

[文章编号]1000-2782(2000)03-0040-05

# 高粱理想株型研究

S514.01

## I 高粱理想株型的人工模拟

S514.03

孙守钧<sup>1,2</sup>, 张云华<sup>1</sup>, 曹秀云<sup>1</sup>, 裴中有<sup>1</sup>, 吕文彦<sup>1</sup>, 马鸿图<sup>1</sup>

(1 沈阳农业大学 农学系, 辽宁 沈阳 110161;

2 天津农学院 农学系, 天津 300384)

**[摘要]** 利用两个不同基因型高粱分别进行人工改型, 以求最佳株型结构。结果表明, 改型后对产量有显著的影响, 两品种产量最高的株型结构分别比对照增产 31.85% 和 58.79%。其高产株型结构特征是上部 1~4 片叶紧凑上冲, 或上部 1~6 片叶直立上冲, 而下部叶片披散。其高产株型在千粒质量、粒梗比、穗粒质量、经济系数等方面均有所提高。

**[关键词]** 高粱; 理想株型; 人工模拟; 产量; 人工改型

**[中图分类号]** S514 **[文献标识码]** A

关于理想株型的研究在许多作物上都相继开展起来, 并在水稻和玉米上得到了实现<sup>[1,2]</sup>, 使粮食产量有了飞跃性提高。但在高粱上有关理想株型的研究所见甚少, 迄今研究比较多的仅限于株高, 一致认为中矮秆较理想, 并已成定论且在育种实践中应用。而对构成株型主要因素的叶片性状、着生姿态以及叶倾角等性状对产量的作用, 所见报道不多。McCree 用不同株型高粱品种研究认为<sup>[3]</sup>, 直立叶片比平展叶片在高密度下有较高的光合速率及地上部干物质产量, 而黄瑞冬等<sup>[4]</sup>研究认为, 高叶向值并未显示出产量上的优势, 这些研究均未排除其中基因型差异的影响。从严格意义上讲, 欲确定株型对产量的作用, 应该用等基因系, 但这对目前的研究工作来说, 无疑是个难题。因此, 用人工改型就显得很有必要。本研究利用两个不同基因型高粱分别进行人工改型, 以求获得最佳株型结构。

## 1 材料和方法

本试验于 1997 年和 1998 年分别在沈阳和通辽进行, 本文只分析在通辽的试验结果。

### 1.1 试验设计

用敖杂 1 号(株型特征是: 株高 160 cm, 上部 1~6 片叶平均叶长 64.8 cm, 叶宽 9.1 cm, 平均茎叶夹角 53.4°, 叶片最大开张幅宽 90.3 cm), 折梁 52(株型特征是: 株高 165 cm, 上部 1~6 片叶平均叶长 56.0 cm, 叶宽 9.2 cm, 平均茎叶夹角 60.1°, 叶片最大开张幅宽 98.6 cm) 两个品种(系), 分高密度区和正常密度区种植。高密度区密度为 18 株/m<sup>2</sup> (行距 0.55 m, 株距 0.1 m), 正常密度区密度为 11 株/m<sup>2</sup> (行距 0.55 m, 株距 0.16 m)。在抽穗期对高密度区用自制网袋进行吊叶及剪叶等改型处理。对高密度区设 8 个处理, 分别

[收稿日期] 2000-01-21

[作者简介] 孙守钧(1961—), 男, 副教授。

是:①吊4叶10 cm(即将上部4片叶用相应网袋套起,并控制叶片开张幅宽10 cm,即茎叶夹角 $15^\circ$ ,叶片直立,其处理方法下同),简记为吊4-10;②吊4叶30 cm(茎叶夹角 $30^\circ$ ),简记为吊4-30;③吊6叶10 cm,简记为吊6-10;④吊6叶30 cm,简记为吊6-30;⑤横剪上4叶片 $1/2$ ,简记为横4- $1/2$ ;⑥横剪全株叶片 $1/2$ ,简记为横全- $1/2$ ;⑦纵剪上4叶片 $1/2$ ,简记为纵4- $1/2$ ;⑧高密度区对照(不处理区)。对正常密度区不改型只做对照,即⑨正常密度对照。每个处理设3行区,行长8 m,3次重复,管理同生产田。

## 1.2 测产考种

成熟期取处理中间行,行两端各去掉5株,其余整株采下收回,待完全干燥后测生物产量和籽粒产量。考种时把全部材料的穗分上、中、下3个部分,分别测千粒质量和粒梗比,然后,测穗粒质量。

## 2 结果与分析

### 2.1 改型对籽粒产量的影响

通过对两个品种9种不同株型结构籽粒产量的分析,结果表明(表1),吊4-10(处理①)在两品种中均获得最高产量,其中敖杂1号可达 $12.75 \text{ t/hm}^2$ ,比高密度对照(处理⑧)提高31.85%,比正常密度对照(处理⑨)提高25.61%;忻梁52可达 $13.10 \text{ t/hm}^2$ ,比高密度对照提高58.79%,比正常密度对照提高22.77%。其次是吊6-30(处理④),也表现出了较高的产量,特别是敖杂1号,比对照增产达到显著水平。忻梁52因后期发生叶病,且在高密度区严重,因此,吊叶处理产量受到一些影响,但也反映出改型的效果。处理②因叶片开张角度大而未表现出最高的产量,但两品种仍比高密度对照分别高出3.10%和22.20%。处理③可能是因叶片互相遮蔽而影响了产量,但敖杂1号仍比对照产量高。

表1 改型对籽粒产量的影响

$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$

处理	敖杂1号	忻梁52	处理	敖杂1号	忻梁52	处理	敖杂1号	忻梁52
①	1.275 a	1.310 a	④	1.268 a	1.050 a	⑦	1.072 b	1.015 b
②	0.997 b	1.008 b	⑤	1.075 b	0.875 b	⑧	0.967 b	0.825 b
③	1.065 b	0.776 b	⑥	0.772 b	0.668 b	⑨	1.015 b	1.067 a

注:相同字母表示没有达到5%的显著差异水平(Duncan氏新复极差测验法),下表同。

由表1可见,改变叶面积和叶型对产量也有影响,横4- $1/2$ (处理⑤)和纵4- $1/2$ (处理⑦)均比对照高,而且在敖杂1号上表现极明显,但降低全株叶面积对产量不利(处理⑥)。

综上所述可见,通过株型的改良可以提高产量,增产幅度有可能超过杂种优势的作用,这应是今后高粱单位面积产量再上新台阶的突破口。但改型对产量影响的原因,还需要对其产量构成进行进一步分析。

### 2.2 改型对产量构成因素与产量关系的影响

2.2.1 粒梗比对产量的影响 本文用粒梗比(粒梗比=粒质量÷(枝梗质量+壳质量))来反映单位枝梗(含壳)所能载荷的籽粒质量,即同化产物的受容效率,也反映出库容的大小。分析得知,两品种的粒梗比与产量存有显著的正相关(敖杂1号 $r=0.760^*$ ;忻梁52 $r=0.861^{**}$ )。多数处理穗中位的粒梗比最高,其次是上部,下部最低,这与正常密度对照(处理⑥)相同(表2)。这除与品种有关外,还受到源、流、库的影响,即同化产物的生产能

力、向穗中位的运输能力以及籽料库的受容能力。在同一品种中,应该说流及库没有太大差异,改型只是源的改变,即使同化产物的生产能力改变。从两品种不同穗位粒梗比比较中看出,处理①的粒梗比较高。在相同叶面积指数的处理①②③④中,处理①最高,而处理③最低;在改变叶面积的处理⑤⑥⑦中,似乎使叶片变窄(处理⑦)更理想一些,若使叶片变短则前期生产能力较高,而后期生产下降。以上结果两品种均表现一致。

表 2 改型对粒梗比的影响

处理	敖杂 1 号				忻梁 52			
	上	中	下	平均值	上	中	下	平均值
①	6.14	6.46	6.30	6.30	4.67	5.85	4.46	5.00
②	5.00	5.45	4.71	5.05	4.51	5.02	3.52	4.35
③	4.95	5.29	4.35	4.86	3.95	4.03	3.08	3.68
④	5.30	5.62	5.17	5.36	4.56	4.03	3.10	3.90
⑤	6.09	5.23	4.78	5.33	4.26	4.32	3.37	3.98
⑥	5.31	5.06	4.59	4.98	3.89	3.66	2.68	3.78
⑦	5.25	5.80	5.25	5.43	4.46	4.90	4.06	4.47
⑧	5.17	5.58	4.78	5.18	4.29	5.13	3.41	4.28
⑨	5.67	6.08	5.29	5.68	4.43	4.81	3.83	4.36

2.2.2 改型对千粒质量的影响 分析表明,不同株型结构千粒质量与产量有正相关关系,说明株型改变千粒质量也随之改变,特别是大粒型品种(忻梁 52)的这种变化尤为显著( $r=0.856^{**}$ )。从两品种不同穗位千粒质量的变化可以看出(表 3),忻梁 52 正常密度对照(处理⑨)是自上向下粒质量降低,而且所有处理与其表现一致。而敖杂 1 号的千粒质量变化,处理间不尽相同,表明源的形态改变对粒质量影响也较大,但大部分处理与正常密度对照是一致的,即自上而下粒质量升高。在全部处理中,处理①在两品种的平均千粒质量上均表现出了最高值。在改变叶面积的处理⑤⑥⑦中,敖杂 1 号是上部 4 片叶变短(处理⑤)或变窄(处理⑦)均不降低粒质量或粒质量有所提高,而对忻梁 52 则是把叶片变窄不会降低粒质量,表明品种不同,叶面积或叶形对粒质量的影响也不同。一般来说,一个品种不同穗位籽粒的相对大小是较稳定的,但从本研究看,这也是可以改变的,只要源足则可在一定程度上增加粒质量。

表 3 改型对千粒质量的影响

g

处理	敖杂 1 号				忻梁 52			
	上	中	下	平均值	上	中	下	平均值
①	24.0	27.0	29.3	26.8	37.5	35.5	30.5	34.5
②	22.0	24.0	24.5	23.5	34.7	31.7	30.0	32.1
③	20.7	23.0	24.3	22.7	26.0	24.3	19.7	23.3
④	22.3	25.0	24.0	23.8	31.0	25.7	22.0	26.2
⑤	24.0	25.3	26.0	25.1	29.5	27.5	22.5	26.5
⑥	23.5	24.5	23.0	23.7	26.0	20.0	17.6	21.2
⑦	26.4	25.3	25.1	25.6	35.6	29.7	25.2	30.2
⑧	25.0	23.5	23.5	24.0	35.1	29.1	24.2	29.5
⑨	23.6	24.7	27.0	25.1	34.0	30.0	26.3	30.1

2.2.3 改型对单穗粒质量的影响 产量由单位面积穗数和穗粒质量构成,在单位面积穗

数一定时,产量的提高就只有靠提高穗粒质量;或保证粒质量的前提下尽可能提高单位面积穗数,但往往两者存在负相关关系。所以,株型育种的目的,就在于提高单位面积穗数的情况下,穗粒质量也相应有所提高或不降低。从本试验结果看(表4),正常密度当然有利于单穗粒质量的提高,而在高密度情况下单穗粒质量也因株型不同而有所不同。因此,株型改良可以改善单穗粒质量,适宜的株型有利于穗质量的提高,如吊4-10处理(处理①),就高出对照(处理⑧)32.0%。其他大部分处理也不同程度比对照高。

表4 改型对穗粒质量的影响

g

处 理	敖杂1号	忻梁52	处 理	敖杂1号	忻梁52	处 理	敖杂1号	忻梁52
①	64.7 b	62.6 b	④	64.0 b	50.6 c	⑦	53.4 c	50.0 c
②	55.0 c	57.5 b	⑤	52.6 c	49.5 c	⑧	49.0 cd	46.0 cd
③	54.0 c	39.4 d	⑥	46.0 d	40.0 d	⑨	86.6 a	72.0 a

2.2.4 改型对经济系数的影响 改型对经济系数的影响,处理间有显著的差异。从表5可见,在全部处理中,吊4-10(处理①)处理的经济系数在两品种中均表现出最高值,说明如果上部4片叶直立也会使经济系数提高。在改变叶片状态的4个处理中,吊4-10(处理①)和吊6-30(处理④)在两品种中均依次较高;而在改变叶面积的3个处理中,横全-1/2(处理⑥)经济系数最低,虽然减少了营养体,也未使经济系数提高。说明适宜的株型结构,不但使籽粒产量提高,而生物产量也会相应提高,这才是高产的真正原因。从高密度对照(处理⑧)和正常密度对照(处理⑨)上看出,两品种的经济系数在高低密度上的反映并不一致,敖杂1号正常密度经济系数低,而忻梁52则相对高,体现了不同品种对密度的反映不同。

表5 改型对经济系数的影响

处 理	敖杂1号	忻梁52	处 理	敖杂1号	忻梁52	处 理	敖杂1号	忻梁52
①	0.349 a	0.376 a	④	0.341 ab	0.322 bc	⑦	0.316 cd	0.353 ab
②	0.316 cd	0.298 cd	⑤	0.322 bc	0.260 de	⑧	0.339 ab	0.258 de
③	0.335 ab	0.243 e	⑥	0.307 cd	0.255 de	⑨	0.297 d	0.374 ab

### 3 结论与讨论

对作物理想株型理论,国内外论述颇多,但大多都集中在现有品种的冠层或叶片及姿态上<sup>[6~10]</sup>,所以仍有许多问题尚未澄清,诸如不同作物理想株型模式的确定方法、理想株型与环境的关系、理想株型与基因型的关系等。现已知道,即使是同一种作物的理想株型也会因环境而改变,从本研究看,相同作物、相同环境也会因品种不同而略有差异。所以利用不同基因型的株型表现来确定理想株型必失之偏颇。利用同一种基因型,人工改变其植株形态,可剔除基因型的影响,这在其他作物上也有过报道<sup>[11]</sup>,但在高粱上未曾见过报道。本研究采用控制叶片开张幅度和改变叶型的人工改型手段,用两个品种相互对照,其结果证明,改型对产量有显著影响,不同株型确有不同产量表现。通过对7种改型与对照比较得知,在中矮秆品种基础上,上部4片叶紧凑上冲,或上部6片叶上冲,下部叶片正常披散是获得高产的株型。此结论在两品种上都得到了印证。

高产株型之所以在产量上有所提高,除穗数增加外,在产量构成因素上也相应提高,如千粒质量、粒梗比、穗粒质量及经济系数等。这种改型效果在增加粒质量方面,在不同环境条件下都有效果(两地试验结果证实)。因此,育种上可以此为粗略蓝图,各地区对其稍加改动,可能就会得到一个理想的株型,从而进一步提高高粱产量。

#### [参考文献]

- [1] 杨守仁. 水稻高产栽培及高产育种论丛[M]. 北京: 中国农业出版社, 1990. 162—229.
- [2] 李登海. 对我国夏玉米亩产 900~1000 公斤高产品种选育目标的探讨[J]. 作物杂志, 1994, 1: 1—2.
- [3] 辽宁农业科学院. 中国高粱栽培学[M]. 北京: 农业出版社, 1988. 67.
- [4] 黄瑞冬, 马鸿图. 高粱若干株型性状与产量关系的研究[J]. 沈阳农业大学学报, 1996, 27(3): 211—216.
- [6] Trenbath B R, Angus J F. Leaf inclination and crop production[J]. Field Crop Abstracts, 1975, 28(5): 231—244.
- [7] 曾浙荣, 赵双宁, 李 青. 北京地区高产小麦品种的冠层形成、光截获和产量[J]. 作物学报, 1991, 17(3): 161—170.
- [8] 曾浙荣, 赵双宁, 台建祥, 等. 北京地区高产小麦冠层形成和结构及其生理基础的研究[J]. 中国农业科学, 1994, 27(3): 30—37.
- [9] 张艳敏, 李晋生, 钱维朴, 等. 小麦冠层结构与光分布研究[J]. 华北农学报, 1996, 11(1): 54—58.
- [10] 许为钢, 胡 琳, 姚建华, 等. 关中地区小麦品种株型变化的研究[J]. 西北农业大学学报, 1996, 24(6): 20—24.
- [11] 王庆成, 牛玉贞, 徐庆章, 等. 株型对玉米群体光合速率和产量的影响[J]. 作物学报, 1996, 22(2): 233—227.

## Studies on ideal plant type of sorghum

### 1 Artificial simulation of ideal sorghum plant type

SUN Shou-jun<sup>1,2</sup>, ZHANG Yun-hua<sup>1</sup>, CAO Xiu-yun<sup>1</sup>,  
PEI Zhong-you<sup>1</sup>, LU Wen-yan<sup>1</sup>, MA Hong-tu<sup>1</sup>

(1 Department of Agronomy, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110161, China;

2 Department of Agronomy, Tianjin Agricultural College, Tianjin 300384, China)

**Abstract:** The best construction of plant type was studied through man-made chagement of plant type for two different genotype sorghums. The result showed that changing the plant type had significant effect on yield, and compared with CK, the yield of best plant type for the two varieties increased by 31. 85% and 58. 79% respectively. The plant type construction for high yield was characterized by keeping upper 1—4 leaves erect and arranged tightly or the upper 1—6 leaves erect, while the lower leaves hang down loosely. For high yielding plant type, 1 000 grain weight, grain/stem, grain yield/panicle and economic coefficient etc, were increased to some degrees.

**Key words:** sorghum; ideal plant type; simulation