

闽北地区甜玉米品种与施肥方式比较试验

王志纯 (福建省种子总站, 福建福州 350003)

摘要 为了解闽北区域甜玉米品种的特性以及施肥方式对品种产量等多个性状的影响,采用二因素(品种×施肥处理)正交试验方法比较该区域2个主栽品种与1个后备品种产量及其相关性状方面的优缺点。结果表明,闽甜6855高产、稳产,种植风险小,可以在闽北地区扩大种植;金百甜10号具有高产优点,但是存在一定的种植风险,需选择好合适的种植季节;而后备品种金珍甜1号的产量等多个性状存在缺陷,因此不适合在闽北地区推广。相关分析及通径分析结果表明,优良的甜玉米品种不仅带苞叶产量要高,还要求其出穗率、出籽率性状指标也要高。施肥试验结果表明,复合肥等缓释肥有利于甜玉米的增产;有机肥替代无机化肥后产量未有显著差异,因此增施有机肥替代化肥的方式既改良土壤,又保障甜玉米产量。

关键词 甜玉米;品种;施肥方式;闽北地区

中图分类号 S513 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2021)06-0059-05

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2021.06.017



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Comparative Study of Sweet Corn Varieties and Fertilization Methods in North Fujian

WANG Zhi-chun (Fujian Provincial Seed Station, Fuzhou, Fujian 350003)

Abstract For the purpose of understanding the characteristics of sweet maize varieties in northern Fujian and the influence of fertilization methods on variety yield, two factors (variety × fertilization treatment) were used to compare the yield of two main varieties and one reserve variety in this area. The results showed that Mintian 6855 had high yield, stable yield and low planting risk, which could be expanded in northern Fujian. The results of correlation analysis and path analysis showed that the excellent sweet varieties not only had higher yield of bracts, but also required higher ear yield and seed yield. The results of fertilization test showed that the slow-release fertilizer such as compound fertilizer was beneficial to the increase of sweet corn yield, and the yield of organic fertilizer instead of inorganic fertilizer was not significantly different, so the way of applying organic fertilizer instead of chemical fertilizer could not only improve the soil, but also guarantee the yield of sweet corn.

Key words Sweet corn; Variety; Fertilization methods; North Fujian

甜玉米食味口感佳、营养丰富,富含膳食纤维、 V_E 、叶酸、 V_A 等多种维生素和矿物质,是老少皆宜的健康食品。随着我国经济社会的迅猛发展和人们生活水平的不断提高,甜玉米的市场需求量越来越大,在国内和国际市场呈现出越来越大的市场空间和供不应求的态势,种植面积也不断扩大^[1-3]。目前,我国甜玉米种植面积达33万 hm^2 以上,甜玉米产业已成为我国效益农业发展的亮点,是新农村建设中的重要经济作物之一^[4-5]。福建省闽北区域一直有种植甜玉米的传统,也是福建省主要的鲜食甜玉米产区。甜玉米已经成为当地农民增收、农业增效的主要经济作物。因此,筛选适合闽北区域的甜玉米主推品种可有效保障农户的稳定收益,有利于闽北区域鲜食甜玉米产业的长期健康发展。

合理的施肥方式可实现甜玉米高产、稳产、优质,同时也需要保持土地的持续生产能力^[6-7]。但在生产实践中,施肥具有分散性、区域性、时空多变性和经验性等特点^[8],并不能根据玉米生长的规律做到科学施肥。在玉米生长过程中,氮磷钾是主要需求元素,其中对氮素需求量最高。普通玉米一般施氮总量控制在360 kg/hm^2 的条件下,以基肥、拔节肥、大喇叭口肥和穗肥施入^[9]。杨国航等^[10]研究表明,穗肥对单株干物质积累影响最大,其次是拔节肥,且施用氮肥的品种与方式对于玉米干物质积累效率十分重要。尹彩侠等^[11]研究表明,与普通氮肥相比,控释氮肥能够对肥料中氮素的释

放进行控制,使氮素供应强度与作物生理需求达到动态平衡,从而获得较高的籽粒产量。另外,生产上氮素化肥的长期使用导致土壤酸化严重、土质变差、容易板结,土壤的持续生产能力逐渐减弱,因此作物生产与土壤改良已经成为生产上的一对现实的矛盾。考虑到鲜食玉米生产规律以及其基本养分需求特性和需肥规律。在调查福建省闽北鲜食玉米种植主产区大田施肥管理的基础上,设计总施氮量为270 kg/hm^2 的水平,氮:磷:钾的比例为18:9:15的总体施肥策略,研究3种施肥处理对闽北区域鲜食玉米主推品种闽甜6855、金珍甜1号和金百甜10号的影响,旨在探讨无机化肥和有机肥在鲜食玉米生产中的作用,在保证鲜食玉米高产稳产的基础上,不断进行土壤改良,提高土壤的持续生产能力,实现鲜食甜玉米产业的长期健康发展。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验在松溪县溪东乡溪东村杨源自然村进行(27°45'46"N, 118°46'5"E),海拔300m;上一茬作物为水稻,该地土地平整,土质均匀,无遮挡地块。

1.2 试验材料 选用闽北地区的2个主栽品种与1个后备品种为试验材料,分别为闽甜6855(闽审玉2016003)、金珍甜1号(浙审玉2017003,福建省引种)、金百甜10号(粤审玉2015018,福建省引种),分别标记为 A_1 、 A_2 、 A_3 。

供试肥料包括复合肥(15:15:15)、尿素(46%)、氯化钾(60%)、钙镁磷(15%)和有机肥(有机质45.0%,N1.2%,P1.0%,K1.0%)。

1.3 试验方法

1.3.1 试验设计。采用2因素试验,选用3个品种、3个施肥

基金项目 国家重点研发计划课题“南方山地玉米化肥农药减施技术集成研究与示范”(2018YFD0200707);福建省区域发展项目(2018N3016)。

作者简介 王志纯(1966—),女,福建福州人,高级农艺师,从事农作物品种推广研究。

收稿日期 2020-07-15; **修回日期** 2020-08-18

处理,共计9个“品种×处理”组合,试验密度为46 290株/hm²,具体规格为行距120 cm,株距18 cm。共3次重复,每重复小区面积为16 m²,6行区;试验四周设2行以上保护行。试验安排在2019年秋季进行,2019年8月11日播种育苗,8月21日移栽。

1.3.2 施肥方式。根据玉米的生长需要,以纯氮素270 kg/hm²的施肥水平,设计N:P:K为18:9:5的施肥比例,按照“一底三追”的经典施肥方式,把氮素按照基肥30%、苗

肥15%、拔节肥25%、大喇叭口肥30%的比例进行分批次施肥;有机肥和磷肥用作基肥施入;钾肥按基肥36%、穗肥64%的比例2次施入,具体施肥方式如下:T₁处理:复合肥900.00 kg/hm²、尿素293.40 kg/hm²、氯化钾150.00 kg/hm²;T₂处理:尿素586.95 kg/hm²、钙镁磷900.00 kg/hm²、氯化钾375.00 kg/hm²;T₃处理:(有机肥替代尿素20%)有机肥基肥4 500.00 kg/hm²、钙镁磷600.00 kg/hm²、尿素469.50 kg/hm²、氯化钾300.00 kg/hm²,具体方案见表1。

表1 不同处理施肥方案

Table 1 Fertilization scheme of different treatments

施肥处理编号 Treatment code	基肥 30% Base fertilizer 30% (N 81.0 kg/hm ²)	苗肥 15% Seedling stage fertilizer 15% (N 40.5 kg/hm ²)	拔节肥 25% Jointing fertilizer 25% (N 67.5 kg/hm ²)	大喇叭口肥 30% Big bell stage fertilizer 30% (N 81.0 kg/hm ²)
T ₁	540.00 kg/hm ² 复合肥	尿素 87.90 kg/hm ²	180.00 kg/hm ² 复合肥+尿素 90.00 kg/hm ²	复合肥 180.00 kg/hm ² +尿素 115.50 kg/hm ² +氯化钾 150.00 kg/hm ²
T ₂	176.10 kg/hm ² 尿素+钙镁磷 900.00 kg/hm ² +氯化钾 135.00 kg/hm ²	尿素 87.90 kg/hm ²	尿素 147.00 kg/hm ²	尿素 175.95 kg/hm ² +氯化钾 240.00 kg/hm ²
T ₃	尿素 58.65 kg/hm ² +钙镁磷 600.00 kg/hm ² +氯化钾 60.00 kg/hm ² +有机肥 4 500.00 kg/hm ²	尿素 87.90 kg/hm ²	尿素 147.00 kg/hm ²	尿素 175.95 kg/hm ² +氯化钾 240.00 kg/hm ²

1.3.3 调查内容与方法。收获期,全小区调查生育期和空秆率;在中间4行区抽样,选取连续10株正常植株测量株高和穗位高;收获小区中间4行,测带苞叶产量、带苞叶穗重、无苞叶产量、无苞叶穗重、出穗率、秸秆干产量等,并选取10个正常穗测定穗长、穗粗、穗行数、秃尖、行粒数、轴重、轴粗、百粒重和出籽率。

1.4 数据处理 采用利用EXCEL及DPS数据处理软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 甜玉米产量和主要农艺性状方差分析 对18个产量及农艺性状进行了方差分析,结果见表2。由表2可知,3个施肥处理间达到极显著的性状为有苞叶产量、带苞叶穗重、无苞叶产量、无苞叶穗重、株高、穗位高;各处理间秸秆干产量

和出籽率达到显著差异;而各处理的出穗率、穗长、穗粗、穗行数、秃尖、行粒数、轴重、轴粗、百粒重、生育期和空秆率均未达到显著差异,说明施肥处理对鲜穗产量性状、秸秆干产量、出籽率、株高和穗位高等有影响,而对多数农艺性状和产量相关的性状影响不大。3个品种间,仅带苞叶产量和带苞叶穗重间无显著差异,其他产量和农艺性状间均有显著或极显著的差异,说明3个品种除了带苞叶产量间差异不大外,其他性状间有明显差异,特别是无苞叶产量相关性状和其他农艺性状各品种差异较大。从“品种×处理”的互作来看,各处理仅穗位高达到显著差异,其他产量和农艺性状间均未达到显著差异,说明品种与施肥处理的互作效应对产量和农艺性状影响小。

表2 闽北地区甜玉米产量和主要农艺性状方差分析

Table 2 Variance analysis of yield and major agronomic traits of sweet corns in north Fujian

变异来源 Source of variation	自由度 DF	带苞叶产量 Yield with bracts	带苞叶穗重 Ear weight with bracts	无苞叶产量 Yield without bracts	无苞叶穗重 Ear weight without bracts	出穗率 Ear percentage	秸秆干产量 Yield of dry straw
区组间 Between blocks	2	0.995 5	0.993 1	1.158 5	1.088 9	0.069 4	1.554 9
品种间 Between varieties	2	0.861 6	1.048 2	14.529 9**	12.625 9**	14.414 8**	2.488 1
处理间 Between treatments	2	5.323 3**	6.259 4**	7.271 7**	6.774 0**	0.154 9	4.166 2*
品种×处理 Variety × treatment	4	0.906 1	0.922 8	1.126 0	1.285 4	0.376 9	0.753 9
变异来源 Source of variation	株高 Plant height	穗位高 Ear height	穗长 Ear length	穗粗 Ear diameter	穗行数 Rows per ear	秃尖 Bared tip length	行粒数 Kernels per row
区组间 Between blocks	0.431 7	2.065 7	1.544 5	1.677 6	1.878 3	1.637 1	0.833 4
品种间 Between varieties	57.819 0**	20.797 3**	20.514 8**	6.193 7**	13.847 9**	110.655 5**	25.641 6**
处理间 Between treatments	6.568 6**	7.180 4**	0.899 2	0.129 0	1.528 5	2.229 6	0.469 0
品种×处理 Variety × treatment	2.344 0	3.903 0*	1.314 4	0.322 6	0.353 6	1.594 3	0.739 6

接下表

续表 2

变异来源 Source of variation	轴重 Cob weight	轴粗 Cob diameter	百粒重 100-kernel weight	生育期 Growth period	空秆率 Empty bar rate	出籽率 Shelling percentage
区组间 Between blocks	3.434 9	0.068 3	0.403 2	6.594 6**	0.659 2	0.956 8
品种间 Between varieties	19.619 9**	10.671 9**	8.667 3**	1 583.135 0**	138.520 6**	24.368 7**
处理间 Between treatments	0.376 4	0.744 5	0.259 3	3.027 0	1.162 4	5.014 4*
品种×处理 Variety × treatment	1.783 2	0.417 8	1.082 6	0.918 9	1.854 1	0.710 6

注: * 表示在 0.05 水平差异显著; ** 表示在 0.01 水平差异显著

Note: * indicated significant differences at 0.05 level; ** indicated extremely significant differences at 0.01 level

2.2 甜玉米主要农艺性状的多重比较 对施肥处理存在显著或极显著差异的各个性状进一步进行多重比较分析, 结果见表 3。由表 3 可知, 3 个施肥处理对带苞叶产量、带苞叶穗重、无苞叶产量、无苞叶穗重 4 个鲜穗产量性状的影响规律比较一致, T₁ 和 T₃ 处理间存在极显著差异, T₁ 和 T₂ 处理间存在显著差异, 而 T₂ 和 T₃ 处理间差异不显著。从 3 个施肥处理对秸秆干产量的影响来看, 仅 T₁、T₂ 与 T₃ 处理间有显著

差异, 而 T₂ 和 T₃ 处理间差异不显著。T₁ 和 T₂ 处理对株高的影响差异不显著, 而 T₁、T₂ 处理分别与 T₃ 处理间差异显著。3 个施肥处理对穗位高的影响与对株高的影响规律一致, T₁ 和 T₂ 处理间差异不显著, 而 T₁ 与 T₃ 处理间差异显著, T₂ 与 T₃ 间差异极显著。从对出籽率的影响来看, T₁ 与 T₂ 处理间出籽率无显著差异, 但与 T₃ 处理出籽率差异极显著; T₂ 与 T₃ 处理间出籽率差异不显著。

表 3 甜玉米不同施肥处理主要农艺性状的多重比较

Table 3 Multiple comparison of major agronomic traits in different fertilization treatments

处理编号 Treatment code	带苞叶产量 Yield with bracts kg/hm ²	带苞叶穗重 Ear weight with bracts g	无苞叶产量 Yield without bracts kg/hm ²	无苞叶穗重 Ear weight without bracts g	出穗率 Ear percentage//%	秸秆干产量 Yield of dry straw//kg/hm ²	株高 Plant height cm
T ₁	23 052.45±787.05	499.24±15.04 aA	14 790.75±584.70	318.27±12.72 aA	63.93±2.07 aA	4 983.15±546.60	220.91±19.31 aA
T ₂	22 126.65±837.00	478.51±18.14 bAB	14 241.45±723.90	307.22±15.18 bAB	64.26±1.57 aA	4 568.40±224.40	221.64±19.74 aA
T ₃	21 823.20±838.05	471.67±18.06 bB	14 036.55±595.65	302.18±12.40 bB	64.11±1.56 aA	4 617.60±163.65	210.02±16.34 bB

处理编号 Treatment code	穗位高 Ear height cm	穗长 Ear length cm	穗粗 Ear diameter cm	穗行数 Rows per ear//行	秃尖 Bared tip length//cm	行粒数 Kernels per row//粒
T ₁	72.40±6.97 aAB	19.92±1.04 aA	5.30±0.11 aA	14.40±0.84 aA	2.40±1.77 aA	36.67±2.65 aA
T ₂	74.73±7.44 aA	20.24±1.35 aA	5.29±0.14 aA	14.53±1.23 aA	2.79±2.37 aA	36.16±2.78 aA
T ₃	67.49±7.86 bB	19.83±0.97 aA	5.28±0.07 aA	15.00±1.16 aA	2.11±2.38 aA	36.76±1.83 aA

处理编号 Treatment code	轴重 Cob weight//g	轴粗 Cob diameter cm	百粒重 100-kernel weight//g	出籽率 Shelling percentage//%	空秆率 Empty bar rate//%	生育期 Growth period//d
T ₁	86.49±5.90 aA	2.88±0.16 aA	44.42±2.65 aA	73.33±2.73 aA	1.81±2.49 aA	92.94±3.48 bA
T ₂	88.31±9.25 aA	2.83±0.16 aA	44.11±3.76 aA	72.23±4.19 abAB	1.93±2.94 aA	93.06±3.43 abA
T ₃	87.39±7.17 aA	2.82±0.11 aA	43.54±3.45 aA	70.17±3.91 bB	1.44±2.01 aA	93.28±3.22 aA

注: 同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著; 同列不同大写字母表示在 0.01 水平差异显著

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

从甜玉米品种来看, 除了带苞叶产量和秸秆干产量在品种间不存在显著差异外, 其他性状均存在显著或极显著差异, 需进一步进行多重比较分析。由表 4 可知, 金百甜 10 号和闽甜 6855 间无苞叶产量、无苞叶穗重、出穗率均无显著差异, 而金珍甜 1 号极显著低于其他 2 个品种, 表明尽管 3 个品种在带苞叶情况下产量和穗重差异不显著, 但由于金珍甜 1 号比金百甜 10 号和闽甜 6855 苞叶厚, 去除苞叶后, 金百甜 10 号和闽甜 6855 的鲜穗产量和穗重极显著高于金珍甜 1 号, 出穗率也极显著高于金珍甜 1 号, 从产量角度看, 金百甜 10 号和闽甜 6855 更优良。就株高和穗位高而言, 金百甜 10 号均最高, 金珍甜 1 号次之, 闽甜 6855 最低, 金百甜 10 号极显著高于其他 2 个品种; 金珍甜 1 号在株高上显著高于闽甜 6855, 但 2 个品种的穗位高无显著差异。就其他产量相关性而言, 闽甜 6855 和金百甜 10 号均显著优于金珍甜 1 号, 特

别是金珍甜 1 号的秃尖极显著长于闽甜 6855 和金百甜 10 号, 穗行数、行粒数和出籽率极显著少于其他 2 个品种, 轴重极显著重于其他 2 个品种, 百粒重极显著重于闽甜 6855, 穗长极显著长于闽甜 6855; 闽甜 6855 与金百甜 10 号比较显示, 闽甜 6855 的穗长、穗粗和百粒重显著或极显著低于金百甜 10 号, 空秆率和生育期均极显著低于金百甜 10 号。总体来看, 闽甜 6855 和金百甜 10 号是高产型优良品种, 2 个品种苞叶厚度适中、出穗率高, 因此无苞叶产量高, 同时秃尖少、轴重轻、出籽率高、商品性好。金百甜 10 号相对来说单穗更粗大, 但是存在空秆率过高的风险, 而闽甜 6855 生育期短且空秆率极低, 是熟期较早的低风险品种。金珍甜 1 号存在苞叶过厚、秃尖过长、出籽率过低等不良性状, 建议不在闽北地区推广应用。

表4 甜玉米不同品种主要农艺性状的多重比较

Table 4 Multiple comparison of major agronomic traits in different sweet maize varieties

品种编号 Variety code	带苞叶产量 Yield with bracts kg/hm ²	带苞叶穗重 Ear weight with bracts g	无苞叶产量 Yield without bracts kg/hm ²	无苞叶穗重 Ear weight without bracts g	出穗率 Ear perc- entage//%	秸秆干产量 Yield of dry straw//kg/hm ²	株高 Plant height cm
A ₁	22 481.55±751.35	487.10±16.24 aA	14 597.40±502.35	296.36±8.75 bB	64.70±0.52 aA	4 709.85±232.50	202.22±9.82 cB
A ₂	22 036.65±916.35	476.39±18.68 aA	13 725.45±409.95	314.23±11.20 aA	62.29±1.53 bB	4 554.90±193.35	211.13±6.87 bB
A ₃	22 484.10±1 179.60	485.93±25.59 aA	14 745.75±677.25	317.08±14.58 aA	65.30±0.97 aA	4 904.40±575.25	239.22±11.92 aA

品种编号 Variety code	穗位高 Ear height cm	穗长 Ear length cm	穗粗 Ear diameter cm	穗行数 Rows per ear//行	秃尖 Bared tip length//cm	行粒数 Kernels per row//粒
A ₁	67.62±6.71 bB	18.91±0.39 cB	5.24±0.07 bB	13.56±0.62 bB	1.07±0.52 bB	37.38±0.86 aA
A ₂	68.20±4.83 bB	20.97±0.39 aA	5.24±0.05 bB	15.29±1.02 aA	5.20±0.94 aA	33.82±1.54 bB
A ₃	78.80±6.25 aA	20.12±1.11 bA	5.38±0.12 aA	15.09±0.59 aA	1.03±0.77 bB	38.38±1.52 aA

品种编号 Variety code	轴重 Cob weight//g	轴粗 Cob diameter cm	百粒重 100-kernel weight//g	出籽率 Shelling percentage//%	空秆率 Empty bar rate//%	生育期 Growth period//d
A ₁	84.52±1.54 bB	2.74±0.07 bB	41.28±3.04 bB	73.07±1.17 aA	0.00±0.00 bB	88.61±0.55 bB
A ₂	94.92±6.60 aA	2.82±0.09 bB	46.38±2.01 aA	67.93±2.48 bB	0.26±0.54 bB	95.28±0.26 aA
A ₃	82.74±5.51 bB	2.98±0.14 aA	44.42±2.30 aAB	74.73±3.22 aA	4.93±1.19 aA	95.39±0.22 aA

注: 同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著; 同列不同大写字母表示在 0.01 水平差异显著

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

2.3 产量性状与其他各个性状间的相关、回归和通径分析

无苞叶产量和无苞叶穗重是衡量品种丰产性的关键指标, 无苞叶产量偏向于群体丰产能力, 无苞叶穗重偏向于单株的丰产能力。为了解这 2 个关键性状与其他性状的相关情况, 为品种筛选提供科学的指导, 利用试验数据进行相关分析。由表 5 可知, 这 2 个关键性状间的相关系数极高 ($R=0.99^{**}$), 极显著相关。此外, 无苞叶产量和无苞叶穗重除了与带苞叶产量、带苞叶穗重 2 个主要鲜穗产量性状间极显著相关外, 这 2 个关键性状还与秸秆干产量极显著相关, 与出穗率有显著或极显著相关, 与株高、穗位高呈显著相关, 与秃尖和轴重呈极显著负相关, 与穗行数和行粒数呈显著或极显著相关, 与出籽率呈极显著相关。因此应要筛选无苞叶产量高的品种, 必须适当提高秸秆产量、出穗率、出籽率、穗行数、行粒数、株高和穗位高, 减少秃尖长和轴的重量。秸秆干产量除了与有苞叶和无苞叶产量性状极显著相关外, 还与株高、行粒数、轴粗和出籽率等性状显著或极显著相关, 而这些性状多数与果穗鲜产显著或极显著相关, 因此, 应筛选果穗鲜产量高的品种, 从而可以获得秸秆干产量高的品种。

为进一步探讨无苞叶情况下的鲜穗产量与其他性状的关系, 在无苞叶产量和无苞叶穗重这 2 个丰产性关键性状中选取无苞叶产量为因变量 (Y), 其他性状为变量 (X_i) 进行逐步回归分析, 建立了以有苞叶产量 (X_1)、出穗率 (X_2) 和出籽率 (X_{14}) 3 个产量相关性状估测无苞叶产量 (Y) 的回归方程: $Y = -989.086\ 560 + 0.622\ 792\ 215\ 0X_1 + 15.310\ 562\ 794X_2 + 0.521\ 265\ 644\ 2X_{14}$ 。其线性关系极显著 ($R=0.995\ 9$), 可见这 3 个性状可以很好地估测无苞叶产量。

为进一步明确这 3 个重要性状对无苞叶产量的作用方式和作用大小, 进行了通径分析。由表 6 可知, 有苞叶产量、出穗率和出籽率 3 个性状很大程度上决定了无苞叶产量 (决

定系数 $R^2=0.99177$)。其中, 有苞叶产量和出穗率对无苞叶产量的直接作用大 ($P=0.854\ 9, 0.559\ 3$), 出籽率直接作用较小 ($P=0.042\ 5$), 而是通过带苞叶产量和出穗率起着较大的间接作用 ($P=0.428\ 9, 0.336\ 1$)。因此, 在筛选无苞叶产量高的品种过程中, 不仅带苞叶产量要高, 其出穗率以及出籽率也应该高。

表 5 3 个性状对无苞叶产量的直接通径系数和间接通径系数

Table 5 Direct and indirect path coefficients of 3 characters on yield without leaves

因子 Factor	直接 Direct	$\rightarrow X_1$	$\rightarrow X_2$	$\rightarrow X_{14}$
X_1	0.854 9	—	-0.069 4	0.021 3
X_2	0.559 3	-0.106 0	—	0.025 5
X_{14}	0.042 5	0.428 9	0.336 1	—

注: $R^2=0.991\ 77$

3 结论与讨论

筛选适合闽北地区种植的品种是农民增产增收的基础。对闽北地区 2 个主栽品种与 1 个后备品种产量和主要农艺性状的比较可以看出, 后备品种金珍甜 1 号有苞叶厚、出穗率低、秃尖长、出籽率低等不良特性, 因此不适合闽北地区推广。闽甜 6855 和金百甜 10 号均有产量高、出穗率高, 秃尖短、出籽率高等优点, 是适合在闽北地区生产的优良品种。另外, 闽甜 6855 和金百甜 10 号的优点也有差别: 闽甜 6855 属于中大穗品种, 群体产量高; 而金百甜 10 号属于大穗品种, 单穗产量高。闽甜 6855 熟期短, 属于中熟品种。金百甜 10 号田间表现约 5% 的空秆率, 具有一定种植风险, 特别是在密度较高或有异常气候时, 因此种植金百甜 10 号时应适当降低密度, 在最适合玉米种植季节进行种植, 从而避免不良环境对该品种的影响。另外, 尽管该试验期间气候条件优

越,未出现倒伏现象,但抗倒伏能力是避免生产风险的主要指标。综合比较表明,闽甜 6855 高产、稳产、种植风险小,可

在闽北地区扩大种植;金百甜 10 号具有高产优点,但是存在一定的种植风险,种植时需选择好合适的种植季节。

表 6 甜玉米主要农艺性状间的相关分析

Table 6 Correlation analysis between agronomic traits of sweet corn

主要农艺性状 Major agronomic characters	带苞叶穗重 Ear weight with bracts	无苞叶穗重 Ear weight without bracts	无苞叶产量 Yield without bracts	出穗率 Ear percentage	秸秆干产量 Yield of dry straw	株高 Plant height	穗位高 Ear height	穗粗 Ear diameter	穗长 Ear length
带苞叶产量 Yield with bracts	1.00**	0.83**	0.81**	-0.12	0.60**	0.24	0.26	0.18	-0.17
带苞叶穗重 Ear weight with bracts		0.85**	0.83**	-0.09	0.60**	0.23	0.26	0.17	-0.19
无苞叶穗重 Ear weight without bracts			0.99**	0.45*	0.67**	0.40*	0.47*	0.36	-0.37
无苞叶产量 Yield without bracts				0.48**	0.66**	0.40*	0.47*	0.36	-0.39*
出穗率 Ear percentage					0.24	0.32	0.42*	0.36	-0.38*
秸秆干产量 Yield of dry straw						0.42*	0.35	0.24	-0.17
株高 Plant height							0.86**	0.59**	0.34
穗位高 Ear height								0.44*	0.14
穗粗 Ear diameter									0.31

主要农艺性状 Major agronomic characters	秃尖 Bared tip length	穗行数 Rows per ear	行粒数 Kernels per row	轴重 Cob weight	轴粗 Cob diameter	百粒重 100-kernel weight	出籽率 Shelling percentage	生育期 Growth period	空秆率 Bareplant percentage
带苞叶产量 Yield with bracts	-0.18	0.13	0.39*	-0.39*	0.22	-0.08	0.50**	-0.13	0.14
带苞叶穗重 Ear weight with bracts	-0.20	0.12	0.40*	-0.39*	0.20	-0.09	0.51**	-0.16	0.13
无苞叶穗重 Ear weight without bracts	-0.59**	0.42*	0.69**	-0.62**	0.30	-0.33	0.78**	-0.27	0.40*
无苞叶产量 Yield without bracts	-0.61**	0.42*	0.70**	-0.65**	0.29	-0.33	0.81**	-0.27	0.41*
出穗率 Ear percentage	-0.77**	0.55**	0.60**	-0.50**	0.18	-0.48**	0.60**	-0.26	0.50**
秸秆干产量 Yield of dry straw	-0.30	0.23	0.44*	-0.30	0.49**	-0.07	0.54**	-0.01	0.32
株高 Plant height	-0.16	0.19	0.42*	-0.25	0.72**	0.25	0.43*	0.57**	0.86**
穗位高 Ear height	-0.20	0.16	0.37	-0.45*	0.62**	0.06	0.45*	0.32	0.75**
穗粗 Ear diameter	-0.19	0.49**	0.35	-0.25	0.56**	0.02	0.40*	0.31	0.61**
穗长 Ear length	0.68**	-0.26	-0.43*	0.53**	0.37	0.45*	-0.33	0.72**	0.18
秃尖 Bared tip length		-0.65**	-0.83**	0.73**	-0.09	0.55**	-0.68**	0.45*	-0.42*
穗行数 Rows per ear			0.53**	-0.48**	0.35	-0.44*	0.41*	-0.27	0.35
行粒数 Kernels per row				-0.63**	0.17	-0.37	0.73**	-0.24	0.52**
轴重 Cob weight					-0.24	0.36	-0.70**	0.28	-0.45*
轴粗 Cob diameter						0.05	0.27	0.53**	0.68**
百粒重 100-kernel weight							-0.38*	0.63**	0.09
出籽率 Shelling percentage								-0.22	0.54**
生育期 Growth period									0.52**

注: * 表示在 0.05 水平差异显著; ** 表示在 0.01 水平差异显著

Note: * indicated significant differences at 0.05 level; ** indicated extremely significant differences at 0.01 level

相关分析、回归分析和通径分析结果显示,筛选优良鲜食玉米品种时不仅要考虑带苞叶的产量,还要考虑该品种的出穗率、出籽率是否高。根据相关分析得出,优良的品种特点为苞叶不宜太厚、果穗不秃尖或少秃尖、穗粗和穗轴不宜太重、穗行数适中、行粒数较多等。

3 个施肥处理间的比较显示,在磷钾肥水平一致,并按照 270 kg/hm² 的氮肥标准施肥时,各处理部分性状存在差异,而多数性状不存在差异。存在差异的主要是产量性状、株高及穗位高等,这些性状的特点是受环境影响大;而出穗率、穗长、穗粗、穗行数等差异较小,这些性状的特点是受环境影响较小。多重比较结果显示,施肥方式 T₁ 处理最优,各产量性状均显著或极显著高于 T₂ 和 T₃ 处理,表明以使用缓释肥(复合肥)为主,辅以速效肥(尿素)的施肥方式比以使用速效肥(尿素)为主的施肥方式效果更好、更科学,这也与

尹彩侠等^[11]的研究结果一致。T₃ 处理是以有机肥替代 T₂ 处理中 20% 的尿素,目的是减少无机化肥的施用量和长期使用化肥造成的土壤板结、肥力持续下降等问题,结果表明 T₂ 和 T₃ 处理产量性状间无显著差异,其他多数农艺性状间也无显著差异,因此利用有机肥替代部分尿素等无机肥是可行的。研究表明,单施化肥导致土壤酸化,尤其是南方红壤地区土壤酸化,从而降低了土壤微生物数量,造成土壤持续生产能力下降^[12]。而施用有机肥能在一定程度上缓解土壤的 pH 下降,甚至提高土壤 pH^[13]。任凤玲等^[14]研究指出,相比施用化肥,在酸性土壤上施用有机肥对于提高土壤微生物活性及群落有重要意义。因此,建议在保证玉米生长所需各类元素的前提下,增施有机肥。3 种施肥方式中,T₁ 处理最佳,有机肥施用可以与 T₁ 处理结合,与复合肥一起作为基肥施入,

(下转第 98 页)

重要途径。

3.3 积极应对非洲猪瘟疫情 为有效应对非洲猪瘟疫情对地方猪遗传资源的严重威胁,建议加强省级地方猪遗传资源的动态监测,提高优异种质资源的预警能力。同时,按照农业农村部种质资源管理司关于印发《国家级地方猪遗传材料采集保存工作实施方案》的通知,对每个地方猪品种进行相应的样品采集,并利用现代生物技术建立细胞和精子库进行长期保存,以提高地方猪遗传资源的保护能力,维护地方猪遗传资源的系统性和完整性。

3.4 加快猪资源开发与利用步伐 河南省地方畜禽遗传资源丰富,尤其是地方品种猪资源,但在保护与开发利用方面依然存在诸多问题。首先,对地方品种优异基因的研究不够深入,特别是种质资源的内部特性(如抗逆性、肉质等),缺乏深入、系统的研究,致使对种质资源的了解仅停留在外貌、生产和屠宰方面,因而限制了保护和利用的深入开展。其次,开发利用力度不够。当前地方猪种的利用仅是将其与外来瘦肉型猪进行杂交,提高其瘦肉率,但在利用其优异基因作为育种素材,培育新品系和配套系等方面则严重滞后,进而限制了其利用价值。第三,大部分资源风味、文化等特性的利用仅停留在初级阶段,产品类型比较单一、附加值低,市场竞争力弱,品牌效应不强,特色优势尚未转化成为产业优势、经济优势。建议深入开展地方猪种质特性研究、优良基因挖掘及其机理解析,获得具有自主知识产权的优异基因资源并创新利用。实施地方优良猪种振兴行动,支持企业和科研单位共建育种研发平台、繁育基地;对具有独特性能的优良地方品种,支撑联合开展地方特色专门化品系和配套系培育等工作,实现其资源的直接利用。同时,逐年增加地方品种资源保护与利用专项经费投入,促进科研育种成果加速研发和推广应用。以市场消费需求为导向,推进地方品种从资源优势向经济优势转化;以地方猪种资源为基础,开发特色品牌猪肉,打造区域性品牌和联合销售平台,提升保种成效和产品价值,将特色优势转化为产业优势和经济优势。

参考文献

- [1] 赵思思,贾青,胡慧艳,等.华北型猪品种资源变化状况分析[J].黑龙江畜牧兽医,2017(19):111-115.
- [2] 韩雪蕾,任广志,乔瑞敏,等.河南省地方猪种资源现状、利用及保种措

(上接第63页)

这样既可以保证鲜食玉米产量,又可以提升土壤的持续生产能力。

参考文献

- [1] 戴惠学,熊元忠,牛海建.甜玉米品质性状遗传研究进展[J].长江蔬菜,2007(10):28-31.
- [2] 潘艺,张禄祥,万忠,等.2009年广东甜玉米产业发展现状分析[J].广东农业科学,2010,37(3):236-238.
- [3] 郑锦荣,韩福光,李智军.国内外甜玉米产业现状及发展趋势[J].广东农业科学,2009,36(10):35-38.
- [4] 林建新,陈山虎,廖长见,等.甜玉米新品种闽甜6855的选育[J].福建农业学报,2016,31(11):1171-1174.
- [5] 廖长见,张扬,林建新,等.甜玉米新品种‘闽甜683’的选育[J].福建农业学报,2018,33(6):591-596.
- [6] 陈康,邓兰生,涂攀峰,等.甜玉米生产中的水肥管理研究进展[J].安徽

- [7] 施[J].猪业科学,2015,32(9):130-132.
- [8] 张斌,胡建新,张璐璐,等.淮南猪种质特性与保种开发利用现状[J].中国畜禽种业,2007(10):51-52,55.
- [9] 单留江,李军平.确山黑猪品种特征和保护利用现状[J].中国猪业,2012,10(10):38-39.
- [10] 鲁云凤,雷霆,曾涛.南阳黑猪种质资源现状及保护对策[J].河南畜牧兽医(综合版),2016,37(10):18-19.
- [11] 王清义.淮南猪种质特性的研究与应用[D].北京:中国农业大学,2005.
- [12] 王清义,汪明,庞有志,等.淮南猪生长发育与肥育性能的研究[J].河南农业科学,2005,34(5):70-74.
- [13] 王清义,陈伟基,龚泽元,等.淮南猪繁殖性状遗传参数的研究[J].河南农业科学,1991,20(7):29-31.
- [14] 王清义,邹复俊.淮南猪数量性状遗传特性的研究:繁殖性状[J].信阳农专学报,1997,7(3):6-12.
- [15] 单留江,李军平,王焕.确山黑猪遗传资源保护与开发利用研究进展[J].中国猪业,2013,8(S1):98-100.
- [16] 孙素芳.确山黑猪保种与开发亟待加强[J].中国猪业,2013,8(1):35.
- [17] 叶建伟,乔瑞敏,韩雪蕾,等.确山黑猪及其杂交后代屠宰性能分析[J].家畜生态学报,2018,39(4):38-42.
- [18] 刘正综,魏金琪,郭长华,等.南阳黑猪的形成及生产性能特点[J].郑州牧业工程高等专科学校学报,1985,5(1):34-38.
- [19] 石建州,赵金兵,高宛莉,等.南阳优质畜禽种质资源及研究进展[C]//中国畜牧兽医学会家禽生态学会学术研讨会论文集.北京:中国畜牧兽医学会,2014:112-115.
- [20] 江燕,钟晓琳,王明民,等.南阳黑猪与柴川黑猪的种群遗传关系研究[J].家畜生态学报,2013,34(5):11-15.
- [21] 张金洲,王晓霞,项智锋,等.南阳黑猪与长白猪肉质特性的比较研究[J].河南科技学院学报(自然科学版),2013,41(3):83-85.
- [22] 鲁云凤,雷霆,姚航航,等.杜洛克与南阳黑猪杂交试验研究[J].养猪,2018(3):55-56.
- [23] 鲁云凤,张晓娜,张征田,等.南阳黑猪和大白猪脂肪酸分析及其综合评价[J].中国畜牧兽医,2017,44(4):1032-1036.
- [24] 王明昱,智利红,刘贤,等.豫西黑猪种质资源保护与研究[J].中国畜牧兽医,2018(15):52-54.
- [25] 赵国庆,戚守登,张晓娟,等.豫西黑猪规模化养殖观察报告[J].科学种养,2018(7):47-48.
- [26] 苏建方.提高“豫西黑猪”产仔率和成活率的措施[J].中国畜禽种业,2016,12(8):71-72.
- [27] 徐新月,胡明君,秦少锋,等.卢氏县豫西黑猪保种选育工作初报[J].河南畜牧兽医(综合版),2017,38(10):8-9.
- [28] 张斌,侯以强,李平,等.豫南黑猪新品系培育经验[J].河南畜牧兽医,2008,29(21):14-15.
- [29] 王宁.豫南黑猪[N].山东科技报,2017-09-27(007).
- [30] 李新建,乔瑞敏,李孝法,等.豫南黑猪及其杂交后代肉质性状及营养成分特性研究[J].家畜生态学报,2016,37(3):20-26.
- [31] 赵倩.浅谈豫南黑猪种猪饲养管理要点[J].湖北畜牧兽医,2014,35(9):54-55.
- [32] 单留江,王焕,王占领,等.确山黑猪发展现状、存在问题及建议[J].河南畜牧兽医(市场版),2015,36(11):23-24.
- [33] 郭吉利.豫南黑猪杂交利用特性的相关研究[D].郑州:河南农业大学,2015.
- [34] 乔瑞敏,李孝法,郭吉利,等.豫南黑猪及其杂交后代生长特性比较分析[J].河南农业大学学报,2015,49(6):794-800.

农业科学,2011,39(31):19117-19118,19153.

- [7] 陈建生,徐培智,唐拴虎,等.秋播甜玉米氮磷钾营养特点及施肥措施对其影响研究[J].中国农学通报,2008,24(11):272-277.
- [8] 熊又升,熊汉锋,邵一平,等.鲜食玉米高产高效施肥技术的探究[J].湖北农业科学,2016,55(20):5193-5195.
- [9] 冯尚宗,彭美祥,孔金花,等.氮肥运筹对高产夏玉米干物质积累、叶面积指数及产量的影响[J].江西农业学报,2015,27(2):1-6.
- [10] 杨国航,崔彦宏,刘树欣.供氮时期对玉米干物质积累、分配和转移的影响[J].玉米科学,2004,12(S2):104-106.
- [11] 尹彩侠,刘宏伟,孔丽丽,等.控释氮肥对春玉米干物质积累、氮素吸收及产量的影响[J].玉米科学,2014,22(6):108-113.
- [12] 孙凤霞.长期施肥对中国3种典型土壤微生物量碳氮和微生物碳源利用率的影响[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2010.
- [13] 孙凤霞,张伟华,徐明岗,等.长期施肥对红壤微生物量碳氮和微生物碳源利用的影响[J].应用生态学报,2010,21(11):2792-2798.
- [14] 任凤玲,张旭博,孙楠,等.施用有机肥对中国农田土壤微生物量影响的整合分析[J].中国农业科学,2018,51(1):119-128.