积不断扩大,直立穗的高产显然与其品种特征和物质生产力有关。谷子的株型育种进展迟缓,60 年代以来育出的品种,抗病性提高,品质得到了改良,但单位面积的生产力提高的幅度不大,主推的品种是高秆披叶弯曲大穗。这种株型是否适应高产更高产的要求?为了探索这个问题,我们采用目前东北三省主推的不同类型高秆大穗谷子新老品种以及不同株型的谷子品种(品系),研究谷子抽穗前后的干物质积累以及物质运转和产量形成,揭示品种间生产力差异的内在原因和干物质积累的特点,为创造理想株型、构成合理群体、选育高产品种提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

选用东北三省过去和目前主推的不同类型新老品种各 13 个。老品种:四谷一、公谷 6、公谷 60、公谷 62、144、白沙 971、长谷 2、龙谷 23、铁谷一、朝谷 3、朝谷 7、九谷 2 和九谷 7;

新品种:四谷二、四谷 28、公谷 63、公谷 65、公谷 7、长谷 5、长 8710-1、龙谷 28、龙 93199、

收稿日期:2002-05-21

基金项目:国家“九五”科技攻关项目

作者简介:刘晓辉(1959-),女,沈阳市人,吉林省农科院作物所研究员,博士,主要从事谷子、高粱遗传育种和超高产理论研究。

* 吉林省作物学会第七届理事会推荐优秀论文。

铁谷五、铁 90-37、朝 92188 和九谷 10。

另外,选择由吉林省农科院作物育种研究所育出的生育期一致、株型不同的两个品种(系),即高秆弯曲穗披叶的优质高产新品种公谷 65 和矮秆直穗上直下披叶的高产新品系 142。

1.2 试验设计及方法

试验 I:不同类型的老品种共 26 个,随机排列,行长 4.5 m,行距 0.6 m,6 行区,3 次重复,密度每公顷 65 万株,种肥每公顷磷酸二铵 250 kg,追肥每公顷硝酸氨 75 kg,田间管理同大田生产。

试验 II:不同株型的两个品种,分别设每公顷 60、70、80 和 90 万株的 4 种密度,随机排列,行长 4.5 m,行距 0.6 m,8 行区,3 次重复,田间栽培管理同生产田。

试验 III:不同株型的两个品种,分别设高肥、中肥、无肥处理,施肥比例按 3:2:0 进行,两品种不同肥力处理随机排列,行长 4.5 m,行距 0.6 m,8 行区,3 次重复,密度每公顷 65 万株,田间栽培管理同生产田。

以上各处理在拔节期、孕穗期、抽穗期取样,以后每 7 d 取一次,每次每小区取 10 个单株,取回后立即在 105℃ 下杀青 30 min,然后将茎、叶鞘和穗分开烘干称重,成熟时每小区取 2 m²,待自然干燥后,称重、测产。

$$\text{抽穗后对产量的贡献率} = \frac{\text{成熟期总干重} - \text{抽穗期总干重}}{\text{成熟期穗干重} - \text{抽穗期穗干重}} \times 100\%$$

$$\text{抽穗后干物质的分配率} = \frac{\text{抽穗至成熟积累总干重} - \text{抽穗至成熟积累茎干物质}}{\text{成熟期穗干重} - \text{抽穗期穗干重}} \times 100\%$$

$$\text{抽穗前积累干物质转运率} = \frac{\text{抽穗至成熟积累产量} - \text{抽穗至成熟积累总干物质}}{\text{抽穗期的总干物质}} \times 100\%$$

$$\text{器官物质输出率} = \frac{\text{抽穗期干重} - \text{成熟期干重}}{\text{抽穗期干重}} \times 100\%$$

2 结果与分析

2.1 不同类型品种的产量

表 1 谷子不同类型品种的产量结果

肥力	密度 (万株/hm ²)	品种	穗粒重 (g)	千粒重 (g)	成粒率 (%)	经济系数	子粒产量		生物产量	
							(g/m ²)	(%)	(g/m ²)	(%)
中肥	65	老品种	17.13	2.902	78.30	0.326	603.3	100.0	1 853.0	100.0
中肥	65	新品种	20.33	3.006	80.52	0.396	635.6	105.4	1 607.3	99.7
高肥	65	142	16.86	3.131	79.50	0.321	529.8	100.0	1 649.3	100.0
高肥	65	公谷 65	17.31	3.004	79.03	0.294	565.5	106.7	1 925.7	116.8
中肥	65	142	15.57	3.098	77.05	0.281	422.6	100.0	1 504.0	100.0
中肥	65	公谷 65	16.76	2.913	76.62	0.282	514.9	121.8	1 826.2	121.4
无肥	65	142	14.31	3.077	67.09	0.303	395.8	100.0	1 305.4	100.0
无肥	65	公谷 65	15.46	2.860	75.34	0.272	470.2	118.8	1 726.2	132.2
中肥	60	142	11.66	3.139	93.56	0.366	369.1	100.0	1 007.5	100.0
中肥	60	公谷 65	15.18	2.965	78.87	0.414	538.7	145.9	1 300.1	129.0
中肥	70	142	11.54	3.120	80.88	0.387	500.0	100.0	1 291.6	100.0
中肥	70	公谷 65	13.39	2.845	83.85	0.390	613.1	122.6	1 571.5	121.7
中肥	80	142	11.44	3.149	86.93	0.393	565.5	100.0	1 440.1	100.0
中肥	80	公谷 65	12.30	2.944	77.22	0.371	595.2	105.3	1 603.4	111.3
中肥	90	142	11.16	3.096	53.60	0.308	508.9	100.0	1 654.8	100.0
中肥	90	公谷 65	12.05	2.906	77.72	0.317	589.3	115.8	1 859.4	112.4

注:新老品种的数据分别为 13 个品种的平均值。

将不同类型品种的产量列于表 1。结果表明,新品种子粒产量比老品种高,提高 5.4%,

生物产量与老品种相仿,经济系数高于老品种,新老品种经济系数分别为 0.396 和 0.326,说明新品种的高产是经济系数的提高,而生物产量并未增加。

在不同的栽培条件下,公谷 65 的子粒产量、生物产量均高于 142,这说明子粒产量再提高,必须要有较高的生物产量做基础,同时要兼顾经济系数的提高,也说明目前谷子高秆大穗在产量上还占有绝对优势,而秆高易倒是其致命的弱点。新育出的矮秆直穗品种虽然抗倒,株型改良后在光能利用上比较有利,但产量还不尽人意。研究认为,株型还需进一步改善,上三叶叶面积要扩大,叶质好而厚,生物产量还要有一定的提高。

2.2 各器官干物质输出率

从各器官物质输出的结果(表 2)看,老品种叶片的输出率比新品种高,公谷 65 叶片的输出率比 142 高,这可能是目前高秆大穗品种比矮秆直穗品种高产的原因之一。说明新老品种不同,株型不同,叶片的输出率不同,更说明叶不仅是光合器官,又是贮存器官。叶鞘的物质也向子粒输出,但比叶片少。142 叶鞘的输出率略高于叶片,这可能是 142 的叶鞘较厚,是品种本身的特点。茎秆的输出率为负值,而且值也较大,即开花后茎中的物质不仅未输出,反而还需干物质补充。

表 2 不同类型品种各器官干物质输出率

%

项 目	品 种	叶片	叶鞘	茎秆	茎鞘
不同类型	老品种	35.44	6.19	-47.71	-29.60
	新品种	24.42	1.77	-44.66	-28.99
不同株型	142	8.22	9.58	-21.72	-3.50
	公谷 65	31.18	10.91	-44.46	-29.71

一般研究生育后期物质输出,大都把茎鞘混为一体,并未说明茎秆和叶鞘各输出多少,只有笼统地说茎鞘物质输出率较高。本研究结果表明,茎秆中的干物质并未输出,主要是叶鞘中的物质转运到子粒中,对产量有一定的贡献。

2.3 抽穗前后的物质生产

由表 3 的分析可知,矮秆直穗品种 142 抽穗前积累的干物质有 3.11% 贡献给产量,而产量的 96.89% 来自于抽穗后物质的积累。这与水稻等作物抽穗前后对产量贡献的类型是一致的。新老品种和高秆弯穗品种公谷 65 子粒产量的物质来源全部都是来自于抽穗后的物质积累。前期的物质不但没供给子粒,反而抽穗后的干物质还要有一部分供给茎。所以无

表 3 抽穗前后物质生产及对产量的贡献

项 目	不同类型		不同株型	
	老品种	新品种	142	公谷 65
抽穗期总干重(g)	19.45	20.50	22.48	26.73
成熟期总干重(g)	41.30	46.62	45.25	62.42
抽穗至成熟积累总干重(g)	21.85	26.12	22.77	35.69
抽穗至成熟积累茎干重(g)	3.58	3.56	0.55	4.74
抽穗后干物质增长率(%)	112.34	127.42	101.29	133.52
抽穗期穗干重(g)	1.94	2.08	2.20	2.61
成熟期穗干重(g)	22.66	25.93	25.70	34.22
抽穗至成熟积累穗干重(g)	20.72	23.85	23.50	31.61
产量增长率(%)	106.53	116.34	104.54	118.26
抽穗后对产量的贡献率(%)	100.00	100.00	96.89	100.00
抽穗后茎重增长率(%)	5.45	9.52		12.91
抽穗前对产量的贡献率(%)	0	0	3.11	0
抽穗后干物质分配率(穗)(%)	88.18	94.59	94.55	97.91
抽穗后干物质分配率(茎)(%)	11.82	5.41	5.45	2.09
抽穗前积累的干物质转运率(%)	-5.81	-11.07	3.25	-15.26

注:干物质重量为 3 次重复平均值。

论是干物质增长率,还是产量增长率,抽穗后均成倍增加,这说明谷子在抽穗后仍是营养生长和生殖生长并进的。表明谷子抽穗后的植株生长发育良好,对谷子的高产是至关重要的。谷子前期生长缓慢,干物质积累少,对子粒产量无积累,也是谷子产量低的原因之一。因此,就抽穗前后干物质积累而言,如能育出前期有可观的干物质积累,后期干物质又都供给子粒,这样谷子产量会有更大的提高。

2.4 生育后期各器官干物质动态

2.4.1 总干物质积累(图略)

新老品种和不同株型的品种总干物质积累动态趋势一致,只是绝对量不同。新老品种干物质积累量相近,高秆弯穗品种干物质积累明显高于矮秆直穗品种。拔节到抽穗 14 d,是整个干物质积累过程中增长最快的时期,抽穗 14 d 开始灌浆,在整个灌浆期,总干物质逐渐增长,新老品种增长的速度相近,高秆弯穗品种增长的速度高于矮秆直穗品种,特别是灌浆后期增长更快,这与品种特征和群体环境有关,当抽穗后 56 d 时干物质达到最大值。

2.4.2 穗的干物质增长(图略)

从穗的干物质变化来看,穗干物质积累与总干物质积累趋势相同,但积累的速度快。抽穗时穗的干物质很少,各品种基本一样,开花时(抽穗 7 d)差异不大,灌浆开始(抽穗 14 d)以后,干物质迅速增加。灌浆前期穗干物质增长,新老品种与直穗品种相近,后期直立穗品种高于老品种,低于新品种。弯曲穗品种增长速率快,明显高于直立穗品种。抽穗后 56 d 达到最大值,这标志着子粒成熟。成熟后新老品种及直立穗品种,穗重基本不变,而高秆弯曲穗品种穗重稍有下降。

2.4.3 叶片和叶鞘的干物质动态(图略)

叶片和叶鞘干物质动态趋势一致,而且新老品种和不同株型品种动态也一致,新老品种叶片、叶鞘干物质绝对值也相近,不同株型的两个品种叶片、叶鞘干物质绝对值也相近,而且不同株型品种的叶片、叶鞘干物质的绝对值高于新老品种。叶片、叶鞘干物质积累在抽穗 7 d 达最大值,以后平稳下降,到成熟后仍有下降趋势,这可能与呼吸消耗有关系。

2.4.4 茎秆和茎鞘干物质动态(图略)

拔节时茎秆干物质很少,之后干重迅速增加,至抽穗 14 d 达到第一个峰值,然后比较平稳;子粒灌浆时,茎有少量积累。当子粒基本成熟时,茎秆成为贮藏中心,干重继续增加,达到第二个峰值,收获时干重略有下降。高秆弯穗品种积累量高于矮秆直穗品种,这是活秆成熟的特征,也是高产育种对矮秆直穗品种需要改进的性状。茎鞘干物质在抽穗 14 d 达最大值,以后逐步减少,成熟前又略有上升。

3 讨论

作物光合作用生产的干物质有 4 个分配去向:①抽穗前生产的干物质大部分用于营养器官的建成;②一部分暂贮于营养器官,抽穗后调运到穗部;③抽穗后生产的干物质绝大部分运往穗部;④抽穗后少部分贮存于茎中。因此,人们更注重抽穗后物质生产能力的提高。本研究结果显示,不同类型谷子品种的强大物质生产优势和库容优势,表现出具有较高的生产潜力,其物质生产优势集中表现在抽穗后对经济产量的贡献,这些特性向人们展现了株型改良、优势性状重组的良好前景。但是谷子品种光合产物向产量器官运输率低,叶片、叶鞘还有很大的输出潜力。抽穗后茎鞘内有大量物质积累,光合产物在茎秆中滞留率明显高于其它高产作物(水稻)。另外,谷子前期干物质积累少,生长缓慢,光能利用率低,后期积累的

干物质还要有一部分供给茎,充实机体,这两部分干物质的支出,影响子粒产量的增加,未能将物质生产优势有效地转化为经济产量优势,这就是谷子产量三低的原因之一。然而,从另一角度分析,茎秆中的物质输出少,有利于自身寿命延长,也有利于抗倒伏。正因为有较多养分滞留营养器官中,这也是谷草成为高营养价值饲草的原因所在。因而在改良株型的同时,注意提高前期干物质积累贮存于茎中,后期的干物质主要供给子粒,让后期茎秆中也保留适量的干物质,这样既高产,又抗倒伏,一举两得。因此,深入研究这些问题对于搞好谷子生产是十分有意义的。

谷子不同类型品种产量的提高,同时也伴随着经济系数的提高,如果谷子干物质转运良好,经济系数高,产量也不难取得明显的突破。因此,在保证一定生物产量的同时,提高转化率,从而提高经济产量。随着谷子株型的改良,产量潜力将进一步提高。超高产谷子物质积累的特点,应是前中期具有较大的干物质积累优势,后期物质能更多地转移到子粒中,光合产物运送到子粒的数量多、速度快,促使子粒增重,这是高产的植株形态与生理机能结合的结果。

参考文献:

- [1] 古世禄. 谷子抽穗后干物质积累与运转及不同叶位叶片对产量的作用. 谷子研究新进展[M]. 北京:中国农业科技出版社,1996.
- [2] 古世禄. 谷子(粟)产量构成因素主次关系的研究. 谷子研究新进展[M]. 北京:中国农业科技出版社,1996.
- [3] 段俊,等. 水稻结实过程中谷壳的作用及生理变化[J]. 生物学报,2000,26(1).
- [4] 高庆荣. 杂种小麦花后干物质积累转运动态的分配[J]. 作物学报,2000,26(2):163—170.
- [5] 贺明荣. 小麦开花后光合物质在不同穗位间的分配及其与穗粒重的关系[J]. 作物学报,2000,26(2):1990—1994.
- [6] 黄育民,等. 我国水稻品种改良过程库源特征的变化[J]. 福建农业大学学报,1998,27(3):271—278.
- [7] 李绍长,等. 作物源库理论的发展及其在生产中的应用[J]. 作物杂志,1998,(2):10—12.
- [8] 韩春雷,等. 水稻高产群体干物质积累动态及光合产物分配规律研究[J]. 辽宁农业科学,1998,(5):6—8.
- [9] 刘军,等. 大穗型水稻超高产产量形成特点及物质生产分析[J]. 湖南农业大学学报,1998,24(1):1—7.
- [10] 李木英,等. 两系杂交稻结实期茎鞘物质转运特性及其对子粒灌浆影响的初步研究[J]. 江西农业大学学报,1998,(3):296—302.
- [11] 杨建昌,等. 亚种间杂交稻光合特性及物质积累与运转的研究[J]. 作物学报,1997,23(1):83—87.
- [12] 马鸿图,等. 不同类型粒用高粱生产力及光合能力的比较研究[J]. 作物学报,1993,19(5):412—419.
- [13] 马鸿图,等. 不同高粱基因型生产力的研究[J]. 辽宁农业科学,1986,(1):5—9.
- [14] 戚昌瀚,等. 大穗型水稻的物质生产特性与产量能力的研究[J]. 作物学报,1989,12(2):121—127.
- [15] 徐正进,等. 水稻高产品种物质生产分析. 水稻高产理论与实践[M]. 北京:中国农业出版社,1994.
- [16] Tsunoda S A. developmental analysis of yielding ability in varieties of field crops · I. Leaf area per plant and leaf area ratio. Jap. J. Breeding, 1959,9(2—3):161—168.
- [17] Tsunoda S A. developmental analysis of yielding ability in varieties of field crops. II. The assimilation system of plants sa affected by the form, direction and arrangement of single leaves. Jap. J. Breeding, 1959,9(4):237—244.
- [18] Tsunoda S A. developmental analysis of yielding ability in varieties of field crops · III. The depth of green color and the nitrogen content of leaves. Jap. J. Breeding, 1960,10(2):107—111.
- [19] Tsunoda S. Form and function of high-yielding varieties. In T. Matsuo, ed. Form and function of rice. Tokyo, 1960, 179—228.
- [20] Tsunoda S A. developmental analysis of yielding ability in varieties of field crops. IV. Quantitative and spatial development of the stem system. Jap. J. Breeding, 1962, 12:49—56.
- [21] Tsunoda S A. developmental analysis of yielding ability in varieties of field crops. V. Development of the root system in length and weight. Jap. J. Breeding, 1963, 13(3):149—152.
- [22] Tsunoda S A. developmental analysis of yielding ability in varieties of field crops (English summary): Martzen, Tokyo, 1964.

- [23] Shible R M and Weber C R. Leaf Area, solar Radiation Interception and Dry Matter Production by soybeans. *Crop Sci.*, 1965, 5; 575—577.
- [24] Osade A. Relationship between photosynthetic activity and dry matter production in rice varieties, especially as influenced by nitrogen supply (English summary). *Bull. Nat. Inst. Agr. Sci. Japan, Ser. D.*, 1966, 14; 117—118.
- [25] Fischer K S. Studies of grain production in sorghum vulgare. II. Sites responsible for grain dry matter production during the post-anthesis period. *Aust. J. Agric. Res.*, 1971, 22; 39—47.

Dry Matter Production and Distribution after Heading between the Millet Varieties of Different Type

LIU Xiao-hui, YANG Ming

(*Crop Research Institute of Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling 136100, China*)

Abstract: According to 26 varieties studied. The grain yield and economic coefficient of new varieties were higher than those old varieties. The biomass of both kinds of varieties was smaller. The dry matter of leaves exported most to the grain. The leaves of varieties with high stem and curved panicle contributed more than those of varieties with short stem and erect panicle. Leaf sheath exported dry matter, while stem needed to take dry matter for growth. Dry matter in grains of varieties with high stem and curve panicle were all produced after heading. The varieties with short stem and erect panicle had partial dry matter in grain exported from shored matter before heading. The tendency was unanimous in dry matter accumulation between the varieties of different types.

Key words: Millet; Dry matter production; Dry matter distribution

吉林省作物学会第七届会员代表大会会议纪要

吉林省作物学会第七届会员代表大会于 2002 年 3 月 28 日召开了。会议在吉林省农业科学院玉米研究所学术报告厅举行, 会期一天, 与会代表 74 名, 代表不仅涵盖了全省各农业科研单位、大专院校, 而且新增加了民营研究院(所)、种子管理部门及种子公司的代表, 会议收到论文近 40 篇。

会议首先宣读了吉林省科协致大会的贺词, 接着由理事长孙寰研究员作了第六届理事会工作报告, 秘书长王彦丰研究员宣读本学会新的章程, 副理事长郭海鳌研究员宣布本届理事会推荐新理事人选名单。大会以举手表决方式一致通过了第六届理事会工作报告、新章程和第七届理事会组成。

大会邀请吉林农业大学副校长郭庆海教授作了“加入 WTO 对中国农业的挑战与机遇”的专题报告。最后, 会议分专业组活动, 会上宣读了论文, 并对大家关注的问题进行广泛深入的交流。在会后进行优秀论文评选, 颁发证书。

会议期间同时召开了第七届第一次全体理事会会议, 选举产生了新的理事长、副理事长、秘书长、副秘书长(具体见封四)。大会最后由新当选的理事长苏君研究员作了“努力进取, 做好吉林省作物学会工作”的报告。

大会代表一致表示: 这次吉林省作物学会代表大会的召开很有成效, 获益匪浅, 既换届选举产生了新的理事会, 又进行了广泛而深入的学术交流, 不论对于代表自身业务水平的提高, 还是对促进吉林省农业的科技进步及学会更好的开展工作都具有重大的意义。