

# 高秆矮秆谷子根的遗传、分布差异及根与产量有关性状的相关研究\*

籍贵苏 杜瑞恒

张喜英

(河北省农林科学院谷子研究所, 石家庄 050031)

(中国科学院石家庄现代化研究所, 石家庄 050021)

**摘 要** 对谷子根部性状的遗传及根的地下分布研究结果表明, 成熟期高秆、矮秆材料的根重、根伤流液大小均是受遗传控制的性状。高秆材料的根条数明显地高于矮秆材料。谷子的根部性状与产量及与产量关系密切的性状之间存在着相关关系。根条多、根重大、后期根伤流液大小适中对植株的产量及产量相关性状的形成非常有利。根系大、在耕作层的分布范围广、后期根活力大、不早衰是高秆材料在产量上明显优于矮秆材料的主要原因。

**关键词** 谷子 高秆 矮秆 根 遗传 分布 相关

谷子的根系对其生长发育及产量形成起着非常重要的作用。谷子的栽培措施多是围绕促进根系发育而形成。以往在谷子性状遗传及相关的研究上, 对地上部的性状分析较多<sup>[1~3]</sup>, 而对根条、根轮等与产量相关关系和对根的后期活力及高矮秆根系分布研究较少。目前谷子育种处于爬坡阶段, 要在产量上有新的突破, 从根系着手进行遗传研究是非常必要的。本研究对不同株高的谷子根部性状的遗传及其分布进行分析, 并作了根与产量及产量有关性状的相关研究, 旨在弄清高矮秆谷子的遗传及分布特点, 了解根系与产量有关性状之间的关系, 为谷子的育种及生产提供理论依据。

## 1 材料和方法

供试材料均为夏谷区生产上推广的品种(系)。高秆组有 181、8337、宁 229、高 39、青丰谷、豫谷 1 号。株高在 105~125 cm, 叶片披散, 穗于顶部弯曲下垂。矮秆组材料有矮 88、麦谷 1 号、矮宁黄、辽水、737 青、交 176, 株高在 60~80 cm, 植株紧凑, 叶片上冲或披散, 穗直立于顶或弯曲。把高秆、矮秆组的材料综合起来进行统计构成混合组。

试验材料随机排列, 4 次重复, 于 1994 年 6 月 24 日播于河北省农林科学院谷子所试验地。小区行长 2.3 m, 行距 0.35 m, 6 行区, 每  $\text{hm}^2$  留苗 67.5 万株。生育期间施行一般的田间管理措施, 成熟时去除边行和地头, 实收同样大小的面积进行测产。收获前, 每小区取样 10 株进行室内考种。数取根轮、根条、烘干称重。测定株高、穗长、穗粒重、码数、出谷率、千粒重、剑叶重、茎节数。

出苗-抽穗日数: 抽穗期在小区中间取 10 株进行挂牌, 记载每株的抽穗日期, 然后计算每

1997-08-25 收稿。

\* 河北省自然科学基金资助项目。

小区的出苗 抽穗日数平均值。

伤流液测定: 按一般的伤流液收集及测定方法进行<sup>[4]</sup>。

根的分布测定: 1996 年于栾城农业系统试验站进行。成熟时用根钻每小区取 4 点测定不同深度及行内行间的根系, 用截线法测定根长。

用方差分析方法对每组各性状进行显著性检验, 计算每个性状的遗传力及相关<sup>[5]</sup>。

2 结果与分析

2.1 根部性状及其它性状的遗传分析

2.1.1 性状在不同组型中的方差显著性检验 对不同组型的根部性状及其它性状进行方差分析及性状差异显著性检验(表 1)。由表 1 可见, 根重在不同组型的材料中均达到了显著水平。说明根重是受遗传控制的性状。根条数在矮秆组和高秆组中差异不显著, 而在混合组中达到了显著性的差异, 说明不同矮秆材料之间和高秆材料之间的根条数差异不大, 而在高矮秆材料之间存在着遗传上的差异。根轮数在高秆组中达到了 5% 显著水平, 在矮秆组中和混合组中不存在遗传上的差异。三组材料的伤流液均达到了显著水平, 说明根的活动力大小在不同矮秆材料之间、不同高秆材料之间以及在高矮秆材料之间均存在着遗传上的差异。

表 1 根及其它性状的方差显著性检验结果

组型	根重 (g)	根条 (个)	根轮 (个)	伤流 (g/cm <sup>2</sup> )	株高 (cm)	穗长 (cm)	穗粒重 (g)
矮秆组	7.056 <sup>* *</sup>	—	—	3.911 <sup>*</sup>	38.604 <sup>* *</sup>	59.563 <sup>* *</sup>	5.695 <sup>* *</sup>
高秆组	6.116 <sup>* *</sup>	—	4.564 <sup>* *</sup>	3.654 <sup>*</sup>	20.683 <sup>* *</sup>	11.059 <sup>* *</sup>	—
混合组	8.346 <sup>* *</sup>	4.647 <sup>* *</sup>	—	6.595 <sup>* *</sup>	320.218 <sup>* *</sup>	39.662 <sup>* *</sup>	5.093 <sup>* *</sup>

组型	码数 (个)	千粒重 (g)	出谷率 (%)	剑叶重 (g)	茎节数 (个)	出苗 抽穗日数	小区产量 (kg)
矮秆组	—	7.112 <sup>* *</sup>	—	—	—	18.416 <sup>* *</sup>	6.468 <sup>* *</sup>
高秆组	—	42.102 <sup>* *</sup>	5.538 <sup>* *</sup>	20.000 <sup>* *</sup>	14.536 <sup>* *</sup>	110.010 <sup>* *</sup>	—
混合组	3.500 <sup>*</sup>	22.744 <sup>* *</sup>	—	—	7.049 <sup>* *</sup>	45.106 <sup>* *</sup>	55.440 <sup>* *</sup>

\* 5% 水平上显著   \* \* 1% 水平上显著

其它性状: 株高、穗长、穗粒重、千粒重、出苗 抽穗日数, 在高秆组中和矮秆组中差异均显著。码数在高秆组中和矮秆组中没有显著差异, 而在混合统计组中差异显著。剑叶重和出谷率只有在高秆材料中有遗传上的差异。在高秆组和混合组中差异显著的性状只有茎节数。

小区产量在矮秆组中达到了差异显著, 这意味着矮秆组的几个材料在产量上存在着遗传上的差异, 高秆组产量差异不显著, 说明本次采用的高秆材料在产量上是处于同一水平的。而混合组产量的差异显著性与高秆组产量明显地高于矮秆组的产量有关。

由表 1 还可以看到, 在考察的根及其它性状中, 高秆材料达到差异显著的性状多于矮秆材料。并且高秆材料的产量差异不显著。说明高秆材料之间性状差异大, 不同的性状组合都可以达到同一产量水平。这种产量构成模式是其稳产性强、适应性广的重要原因。矮秆材料的较少性状差异显著性则说明矮秆材料在很大程度上存在着相似性。比较相近的性状构成对其稳产性及适应性都不利。因此, 高秆材料在稳产性和适应性上要优于矮秆材料。

2.1.2 根及其它性状在高矮秆材料中的遗传力 由表 2 可见,在根部性状中,根重的遗传力最高,矮秆组的为 61.88%,高秆组为 56.21%。根的活力-伤流液的遗传力最低,矮秆组的为 42.12%,高秆组为 39.89%。根轮数在高秆材料中的遗传力也较低(47.39%)。因此,从总体上看,根部各性状的遗传力都较低,这对育种上的遗传选择很不利,环境条件的好坏对根的大小和活力影响很大。所以育种上对根系的选择应严格控制在同一环境条件下进行。而在谷子的田间管理上采用适当的栽培措施,改善环境条件,较易形成发达的根系。

在矮秆组中,差异显著的性状遗传力较高的有株高、穗长和出苗-抽穗日数,说明这几个性状遗传较稳定。穗粒重、千粒重和小区产量的遗传力较低。这不利于育种上对这几个性状的选择,而有利于栽培上采取措施。

表 2 根及其它性状在高矮秆材料中的遗传力 %

组型	根重(g)	根条(个)	根轮(个)	伤流(g/cm <sup>2</sup> )	株高(cm)	穗长(cm)	穗粒重(g)
矮秆组	61.88±19.88	—	—	42.12±23.72	90.40±6.51	93.40±4.58	54.00±22.00
高秆组	56.21±27.73	—	47.39±30.03	39.89±31.12	83.11±13.91	71.55±21.10	—

组型	码数(个)	千粒重(g)	出谷率(%)	剑叶重(g)	茎节数(个)	出苗-抽穗日数	小区产量(kg)
矮秆组	—	60.32±20.35	—	—	—	94.57±3.80	57.75±21.08
高秆组	—	90.18±8.57	55.56±27.94	81.90±14.75	76.93±17.99	96.46±3.25	—

在高秆组中,遗传力较高的性状有株高、穗长、千粒重、剑叶重、茎节数和出苗-抽穗日数。高秆材料中的这些较多性状的高遗传力出现,说明了高秆材料的遗传稳定性较高。这再次证明了高秆材料具有遗传稳定性强,适应性广的特点。

2.2 根与产量及其它性状的遗传相关

2.2.1 根及其它性状与产量的遗传相关分析 由图 1 可见,矮秆组中根部性状与小区产量的相关不显著,这与矮秆材料的遗传差异小有关。对混合组分析则发现,除性状差异不显著的根轮数外,其它根部性状与产量性状均有显著的正向遗传相关。相关系数分别为:根重 0.6410,根系 0.8106,伤流 0.5602。这说明条数多、重量大及活力强的根,有促成高产的作用。株高、穗长、穗粒重无论是在矮秆组,还是在混合组都与产量成正向的遗传相关。而千粒重在矮秆组中,出苗-抽穗日数在混合组中与产量之间有负向的遗传相关。这是与夏谷生育期短,不适于以大粒攻产量有关。苗期发育快、抽穗早、后期灌浆时间长,是夏谷高产的一个有利条件。

2.2.2 根与产量相关性状之间的相关分析

由表 3 可见,在矮秆组中,根重与株高、穗长、穗粒重成显著的正的遗传相关和表型相

图 1 根部性状及其它性状与产量的相关示意图

关,而与千粒重和出苗-抽穗日数成负的遗传相关和表型相关。这与产量与这几个性状的相关方向相同。说明大的根系利于产量相关性状的形成,从而有利于产量的形成。伤流液与株高、穗长、千粒重和出苗-抽穗日数均呈显著的、正的遗传相关。而产量与千粒重呈负的遗传相关,与出苗-抽穗日数无相关。所以,育种上不能只强求根的伤害液大小,因为抽穗晚、贪青晚熟容易形成较多的伤流液。收获前适当大小的伤流液、籽粒正常成熟,才是高产育种的选择目标。在矮秆组中还可以看到根伤流液与穗粒重有显著正向的环境相关和表型相关。这说明对矮秆材料的品种通过改善环境条件、采用有效的栽培措施进行延缓根系衰老的同时,还可以增加穗粒重。在混合组中,根重、根条和根伤流液与株高、穗长、穗粒重之间成显著正向遗传相关。而株高、穗长、穗粒重与产量亦呈显著的正相关。从而说明,大的根系、多的条数及适当强的活力的根是促成谷子高产的有利条件。由此可见,谷子根在其产量形成中是非常重要的因素。

表 3 根与产量相关性状之间的相关系数

组	型	株高 (cm)	穗长 (cm)	穗粒重 (g)	千粒重 (g)	出苗- 抽穗日数
矮秆	根重 (g)	$r_e$ 0.1860	0.0043	0.3769	-0.4312*	0.0295
		$r_g$ 1.0023**	1.0002**	0.8120**	-0.9665*	-0.7329**
		$r_p$ 0.9432**	0.8936**	0.6846**	-0.4732*	-0.4540
组	伤流 (g/cm <sup>2</sup> )	$r_e$ 0.0343	0.1971	0.8990**	0.2258	0.1114
		$r_g$ 0.4894*	0.4667*	0.0771	0.4780*	0.9899**
		$r_p$ 0.1655	0.1847	0.4197*	0.2388	0.3232
混	根重 (g)	$r_e$ 0.2241	0.5113**	0.5821**	0.2048	-0.2052
		$r_g$ 0.6799**	0.7407**	0.6427**	-0.1648	-0.0250
		$r_p$ 0.5727**	0.6714**	0.6102**	-0.0793	0.0528
合	根条 (个)	$r_e$ 0.0491	-0.2677	-0.0914	0.0850	-0.0412
		$r_g$ 0.6354**	0.9138**	0.9757**	-0.0986	-0.1194
		$r_p$ 0.2804	0.3198*	0.2608	-0.0106	0.0621
组	伤流 (g/cm <sup>2</sup> )	$r_e$ -0.0483	-0.2016	-0.5097**	0.7376*	0.1251
		$r_g$ 0.7116**	0.5026**	0.4666**	-0.2208	0.0827
		$r_e$ 0.5290**	0.3207*	0.0267	0.0329	0.0837

\* 5% 水平上显著 \*\* 1% 水平上显著。

2.3 高矮秆材料根系的地下分布

收获前分别对矮秆材料和高秆材料进行根的地下分布研究,测定其平均总根长、行上总根长、行间总根长以及 0~50 cm 土层和 50 cm 以下土层的根长(表 4)。由表 4 可见,高秆组材料

表 4 高矮秆谷子收获时的根长平均数 1996

组型	平均根长(km/m <sup>2</sup> )	行上根长(km/m <sup>2</sup> )	行间根长(km/m <sup>2</sup> )	0~50cm 占比例(%)	50cm 以下占比例
矮秆组	11.150±1.345	13.245±1.114	9.055±2.714	67.900±7.87	32.100±7.873
高秆组	12.195±1.193	13.818±2.134	10.575±1.694	76.800±6.147	23.200±5.130

的平均总根长略大于矮秆组材料。从行上根长来看,高秆与矮秆材料差异不大。而行间根长却有明显差异,高秆材料的根长大于矮秆材料。对 50 cm 以上和 50 cm 以下的根长占比例的分析,结果显示了高秆材料 50 cm 以下土层只占 23.2%。矮秆组材料 50 cm 以下的土层占

32.1%, 高于高秆材料。从以上的结果可以看出, 高秆材料的根系在吸收地下部的营养上优于矮秆材料, 其根的总长度大、分布面积广及分布在耕作层的根系占比例大几方面都优于矮秆材料, 这是造成高秆材料在产量上优于矮秆材料的主要原因。

### 3 讨论

本研究证明, 谷子的根重在不同组型中均是受遗传控制, 并且是根部性状中遗传力相对高的性状。高秆、矮秆材料的根轮数没有遗传上的差异。根条数在高秆材料之间以及在矮秆材料之间差异非常小, 而在高矮秆材料间差异显著。根的活力-伤流液的大小在品种之间存在着遗传上的差异, 但其遗传力很低, 易受环境条件影响。

根部性状与谷子的产量有密切的遗传相关, 大的根系、多的根条和适当高的伤流液对产量的形成有促进作用。根的分布在高矮秆材料之间有差异, 高秆材料的根较长, 在耕作层分布范围广。

对性状的方差分析及遗传力测定可见, 谷子中高秆材料性状差异显著的较多, 并且产量明显地高于矮秆材料, 说明高秆材料有稳产高产的特点。本次研究的高秆材料之间产量差异不显著, 说明目前推广的谷子品种处于同一产量水平。从根的角度着手, 以根攻粒促穗粒重, 提高出谷率来突破产量很有必要。

对矮秆材料的分析, 认为目前矮秆材料的选育株型非常相近, 具有极其相似的产量构成。矮秆根系小、株型紧凑的特点, 非常适合于密植。

### 参 考 文 献

- 1 何中虎主编. 第二届全国青年作物遗传育种学术会论文集. 北京: 中国农业科技出版社, 1994. 527~ 528
- 2 河北省农作物研究所谷子室. 夏谷主要性状遗传力、遗传相关和遗传指数的初步研究. 遗传学报, 1975, 2 (3): 249~ 254
- 3 籍贵苏. 不同株型谷子产量构成遗传分析. 生态农业研究, 1995, 3(1): 67~ 71
- 4 山东农学院等主编. 植物生理学实验指导. 济南: 山东科学技术出版社, 1980. 162~ 168
- 5 马育华编著. 植物育种的数量遗传学基础. 南京: 江苏科学技术出版社, 1982. 245~ 375
- 6 刘为红 等. 谷子根系生长发育规律及环境条件对其影响的研究. 干旱地区农业研究, 1996, 14(1): 20~ 24
- 7 张喜英 等. 冬小麦根系生长规律及土壤环境条件对其影响的研究. 生态农业研究, 1994, 2(3): 62~ 68

# Root Inheritance and Distribution in High and Short Plant Types of Foxtail Millet and Correlation of Root Characters with Yield Related Characters

Ji Guisu      Du Ruiheng

(Millet Crop Institute, Hebei Academy of Agricultural and Forestry  
Sciences, Shijiazhuang 050031)

Zhang Xiyang

(Shijiazhuang Institute of Agriculture Modernization, CAS, Shijiazhuang 050021)

**Abstract** The results of study on the root inheritance and distribution in soil in high and short plant types of foxtail millet (*Setaria italic* (L.) Beau.) showed that, the root weight and activities at mature stage were genetically controlled. The root number in high plant type was more than that in short plant type. The relationship between root characters and yield was significant, the relationship of root characters with the yield characters was significant too. More root number, high root weight and suitable stem cut juice from root at mature stage were helpful to millet plant yield and the yield related characters. Great root system, large distribution in soil and suitable high activities in mature stage were the main reason why the good yield can be gotten in high plant type.

**Key words:** Foxtail millet; High and short plant type Root; Inheritance; Distribution; Correlation