

# 种植密度对鲜食玉米苏科糯3号鲜果穗产量及商品品质的影响

赵文明, 陈艳萍, 郑飞, 孔令杰, 张美景, 袁建华\* (江苏省农业科学院粮食作物研究所, 江苏南京 210014)

**摘要** [目的]研究不同种植密度对苏科糯3号鲜果穗产量及商品品质的影响。[方法]研究了不同种植密度(5.25万、6.00万、6.75万、7.50万、8.25万、9.00万株/hm<sup>2</sup>)对苏科糯3号产量及商品品质的影响,明确以收获鲜穗为目的的苏科糯3号在南京周边地区春季种植的适宜种植密度。[结果]玉米鲜果穗产量随密度的增加呈现出向下的抛物线趋势;株高、穗位高、倒伏率、空秆率、秃尖长随种植密度的增加呈上升趋势;双穗率、穗长、穗粗、穗行数、行粒数、百粒重、单穗重随种植密度的增加呈下降趋势。[结论]在兼顾总体鲜穗产量和商品品质的基础上,苏科糯3号在南京地区春季适宜种植密度为6.75万株/hm<sup>2</sup>。

**关键词** 种植密度;苏科糯3号;鲜果穗产量;商品品质

中图分类号 S513 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2015)22-036-04

## Effects of Planting Density on Fresh Ear Yield and Commodity Quality of Fresh Eating Waxy Corn Variety Sukenuo No.3

ZHAO Wen-ming, CHEN Yan-ping, ZHENG Fei, YUAN Jian-hua\* et al (Institute of Food Crops, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing, Jiangsu 210014)

**Abstract** [Objective] The research aimed to study the effects of different planting densities on the fresh ear yield and commodity quality of fresh eating waxy corn variety Sukenuo No.3. [Method] The effects of different planting densities (5.25 × 10<sup>4</sup>, 6.00 × 10<sup>4</sup>, 6.75 × 10<sup>4</sup>, 7.50 × 10<sup>4</sup>, 8.25 × 10<sup>4</sup> and 9.00 × 10<sup>4</sup> plants/hm<sup>2</sup>) on the fresh ear yield and commodity quality of Sukenuo No.3 were studied to clear its suitable planting density in surrounding area of Nanjing in spring by the purpose of harvesting fresh ear. [Result] Yield of fresh ear showed downward parabola trend with the increase in planting density. According to planting density increased, plant height, ear height, lodging rate, no ear plant rate and barren tip were increased, while double spike rate, ear length, ear diameter, ear row number, kernels per row, 100 grain weight and single ear weight were decreased. [Conclusion] In order to obtain high fresh ear yield and better commodity quality, the best planting density of Sukenuo No.3 was 67 500 plants/hm<sup>2</sup> in spring of Nanjing.

**Key words** Planting density; Sukenuo No.3; Fresh ear yield; Commodity quality

鲜食糯玉米因其营养保健,风味独特,适口性好而成为农产品的新宠,深受消费者青睐,市场需求激增,种植面积逐年扩大。据不完全统计,我国糯玉米年种植面积已达到66.7万hm<sup>2</sup>以上。近年来,江苏省糯玉米种植面积达10万hm<sup>2</sup>以上,已发展成为高效农业的重要组成部分,促进了农民增收、农业增效和农村发展。

密度是影响鲜食玉米产量和商品品质的重要因素。以穗鲜销售为目的的糯玉米生产不仅要考虑产量的高低,而且应更加注重果穗的商品品质。密度过高,会导致鲜果穗产量和商品品质降低;密度过低,鲜果穗商品性好,但难以获得较高的产量,取得较好的经济效益<sup>[1-3]</sup>。只有在适宜的种植密度条件下才可兼顾产量和果穗的商品品质,收到较好的经济效益。

苏科糯3号是江苏省农科院粮食作物研究所育成的早熟彩色甜糯型鲜食玉米,具有糯性强、甜度适中、口感好、抗逆性强、综合农艺性状好等特点,适宜在江苏及周边地区种植。该试验研究了不同种植密度对苏科糯3号产量及商品品质的影响,明确以收获鲜穗为目的的苏科糯3号在南京周边地区春季种植的适宜种植密度,为推广和提高种植效益提供依据。

## 1 材料与方

**1.1 试验材料** 供试材料为苏科糯3号糯玉米,由江苏省农科院粮食作物研究所提供。试验于2014年春季在江苏省农业科学院六合动物科学试验基地试验田进行。

**1.2 试验方法** 试验采用随机区组设计,3次重复。设置6个密度处理:5.25万、6.00万、6.75万、7.50万、8.25万、9.00万株/hm<sup>2</sup>。小区行长6m,行距0.5m,面积24m<sup>2</sup>。田间管理按大田生产常规栽培管理。

**1.3 测定项目与数据分析** 在最佳上市期采收,采收时田间调查各处理的株高、穗位高、倒伏率、空秆率、双穗率等性状。鲜果穗采收后称重,统计产量。各小区随机取5个果穗,考察穗长、穗粗、秃尖长、穗行数、行粒数、百粒重、单穗重等商品性状。采用Excel软件进行数据处理分析。

## 2 结果与分析

**2.1 种植密度对苏科糯3号生育期的影响** 不同种植密度下苏科糯3号的生育期调查结果见表1。方差分析结果表明,不同密度下生育期差异未达到显著水平。由图1可知,随着种植密度的增加,苏科糯3号的开花-吐丝间隔期有所增加,出苗-采收时间有所延长。这表明种植密度过高,苏科糯3号可能出现雌雄发育不协调现象,导致结实性差,造成生产上的风险。

**2.2 种植密度对苏科糯3号植株性状的影响** 不同种植密度下苏科糯3号植株性状调查结果见表2。方差分析结果表明,种植密度对苏科糯3号的株高、穗位高的影响达到显著水平,对倒伏率、空秆率、双穗率的影响达到极显著水平。由图2可知,随着种植密度的增加,苏科糯3号的株高、穗位高呈现明显的上升趋势,9.00万株/hm<sup>2</sup>的密度处理显著高于5.25万株/hm<sup>2</sup>。由图3可知,苏科糯3号的倒伏率、空秆率随着种植密度的增加而呈现出显著的上升趋势,9.00万、8.25万、7.50万株/hm<sup>2</sup>的密度处理极显著高于5.25万、6.00万、6.75万株/hm<sup>2</sup>。由图4可知,随着种植密度的增加,苏科糯3号的

**基金项目** 江苏省农业三新工程项目(SXGC[2015]339);江苏省农业科技自主创新项目(CX(12)2032)。

**作者简介** 赵文明(1980-),男,河南周口人,助理研究员,硕士,从事鲜食玉米育种工作。\*通讯作者,研究员,博士,从事玉米育种与科研管理工作。

**收稿日期** 2015-06-03

双穗率显著减少,9.00 万、8.25 万、7.50 万株/hm<sup>2</sup> 的密度处理极显著小于 5.25 万、6.00 万、6.75 万株/hm<sup>2</sup>。这表明密度过

大,苏科糯 3 号的田间通风透光性较差,玉米植株间对水肥和光照的竞争加剧,导致植株疯长、倒伏、空秆率增多。

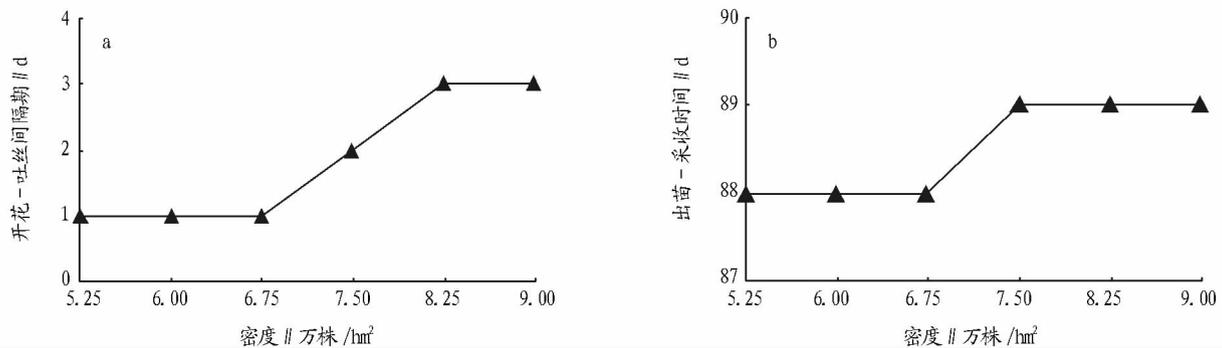


图 1 不同种植密度开花-吐丝间隔期(a)、出苗-采收时间(b)的变化

表 1 种植密度对苏科糯 3 号生育期性状的影响

密度 万株/hm <sup>2</sup>	播种期	出苗期	开花期	吐丝期	采收期	开花-吐丝 间隔期//d	出苗-采 收时间//d
5.25	04-03	04-16	06-18	06-19	07-13	1	88
6.00	04-03	04-16	06-18	06-19	07-13	1	88
6.75	04-03	04-16	06-18	06-19	07-13	1	88
7.50	04-03	04-16	06-18	06-20	07-14	2	89
8.25	04-03	04-16	06-18	06-21	07-14	3	89
9.00	04-03	04-16	06-18	06-21	07-14	3	89

表 2 种植密度对苏科糯 3 号植株性状的影响

密度 万株/hm <sup>2</sup>	株高 cm	穗位高 cm	倒伏率 %	空秆率 %	双穗率 %
5.25	189.6 bA	82.6 bA	2.5 bB	0 cC	16.2 aA
6.00	191.3 abA	83.7 bA	2.9 bB	0 cC	15.9 aA
6.75	192.4 abA	84.4 bA	4.5 bB	0.3 cC	11.4 aA
7.50	193.8 abA	86.5 abA	9.3 aAB	4.1 bBC	2.8 bB
8.25	195.5 abA	87.2 abA	10.2 aA	6.1 abAB	0.6 bB
9.00	197.1 aA	89.6 aA	11.5 aA	9.3 aA	0 bB

注:同列无相同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ ),无相同大写字母表示差异极显著( $P < 0.01$ )。

表 3 种植密度对苏科糯 3 号商品性状的影响

密度 万株/hm <sup>2</sup>	秃尖长 cm	穗长 cm	单穗鲜重 g	行粒数 粒	穗粗 cm	鲜百粒重 g	穗行数 行
5.25	0.9 dB	19.1 aA	250.7 aA	32.9 aA	4.4 aA	35.7 aA	12.4 aA
6.00	1.2 cdB	18.9 aA	249.3 aA	32.6 aA	4.3 aA	35.4 aA	12.4 aA
6.75	1.3 cdB	18.6 abA	243.1 abA	32.3 abA	4.3 aA	34.9 aA	12.3 aA
7.50	1.8 bcAB	18.2 abcA	233.6 bcA	31.9 abA	4.3 aA	34.8 aA	12.3 aA
8.25	2.4 abA	17.9 bcA	231.2 bcA	30.7 bcAB	4.2 aA	34.1 aA	12.2 aA
9.00	2.8 aA	17.6 cA	225.9 cA	29.4 cB	4.2 aA	33.6 aA	12.1 aA

注:同列无相同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ ),无相同大写字母表示差异极显著( $P < 0.01$ )。

**2.3 种植密度对苏科糯 3 号商品品质的影响** 不同种植密度下苏科糯 3 号商品性状调查结果见表 3。方差分析结果表明,种植密度对苏科糯 3 号的秃尖长、行粒数的影响达到极显著水平,对穗长、单穗鲜重的影响达到显著水平,对穗粗、穗行数、百粒重的影响未达到显著水平。由图 5 可知,苏科糯 3 号的秃尖长随着种植密度的增加而显著增加,9.00 万、8.25 万株/hm<sup>2</sup> 的密度处理极显著大于 5.25 万、6.00 万、6.75 万株/hm<sup>2</sup>。由图 6 可知,随着种植密度的增加,苏科糯 3

号的穗长、穗粗均呈现减少趋势,9.00 万株/hm<sup>2</sup> 的密度处理的穗长显著小于 5.25 万、6.00 万、6.75 万株/hm<sup>2</sup> 密度处理的穗长。由图 7 可知,苏科糯 3 号的行粒数随着种植密度的增加而显著减少,9.00 万株/hm<sup>2</sup> 的密度处理显著小于 5.25 万、6.00 万、6.75 万、7.50 万株/hm<sup>2</sup>;穗行数呈减少趋势。由图 8 可知,随着种植密度的增加,苏科糯 3 号的单穗重显著减少,9.00 万株/hm<sup>2</sup> 的密度处理显著小于 5.25 万、6.00 万、6.75 万株/hm<sup>2</sup>;百粒重呈减少趋势。这表明密度过大水肥供

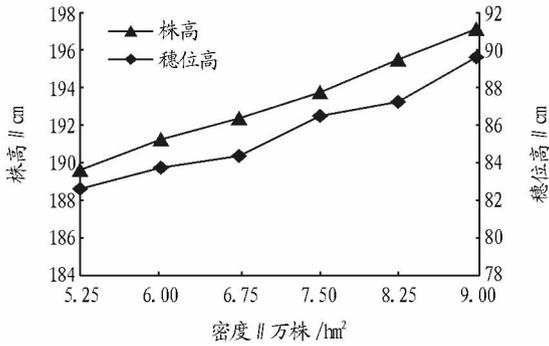


图2 不同种植密度株高和穗位高的变化

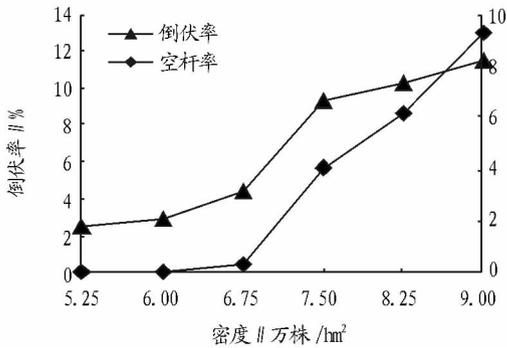


图3 不同种植密度倒伏率和空秆率的变化

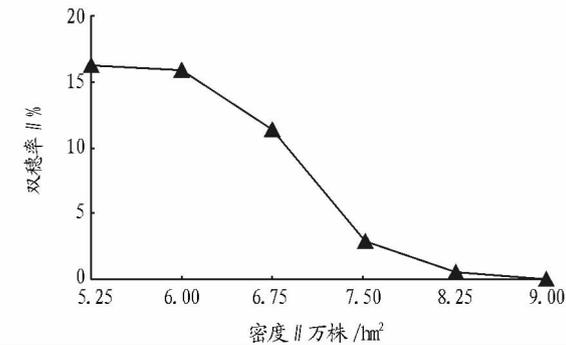


图4 不同种植密度双穗率的变化

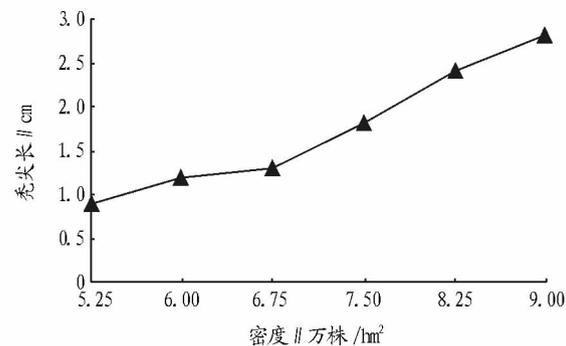


图5 不同种植密度壳尖长的变化

应相对不足,造成苏科糯3号植株营养生长不良,营养物质供应不足,影响雌蕊发育、授粉以及灌浆结实,导致反映苏科糯3号商品品质的穗长、穗行数、行粒数、百粒重、单穗鲜重

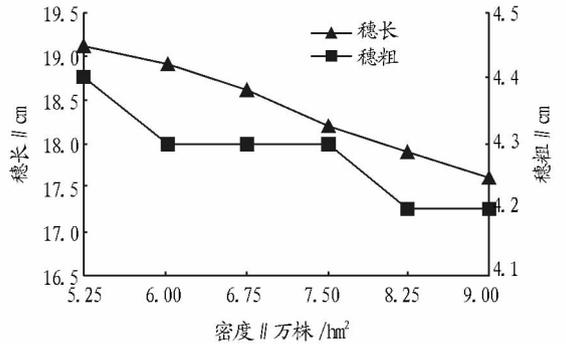


图6 不同种植密度穗长和穗粗的变化

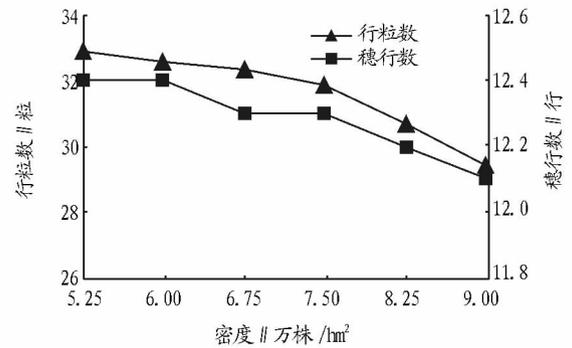


图7 不同种植密度穗行数和行粒数的变化

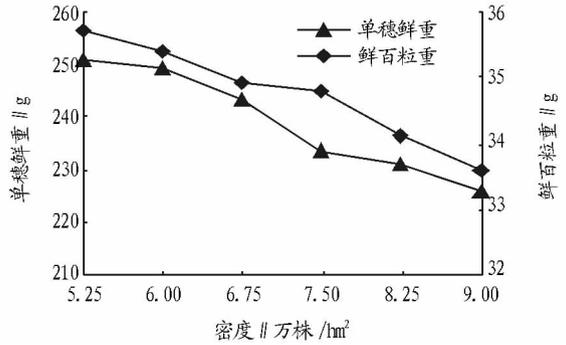


图8 不同种植密度单穗鲜重和鲜百粒重的变化

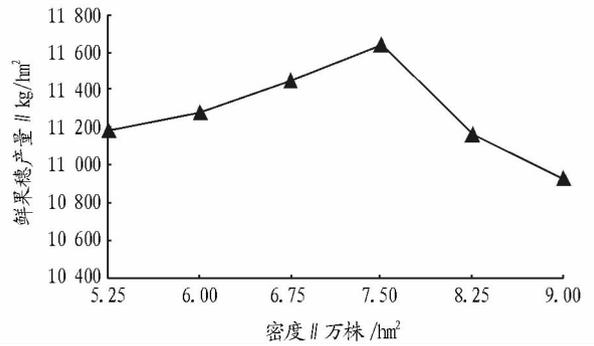


图9 不同种植密度鲜果穗产量的变化

等降低,商品品质变差,影响经济效益。

**2.4 种植密度对苏科糯3号鲜果穗产量的影响** 5.25、6.00、6.75、7.50、8.25、9.00 万株/hm<sup>2</sup> 种植密度下苏科糯3

号鲜果穗产量分别为 11 180.4、11 271.8、11 452.5、11 643.0、11 156.8、10 924.1 kg/hm<sup>2</sup>。方差分析结果表明,种植密度对苏科糯 3 号的鲜果穗产量的影响达到显著水平。由图 9 可知,随着种植密度的增加,产量呈现出先升后降的抛物线趋势。苏科糯 3 号的鲜果穗产量在 7.50 万株/hm<sup>2</sup> 下的产量最高,为 11 643.0 kg/hm<sup>2</sup>;9.00 万株/hm<sup>2</sup> 的产量最低,为 10 924.1 kg/hm<sup>2</sup>。不同种植密度下产量表现为 7.50 万株/hm<sup>2</sup> > 6.75 万株/hm<sup>2</sup> > 6.00 万株/hm<sup>2</sup> > 5.25 万株/hm<sup>2</sup> > 8.25 万株/hm<sup>2</sup> > 9.00 万株/hm<sup>2</sup>。7.50 万株/hm<sup>2</sup> 的产量显著大于 5.25 万、8.25 万、9.00 万株/hm<sup>2</sup> 的产量;6.75 万株/hm<sup>2</sup> 的产量显著大于 9.00 万株/hm<sup>2</sup> 的产量。这表明种植密度对苏科糯 3 号的产量具有直接影响,适宜的种植密度可充分发挥玉米的个体潜力和群体优势。在满足商品性的前提下,力求最高鲜穗产量是苏科糯 3 号栽培的主要目标。

### 3 结论与讨论

该试验结果表明,种植密度对苏科糯 3 号鲜果穗产量及商品品质有显著影响。随着种植密度的增加,苏科糯 3 号株高、穗位高上升,倒伏率、空秆率增加;反应商品品质的秃尖增长,穗长变短,穗粗变细,穗行数、行粒数、百粒重减少,单穗重下降;鲜果穗产量呈先增加后减少的向下抛物线趋势。这说明苏科糯 3 号在高密度种植条件下,有机养分供应不足,导致鲜果穗产量下降和商品品质变差。

合理密植是鲜食糯玉米获得高产和高效益的关键因

素<sup>[4-8]</sup>。在该试验密度范围内,7.50 万株/hm<sup>2</sup> 密度时,虽然产量最高,但鲜穗商品品质变差;低于 6.75 万株/hm<sup>2</sup> 密度时,虽然鲜穗商品品质较好,但产量不理想。在兼顾总体鲜果穗产量和商品品质的基础上,苏科糯 3 号在南京地区春季适宜种植密度为 6.75 万株/hm<sup>2</sup>。

该试验是在土壤单位面积水肥总量相同的情况下,研究了种植密度对苏科糯 3 号的影响,不同施肥量和不同种植方式条件下的适宜密度有待于进一步研究。该试验只对密度对鲜果穗产量及商品品质的影响进行了研究,有关密度对鲜食糯玉米蒸煮品质的影响有待进一步研究。

### 参考文献

- [1] 胡俏强,陈舜权,戴惠学. 种植密度对糯玉米晶彩花糯 5 号产量及农艺性状的影响[J]. 江西农业学报,2012,24(11):30-32.
- [2] 杨艳,冷远康. 不同种植密度下玉米主要农艺性状及其与产量的关系研究[J]. 安徽农业科学,2014,42(6):1647-1649,1652.
- [3] 郑洪建,王义法,沈雪芳,等. 密度对鲜食糯玉米产量的影响[J]. 上海农业学报,2005,21(3):64-67.
- [4] 张明,王军,刘红亮,等. 不同收获目标糯玉米周糯 1 号适宜种植密度试验[J]. 江苏农业科学,2008(4):45-46.
- [5] 许业俊,王伟,楼旭平,等. 密度对甜糯玉米美玉 8 号产量及主要性状的影响[J]. 浙江农业科学,2009(5):937-938.
- [6] 吕桂华,徐秀红,卢华兵,等. 种植密度对浙糯王 5 号产量及农艺性状的影响[J]. 中国种业,2012(8):37-38.
- [7] 张明培. 种植密度对烟糯 7 号产量及相关性状的影响[J]. 山东农业科学,2013,45(10):79-80.
- [8] 宋丽,刘亚飞,顾正虎,等. 密度和施肥量对鲜食糯玉米产量和品质的影响[J]. 西北农业学报,2014,23(6):96-101.

(上接第 35 页)

种的倒伏指数是一致的,也与 3 个品种的田间实际表现是相符的,即良星 66 的抗倒伏能力最强。相同条件下良星 66 的 3 个倒伏性状虽然不都是最突出的,但茎秆机械强度值都是最大的。可见,在育种工作中,针对抗倒伏性状的选择,应着重选择茎秆机械强度较大的株系<sup>[4]</sup>。

表 6 倒伏指数与节间长度相关性分析

品种	倒 1 节间 长度	倒第 2 节间 长度	倒 3 节间 长度	倒 4 节间 长度	倒 5 节间 长度
济麦 22	0.772	0.915**	0.832	0.865	0.786
山农 17	0.808*	0.928**	0.755	0.646	0.693
良星 66	0.935*	0.961**	0.652	0.634	0.815

**3.2 倒伏指数与密度的关系** 相同密度条件下,蜡熟末期的倒伏指数最大,最宜发生倒伏,孕穗期倒伏指数最小。乳熟期倒伏指数要小于开花期,这是该研究不同前人的地方<sup>[5]</sup>,而且 3 个供试品种均呈现了同样的规律性,这可能与小麦茎秆组织结构的发育有关,也可能与茎秆鲜重、重心高度、机械强度的综合变化有关,需要进一步研究明确。相同生育时期,倒伏指数都随密度的增加而增加,且在该试验条件下,供试品种的最高产量都不是在最大密度下获得的,可见,生产上盲目增加播量只会增加小麦发生倒伏的风险。

**3.3 倒伏指数与抗倒伏性状、节间长度的关系** 同一生育时期,不同密度间供试品种的机械强度差异显著。分析倒伏指数与抗倒伏性状间的相关性,不同生育时期倒伏指数与倒伏性状间的相关性不一,但均与机械强度的相关性最大,其次为重心高度,与茎秆鲜重的相关性最小,这可以为育种中甄别株系的抗倒性提供一定的依据。供试品种倒伏指数均与倒 2 节间长度显著相关,山农 17 与良星 66 倒伏指数还与倒 1 节间长度显著相关,可见田间选择时应选择倒 2 节间长度较短的株系。鉴于试验条件的限制,倒伏指数与倒 2 节间的其他性状(壁厚、节间密度<sup>[6]</sup>)是否具有相关性还需进一步研究明确。

### 参考文献

- [1] 张志强,付晶,王奉芝,等. 小麦抗倒伏研究进展[J]. 安徽农业科学,2013,41(5):2020-2022.
- [2] 魏凤珍,李金才,王成雨,等. 氮肥运筹模式对小麦茎秆抗倒性能的影响[J]. 作物学报,2008,34(6):1080-1085.
- [3] 王勇,李晴祺,李安飞,等. 小麦品种茎秆的质量及解剖学研究[J]. 作物学报,1998,24(4):452-458.
- [4] 孙允超,尹会会,王光禄,等. 小麦杂种 F<sub>3</sub> 代茎秆机械强度的选择效应分析[J]. 山东农业科学,2012,44(6):24-26,52.
- [5] 崔勇,谢全刚,刘宾,等. 不同播期条件下小麦基部节间性状的相关性分析[J]. 山东农业科学,2012,44(4):20-23.
- [6] 徐磊,王大伟,时荣盛,等. 小麦基部节间茎秆密度与抗倒性关系的研究[J]. 麦类作物学报,2009,29(4):673-679.