

沈糯 9 号在黑龙江省东南部生育特性及开发潜力分析

王晓东,傅迎军,孙殷会,白艳凤,张庆娜,王晓梅
(黑龙江省农业科学院牡丹江分院,黑龙江 牡丹江 157041)

摘 要:以当地糯玉米主栽品种垦粘 1 号和京科糯 2000 为对照,在 5 个种植密度下对沈糯 9 号及两个当地对照品种的鲜穗产量、鲜籽粒产量、穗部性状、植株性状及熟期进行了研究。结果表明:密度对三个品种产量的影响达极显著水平;各密度下鲜穗产量、穗长、穗粗、穗行数均显著高于垦粘 1 号和京科糯 2000;籽粒深度、行粒数、百粒重及株高与京科糯 2000 相当,显著高于垦粘 1 号,但穗位显著低于京科糯 2000;沈糯 9 号熟期较垦粘 1 号和京科糯 2000 分别晚 6 d 和早 9 d。综上所述,沈糯 9 号在产量、穗部性状及田间长势均优于垦粘 1 号和京科糯 2000,且填补了垦粘 1 号和京科糯 2000 之间的熟期空白,因此,沈糯 9 号在黑龙江省东南部乃至全省的开发前景十分可观。

关键词:糯玉米;沈糯 9 号;产量;农艺性状;生育特性

中图分类号: S513 **文献标志码:** A

Growth parameters and extension potential of Shennuo 9 in Southeast of Heilongjiang Province

WANG Xiao-dong, FU Ying-jun, SUN Yin-hui, BAI Yan-feng, ZHANG Qing-na, WANG Xiao-mei
(Mudanjiang Branch of Heilongjiang Academy of Agriculture Science, Mudanjiang, Heilongjiang 157041, China)

Abstract: Fresh ear yield, fresh grain yield, panicle traits, plant characteristics and maturation periods of the waxy corn Shennuo 9 were studied under five densities using local main cultivar Kennian1 and Jingkenuo 2000 as control. The results show that effects of density on the three varieties were significant; fresh ear yield, spike length, ear diameter and ear rows of Shennuo 9 were obviously higher than that of Kenian1 and Jingkenuo 2000; grain depth, grains per row, 100-grain weight and plant height of Shennuo 9 is comparable to Jingkenuo 2000 whereas significantly higher than Kennian1. The ear position of Shennuo 9 is lower than that of Jingkenuo 2000. Maturation period of Shennuo 9 was six later days and nine days earlier than that of Kennian1 and Jingkenuo 2000, even fill in gaps in maturation period of Kennianl and Jingkenuo 2000. In conclusion, yield, panicle traits and field performance of Shennuo 9 are better than that of Kennian1 and Jingkenuo 2000, indicating that Shennuo 9 is suitable for Southeast of Heilongjiang Province.

Keywords: waxy corn; Shennuo 9; yield; growth parameters

糯玉米(*Zea Magys Scnesis*)又称蜡质玉米、粘玉米,是玉米属 9 个亚种之一,是玉米第 9 条染色体的第 59 位点上基因(WX)发生隐性突变而形成的一个特殊玉米类型,长期的研究已发现了超过 50 个 *wx* 等位基因^[1-5],其籽粒胚乳中淀粉全部为支链淀粉,煮熟后粘软而富有糯性^[1,6],其中相当一部分是不同的转座子插入相同位置或者相同的转座子插入不同的位置造成的不稳定糯性突变^[7]。与普通玉米相比,糯玉米富含蛋白质、脂肪、赖氨酸和纤维素,并含

有大量的维生素 C、E、B1、B2、肌醇、胆碱和矿物质^[8-13]。糯玉米营养丰富,风味独特,软粘细腻,甜味适度,口感好,因而人们对鲜食糯玉米的消费量逐年增多。目前,美国糯玉米的播种面积约为 40 万 hm²。美国 95% 的淀粉来自玉米,糯玉米淀粉年生

产约 200 万 t,其产量占整个湿磨淀粉产量的 8% ~ 10%^[14]。我国 6 亿城镇居民,每人每年按消费 60 支鲜穗,农村居民按 2 亿消费人口计算,每人每年按消费 15 支鲜穗计算,每年共需要糯玉米鲜穗 390 亿

支左右^[15],加上糯玉米深加工技术不断提高,加工产品种类越来越多,从饮食、保健等不同角度满足人们的需求,因而每年需要种植糯玉米 133.33 万 hm²左右,才能保证国内市场供应。

目前,黑龙江省东南部地区生产上种植的品种以垦粘 1 号和京科糯 2000 为主,还有少量的中糯 1 号等省外品种,除垦粘 1 号熟期较早外,其余省外品种熟期偏晚,与垦粘 1 号相差 10~15 d 左右,又因糯玉米最佳采收期较短,所以企业均采用错期播种的方式来保证生产的需求,所以黑龙江省东南部市场急需熟期介于垦粘 1 号和京科糯 2000 之间的品种。本试验针对黑龙江省东南部生产上所用品种较单一的现状,以 2012 年省审品种沈糯 9 号为试材,以当地两个主栽品种(垦粘 1 号、京科糯 2000)为对照,在不同密度下对其鲜穗产量及主要农艺性状进行研究,旨在为沈糯 9 号在黑龙江省东南部乃至全省的开发提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以沈糯 9 号及黑龙江省主栽品种垦粘 1 号和京科糯 2000 为试验试材。

1.2 试验设计

试验于 2013 年在黑龙江省农业科学院牡丹江分院科研基地(温春省级农业科技园区)进行。试验采用裂区设计,品种为主因素,密度为副因素,种植密度分别为 D1(45 000 株·hm⁻²)、D2(48 750 株·hm⁻²)、D3(52 500 株·hm⁻²)、D4(56 250 株·hm⁻²)、D5(60 000 株·hm⁻²),三次重复,每小区 6 行,行距 65 cm,行长 4 m。每个品种在鲜食期收获中间 4 行进行测产,每小区选取有代表性 10 个果穗进行考种。

1.3 性状测定方法

鲜穗产量:鲜食期收获小区中间 4 行(每行去除第一株)果穗进行称重,计算鲜穗产量;出籽率=鲜籽粒重/鲜果穗重×100%;鲜籽粒产量=鲜穗产量×出籽率;穗长:测量从穗基部到穗顶端的长度;秃尖长:测量果穗顶端不结实部分长度;秃尖度=秃尖长/穗长×100%;有效穗长=穗长-秃尖长;穗粗:将取样的 10 个果穗首尾相间排成一行,测量果穗中间直径;轴粗:将所测果穗脱粒后轴排成一行,测量轴中部直径;籽粒深度=(穗粗-轴粗)/2;穗行数:每小区选取 10 穗有代表性果穗,计数果穗中部的籽粒行数;行粒数:计数所测果穗一个中等长度行的粒数;百粒重:每小区随机取三穗有代表性果穗,取其中间籽粒 100 粒,称其鲜重;株高、穗位高:每小区连续选取有代表性 10 株测定;棒三叶叶面积:于开花期每小区选取 3 株有代表性植株测定;叶面积=叶长×叶宽×0.75;叶向值:于开花期每小区选取 3 株有代表性植株测量,叶向值= $\theta(lf/l)$, θ 为叶片与茎秆连接处叶片与水平线的夹角, lf 为叶片伸展最高点到叶环的长度, l 为叶片总长度。

1.4 数据分析

采用 DPS7.05 软件进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同糯玉米品种产量差异分析

对 3 个糯玉米品种在不同密度下的鲜穗产量进行方差分析,结果表明,试验重复差异不显著,品种间和密度间差异达极显著水平,品种和密度互作效应不显著(表 1)。

由图 1 可以看出,沈糯 9 号在各密度下鲜穗产量均高于垦粘 1 号和京科糯 2000,差异达极显著和显著水平(表 2)。

表 1 产量的方差分析
Table 1 Variance analysis of yield

变异来源 Source of variation	自由度 DF	平方和 SS	均方 MS	F 值 F-value	P 值 P-value
区组 Block	2	17240.73	8620.366		
品种 Cultivars	2	45858.76	22929.38	55.539**	0.0012
主因素误差 Main sources of error	4	1651.412	412.853		
密度 Densities	4	186732.2	46683.05	17.561**	0.0001
品种×密度 Cultivars×densities	8	13132.12	1641.515	0.617	0.7546
副因素误差 Vice-factor error	24	63799.85	2658.327		
总和 Sum	44	328415.1			

注: ** 表示 1% 显著水平。
Note: ** indicate significance at the 1% probability level.

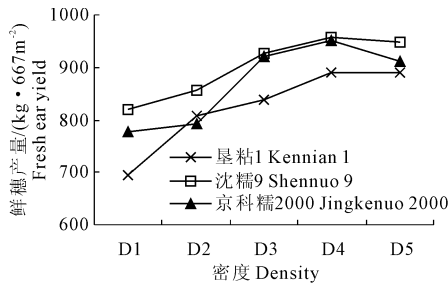


图 1 不同糯玉米品种鲜穗产量对密度的响应

Fig.1 Responses to density of fresh ear yield of different waxy corn varieties

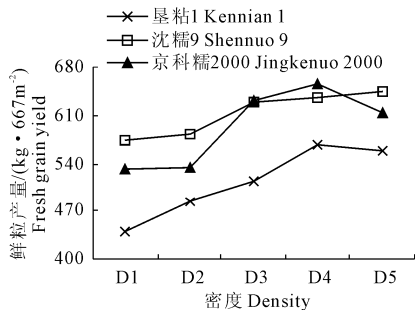


图 2 不同糯玉米品种鲜粒产量对密度的响应

Fig.2 Responses to density of fresh grain yield of different waxy corn varieties

由图 1、图 2 还可以看出,随着密度的增加三个品种的鲜穗产量和鲜籽粒产量均呈先增加后降低的变化趋势,均以 D4 密度下产量处于较高水平,且 D3、D4、D5 密度下鲜穗产量与 D1、D2 密度下差异达

显著或极显著水平(表 2)。说明三个品种在黑龙江省东南部种植密度在 52 500 株·hm⁻²时较为适宜,且沈糯 9 号较垦粘 1 号和京科糯 2000 表现出明显优势。

表 2 不同处理下产量的多重比较

Table 2 Multiple comparisons for yields of different processing			
因素 Factor	处理 Treatments	鲜穗产量 Fresh ear yield	鲜籽粒产量 Fresh particle yield
品种均值 Cultivars means	垦粘 1 Kennian 1	824.2Bc	513.2Bb
	沈糯 9 Shennuo 9	902.0Aa	613.4Aa
	京科糯 2000 Jingkenuo 2000	870.0Ab	593.9ABa
密度均值 Densities means	D1	763.2Cb	514.6Cc
	D2	818.6BCb	533.5BCbc
	D3	895.5ABa	592.9ABab
	D4	933.1Aa	619.8Aa
	D5	916.6Aa	606.7ABa

注:不同小写字母表示 5% 显著水平,不同大写字母表示 1% 显著水平。下同。

Note: Different lowercase letters indicate significantce at 5% level; different uppercase letters indicate significance at 1% level. The same below.

2.2 不同糯玉米品种穗部性状差异分析

对 3 个糯玉米品种在不同密度下穗部性状的方差分析表明,品种间穗长、有效穗长、穗行数、行粒数、粒长及百粒重差异达极显著水平,穗粗差异达显著水平;密度间穗长、有效穗长和穗粗差异达显著水平(表 3)。

表 3 穗部性状的方差分析

Table 3 Variance analysis of ear trait

变异来源 Source of variation	F 值 F value							
	秃尖度 Bare top degree	穗长 Ear length	有效穗长 Effective ear length	穗行数 Ear rows	行粒数 Kemels per row	穗粗 Ear diameter	粒长 Grain length	百粒重 100-grain weight
品种 Variety	6.93	31.74**	31.84**	97.20**	83.85**	7.09*	23.97**	29.56**
密度 Densities	2.29	3.78*	2.97*	0.33	1.6	3.23*	1.47	2.48
品种×密度 Cultivars×Densities	1.58	1.355	1.66	1.01	1.401	0.6	0.92	2.35

注:*,** 分别表示在 0.05 和 0.01 上的显著水平。下同。

Note: * and ** indicate significance at 0.05 level and 0.01 level, respectively. The same below.

进一步研究表明,沈糯 9 号在 D5 密度下穗长显著减小,其它密度下变化不大,垦粘 1 号和京科糯 2000 在各密度下穗长变化不大;在 5 种密度下沈糯 9 号穗长均显著高于垦粘 1 号和京科糯 2000(图 3),且与垦粘 1 号之间差异达极显著水平(表 4)。就鲜食玉米而言,秃尖的长短直接影响其外观品质。由图 4 可知,在各密度下以垦粘 1 号的秃尖最为严重,京科糯 2000 的秃尖程度最轻,沈糯 9 号介于两者之

间,说明京科糯 2000 具有较好的丰产性。

由图 5 可知,随密度的增加 3 个品种的穗粗表现出不同程度的降低趋势,沈糯 9 号和京科糯 2000 的穗粗对密度反应较为敏感,随密度增加下降幅度较大。3 个品种中,沈糯 9 号在各密度下果穗均粗于垦粘 1 号和京科糯 2000,同时其籽粒深度也处于较高水平,与京科糯 2000 接近,二者显著高于垦粘 1 号(表 4)。

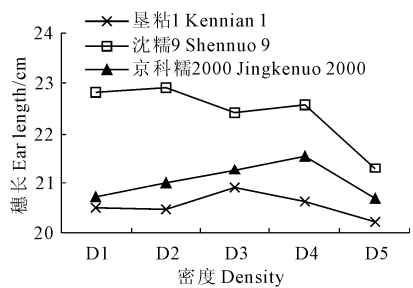


图 3 密度对不同糯玉米品种穗长的影响

Fig.3 Effects of density on ear length of different waxy corn varieties

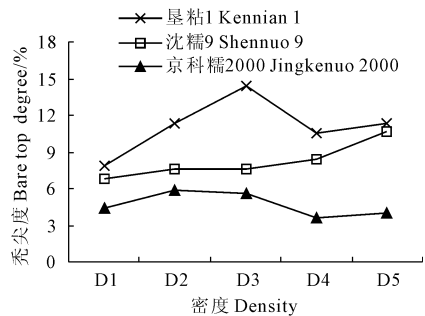


图 4 密度对不同糯玉米品种秃尖度的影响

Fig.4 Effects of density on bare top degree of different waxy corn varieties

表 4 不同处理下穗部性状的多重比较

Table 4 Multiple comparisons for ear trait of different treatment

因素 Factor	处理 Treatment	穗长 Ear length	有效穗长 Effective ear length	穗行数 Ear rows	行粒数 Kernels per row	穗粗 Ear diameter	粒长 Grain length	百粒重 100-grain weight
品种均值 Average across varieties	垦粘 1 Kennian 1	20.5Bb	18.3Bb	14.9Ab	36.4Bb	5.00Ab	0.83Bb	33.8Bb
	沈糯 9 Shennuo 9	22.4Aa	20.6Aa	15.6Aa	41.9Aa	5.17Aa	0.94ABa	37.2Aa
	京科糯 2000 Jingkenuo 2000	21.0ABb	20.1Aa	13.44Bc	43.7Aa	5.05Aab	0.96Aa	37.6Aa
密度均值 Average across densities	D1	21.3Aab	20.0Aa	14.8Aa	40.9Aa	5.18Aa	0.94Aa	37.1Aa
	D2	21.5Aab	19.7Aab	14.7Aa	40.7Aa	5.09Aab	0.92Aa	36.8Aa
	D3	21.5Aa	19.6Aab	14.7Aa	40.9Aa	5.06Aab	0.90Aa	35.9Aa
	D4	21.6Aa	20.0Aa	14.7Aa	41.4Aa	5.06Aab	0.90Aa	36.1Aa
	D5	20.7Ab	18.9Ab	14.4Aa	39.5Aa	4.98Ab	0.88Aa	35.1Aa

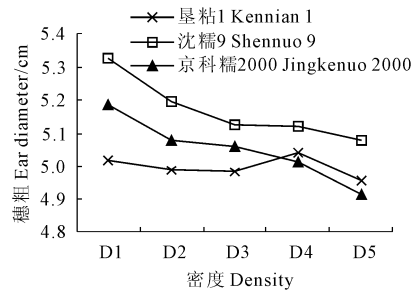


图 5 密度对不同糯玉米品种穗粗的影响

Fig.5 Effects of density on ear diameter of different waxy corn varieties

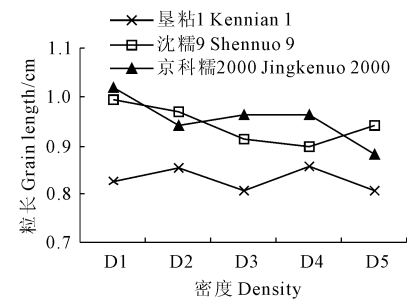


图 6 密度对不同糯玉米品种籽粒深度的影响

Fig.6 Effects of density on grain length of different waxy corn varieties

由图 7、图 8 可以看出,3 个品种在各密度下穗行数和行粒数均变化不大,但沈糯 9 号穗行数在各密度下相对较大(图 7),显著高于垦粘 1 号和京科糯 2000(表 4),其行粒数与京科糯 2000 接近,二者显著高于垦粘 1 号(表 4)。说明沈糯 9 号的穗粒数明显高于垦粘 1 号和京科糯 2000,为产量的增加奠定了基础。

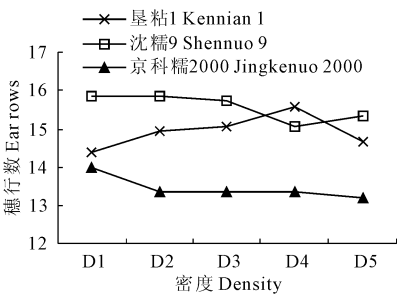


图 7 密度对不同糯玉米品种穗行数的影响

Fig.7 Effects of density on ear rows of different waxy corn varieties

由图 9 可以看出,沈糯 9 号和京科糯 2000 的百粒重在各密度下差异不大,但二者显著高于垦粘 1 号(表 4)。从对密度的响应来看,沈糯 9 号和京科糯 2000 随密度的增加变化不大,垦粘 1 号则随密度的

增加呈降低趋势。

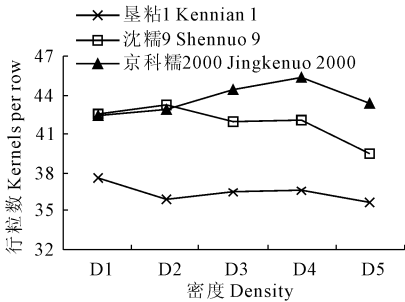


图 8 密度对不同糯玉米品种行粒数的影响
Fig.8 Effects of density on kernels per rows of different waxy corn varieties

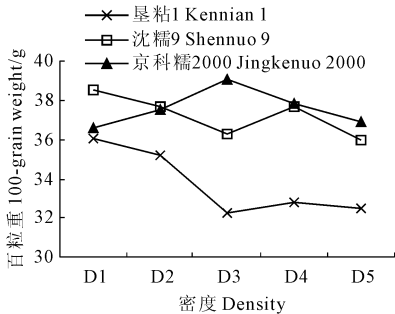


图 9 密度对不同糯玉米品种百粒重的影响
Fig.9 Effects of density on 100-grain weight of different waxy corn varieties

2.3 不同糯玉米品种植株性状的差异

对植株性状进行品种间方差分析表明,株高、穗位高、穗位高/株高、叶向值、棒三叶叶面积均达到极

显著水平(表 5),说明品种间植株性状差异较大。密度间除棒三叶叶面积外,其余性状均达到极显著水平,说明不同密度下植株差异较大。

表 5 植株性状的方差分析

Table 5 Variance analysis of plant parameters

变异来源 Source of variation	F 值 F value				
	株高 Plant height	穗位高 Ear height	穗位/株高 Ear height/ Plant height	叶向值 LOV	棒三叶叶面积 Area of the three leaves around ear
品种 Varieties	539.55 * *	384.84 * *	160.31 * *	63.12 * *	256.06 * *
密度 Densities	17.40 * *	17.10 * *	6.74 * *	17.42 * *	1.17
品种 × 密度 Varieties × Densities	2.66 *	4.88 * *	3.39 * *	3.35 * *	0.92

由图 10、图 11 可以看出,随密度的增加三个品种的株高和穗位高均表现不同程度的增加。各密度下沈糯 9 号和京科糯 2000 的株高差异不大,均显著高于垦粘 1 号(表 6);3 个品种的穗位及穗位/株高由高到低依次为京科糯 2000 > 沈糯 9 号 > 垦粘 1 号,且京科糯 2000 极显著高于沈糯 9 号和垦粘 1 号(表 6),说明京科糯 2000 重心较高,不利于抗倒伏。

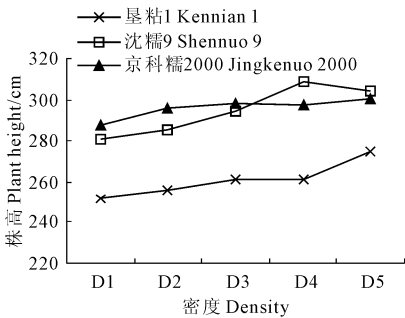


图 10 不同密度下糯玉米品种株高的变化
Fig.10 Effects of density on plant height of different waxy corn varieties

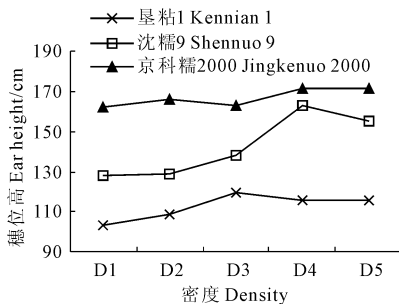


图 11 不同密度下糯玉米品种穗位高的变化
Fig.11 Effects of density on ear height of different waxy corn varieties

由图 12 可知,随密度增加 3 个品种的叶向值均呈增加趋势,而 D4、D5 与 D1、D2 间差异达显著水平以上(表 6)。从品种间比较来看,各密度下垦粘 1 号叶向值显著高于沈糯 9 号和京科糯 2000,京科糯 2000 叶向值最低,说明 3 个品种中垦粘 1 号茎叶夹角最大,株型最为平展,京科糯 2000 株型最为收敛,沈糯 9 号介于两者之间。

表 6 不同处理下植株性状多重比较

Table 6 Multiple comparisons for plant parameters of different treatments

因素 Factor	处理 Treatment	株高 Plant height	穗位高 Ear height	穗位/株高 Ear height/ Plant height	叶向值 LOV	棒三叶叶面积 Area of the three leaves around ear
品种均值 Average across varieties	垦粘 1 Kennian1	261.0Bb	112.3Cc	0.43Cc	50.3Aa	2077.2Bb
	沈糯 9 Shennuo9	294.8Aa	143.0Bb	0.48Bb	47.5Bb	2716.4Aa
	京科糯 2000 Jingkenuo2000	290.9Aa	161.7Aa	0.56Aa	45.4Cc	2674.7Aa
密度均值 Average across densities	D1	271.9Cd	129.7Bd	0.47Bb	43.4Cc	2588.7Aa
	D2	277.5BCed	132.8Bcd	0.47Bb	46.5BCb	2444.6Aa
	D3	282.7ABbc	138.7ABbc	0.49ABab	49.2ABa	2497.4Aa
	D4	287.7Aab	148.2Aa	0.51Aa	49.6ABa	2448.9Aa
	D5	291.4Aa	145.7Aab	0.50ABab	49.8Aa	2467.8Aa

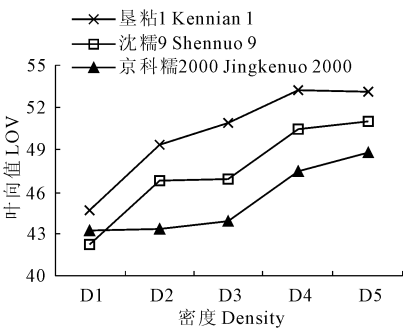


图 12 密度对不同糯玉米品种叶向值的影响

Fig.12 Effects of density on LOV of different waxy corn varieties

由图 13 可以看出,沈糯 9 号和京科糯 2000 棒三叶叶面积较为接近,密度对其影响不大,而垦粘 1 号则随密度增加呈降低趋势,且垦粘 1 号与沈糯 9 号、京科糯 2000 间差异达极显著水平(表 6)。

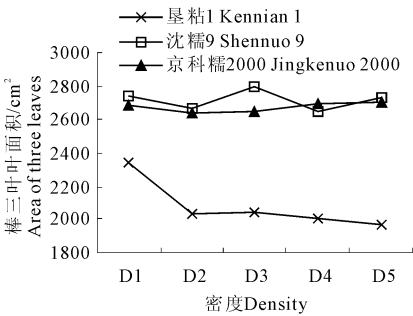


图 13 密度对不同糯玉米品种棒三叶叶面积的影响

Fig.13 Effects of density on three leaves around ear of different waxy corn varieties

2.4 各品种生育时期分析

从表 7 可以看出,沈糯 9 号较垦粘 1 号晚熟 6 d,较京科糯 2000 早熟 9 d。说明沈糯 9 号生育期适宜黑龙江省东南部种植。

表 7 各品种生育时期

Table 7 Growth stages of the varieties tested

品种 Cultivars	播种期 (M - d) Sowing date	出苗期 (M - d) Seedling stage	散粉期 (M - d) Shedding period	吐丝期 (M - d) Silking stage	采收期 (M - d) Harvest period	生育期/d Days from emergence to harvest
垦粘 1 号 Kennian 1	05 - 14	05 - 28	07 - 22	07 - 23	08 - 18	83
沈糯 9 号 Shennuo 9	05 - 14	05 - 29	07 - 31	08 - 01	08 - 25	89
京科糯 2000 Jingkenuo 2000	05 - 14	05 - 27	08 - 06	08 - 06	09 - 01	98

3 结论与讨论

研究发现,3 个品种在黑龙江省东南部的适宜密度均为 56 250 株·hm⁻²。在 45 000 株·hm⁻² ~ 60 000 株·hm⁻²密度下沈糯 9 号鲜穗产量均显著高于垦粘 1 号和京科糯 2000,且熟期较当地主栽品种

垦粘 1 号和京科糯 2000 分别晚 6 d 和早 9 d。说明沈糯 9 号适宜在黑龙江东南部种植,且填补了垦粘 1 号和京科糯 2000 之间的熟期空白,同时沈糯 9 号具有产量高的优势。

从 3 个品种的穗部性状看,各密度下沈糯 9 号穗长、穗粗、穗行数均显著高于垦粘 1 号和京科糯

2000,而籽粒深度、行粒数及百粒重和京科糯 2000 相当,显著高于垦粘 1 号。

从植株表现来看,沈糯 9 号株高与京科糯 2000 相当,显著高于垦粘 1 号,但沈糯 9 号穗位显著低于京科糯 2000,说明沈糯 9 号的重心较低,抗倒性优于京科糯 2000。此外,沈糯 9 号叶向值介于垦粘 1 号和京科糯 2000 之间,植株半收敛。

结合黑龙江省东南部及全省情况看,生产上利用的糯玉米品种主要是垦粘 1 号和京科糯 2000,而两个品种的熟期相差 13 d 左右,有的地区甚至更多,沈糯 9 号熟期介于二者之间,鲜穗和鲜粒产量优于二者。沈糯 9 号甜度、粘度与京科糯 2000 相当,但沈糯 9 号籽粒果皮较薄、行较齐、抗倒性较好、熟期较早,这是优于京科糯 2000 之处。因此,沈糯 9 号在黑龙江省东南部乃至全省的开发前景十分可观。

参 考 文 献:

[1] Fedoroff N, Wessler S, Shure M. Isolation of the transposable maize controlling elements Ac and Ds[J]. Cell, 1983,35:235-242.

[2] Wessler S R, Varagona M J. Molecular basis of mutations at the waxy locus of maize: correlation with the fine structure genetic map[J]. Proc Natl Acad Sci USA, 1985,82:4177-4181.

[3] Wessler S, Tarpley A, Purugganan M, et al. Filler DNA is associated

with spontaneous deletions in maize[J]. Proc Natl Acad Sci USA, 1990,87:8731-8735.

[4] Marillonnet S, Wessler S R. Retrotransposon insertion into the maize waxy gene results in tissue-specific RNA processing[J]. Plant Cell, 1997,9:967-978.

[5] Liu J, Rong T Z, Li W C. Mutation loci and intragenic selection marker of the granule-bound starch synthase gene in waxy maize[J]. Mol Breed, 2007,20:93 102.

[6] 姚坚强,鲍坚东,朱金庆,等.中国糯玉米 wx 基因种质资源遗传多样性[J].作物学报,2013,39(1):43-49.

[7] Klosgen R B, Gierl A, Schwarzsommer Z, et al. Molecular analysis of the waxy locus of Zea mays[J]. Mol Biol Evol, 1986,203:237-244.

[8] 于立芝,俞守能,邹积华,等.糯玉米杂交种主要农艺性状及籽粒营养成分的研究[J].中国农学通报,2005,21(6):217-219.

[9] 文历伟,朱伯华.糯玉米主要营养成分分析及其开发利用价值初探[J].种子,1987,(3):18-24.

[10] 李晓亮,王常芸.我国专用玉米的研究利用现状及发展前景[J].玉米科学,2004,12(4):106-109.

[11] 王 琴,冯颖竹,温其标.糯玉米淀粉的改性及其在轻工业中的应用[J].玉米科学,2006,14(2):170-174.

[12] 史振声.糯玉米的种质创新与开发利用[J].中国种业,2003,11:16.

[13] 潘伟明.糯玉米生产现状及其产品开发进展[J].广东农业科学,2010,(6):155-157.

[14] 巩东营,高荣岐,刘 强.特用玉米产业化现状及发展对策[J].玉米科学,2005,13(4):132-134.

[15] 于晓莹.我国糯玉米的生产现状和发展前景[J].农业科技通讯,2013,(6):4-5.

(上接第 283 页)

[10] 王福亭.农业试验设计与统计分析[M].北京:农业读物出版社,1993.

[11] 曹 军,胡万义.灰色系统理论与方法[M].哈尔滨:东北林业大学出版社,1993.

[12] 简乃军,向珣朝.大麦籽粒灌浆特性的研究[J].西南科技大学学报,1989,(4):16-21.

[13] 冯 伟,郭天财,李 晓,等.不同降雨年型下水分处理对大穗型小麦品种籽粒灌浆及产量的影响[J].水土保持学报,2005,19(1):192-195.

[14] 徐廷文,孙东发,庞启华.不同地理来源大麦品种资源的光合灌浆特性研究[C]//中国大麦文集.西安:陕西农业科学出版社,1991.

[15] 刘丰明,张淑敏.高产小麦粒重形成的灌浆特性分析[J].麦类作物,1997,17(1):38-41.

[16] 徐寿军,刘志萍,张凤英,等.不同氮肥水平下冬大麦籽粒灌浆特性分析[J].核农学报,2012,26(2):358-363.

[17] 吴晓丽,汤永禄,李朝苏,等.四川盆地小麦籽粒的灌浆特性[J].作物学报,2014,40(2):337-345.