

刘春菊,卓成龙,陈伟,等.鲜食糯玉米农艺性状和品质的关系及适采期研究[J].江苏农业科学,2013,41(11):82-85.

# 鲜食糯玉米农艺性状和品质的关系及适采期研究

刘春菊<sup>1,2</sup>,卓成龙<sup>2</sup>,陈伟<sup>2</sup>,李大婧<sup>1,2</sup>,刘春泉<sup>1,2</sup>

(1.江苏省农业科学院农产品加工研究所,江苏南京 210014;

2.国家农业科技华东(江苏)创新中心农产品加工工程技术研究中心,江苏南京 210014)

**摘要:**以 4 个糯玉米品种为试验对象,研究不同生长期玉米农艺性状、营养成分的变化规律及其相关性。结果表明,玉米穗长、穗粗和百粒重与吐丝时间均符合二次曲线回归,干重与吐丝天数呈 Logistic 曲线关系,苏科糯 3 号和苏玉糯 11 号玉米穗表现又长又粗、籽粒重的特征;随着生长期延长,玉米水分含量呈线性递减,可溶性糖含量先降低后增加再降低,可溶性蛋白质含量先降低后增加,脂肪含量逐渐增加;籽粒水分含量与农艺指标呈极显著负相关,百粒重和干重与大部分营养指标呈显著或极显著相关性。

**关键词:**糯玉米;农艺性状;品质;适采期

**中图分类号:** S513.01 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)11-0082-03

糯玉米别称黏玉米、蜡质玉米,起源于我国云南热带和亚热带地区。直到 20 世纪 70 年代末,糯玉米一直是以农家品种零星种植,种植面积较小;到了 20 世纪末,糯玉米出现了快速发展的势头,我国年种植面积达到 66.7 万  $\text{hm}^2$ <sup>[1]</sup>。糯玉米是一种丰富的食品资源,富含蛋白质、多种维生素、膳食纤维、胡萝卜素、水溶性多糖和糖醇类物质以及可降低血液胆固醇的谷胱甘肽、亚油酸等物质,具有独特的香气和风味,口感黏软,适口性好<sup>[2]</sup>。经常食用糯玉米有助于防止血管硬化,防止肠道疾病和癌症的发生,具有较强的保健功能<sup>[3]</sup>。

糯玉米鲜穗采收是保证玉米品质及采后加工的一个关键环节。采收过早,则产量低、营养物质少,尚未形成玉米固有品质与风味;采收过迟,则籽粒变硬、适口性差,商品性降低<sup>[4]</sup>。因此,鲜食糯玉米在生长过程中的营养成分变化、农艺性状评价为品种适采期的确定提供了坚实的判断依据。本研究以江苏地区推广面积较大的京甜紫花糯 2 号及江苏省农业科学院自主培育的 3 个糯玉米品种为对象,分析不同生长期玉米鲜穗农艺性状和籽粒营养成分的变化,探寻糯玉米品种农艺指标与营养品质间的相关差异性,为大田生产适采期的确定及品种差异评价提供一定的理论依据。

## 1 材料与与方法

### 1.1 材料

4 种糯玉米品种为京甜紫花糯 2 号(以下简称京甜 2 号)、苏玉糯 1 号、苏科糯 3 号、苏玉糯 11 号,试验田设在江苏省农业科学院六合示范基地。

收稿日期:2013-05-19

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号: CX(11)4026]。

作者简介:刘春菊(1979—),女,辽宁鞍山人,硕士,助理研究员,主要从事农产品加工研究工作。Tel: (025) 84391570; E-mail: cjliu0306@yahoo.com.cn。

通信作者:刘春泉(1959—),男,江苏如东人,硕士,研究员,主要从事农产品精深加工与产业化开发研究。E-mail: liuchunquan2009@163.com。

### 1.2 仪器与试剂

SZF-06A 粗脂肪测定仪(上海新嘉电子有限公司); 722S 可见分光光度计(上海棱光技术有限公司);TG16-WS 台式高速离心机(长沙湘仪离心机仪器有限公司);DHG-9070 电热恒温鼓风干燥箱(上海精宏实验设备有限公司);HH-S 恒温水浴锅(江苏省金坛市荣华仪器制造有限公司);FA2104 电子分析天平(北京赛多利斯科学仪器公司);游标卡尺(上海恒量量具有限公司)。所有化学试剂均为分析纯。

### 1.3 试验方法

**1.3.1 样品制备** 2012 年 3 月采用地膜直播种植技术播种,玉米吐丝时进行挂牌登记,在吐丝后第 15、17、19、21、23、25 天分别取玉米穗 5 个,回实验室立即测量穗长、穗粗和百粒重。将玉米籽粒在 105℃烘箱中杀青 15 min,然后 70℃干燥 5 h,粉碎后过 60 目筛,即得玉米粉样品。

**1.3.2 籽粒穗长、穗粗、百粒重和干重测定** 玉米采收后,用游标卡尺测量玉米棒中间部位的直径,即为穗粗,测量玉米棒具有籽粒部分的顶端到底部垂直长度,即为穗长;测量后随机取中部的 100 个完整籽粒,称重即得百粒重,放入 105℃烘箱中烘 2 h 后称重即得干重。

**1.3.3 玉米营养指标测定** 水分含量按照文献[5]的方法测定;可溶性糖含量采用蒽酮比色法<sup>[6]</sup>测定;可溶性蛋白含量采用考马斯亮蓝结合法<sup>[7]</sup>测定;脂肪含量采用文献[8]的方法测定。

### 1.4 数据分析

采用 SPSS 13.0 软件和 Excel 2010 软件进行数据分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同品种糯玉米穗长和穗粗变化

从表 1 可以看出,苏科糯 3 号、苏玉糯 11 号的玉米穗比京甜 2 号、苏玉糯 1 号粗。4 个糯玉米品种随着生长期的延长,玉米棒的穗长和穗粗总体趋势为先快速增加后缓慢增长,对穗长和穗粗与吐丝时间进行线性回归和二次回归分析,发现 4 个糯玉米的穗长和穗粗与吐丝时间符合二次曲线回归拟合方程(表 2),其  $r^2$  均大于 0.94,而线性回归拟合度不高。王

表 1 不同生长期糯玉米的穗长和穗粗变化

吐丝后 时间(d)	京甜 2 号		苏玉糯 1 号		苏科糯 3 号		苏玉糯 11 号	
	穗长(cm)	穗粗(cm)	穗长(cm)	穗粗(cm)	穗长(cm)	穗粗(cm)	穗长(cm)	穗粗(cm)
15	13.16±0.96	3.51±0.13	13.75±0.50	3.67±0.13	15.88±0.28	4.07±0.13	14.43±0.09	3.98±0.16
17	14.76±0.65	3.77±0.17	14.69±0.48	4.08±0.27	16.56±0.69	4.21±0.15	15.29±0.68	4.09±0.27
19	14.87±0.37	3.99±0.24	15.25±0.37	4.31±0.19	16.73±0.44	4.45±0.41	15.74±0.27	4.32±0.39
21	15.46±0.86	4.20±0.15	15.70±0.72	4.38±0.21	16.81±0.22	4.56±0.47	15.83±0.29	4.42±0.19
23	16.30±1.17	4.22±0.09	15.79±0.91	4.41±0.05	16.84±0.37	4.63±0.75	15.87±0.59	4.55±0.13
25	16.34±0.75	4.23±0.07	15.69±0.86	4.46±0.24	16.72±0.09	4.72±0.04	15.92±0.97	4.59±0.29

表 2 糯玉米穗长和穗粗与吐丝时间的回归方程

品种	指标	回归方程	r <sup>2</sup>
京甜 2 号	穗长	y = -0.02 18x <sup>2</sup> + 1.173x + 0.656 8	0.946
	穗粗	y = -0.009 2x <sup>2</sup> + 0.4398x - 1.041 6	0.993
苏玉糯 1 号	穗长	y = -0.032 8x <sup>2</sup> + 1.493 1x - 1.163 6	0.975
	穗粗	y = -0.011 6x <sup>2</sup> + 0.535 9x - 1.720 5	0.978
苏科糯 3 号	穗长	y = -0.020 4x <sup>2</sup> + 0.887 4x + 7.221 8	0.954
	穗粗	y = -0.004 2x <sup>2</sup> + 0.232 1x + 1.507 7	0.989
苏玉糯 11 号	穗长	y = -0.025 4x <sup>2</sup> + 1.148 6x + 2.997 5	0.969
	穗粗	y = -0.003 3x <sup>2</sup> + 0.198 6x + 1.730 5	0.986

表 3 不同生长期糯玉米的百粒重和干重变化

吐丝后 时间(d)	京甜 2 号		苏玉糯 1 号		苏科糯 3 号		苏玉糯 11 号	
	百粒重(g)	干重(g)	百粒重(g)	干重(g)	百粒重(g)	干重(g)	百粒重(g)	干重(g)
15	16.07±0.72	2.14±0.14	16.66±0.38	4.5±0.32	16.21±0.41	2.48±0.25	20.36±0.12	5.26±0.16
17	18.37±0.99	4.81±0.37	19.23±0.33	5.86±0.09	23.04±0.60	5.23±0.09	20.96±1.7	5.58±0.05
19	24.16±0.30	7.68±0.13	26.18±0.56	9.14±0.48	29.64±0.26	7.71±0.03	25.86±0.62	8.97±0.25
21	28.95±1.08	10.35±0.55	28.45±0.62	10.18±0.28	32.78±0.34	12.45±0.25	33.37±0.75	12.88±0.27
23	32.10±0.61	12.91±0.64	30.12±0.23	12.88±0.85	36.32±0.32	13.09±0.55	37.42±0.08	15.68±0.07
25	32.75±0.71	13.03±0.87	30.42±0.12	13.80±0.59	37.47±0.96	13.65±0.61	41.25±0.03	19.04±0.21

表 4 糯玉米穗长和穗粗与吐丝时间的回归方程

品种	指标	回归方程	r <sup>2</sup>
京甜 2 号	百粒重	y = -0.084x <sup>2</sup> + 5.207 2x - 44.175	0.975
	干重	y = 22.988ln(x) - 60.035	0.981
苏玉糯 1 号	百粒重	y = -0.145x <sup>2</sup> + 7.280 2x - 60.754	0.969
	干重	y = 19.235ln(x) - 47.941	0.981
苏科糯 3 号	百粒重	y = -0.1814x <sup>2</sup> + 9.389 7x - 83.863	0.998
	干重	y = 23.831ln(x) - 61.933	0.953
苏玉糯 11 号	百粒重	y = 0.0569x <sup>2</sup> + 0.028 1x + 5.8767	0.972
	干重	y = 28.53ln(x) - 73.807	0.950

鹏等报道的结果是一致的,糯玉米籽粒灌浆过程,干物质先缓慢增加,后快速升高,再逐渐缓慢增加<sup>[10]</sup>。

2.3 不同生长期糯玉米水分含量变化

随着吐丝后时间的增加,4 种糯玉米的水分含量基本呈线性递减趋势,如图 1 所示。苏科糯 3 号和京甜 2 号水分含量稍高,苏玉糯 1 号和苏玉糯 11 号水分含量基本持平。经过 10 d 的生长,4 种糯玉米的水分含量减少了 25% ~ 30%。刘萍等报道糯玉米最佳品质期籽粒含水率为 59% ~ 64%<sup>[11]</sup>,据此可以推算苏科糯 3 号、京甜紫花糯 2 号的适采期为吐丝第 25 天,苏玉糯 1 号、苏玉糯 11 号的适采期为吐丝后 23 d。

2.4 不同生长期糯玉米可溶性糖变化

由图2可知,随着生长期的延长,4种糯玉米的可溶性糖

芳芳报道的糯玉米品种津农 3、津农 0802 穗长与授粉后时间的 Logistic 曲线拟合度高,r<sup>2</sup> 分别为 0.961、0.969<sup>[9]</sup>。这可能与糯玉米品种特性、外界环境和肥力供应等因素有关。

2.2 不同品种糯玉米百粒重和干重变化

从表 3 可以看出,苏科糯 3 号、苏玉糯 11 号的百粒重比京甜 2 号、苏玉糯 1 号的重,苏玉糯 1 号的干物质量比其他 3 个品种的高。随着生长期的延长,4 个品种的百粒重和干重均逐渐增加,对百粒重和干重与吐丝时间进行回归拟合,发现 4 个糯玉米的百粒重与吐丝时间符合二次曲线回归方程(表 4),其 r<sup>2</sup> 均大于 0.96,而干重与吐丝天数符合 Logistic 曲线方程,其 r<sup>2</sup> 均大于 0.95,但二次曲线拟合度不高。这与王文

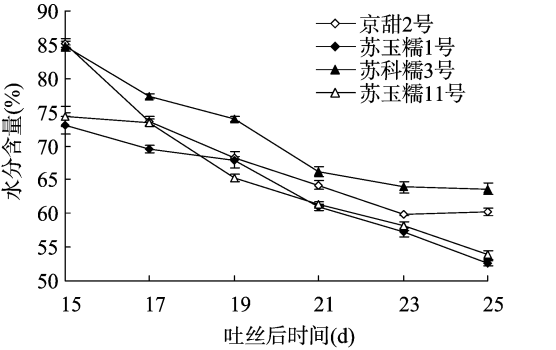


图1 4种糯玉米生长期水分含量变化

含量先降低后增加再降低,京甜 2 号的拐点是吐丝后 21 d,另外 3 个品种的拐点是吐丝后 19 d。4 种糯玉米在吐丝后 23 d 时可溶性糖含量基本达到了最大值,以苏科糯 3 号含量最高,京甜 2 号和苏玉糯 1 号基本一致,苏玉糯 11 号含量最低。这种变化趋势与余海兵等的研究结果一致,不论是未施沼肥还是不同沼肥施用方式,糯玉米籽粒中可溶性糖的累积均呈现先降低后增加趋势,其拐点均在授粉后后 17 d<sup>[3]</sup>。

2.5 不同生长期糯玉米可溶性蛋白质变化

由图3可以看出,4种糯玉米的可溶性蛋白质含量随着吐丝时间增加呈先降低后逐渐增加的趋势,其中苏玉糯 1 号和苏玉糯11号籽粒可溶性蛋白质含量总体高于京甜2号和

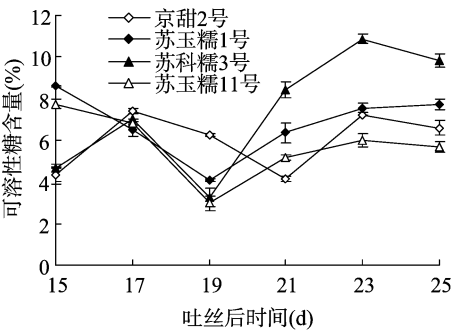


图2 4种糯玉米生长期可溶性糖含量变化

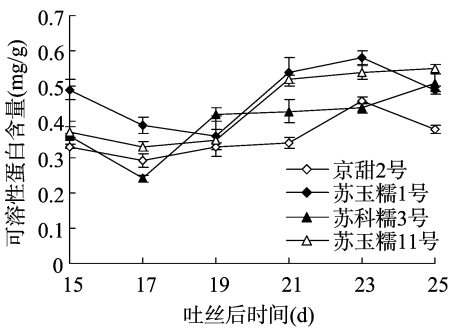


图3 4种糯玉米生长期可溶性蛋白含量变化

苏科糯 3 号。这与许超等的报道<sup>[12]</sup>一致,不同品种糯玉米的可溶性蛋白在整个成熟过程中呈现递增趋势。

表 5 糯玉米农艺性状和营养指标相关性分析

性状指标	相关系数							
	穗长	穗粗	百粒重	干重	水分含量	可溶性糖含量	可溶性蛋白	脂肪含量
穗长	1							
穗粗	0.979 **	1						
百粒重	0.928 **	0.973 **	1					
干重	0.913 *	0.961 **	0.998 **	1				
水分含量	-0.954 **	-0.983 **	-0.996 **	-0.993 **	1			
可溶性糖含量	0.253	0.217	0.376	0.42	-0.376	1		
可溶性蛋白质	0.621	0.726	0.848 *	0.856 *	-0.798	0.477	1	
脂肪含量	-0.887	0.928 **	0.978 **	0.988 **	-0.979 **	0.507	0.825 *	1

注: \*、\*\* 分别代表在 0.05、0.01 水平上显著相关。

3 结论与讨论

随着生长期的延长,4 种糯玉米的农艺指标均符合一定的曲线回归拟合方程,水分含量与农艺指标呈现极显著负相关,百粒重和干重与大部分营养指标呈现显著或极显著相关性。不同品种糯玉米农艺性状指标和营养指标都存在一定的差异,但变化趋势基本一致。糯玉米籽粒品质形成过程是籽粒各营养成分随着生育进程的推进而变化的动态过程,到了适采期,玉米籽粒灌浆速率基本达到了最大,处于最佳品尝品质期。在适采期玉米籽粒饱满,水分含量适中,糯性好,胚乳无乳汁又不结硬,玉米风味浓郁,食味最佳,此时采收可保证糯玉米具有较优的商品性。

翟广谦等研究发现鲜食糯玉米授粉后 23 ~ 25 d 品质好,适宜采收<sup>[14]</sup>。刘翠英等研究认为不同年份玉米适宜采收期与吐丝授粉时间存在较大差异,受授粉后有效积温的影响较

2.6 不同生长期糯玉米脂肪变化

由图 4 可知,随着吐丝时间的延长,4 种糯玉米品种的脂肪含量逐渐增加,苏玉糯 1 号、苏科糯 3 号的脂肪含量基本呈现线性升高趋势,京甜 2 号、苏玉糯 11 号脂肪含量是先快速增加,分别在吐丝 21 d 和 23 d 之后趋于平缓。整体变化趋势与张海艳等研究的结果<sup>[13]</sup>基本一致,糯玉米的脂肪含量随着生育期的延长逐渐升高。

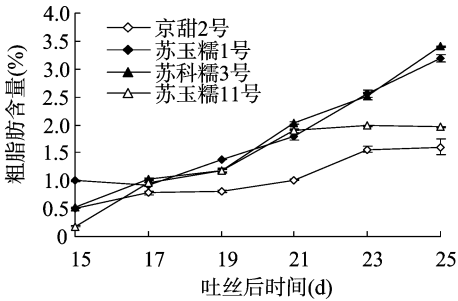


图4 4种糯玉米生长期脂肪含量变化

2.7 糯玉米品种农艺性状与营养指标相关性分析

采用 SPSS 软件对 4 种糯玉米品种的农艺性状指标和营养指标的平均值进行相关性分析,具体结果见表 5。穗长与水分含量呈极显著负相关,与其他营养指标相关性差;穗粗与水分含量呈极显著负相关,与脂肪含量呈极显著正相关;百粒重和干重均与水分含量呈极显著负相关,与可溶性蛋白质含量呈显著正相关,与脂肪含量呈极显著正相关。

大<sup>[15]</sup>,刘萍等研究得出籽粒含水量在 59% ~ 64% 时作为鲜食糯玉米最适采收期<sup>[11]</sup>。本研究也发现糯玉米水分含量与农艺指标和营养指标的相关性较强。鲜食糯玉米的适采期受到气温、降雨量、施肥量等外界环境影响,同时还与品种本身特性有关。因此,需要结合水分含量、营养成分含量、籽粒农艺性状、籽粒硬化程度等综合指标来评定鲜食糯玉米的适采期。

参考文献:

[1] 王子明,王晓明,李春艳,等. 广东省鲜食玉米发展现状及前景分析[C]//中国作物学会. 第一届北京籽种产业高峰论坛. 郑州: 中国作物学会,2009:63 - 68.  
[2] 张 平,但静雪,王 莉,等. 采收成熟度对不同品种的玉米贮藏过程中碳水化合物含量的影响[J]. 保鲜与加工,2012,12(5):14 - 17.  
[3] 余海兵,刘 正,舒 林. 沼肥对糯玉米营养品质的影响[J]. 中国农学通报,2008,24(5):232 - 235.

周桂生,高红明,陆建飞,等. 中度盐碱地蓖麻高产栽培技术规程[J]. 江苏农业科学,2013,41(11):85-86.

# 中度盐碱地蓖麻高产栽培技术规程

周桂生,高红明,陆建飞,童晨

(扬州大学江苏省作物遗传生理重点实验室/农业部长江中下游作物生理生态与栽培重点开放实验室,江苏扬州 225009)

**摘要:**在系统研究江苏沿海中度盐碱地蓖麻栽培技术与生产示范的基础上,提出了中度盐碱地蓖麻种植各个环节的栽培技术规程,规程包括对土壤环境的要求、盐碱地治理、施底肥、整地造墒、品种选择、种子准备、田间封闭除草、播种时期、播种方法、田间管理、肥料运筹、病虫害防治和采收等。

**关键词:**中度盐碱地;蓖麻;高产栽培;技术规程

**中图分类号:** S656.604.8 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)11-0085-02

各类盐土资源,特别是沿海滩涂盐碱地,是重要的土地后备资源。江苏是我国沿海滩涂面积最大的省份,现有沿海滩涂总面积 68.7 万  $\text{hm}^2$ ,其中未围垦的滩涂 44.5 万  $\text{hm}^2$ ,目前仍然以每年 1 300  $\text{hm}^2$  的速度不断淤长,成为开发潜力巨大的国土资源。这些盐碱地盐分含量 0.3%~2.0%,稻麦棉油等大宗农作物耐盐能力较差,无法种植或难以获得比较理想的经济产量,但盐分含量低于 0.6% 的土壤比较适合一些耐盐植物(作物)的生产。蓖麻是一种经济价值极高、耐盐能力强、产量潜力巨大的能源和油料作物。近年来,蓖麻种植在沿海滩涂越来越受到重视<sup>[1]</sup>。从 2007 年开始,在国家科技支撑计划和江苏省农业科技支撑计划的资助下,我们系统研究了中度盐碱地蓖麻的苗期耐盐机理<sup>[2]</sup>、土壤条件和关键栽培措施对蓖麻生长发育特性、生理、产量和产量形成的影响<sup>[3-5]</sup>。相关研究于 2012 年 12 月通过了江苏省科技厅组织的专家验收。为规范中度盐碱地蓖麻种植,提高该种植模式的产量和质量,促进中度盐碱地综合利用,参照国家相关标准,结合江苏沿海滩涂中度盐碱地实际,总结了中度盐碱地蓖麻高产栽培技术规程。

## 1 范围

本规程规定了江苏沿海地区中度盐碱地蓖麻栽培的基础条件、播前准备、播种、田间管理等栽培技术要求。本规程适用于江苏沿海中度盐碱地蓖麻栽培。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注明日期的引用文件,随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准。鼓励根据本规程达成协议的各方研究是否使用这些文件的最新版本。凡是不注明日期的引用文件,最新版本(包括所有的修改单)适用于本标准。GB/T 8321—1999《农药合理使用准则》。

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

盐碱土(盐碱地)为盐土、碱土以及各种盐化和碱化土壤的总称。土壤中可溶性盐分含量为 0.1%~0.3% 的土壤为轻度盐碱地,可溶性盐分含量为 0.3%~0.5% 的土壤为中度盐碱地。

## 4 播前准备

### 4.1 盐碱地治理

按照“整平土地、缩小地块、强化沟系”的原则,对土地进

比研究[J]. 天津农学院学报,2009,16(4):9-12.

[11]刘萍,陆卫平,陆大雷. 鲜食糯玉米品质差异及适宜采收指标的研究[J]. 玉米科学,2009,17(6):5-8.

[12]许超,窦姣,韩杨莹,等. 糯玉米成熟过程中蛋白质及蛋白酶活力的变化[J]. 陕西农业科学,2012,58(5):16-18.

[13]张海艳,赵延明. 糯玉米颖果的发育及营养品质分析[J]. 中国农学通报,2009,25(2):74-76.

[14]翟广谦,陈永欣,田福海. 甜、糯玉米鲜食期品质变化及保鲜技术研究[J]. 山西农业科学,1997,25(1):24-27.

[15]刘翠英. 中糯 301 玉米适宜采收期与有效积温的关系研究[J]. 陕西农业科学,2006(3):27-28.

收稿日期:2013-04-10

基金项目:国家自然科学基金(编号:31171483);江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(11)2054];江苏省农业科技支撑计划(编号:SBE2010307);江苏省滩涂生物资源与环境保护重点建设实验室开放基金(编号:JLCBE10004)。

作者简介:周桂生(1971—),男,江苏如皋人,博士,副教授,硕士生导师,主要从事能源作物和棉花栽培生理研究。E-mail: gszhou@yzu.edu.cn。

[4]王玉凤,薛盈文,杨克军. 不同施钾方式对糯玉米中糯 1 号鲜食期营养品质的影响[J]. 玉米科学,2010,18(4):125-130.

[5]GB/T 5009.3—2003 食品中水分的测定[S].

[6]王芳芳,刘洋旭,王鹏文. 鲜食糯玉米鲜果穗生长规律研究[J]. 中国农学通报,2010,26(13):153-156.

[7]陈钧辉,陶力,李俊. 生物化学实验[M]. 北京:科学出版社,2003:63-64.

[8]GB/T 5009.6—2003 食品中脂肪的测定[S].

[9]王芳芳. 鲜食糯玉米鲜果穗生长规律及其采后生理研究[D]. 天津:天津农学院,2011:16-18.

[10]王鹏文,温大兴,辛德财. 糯玉米与普通玉米籽粒灌浆特点的对