

# 栽培密度对黑糯玉米秋季性状指标的影响

任四海, 阮龙\*, 左晓龙, 齐耀程, 钱益亮, 王俊, 张玮, 郭进 (安徽省农业科学院烟草研究所, 安徽合肥 230031)

**摘要** 研究了在江淮地区, 栽培密度对黑糯玉米秋季田间性状、产量及品质指标的影响。结果表明, 栽培密度由 45 000 株/hm<sup>2</sup> 提高到 75 000 株/hm<sup>2</sup>, 果穗籽粒颜色由白色转为黑色的速率变慢, 籽粒完全转为黑色所需时间约相差 2 d; 株高、穗位表现为先逐步提高后趋于稳定; 单果穗的重量在授粉后 18~30 d 内先快速增加后缓慢降低, 单果穗重量的峰值随栽培密度的增加在时间上向后推移; 鲜果穗产量随栽培密度的提高先增加后降低, 以 60 000 株/hm<sup>2</sup> 的栽培密度产量最高; 鲜果穗的感官品质在栽培密度达到 67 500 株/hm<sup>2</sup> 后, 品质变差, 综合品尝总分随栽培密度的提高先略有提高, 后明显降低。

**关键词** 黑糯玉米; 栽培密度; 籽粒颜色; 田间性状; 品尝指标

中图分类号 S513 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)01-0024-02

doi: 10. 3969/j. issn. 0517-6611. 2019. 01. 008



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

## Effects of Planting Density on Autumn Characters of Black Waxy Corn

REN Si-hai, RUAN Long, ZUO Xiao-long et al (Tobacco Research Institute, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei, Anhui 230031)

**Abstract** The effect of planting density on field characters, yield and quality of black waxy corn sown in autumn in Jianghuai region was studied. The results showed that: the planting density increased by 75 000 plants/hm<sup>2</sup> from 45 000 plants/hm<sup>2</sup>, the rate of ear color changing from white to black slowed down, and the time needed for grain to turn black completely varied by 2 days. The plant height and spike position gradually increased and then stabilized. The weight of single ear increased rapidly and then decreased slowly within 18-30 days after pollination. The peak value of single ear weight moved backward with the increase of planting density. The yield of fresh fruit ears increased first and then decreased with the increase of planting density, and the yield of 60 000 plants/hm<sup>2</sup> was the highest. The sensory quality of fresh fruit panicles became worse when the planting density reached 67 500 plants/hm<sup>2</sup>. The total comprehensive tasting score increased slightly at first and then decreased significantly with the increase of planting density.

**Key words** Black waxy corn; Planting density; Grain color; Field characters; Tasting index

近年来,随着人们生活水平的提高,对健康的追求越来越科学,对身体营养的吸收越来越注重平衡。黑糯玉米以其独特的外观、丰富的营养和香、甜、糯的口感<sup>[1-3]</sup>以及富含具有抑制癌症发生功效的水溶性黑色素<sup>[4-5]</sup>,成为人们餐桌上追求的新宠。

为更好地生产出优质、高产的黑糯鲜食玉米,解决江淮地区鲜食玉米一年种两季,秋季产量低,采摘时间不好把握的问题,项目组在安徽省农业科学院凤阳基地开展了不同栽培密度对黑糯鲜食玉米产量、品质影响的研究,厘清了黑糯鲜食玉米9—10月份授粉后果穗产量及籽粒颜色的变化规律,明确了鲜食果穗适宜采收日期,为江淮地区鲜食玉米大面积推广提供了理论参考。

## 1 材料与与方法

**1.1 材料** 由安徽省农业科学院玉米研究中心选育黑糯鲜食玉米新品种——珍珠糯8号(母本:皖糯自HNA8001;父本:皖糯自HNB3058),其成熟鲜果穗花青素含量(玉米籽粒11.81%;玉米芯9.51%)非常高。

## 1.2 方法

**1.2.1 播种日期。**7月15日。

**1.2.2 栽培密度。**试验设5种栽培密度,分别为45 000(A1)、52 500(A2)、60 000(A3)、67 500(A4)、75 000(A5)株/hm<sup>2</sup>;3次重复,随机区组排列;小区面积16 m<sup>2</sup>,各小区统一栽培管理。

**1.2.3 数据采集。**每小区选中间行去除边株连续取样10株作为试验样本,测定农艺性状(株高、穗位)和经济性状(穗长、秃顶、行数、行粒数、穗粗、穗重)。

每个小区去除边行边株选50株长势基本一致的植株进行套袋,同一天授粉,并在授粉16 d后,每隔1 d取5个果穗测量重量,同时对果穗籽粒的颜色进行拍照和记载。

在授粉后第24天,每个小区选同一天授粉的果穗进行品尝打分,具体标准参照行业标准NY/T 524—2002。

## 2 结果与分析

**2.1 不同栽培密度果穗授粉后籽粒颜色的变化** 表1表明,随栽培密度的提高,果穗籽粒颜色由白色转黑色逐步推迟。即栽培密度越小,果穗籽粒上色越快,栽培密度越大,果穗籽粒转色越慢,A1处理(密度45 000株/hm<sup>2</sup>)处理在授粉后24 d即显示黑色,A5处理(密度75 000株/hm<sup>2</sup>)处理在授粉后26 d才显现黑色。

**2.2 不同栽培密度果穗授粉后果穗重量的变化** 由图1可知,单果穗的重量在授粉后18~30 d,表现为先快速增加后缓慢降低;单果穗重量的峰值随栽培密度的增加在时间上向后推移,栽培密度为45 000(A1)株/hm<sup>2</sup>处理在授粉24~26 d,达到最大值,栽培密度为75 000(A5)株/hm<sup>2</sup>处理在授粉后26~28 d达到最大值。

**2.3 不同栽培密度对田间性状及产量的影响** 由表2可知,随栽培密度的提高,株高、穗位逐步增加,鲜出籽率逐步

**基金项目** 安徽省农业科学院种子工程项目(17D0912);安徽省重点研究与开发计划项目(170410704069);安徽省科技攻关计划项目(1604a0702021);安徽省自然科学基金项目(1808085QC87);安徽省农业科学院科技创新团队项目(18C0919)。

**作者简介** 任四海(1974—),男,河南上蔡人,副研究员,硕士,从事农作物育种及加工研究。\*通信作者,研究员,从事玉米育种研究。

**收稿日期** 2018-08-13;修回日期 2018-10-29

降低;产量随栽培密度的提高表现为先增加后降低,以 A3 处 理(密度 60 000 株/hm<sup>2</sup>)处理产量最高。

表 1 不同栽培密度授粉后果穗籽粒颜色的变化

Table 1 Effects of pollination on grain color at different planting densities

处理 Treatment	授粉后天数 Days after pollination//d						
	16	18	20	22	24	26	28
A1	1/2 籽粒果皮开始着色	全部籽粒果皮顶端着色	籽粒果皮着色面积达 75%	籽粒果皮全部显现红色	95% 果皮颜色由红色转为黑色	果皮颜色显黑色	果皮颜色为深黑色
A2	1/3~1/2 籽粒果皮开始着色	大部分籽粒果皮顶端着色	籽粒果皮着色面积达 50%	籽粒果皮 90% 显现红色	70% 果皮颜色由红色转为黑色	95% 果皮颜色显黑色	果皮颜色为深黑色
A3	1/3 籽粒果皮开始着色	2/3~4/5 籽粒果皮顶端着色	籽粒果皮着色面积达 30%	籽粒果皮 80% 显现红色	65% 果皮颜色由红色转为黑色	90% 果皮颜色显黑色	果皮颜色为黑色
A4	1/4~1/3 籽粒果皮开始着色	1/2~2/3 籽粒果皮顶端着色	籽粒果皮着色面积达 25%	籽粒果皮 70% 显现红色	60% 果皮颜色由红色转为黑色	85% 果皮颜色显黑色	果皮颜色为黑色
A5	1/4 籽粒果皮开始着色	1/2 籽粒果皮顶端着色	全部籽粒果皮顶端着色	籽粒果皮着色面积达 70%	籽粒果皮全部显现红色	85% 果皮颜色由红色转为黑色	果皮颜色为黑色

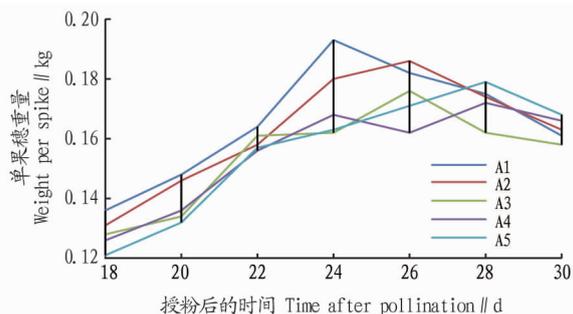


图 1 授粉后果穗重量随时间的变化趋势

Fig. 1 Variation trend of spike weight with time after pollination

2.4 不同栽培密度对黑糯玉米果穗性状的影响 表 3 表明,随栽培密度的提高,穗粗、穗长略有降低,穗行数差异不大,但秃尖长度明显增加,行粒数逐步降低。

2.5 不同栽培密度对黑糯玉米鲜食品尝指标的影响 由表 4 可知:随栽培密度的增加,综合评分表现为先增加后降低,总体以 52 500(A2)、60 000(A3) 株/hm<sup>2</sup> 处理表现最好。感官品质随栽培密度的增加而降低,而气味风味及色泽差异不大;糯性、柔嫩性、皮的薄厚随栽培密度的增加表现为先改善

后变差。

表 2 不同栽培密度对黑糯玉米田间性状及产量的影响

Table 2 Effects of different planting densities on field characters and yield of black waxy corn

处理 Treatment	鲜重 Fresh weight per hectare kg/hm <sup>2</sup>	鲜出籽率 Fresh seed rate//%	株高 Plant height cm	穗位 Ear position cm
A1	11 082.3	68.1	242.6	104.6
A2	11 571.0	67.7	255.4	104.8
A3	11 769.0	66.8	259.0	113.4
A4	11 329.5	66.1	272.0	121.1
A5	11 368.5	65.3	269	122.8

表 3 不同栽培密度对黑糯玉米果穗性状的影响

Table 3 Effects of different planting densities on ear characters of black waxy corn

处理 Treatment	穗粗 Ear diameter cm	穗长 Ear length cm	穗行数 Ear row number	行粒数 Kernels per row	秃尖长 Alopecia alopecia cm
A1	4.68	18.2	18.5	38.1	0.64
A2	4.52	18.5	18.4	37.8	0.72
A3	4.48	18.5	18.4	36.4	0.81
A4	4.46	17.1	18.4	34.6	1.25
A5	4.41	17.2	18.2	33.1	1.65

表 4 不同栽培密度对黑糯玉米鲜食品尝指标的影响

Table 4 Effect of different planting densities on the taste index of fresh food of black glutinous corn

处理 Treatment	感官品质 Sensory quality (18~30)	气味风味 Odor flavor (10~17)	色泽 Color and lustre (4~7)	糯性 Waxy (10~18)	柔嫩性 Tenderness (7~10)	皮的薄厚 The thickness of the skin(10~18)	总分 Total score
A1	26.4	15.3	6.5	15.5	8.2	15.7	87.6
A2	26.2	15.2	6.5	16.3	8.5	16.1	88.8
A3	26.3	15.5	6.5	16.2	8.6	15.8	88.9
A4	25.8	15.1	6.5	15.8	8.3	15.6	87.1
A5	25.8	15.1	6.5	15.5	8.2	15.3	86.4

### 3 结论

(1)对于黑糯玉米,随着栽培密度的提高,果穗籽粒颜色由白转黑的速率变慢,栽培密度由 45 000 株/hm<sup>2</sup> 提高到 75 000 株/hm<sup>2</sup>,果穗籽粒颜色由白色完全转变为黑色推迟约 2 d。

(2)黑糯玉米在授粉后的 18~30 d,果穗的重量变化表现为先快速增加后缓慢降低,其峰值的出现随着栽培密度的

增加在时间上向后推移。

(3)栽培密度由 45 000 株/hm<sup>2</sup> 提高到 75 000 株/hm<sup>2</sup>,株高、穗位表现为先提高,后趋于稳定;秃尖长度先表现为缓慢增加,后加速快速提高;鲜食产量表现为先增加后降低,以 60 000 株/hm<sup>2</sup> 的栽培密度产量最高,该结果与公茂迎<sup>[4]</sup>、沈雪芳<sup>[5]</sup>对黑糯玉米栽培技术的研究成果基本一致。

(下转第 44 页)

表3 不同覆土厚度对产量的影响

Table 3 Effects of different thickness of overburden soil on production

覆土厚度 Soil cover thickness//cm	现蕾时间 Budding time d	平均产量 Average yield/Average number of flowers(g/袋)/平均朵数(朵)			生物学效率 Biological efficiency %	差异显著性 Significant difference	
		第一潮菇 First tide mushroom	第二潮菇 Second tide mushroom	第三潮菇 Third tide mushroom		0.05	0.01
0(CK)	34~43	76.8/1.8	64.1/2.2	22.9/2.4	46.8	e	E
处理 a Treatment a	21~32	89.0/2.2	76.2/2.5	43.7/2.3	59.7	cd	D
处理 b Treatment b	10~12	98.3/2.1	87.9/1.9	42.1/2.5	65.2	bc	C
处理 c Treatment c	3~7	123.9/1.2	94.7/1.5	56.8/1.8	78.7	a	A
处理 d Treatment d	6~9	102.3/3.5	89.6/2.6	53.8/1.5	70.2	ab	B

注:表中小写字母表示在 0.05 水平上差异显著,大写字母表示在 0.01 水平上差异显著

Note:Lowercase letters indicate significant differences at 0.05 level;capital letters indicate significant differences at 0.01 level

表4 不同栽培模式对生物学效率的影响

Table 4 Effects of different cultivation modes on biological efficiency

不同模式 Cultivation mode	菌盖直径范围 cm	生物学效率 Biological efficiency/%				差异显著性 Significant difference	
		第一潮菇 First tide mushroom	第二潮菇 Second tide mushroom	第三潮菇 Third tide mushroom	总和	0.05	0.01
床栽 Bed planting	16.0~34.2	18.5	14.8	9.7	43.0	c	C
框栽 Framed planting	9.0~22.0	24.4	19.4	10.4	54.2	b	B
袋栽 Bag planting	7.0~18.0	32.3	28.9	9.8	71.0	a	A

注:表中小写字母表示在 0.05 水平上差异显著,大写字母表示在 0.01 水平上差异显著

Note:Lowercase letters indicate significant differences at 0.05 level;capital letters indicate significant differences at 0.01 level

倍之多,并有进一步拉大的趋势。

笔者对子实体发育温度的筛选不把温度设定为一个点,而是一个范围,原因是在食用菌实际生产过程中,菇房温度一般只能控制在某个范围内,很难做到完全控制在一个温度点上,用温度范围更能接近于生产现状,有利于指导生产,还因为,温度范围更有利于栽培季节的选择。该菌子实体不管是变温还是恒温都可以正常现蕾,初步判断为恒温结实,不需要温差刺激即可出菇。

笔者通过栽培模式研究,发现袋栽是最理想的模式,同时也注意到框栽可以获取更大的子实体,子实体大多在 200.0 g/朵以上。由于框栽和床栽都存在出大菇朵多,朵数少,转潮慢,框栽和床栽可以用来获得大朵菇体。由此可见,袋栽中只出小朵菇与栽培袋的营养成分积累不足有一定的关系,这有待进一步的研究。

覆土处理可以在 3~5 d 后开始现蕾,并长出子实体,不覆土经过较长时间的后熟仍可以出菇,由此可以猜测,该菌并不是利用覆土中的微生物或其他物质来刺激出菇,更有可能是覆土提供了良好的湿度条件,有利于幼蕾的形成。该菌如能实现不覆土出菇,可以使菇房不要因为覆土而污染出菇

房,并且减少土传病害等,有待进一步深入研究。

**3.2 结论** 笔者通过优化培养基配方,确定子实体发育最佳温度范围、最佳栽培模式、最佳覆土厚度,探索出一套 T212 高产栽培关键技术模式。最佳培养基配方:棉籽壳 38%、木屑 38%、麸皮 18%、石灰 3%、轻质碳酸钙 3%,含水量为 65%;子实体发育最佳温度范围为 25~30 ℃;覆土厚度为 3.0 cm 效果最佳;袋栽的生物学效率最高,达 71.0%。

#### 参考文献

- [1] 陈政明,彭建平,卢翠香,等.中国侧耳属一个新种和新记录种[J].福建农业学报,2013,28(2):192-193.
- [2] 陈政明,彭建平,卢翠香,等.中柄侧耳生物学特性研究[J].福建农业学报,2013,28(6):561-565.
- [3] 陈政明,彭建平,卢翠香,等.猪肚菇新种中柄侧耳人工驯化栽培技术研究[J].热带作物学报,2013,34(12):2358-2362.
- [4] 杨新美.中国食用菌栽培学[M].北京:农业出版社,1988:53-61,113-115.
- [5] 张金霞.我国食用菌育种、菌种现状及分析[J].中国食用菌,2000,19(S1):36-37.
- [6] 王泽生.中国双孢蘑菇栽培与品种改良[J].中国食用菌,2000,19(S1):33-35.
- [7] 付立忠,吴学谦,魏海龙,等.我国食用菌育种技术应用研究现状与展望[J].食用菌学报,2005,12(3):63-68.
- [8] 方仲达.植病研究方法[M].北京:中国农业出版社,2007:152.

(上接第 25 页)

(4) 随栽培密度的增加,黑糯玉米鲜果穗的感官品质开始表现较为稳定,栽培密度达到 67 500 株/hm<sup>2</sup> 后,明显变差;按照现有的鲜食玉米品尝鉴定标准打分,随栽培密度的增加,分值表现为先略有提高,后明显降低,适宜的采收期应控制在授粉后 24 d 左右,比俞梅芳<sup>[6]</sup>等试验得出黑糯玉米春播适宜的采收期延长 2~3 d,这可能是由于栽培季节、栽培地点及品种不同所致。

#### 参考文献

- [1] 马越,赵晓燕,徐亚民.黑糯玉米的营养价值与保健作用[J].食品研究与开发,2006,27(9):115-117.

- [2] 王金亭.天然黑玉米色素研究与应用进展[J].粮食与油脂,2013(2):44-49.
- [3] 孟俊文,高平,曲伏光.保健型黑糯玉米的营养价值及综合利用[J].农业科技通讯,2010(11):113-115.
- [4] 冉颖霞,官坤,周杨,等.超级黑糯玉米芯色素的抗肿瘤和体外抗氧化作用[J].安徽师范大学学报(自然科学版),2012,35(4):351-354,359.
- [5] 保健型黑糯玉米的营养价值及其栽培技术[J].吉林蔬菜,2017(7):3-4.
- [6] 公茂迎.黑糯玉米的利用价值及高产高效栽培技术[J].安徽农业科学,2005,33(5):773.
- [7] 沈雪芳,王义发,楼坚锋,等.种植方式与密度对糯玉米‘沪紫黑糯 1 号’的影响[J].上海农业学报,2012,28(2):8-10.
- [8] 俞梅芳,李丹,方群英,等.奉贤区‘沪紫黑糯 1 号’玉米不同栽培方式及最佳采收期试验研究[J].上海农业科技,2009(4):91-92.