

## 专用金得乐对夏谷茎秆特性·产量及抗倒性的影响

郝洪波, 崔海英, 戴茂华, 刘朋程, 李明哲\*

(河北省农林科学院旱作农业研究所河北省农作物抗旱研究实验室, 河北衡水 053000)

**摘要** [目的]专用金得乐对夏谷茎秆特性、产量及抗倒性的影响。[方法]采用大田试验设计,在拔节期对6个夏谷品种分别喷施2 000 mg/kg金得乐,研究其对夏谷茎秆性状及产量性状的影响。[结果]金得乐可以提高夏谷穗粒重和出谷率,对结实率有一定的促进作用,对千粒重影响不大,不同夏谷品种产量增幅为2.23%~15.71%,平均增产270.27 kg/hm<sup>2</sup>。株高平均降低11.97 cm,降幅5.17%~13.94%,茎秆重心高度平均降低6.5 cm,茎秆4节长度3.47 cm,但不同品种间存在一定差异。穗茎长与CK均缩短,平均缩短0.89 cm。40 cm根重变化不明显。茎秆抗折力增强,增幅为7.86~36.50 g。各处理倒伏系数均不同程度降低,植株抗倒性越强,表明金得乐可有效提高谷子抗倒伏的能力。[结论]该研究对金得乐在夏谷上的生产应用提供参考依据。

**关键词** 夏谷;谷子专用生长调节剂金得乐;茎秆特性;产量;倒伏系数

中图分类号 S482.2 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2018)26-0044-04

### Effects of Special Growth Adjusting Agent Jindele on the Stem Characteristics, Yield and Lodging Resistance of Summer Foxtail Millet

HAO Hong-bo, CUI Hai-ying, DAI Mao-hua et al (Key Lab of Crop Drought Tolerance Research of Hebei Province, Institute of Dryland Farming, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Hengshui, Hebei 053000)

**Abstract** [Objective] To research the effects of special growth adjusting agent Jindele on the stem characteristics, yield and lodging resistance of summer foxtail millet. [Method] Field experiments were conducted to study the effects of spraying 2 000 mg/kg special growth adjusting agent Jindele for 6 summer millet varieties on the stem characteristics and yield. [Result] Jindele could increase grain weight and grain yield of summer millet varieties, and had a certain promotion effect on seed setting rate, showed little effects on 1 000-grain weight, and increased the yield of different summer millet varieties from 2.23% to 15.71%, with an average increase of 270.27 kg/hm<sup>2</sup>. The average decrease of plant height was 11.97 cm, the decrease was between 5.17% and 13.94%, the height of the center of gravity of stem was reduced by 6.5 cm, and the length of 4 nodes of stem was 3.47 cm, but there was certain differences among the different varieties. The stem length of panicle was shortened, with an average of 0.89 cm. The changes of 40 cm root weight were not obvious. It increased the folding resistance of stem and increased by 7.86~36.50 g. The lodging coefficient of all treatments decreased in different degrees, and the stronger lodging resistance of plants showed that Jindele could effectively improve lodging resistance of foxtail millet. [Conclusion] This research provided references for the production application of Jindele in foxtail millet.

**Key words** Foxtail millet; Special growth adjusting agent Jindele for foxtail millet; Stem characteristics; Yield; Lodging coefficient

倒伏会影响谷子的产量与品质,灌浆期倒伏不仅造成大幅减产,还会加大收获损失率,给机械化收获造成一定的困难。排除自然界恶劣天气影响,品种自身生物特性也是影响倒伏的一个重要因素。株高通常被认为是影响作物倒伏的一个重要因素,有研究表明株高与倒伏指数呈显著或极显著正相关<sup>[1-6]</sup>,因此育种家们一直以来都将降低株高、培育矮化品种作为解决谷子倒伏的一个重要途径<sup>[7-9]</sup>。谷子品种矮化在一定程度上可以减轻倒伏,但生长后期易出现植株早衰现象<sup>[10]</sup>,同时也限制了产量的进一步提高<sup>[11]</sup>。虽然倒伏可以通过一些栽培措施,如水肥、播量及密度的调整来降低<sup>[12-15]</sup>,但在实际生产中受地理、气候环境影响而不易操控。相比较而言,喷施植物调节剂可有效降低株高,提高作物抗倒伏能力<sup>[16-21]</sup>,操作简便易行。夏雪岩等<sup>[22]</sup>对杂交谷子喷施矮壮素和缩节胺后的生长发育及产量进行了研究,并对抗倒性进行了田间调查,结果表明矮壮素浓度为2.0~3.0 mL/L缩节胺浓度为2.5 mL/L时可有效降低株高、提高产量、增强抗倒性;但于洪喜等<sup>[23]</sup>、邵彦宾等<sup>[24]</sup>、黄伟浩<sup>[25]</sup>、高雪明等<sup>[26]</sup>研究表明多效唑易引起作物减产;袁立新等<sup>[27]</sup>也报道谷子喷

施多效唑要根据不同的喷施时期选用适当的浓度,否则会造成不应有的产量损失,而且对后茬作物影响较大。姚文麒<sup>[28]</sup>、王宇先等<sup>[29]</sup>报道矮壮素单一使用有时会导致减产。金得乐作为一种复合型营养生长调节剂,在玉米等作物上应用取得较好效果<sup>[16,30-33]</sup>。谷子专用金得乐是一种抗倒抗逆增产复合制剂,谷子应用效果尚鲜见报道。笔者通过对夏谷喷施谷子专用金得乐,研究夏谷生长发育、农艺性状、产量的变化,以及其对谷子茎秆特性及倒伏系数的影响,以期对金得乐在夏谷上的生产应用提供参考依据。

#### 1 材料与方法

**1.1 试验地概况** 试验于2017年在河北省农科院旱作所深州试验站(37°48'N,115°53'E)进行。当地气候环境见表1。试验地土壤pH 7.8,0~20 cm耕层土壤基础养分含量分别为有机质1.722%、全氮0.1053%、全磷0.076 8%和全钾2.419 6%,其中碱解氮含量50.42 mg/kg、速效磷含量9.96 mg/kg、速效钾含量108.11 mg/kg。

**1.2 试验材料** 参试材料为6个夏谷品种,分别为衡谷13号、衡谷17号、衡谷19号、衡谷21号、衡谷22号、豫谷18。

**1.3 试验方法** 采用随机区组设计,每个小区为8行区,6 m行长,每个品种设1个清水对照,3次重复,详见表1。播前造墒,施入磷酸二铵375 kg/hm<sup>2</sup>作为基肥,采用机械播种,播量11.25 kg/hm<sup>2</sup>,行距40 cm,播后所有处理均立即均匀喷洒水44%谷友WP1 800 g/hm<sup>2</sup>。谷苗4~6叶期人工定苗,留苗密

**基金项目** 现代农业科技奖励性后补助资金项目(179276117H);国家谷子高粱产业技术体系(CARS-07-13.5-B3)。

**作者简介** 郝洪波(1974—),男,河北藁城人,副研究员,从事谷子栽培与选育研究。\*通讯作者,副研究员,从事谷子栽培与选育研究。

**收稿日期** 2018-04-18

度均为 60 万/hm<sup>2</sup>,各处理在抽穗前追施尿素 300 kg/hm<sup>2</sup>,整个生育期不再浇水。药剂处理于拔节后—孕穗前叶面按产品

说明(2 000 mg/kg)均匀喷施谷子专用金得乐(规格 30 mL,河北宁化工有限公司生产,登记证号:农肥准字 0478 号)。

表 1 试验地气候因子

Table 1 The climate factors of test field

日期 Time	年份 Year	降水量 Precipitation//mm	平均气温 Average temperature//°C	最高气温 The maximum temperature//°C	最低气温 The minimum temperature//°C
6 月 June	2016	90.2	25.6	32.1	18.9
	2017	91.6	25.1	31.9	18.1
7 月 July	2016	186.6	26.6	31.5	22.4
	2017	127.8	27.3	32.4	22.8
8 月 August	2016	94.2	25.5	30.5	21.3
	2017	93.3	25.4	30.7	21.2
9 月 September	2016	44.5	21.3	28.1	15.5
	2017	0.2	21.8	29.2	15.5

表 2 不同处理喷药浓度、次数及时期比较

Table 2 Comparison of spraying concentration, times and stage of different treatments

处理编号 Treatment code	品种名称 Variety name	喷施药剂 Spraying agent	喷施次数 Spraying times	喷施浓度 Spraying concentration mg/kg	喷药时期 Spraying date
1 CK <sub>1</sub>	衡谷 13 号	金得乐	1	2 000	拔节后—孕穗前
		清水	1	—	拔节后—孕穗前
2 CK <sub>2</sub>	衡谷 17 号	金得乐	1	2 000	拔节后—孕穗前
		清水	1	—	拔节后—孕穗前
3 CK <sub>3</sub>	衡谷 19 号	金得乐	1	2 000	拔节后—孕穗前
		清水	1	—	拔节后—孕穗前
4 CK <sub>4</sub>	衡谷 21 号	金得乐	1	2 000	拔节后—孕穗前
		清水	1	—	拔节后—孕穗前
5 CK <sub>5</sub>	衡谷 22 号	金得乐	1	2 000	拔节后—孕穗前
		清水	1	—	拔节后—孕穗前
6 CK <sub>6</sub>	豫谷 18	金得乐	1	2 000	拔节后—孕穗前
		清水	1	—	拔节后—孕穗前

## 1.4 测定项目与方法

**1.4.1 产量及其构成。**谷子收获前在每个小区的取样区随机选取 10 株进行考种,调查主穗长、主穗穗茎长、主穗干重、主穗粒重,计算出谷率、千粒重;测量茎秆基部至该茎(带穗、叶和鞘)平衡支点的距离即为茎秆重心高度。去除边际效应后,人工收取 14.4 m<sup>2</sup> 谷穗,风干、脱粒计产。

**1.4.2 茎秆特性。**随机挖取 10 株分别编号(注意不要折断茎秆),分别对以下项目进行测量或称重:株高及基部 4 节的长度(cm)、0~40 cm 谷子根系(冲洗干净后)干重(g)、地上部鲜重(g)。将基部 4 节的两端固定,用拉力计均匀、缓慢地对茎秆的中部用力,记录茎秆折断瞬间拉力计显示的读数(g)。即为植株茎秆抗折力;

**1.4.3 倒伏系数。**利用如下公式计算机械强度和倒伏系数。

机械强度计算公式如下:机械强度 = 抗折力×基部节间长度/2

倒伏系数计算公式如下:倒伏系数 = (株高×鲜重)/(根重×机械强度)

**1.5 数据处理** 用 Excel 和 SPSS 统计分析软件对试验数据进行处理及单因素方差分析,用 LSD(α=0.05)法进行差异显著性检验。

## 2 结果与分析

**2.1 对不同品种夏谷产量及其构成因素的影响** 从表 4 可以看出,金得乐对不同夏谷品种产量及其构成因素的影响不尽相同。不同品种夏谷喷施金得乐后均表现增产,分别较各自 CK 增产 8.28%、15.71%、5.90%、7.95%、2.23%、4.45%,增幅在 2.23%~15.71%,平均增产 27 0.27 kg/hm<sup>2</sup>,其中处理 1、2、4 增产极显著,处理 5、6 较 CK 无明显差异,表明金得乐对夏谷品种有一定的增产作用,但增产幅度因品种而异。喷施金得乐后不同品种谷子穗长变化不一,处理 1、2、3、6 穗长分别较 CK 增加 3.94%、1.31%、8.97%、2.57%,而处理 4、5 较 CK 分别减少 0.56% 和 11.03%。分析表明,只有处理 1、3、5 与 CK 存在显著差异。处理 1、2、3 的穗重及穗粒重分别较 CK 增加 12.78%、7.80%、3.96% 和 19.77%、16.00%、7.11%,处理 4、5、6 的穗重及穗粒重分别较 CK 较减少 5.18%、5.45%、1.31% 和 1.46%、6.78%、0.36%。方差分析表明,只有处理 1、2 的穗重及穗粒重与 CK 存在极显著差异,其他处理变化不显著,说明金得乐对不同夏谷品种穗重及穗粒重的影响存在差异。除处理 5 略有降低外(-1.37%),其他处理的出谷率均不同程度提高,分别较 CK 增加 6.17%、0.83%、3.56%、3.92%、0.96%,其中仅处理 1 与 CK 差异显著,表明金得乐对提高夏

谷结实率有一定的积极作用。各处理千粒重变化不明显,处理2、3、4分别较CK增加1.64%、3.39%、3.68%,处理1、5、6

分别较CK降低1.90%、3.46%、3.89%,但都与各自CK无明显差异,表明喷施金得乐对夏谷千粒重的影响不大。

表3 不同处理对夏谷产量及其构成因素的影响

Table 3 Effects of different treatments on yield and its component factors of summer millet

处理编号 Treatment code	品种名称 Variety name	穗长 Ear length cm	穗重 Ear weight cm	穗粒重 Ear grain weight//g	出谷率 Milled millet percentage//%	千粒重 1 000-grain weight//g	产量 Yield kg/hm <sup>2</sup>	较CK Comapred with CK//%
1	衡谷13号	21.80 a	12.50 A	10.45 A	83.61 a	2.72 a	4 028.56 A	8.28
CK <sub>1</sub>		20.98 b	11.08 B	8.73 B	78.75 b	2.77 a	3 720.67 B	
2	衡谷17号	19.28 a	11.05 A	9.80 A	88.64 a	3.10 a	3 785.78 A	15.71
CK <sub>2</sub>		19.03 a	9.61 B	8.45 B	87.91 a	3.05 a	3 271.86 B	
3	衡谷19号	25.83 a	13.21 a	11.59 a	87.75 a	3.05 a	3 603.77 a	5.90
CK <sub>3</sub>		23.70 a	12.71 a	10.76 a	84.66 a	2.95 a	3 402.95 a	
4	衡谷21号	22.20 a	11.45 a	8.76 a	76.54 a	3.10 a	3 850.31 A	7.95
CK <sub>4</sub>		22.33 b	12.07 a	8.89 a	73.65 a	2.99 a	3 566.73 B	
5	衡谷22号	18.15 a	12.14 a	10.62 a	87.49 a	2.66 a	5 191.81 a	2.23
CK <sub>5</sub>		20.40 b	13.84 a	11.39 a	82.27 a	2.76 a	5 078.38 a	
6	豫谷18	18.95 a	10.42 a	9.18 a	88.08 a	2.59 a	4 739.24 a	4.45
CK <sub>6</sub>		18.48 a	10.56 a	9.21 a	87.24 a	2.70 a	4 537.26 a	

注:同一品种同列不同小写字母表示在0.05水平差异显著;不同大写字母表示在0.01水平差异极显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at 0.01 level

2.2 对不同品种夏谷茎秆特性及倒伏系数的影响 从表4可以看出,不同夏谷品种对金得乐的响应程度不同。株高变化较明显,所有处理较CK均有明显降低且差异极显著,而且品种间存在差异,株高平均降低11.97 cm,降幅为5.17%~13.94%;株高由高到低依次为处理5、处理1、处理6、处理2、处理3、处理4。喷施金得乐后,植株重心高度平均降低8.6 cm,其中处理2、5、6与CK有极显著差异,分别降低9.91%、6.96%、16.52%,处理3降低了9.07%,与CK差异明显,其余处理与其CK无显著差异,表明喷施金得乐可以有效降低植株高度和重心高度,但不同品种间存在差异。所有药剂处理茎秆4节的长度均不同程度缩短,平均降低3.47 cm,处理1、3、5、6分别较CK缩短20.75%、17.11%、28.57%、28.57%,差异极显著,处理2、4分别较CK降低11.44%、1.68%,差异不明显。

不同处理穗茎长与CK均缩短,但无明显差异,平均缩短0.89 cm,各处理穗茎长分别较CK减少0.75%、5.80%、4.47%、0.49%、5.28%、0.37%。各处理40 cm根重变化不明显,也无显著差异。处理1、2、5、6较CK有所增加,增幅为4.02%~16.83%,处理3、4较CK降低25.16%、4.65%,植株喷施金得乐后茎秆抗折力均显著提高,各处理依次较CK提高7.86%、8.02%、23.14%、36.50%、18.41%、14.25%,平均提高420.36 g,方差分析表明差异极显著,说明金得乐可以提高茎秆抗折力。综合以上各因素计算各处理倒伏系数,结果表明各处理倒伏系数均不同程度降低,其中处理3、4、5抗倒伏能力有极显著提高,处理1也有显著提高,处理6差异不显著,表明金得乐可有效提高谷子抗倒伏的能力,但不同品种间有一定的差异。

表4 不同处理对夏谷茎秆特性及倒伏系数的影响

Table 4 Effects of different treatments on stem characters and lodging coefficients of summer millet

处理编号 Treatment code	品种名称 Variety name	株高 Plant height cm	穗茎长 Ear stem length //cm	重心高度 Height of center of gravity//cm	4节长度 Length of four nodes//cm	0~40 cm根干重 Dry weight of 0-40 cm roots//g	茎秆抗折力 Stem resistance to folding//g	倒伏系数 Lodging coefficient
1	衡谷13号	103.7 A	28.98 a	61.60 a	12.6 A	1.76 a	1 671 a	0.369 1 a
CK <sub>1</sub>		114.6 B	29.20 a	66.00 a	15.9 B	1.69 a	1 550 a	0.444 7 b
2	衡谷17号	113.4 A	30.05 a	70.90 A	17.8 a	1.73 a	1 859 a	0.466 3 a
CK <sub>2</sub>		125.0 B	31.90 a	78.70 B	20.1 a	1.59 a	1 721 a	0.483 3 a
3	衡谷19号	146.8 A	29.90 a	84.20 a	21.8 A	1.92 a	3 350 a	0.179 7 A
CK <sub>3</sub>		161.3 B	31.30 a	92.60 b	26.3 B	2.56 a	2 720 a	0.287 4 B
4	衡谷21号	122.0 A	24.23 a	79.50 a	17.6 a	2.05 a	3 228 a	0.200 9 A
CK <sub>4</sub>		128.6 B	24.35 a	81.50 a	17.9 a	2.15 a	2 365 a	0.387 8 B
5	衡谷22号	108.7 A	29.60 a	68.20 A	12.0 A	1.61 a	3 088 a	0.202 2 A
CK <sub>5</sub>		126.3 B	31.25 a	73.30 B	16.8 B	1.54 a	2 608 a	0.297 4 B
6	豫谷18	101.6 A	26.85 a	57.10 A	14.0 A	1.93 a	2 318 a	0.294 2 a
CK <sub>6</sub>		112.2 B	26.95 a	68.40 B	19.6 B	1.65 a	2 029 a	0.302 0 a

注:同一品种同列不同小写字母表示在0.05水平差异显著;不同大写字母表示在0.01水平差异极显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at 0.01 level

### 3 结论与讨论

金得乐可以提高夏谷穗粒重和出谷率,表明对结实率有

一定的促进作用,但对千粒重影响不大。不同夏谷品种产量均表现增产,增幅为2.23%~15.71%,平均增产270.27 kg/hm<sup>2</sup>,但

不同品种间增产幅度有差异。

金得乐可以显著降低谷子株高,结果表明株高平均降低 11.97 cm,降幅为 5.17%~13.94%,茎秆重心高度及茎秆 4 节长度也有不同程度降低,茎秆重心高度平均降低 6.5 cm,降幅为 2.45%~16.52%;茎秆 4 节长度 3.47 cm,降幅为 1.68%~28.57%,品种表现差异明显。金得乐对夏谷各处理穗茎长与 CK 均有所缩短,但无明显差异,平均缩短 0.89 cm。40 cm 根重变化不明显,不同品种间差异很大。茎秆抗折力较 CK 均有显著提高,增产 7.86~36.50 g,平均提高 420.36 g。各处理倒伏系数均不同程度降低,倒伏系数越低表明植株抗倒性越强,表明金得乐可有效提高谷子抗倒伏的能力,但不同品种间有一定的差异。

试验结果表明,夏谷喷施金得乐后株高显著降低,重心高度、4 节茎秆长度均有所降低,茎秆抗折力增强,这些基部茎秆特性的提高有助于增强抗倒伏能力,该结果与李九星<sup>[34]</sup>、李金才等<sup>[35]</sup>、朱新开等<sup>[36]</sup>的研究结果基本一致。此外,穗茎长缩短,穗粒重、结实率均提高,这对夏谷有一定增产作用。目前,植物生长调节剂对产量的影响报道不尽相同,但该试验结果与夏雪岩等<sup>[22]</sup>报道一致。

#### 参考文献

- [1] 刘艳丽,田伯红,张立新,等.谷子育成品种的抗倒性评价[J].河北农业科学,2014,18(4):8-12.
- [2] TIAN B H, WANG J C, ZHANG L X, et al. Assessment of resistance to lodging of landrace and improved cultivars in foxtail millet [J]. Euphytica, 2010, 172(3):295-302.
- [3] 郭玉华,朱四光,张龙步,等.不同栽培条件对水稻茎秆材料科学特性的影响[J].沈阳农业大学学报,2003,34(1):4-7.
- [4] 黄艳玲,石英尧,申广勤,等.水稻茎秆性状与抗倒伏及产量因子的关系[J].中国农学通报,2008,24(4):203-206.
- [5] 丰光,景希强,李妍妍,等.玉米茎秆性状与倒伏性的相关和通径分析[J].华北农学报,2010,25(S1):72-74.
- [6] 王永学,张战辉,刘宗华.玉米抗倒伏性状的配合力效应及通径分析[J].河南农业大学学报,2011,45(1):1-6.
- [7] 刁现民,程汝宏.“谷子糜子育种”专题导读:十五年区试数据分析展示谷子糜子育种现状[J].中国农业科学,2017,50(23):4469-4474.
- [8] 姚玉莹.水稻核心种质抗倒特性及其主要农艺性状的全基因组关联分析[D].武汉:华中农业大学,2014.
- [9] 杨惠杰.超级稻品种的遗传生理特性研究[D].福州:福建农业大学,1999.
- [10] 籍贵苏,崔路平,郝凤武.高矮秆夏谷个体发育差异及产量形成特点的研究[J].生态农业研究,2000,8(3):36-39.
- [11] 杨惠杰,杨仁崔,李义珍,等.水稻茎秆性状与抗倒性的关系[J].福建

农业学报,2000,15(2):1-7.

- [12] 雷小龙,刘利,苟文,等.种植方式对杂交水稻植株抗倒伏特性的影响[J].作物学报,2013,39(10):1814-1825.
- [13] 金正勋,郑冠龙,朱立楠,等.不同氮钾肥施用方法对水稻产量及抗倒伏性的影响[J].东北农业大学学报,2015,46(3):9-14.
- [14] 许俊伟,孟天瑶,荆培培,等.机插密度对不同类型水稻抗倒伏能力及产量的影响[J].作物学报,2015,41(11):1767-1776.
- [15] 杨世民,谢力,郑顺林,等.氮肥水平和栽插密度对杂交稻茎秆理化特性与抗倒伏性的影响[J].作物学报,2009,35(1):93-103.
- [16] 刘强,刘铁山,姜东元,等.喷施“金得乐”对玉米生长发育及产量的影响[J].山东农业科学,2009(7):93-94.
- [17] 李华伟,陈欢,赵竹,等.作物生长调节剂对小麦抗倒性及产量的影响[J].中国农学通报,2015,31(3):67-73.
- [18] 赵黎明,萧天亮,顾春梅,等.植物生长调节剂在水稻倒伏上的研究进展[J].北方水稻,2009,39(3):114-117.
- [19] 王存.多效唑在植物生产上的应用现状[J].热带农业科学,2009,29(2):67-72.
- [20] 汤日圣,张金渝,吴光南.新型植物生长调节剂——多效唑[J].农业科技通讯,1987(10):25-26.
- [21] 高杨,王杰,石丽娟,等.叶面喷施烯效唑对谷子抗倒伏性状及光合色素含量的影响[J].山西农业科学,2017,45(8):1232-1236.
- [22] 夏雪岩,师志刚,刘猛,等.矮壮素和缩节胺对谷子杂交种生长发育和产量的调控效应[J].河北农业科学,2015,19(3):8-11.
- [23] 于洪喜,徐年龙,陈春英,等.不同植物生长调节剂对水稻抗倒性和产量的影响[J].安徽农业科学,2015,43(30):71-73.
- [24] 邵彦宾,李冕.喷施多效唑对谷子生物学性状的影响[J].农业科技通讯,2012(7):130-131.
- [25] 黄伟浩.不同化学调控剂对水稻的防倒效果[J].宁波农业科技,1998(1):5-8.
- [26] 高雪明,徐正良.水稻大田喷施多效唑试验初报[J].上海农业科技,2005(1):85.
- [27] 袁立新,张宝金,孙佳馥,等.谷子喷施多效唑(PP 333)效应的研究[J].国外农学-杂粮作物,1998,18(2):43-45.
- [28] 姚文麒.矮壮素使用方法与其药害的发生及防止措施[J].现代农业科技,2008(19):251.
- [29] 王宇先,李清泉,赵蕾,等.谷子矮化处理对倒伏性状及产量的影响[J].黑龙江农业科学,2016(11):23-25.
- [30] 张国合,常建智,李彦昌,等.化控抗倒剂的筛选与评价研究[J].安徽农业科学,2013,41(5):1997-1998.
- [31] 赵玉路,秦连保,赵玉兰.玉黄金和金得乐对玉米产量及其性状的影响[J].山西农业科学,2010,38(7):53-55.
- [32] 职雨地,李文举,李继平,等.玉米喷施金得乐生长调节剂增产效应的研究[J].河南科技学院学报(自然科学版),2010,38(3):20-24,32.
- [33] 王晓琳.不同植物生长调节剂对玉米产量及农艺性状影响效果研究[D].北京:中国农业科学院,2012.
- [34] 李九星.多效唑和缩节胺对小麦形态及生理效应的研究[J].河南农业大学学报,1994,28(2):166-172.
- [35] 李金才,尹钧,魏凤珍.播种密度对冬小麦茎秆形态特征和抗倒指数的影响[J].作物学报,2005,31(5):662-666.
- [36] 朱新开,王祥菊,郭凯泉,等.小麦倒伏的茎秆特征及对产量与品质的影响[J].麦类作物学报,2006,26(1):87-92.

(上接第 35 页)

中穗位叶上表皮气孔数最低,下表皮气孔数居中。穗位叶的这种气孔形态有利于减少蒸腾作用,又有利于进行外界气体及水分交换。因此,在玉米生长的关键时期可以通过肥水等栽培措施条件改变玉米气孔特性,提高光合速率,增加玉米产量。进一步研究气孔的这些特性为育种工作及玉米高产栽培提供参考。

#### 参考文献

- [1] PENG S B, KRIEG D R, 卢庆善译.粒用高粱气体交换特性及其与水分利用率的关系[J].国外农学:杂粮作物,1993(5):26-31.
- [2] 关义新,戴俊英,林艳.水分胁迫下植物叶片光合的气孔和非气孔限制

[J].植物生理学通讯,1995,31(4):293-297.

- [3] 赵明,李少昆,王美云.田间不同条件下玉米叶片的气孔阻力及与光合、蒸腾作用的关系[J].应用生态学报,1997,8(5):481-485.
- [4] 杨磊,吴晗,赵立华,等.玉米与大豆间作对玉米叶片气孔及光合效率的影响[J].云南农业大学学报,2012,27(1):39-43.
- [5] VALENTINUZ O R, TOLLENAAR M. Vertical profile of leaf senescence during the grain-filling period in older and newer maize hybrids [J]. Crop Sci, 2004, 44(3):827-834.
- [6] 段青青,丁明,姜武,等.黑照对西瓜幼苗叶片叶绿体超微结构的影响[J].电子显微学报,2009,28(3):275-279.
- [7] 罗春梅.几种营养元素和植物生长调节剂对小麦叶片气孔形成的影响[J].安徽农学院学报,1981(2):71-74.
- [8] 罗春梅.影响小麦叶片气孔密度变化因素的探讨[J].安徽农学院学报,1980(2):88-93.