西藏籽粒玉米有机肥等量替代化肥种植效果试验研究

达娃桑珠[1]，杨艳斌[2]，杨 涛[1]

（1.西藏山南市农业技术推广中心，西藏 山南 856000；2.湖北省现代农业展示中心，湖北 武汉 430345）

摘 要：为解决西藏籽粒玉米推广中粮食增产与化肥减量的矛盾，以极早熟玉米品种“先达101”为试验材料，设置6个施肥处理，开展有机肥等量替代化肥试验，探究不同氮肥减量与有机肥配施对玉米生育期、农艺性状及产量的影响。结果表明：施肥处理生育期较空白对照延长2～3 d；在氮肥减量20%～50%并替代有机肥时，玉米产量与常规施肥无显著差异，在氮肥减量65%替代有机肥时，玉米产量与常规施肥达到5%显著水平。

关键词：籽粒玉米；有机肥替代；化肥减量；农艺性状；产量；西藏

中图分类号：S513 **文献标识码**：A

Experimental Study on the Planting Effects of Equal Substitution of Chemical Fertilizers with Organic Fertilizers for Grain Maize in Xizang

Dawasangzhu[1], Yang Yanbin[2], Yang Tao[1]

(1.Shannan Agricultural Technology Extension Center, Shannan Xizang 856000, China; 2.Hubei Province Modern Agriculture Exhibition Center, Wuhan Hubei 430345, China)

Abstract: To resolve the contradiction between grain yield increase and chemical fertilizer reduction in the popularization of grain maize in Xizang, the ultra-early maturing maize variety Xianda 101 was used as the test material, and six fertilization treatments were set up to conduct an experiment of equal substitution of chemical fertilizers with organic fertilizers. The effects of different nitrogen fertilizer reduction rates combined with organic fertilizer application on the growth period, agronomic traits and yield of maize were explored. The results showed that the growth period of fertilization treatments was 2－3 days longer than that of the blank control. When nitrogen fertilizer was reduced by 20%－50% and replaced with organic fertilizer, there was no significant difference in maize yield compared with conventional fertilization. When nitrogen fertilizer was reduced by 65% and replaced with organic fertilizer, maize yield was significantly different from that of conventional fertilization at the 5% level.

Key words: grain maize; organic fertilizer substitution; chemical fertilizer reduction; agronomic traits; yield; Xizang

自2021年起，湖北省援藏工作队与西藏自治区山南市农业技术推广中心协同开展玉米试验、示范与推广工作，山南市籽粒玉米生产取得突破性成功，且种植效益显著[1]。玉米作为典型的高产作物，对肥水需求旺盛。在当前化肥减量增效的农业发展大背景下，如何平衡籽粒玉米这一新兴粮食增产极与化肥减量之间的矛盾，成为推动西藏玉米产业可持续发展的关键问题。推广有机肥替代化肥技术，不仅能有效减少化肥用量，还可持续提升耕地质量与生产力，契合农业绿色发展理念[2]。基于此，本研究开展西藏籽粒玉米生产有机肥等量替代化肥试验，明确不同有机肥替代比例对玉米生长发育及产量的影响，旨在为西藏籽粒玉米绿色高效种植提供科学依据，

收稿日期：2025－11－11

作者简介：达娃桑珠（1973—），男，本科，农艺师，主要从事农业种植与推广，E-mail：dwsz8505@qq.com。

通信作者：杨涛（1987—），男，硕士，农艺师，主要从事农作物育种与栽培，E-mail：767813257@qq.com。

助力西藏籽粒玉米产业稳步发展。

1　材料与方法

1.1　试验地概况

试验地点选择在西藏山南市乃东区昌珠镇克麦社区，海拔 3 650 m，土壤类型为褐土，前茬作物为燕麦。试验地冬季进行深翻炕土处理，5 月上旬灌水后适墒旋耕，采用平畦地膜覆盖直播栽培。

1.2　材料

供试品种选用适宜山南沿江河谷地带种植的极早熟玉米品种“先达 101”。供试肥料：复合肥（N ∶ P ∶ K＝15 ∶ 15 ∶ 15）、尿素（N 含量 46.0%）、有机肥（西藏宏农农业发展有限公司生产，总有效养分≥5%，N 含量 2.1%）。

1.3　方法

以氮肥施用量为核心因素，设置 6 个处理水平，各处理底肥与穗肥用量详见表 1。采用随机区组设计，每处理 3 次重复，小区面积 25.2 m^2（6 m×4.2 m）。种植方式为宽窄行直播，每小区种植 8 行，窄行距 45 cm，宽行距 60 cm，平均行距 52.5 cm，株距 20 cm，种植密度 95 280 株/hm^2，收获时选取小区中间 6 行计产。

表 1　籽粒玉米生产有机肥等量替代化肥试验处理水平设计

处理代号	处　理	底肥用量/kg·hm^{-2}			穗肥/kg·hm^{-2}
		复合肥	尿素	有机肥	尿素
F1	不施肥（空白对照）	0	0	0	0
F2	常规施肥	450.00	112.50	0	187.50
F3	化肥减量 20%	360.00	90.00	1 950.00	150.00
F4	化肥减量 35%＋有机肥	292.50	73.50	3 420.00	121.50
F5	化肥减量 50%＋有机肥	225.00	56.25	4 890.00	93.75
F6	化肥减量 65%＋有机肥	157.50	39.00	6 360.00	65.70

1.4　观测记载项目与方法

根据《农作物品种试验技术操作规程 玉米》（NY/T 1209—2006）的要求，详细观察记载各处理生育期及农艺性状。定苗后在Ⅱ、Ⅲ重复右边第三行，从第 3 株开始连续标定 10 株为观测株，每 10 d 观测苗高、叶龄。成熟期各小区第三行连续取样 10 株，测定株高、穗位高、茎粗、总叶片数、单株秸秆干质量，收取 10 株第一个果穗，测定穗长、秃尖长、穗粗、穗行数、行粒数、出籽率、千粒质量、容重。实收各小区中间 6 行（计产面积18.9 m^2）籽粒重量，计算小区产量。

1.5　数据统计分析

采用 Excel 进行数据整理，运用 DPS 统计软件进行方差分析和多重比较（LSD 法）。

2　结果与分析

2.1　不同处理对玉米生育期的影响

由表 2 可知，各处理玉米播种期、出苗期一致，但生育期存在差异。空白对照（F1）生育期最短，为 134 d；施肥处理（F2—F6）生育期较 F1 延长 2～3 d。其中，常规施肥（F2）生育期最长，为 137 d；有机肥替代处理（F3—F6）生育期均为 136 d，较 F2 短 1 d，表明有机肥替代化肥未延长玉米生育期，反而略有缩短。

2.2　不同处理对玉米苗情及农艺性状的影响

从 6 月 11 日至 7 月 31 日的观测数据来看（表 3），同期苗高表现为施肥处理（F2—F6）显著高于空白对照（F1），且常规施肥（F2）苗高略高于有机肥替代处理（F3—F6）。同期各处理叶龄差异较小，说明叶片伸出速度与施肥方式及有机肥替代比例关系不大。株高、穗位高、单株秸秆干质量随有机肥替代比率增加呈轻微降低趋势，且施肥处理（F2—F6）明显高于空白对照（F1）；茎粗和总叶片数各处理间差异不大（表 4）。

表 2　籽粒玉米生产有机肥等量替代化肥

试验处理生育期　　单位：月/日

处理代号	播种期	出苗期	抽雄期	吐丝期	成熟期	生育期/d
F1	5/13	5/26	8/1	8/7	10/6	134
F2	5/13	5/26	7/31	8/4	10/9	137
F3	5/13	5/26	7/31	8/3	10/8	136
F4	5/13	5/26	7/31	8/2	10/8	136
F5	5/13	5/26	7/31	8/2	10/8	136
F6	5/13	5/26	7/31	8/2	10/8	136

表 3 籽粒玉米生产有机肥等量替代化肥试验处理苗情观测

处理代号	6 月 11 日		6 月 21 日		7 月 1 日		7 月 11 日		7 月 21 日		7 月 31 日	
	苗高/cm	叶龄/片	苗高/cm	叶龄/片	苗高/cm	叶龄/片	苗高/cm	叶龄/片	苗高/cm	叶龄/片	苗高/cm	叶龄/片
F1	30.1	6.2	51.3	8.7	80.1	11.0	118.4	13.3	147.7	14.0	189.6	15.2
F2	34.6	6.3	57.8	8.6	91.8	10.9	138.7	13.3	193.8	14.0	239.6	15.4
F3	34.2	6.1	54.4	8.6	91.6	11.1	136.5	13.3	190.1	14.1	235.3	15.4
F4	34.5	5.8	54.7	8.3	89.9	10.6	136.0	12.9	191.2	13.8	237.1	15.2
F5	34.4	6.2	58.1	8.8	93.9	11.0	137.1	13.1	189.8	13.9	235.2	15.5
F6	32.4	6.0	54.9	8.5	89.7	10.8	134.6	13.0	189.1	13.9	230.9	15.3

表 4 籽粒玉米生产有机肥等量替代化肥试验处理植株农艺性状

处理代号	株高/cm	穗位高/cm	茎粗/mm	总叶片数/片	单株秸秆干质量/g
F1	220.7	67.8	19.7	16.5	82.3
F2	268.9	89.0	20.6	16.3	113.5
F3	261.1	89.4	20.1	16.2	107.2
F4	263.9	87.2	20.3	15.8	106.9
F5	263.1	85.5	20.0	16.2	108.3
F6	257.3	87.4	20.2	16.0	102.1

2.3 不同处理对玉米穗粒经济性状的影响

由表 5 可知，施肥处理（F2—F6）的穗长、穗粗、穗行数、行粒数、出籽率、千粒质量、容重均显著高于空白对照（F1），且秃尖长显著短于 F1，表明施肥能有效改善玉米穗粒性状。与常规施肥（F2）相比，有机肥替代处理（F3—F6）在穗长、秃尖长、穗粗方面差异不明显，穗行数略低（F2 为 14.1 行，F3—F6 为 13.4～13.8 行），但行粒数、出籽率、千粒质量及容重均更高。其中，F5 处理（N 肥减少 50%＋有机肥）千粒质量最高（270.8 g）、容重最高（783.0 g/L），F6 处理（N 肥减少 65%＋有机肥）行粒数最多（31.2 粒），说明有机肥替代化肥有助于玉米后期灌浆充实，提升成熟度。

表 5 籽粒玉米生产有机肥等量替代化肥试验处理穗粒经济性状

处理代号	穗长/cm	秃尖长/cm	穗粗/cm	穗行数/行	行粒数/粒	出籽率/%	千粒重/g	容重/g·L^{-1}
F1	15.9	1.57	3.85	13.4	25.9	78.8	220.0	746.0
F2	18.0	0.39	4.17	14.1	29.0	77.8	252.8	754.5
F3	17.7	0.19	4.08	13.6	29.2	79.1	261.4	766.5
F4	18.0	0.45	4.13	13.8	29.6	79.6	256.5	767.5
F5	17.9	0.36	4.12	13.8	29.3	79.1	270.8	783.0
F6	18.2	0.64	4.04	13.4	31.2	79.0	258.6	769.5

2.4 不同处理对玉米产量的影响

由表 6 可知，空白对照（F1）产量最低，折单产仅 7 738.50 kg/hm^2，明显低于其它施肥处理（F2—F6）。施肥处理中常规施肥（F2）产量最高（12 817.50 kg/hm^2），随后依次为 F3 处理产量为 12 771.00 kg/hm^2，F4 处理产量为12 499.50 kg/hm^2，F5 处理产量为 12 318.00 kg/hm^2，F6 处理产量为 11 509.50 kg/hm^2，各施肥处理产量随着有机肥替代量的增加而呈现下降趋势。通过 LSD 多重比较可知，所有施肥处理产量均极显著高于 F1（$p<0.01$），各施肥处理间 F2 、F3 处理与 F6 处理的产量差异显著（$p<0.05$），其余各处理间产量差异不显著。这表明在本试验条件下，采用有机肥替代 20%～50%氮肥，玉米产量可维持在与常规施肥相当的水平，而替代 65%氮肥时产量显著下降。

表 6 籽粒玉米生产有机肥等量替代化肥试验处理小区产量统计及分析

处理代号	小区产量（18.9 m^2）			平均	折单产/kg·hm^{-2}
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ		
F1	15.55	15.47	12.86	14.63	7 738.50Bc
F2	23.55	25.94	23.18	24.22	12 817.50Aa
F3	23.90	24.34	24.18	24.14	12 771.00Aa
F4	24.60	22.75	23.51	23.62	12 499.50Aab
F5	24.40	21.95	23.49	23.28	12 318.00Aab
F6	22.35	21.79	21.19	21.75	11 509.50Ab

3 讨论与结论

3.1 讨论

本研究结果表明，有机肥替代部分氮肥在西藏山南市籽粒玉米生产中具有可行性，这与国内

多地玉米有机肥替代试验结论一致[3-4]。有机肥替代化肥不仅能减少化学氮肥投入，还可通过提升玉米千粒质量、容重等性状弥补穗行数略低的不足，最终实现产量稳定，其原因可能在于有机肥能缓慢释放养分，满足玉米生育后期灌浆对养分的需求，同时改善土壤理化性状，促进根系生长[5]。

3.2　结论

施肥处理可延长玉米生育期2～3 d，有机肥替代化肥处理生育期较常规施肥略短，未对玉米正常成熟造成不利影响。各处理叶片伸出速度差异不大；施肥处理苗高、株高显著高于空白对照，常规施肥苗略高于有机肥替代处理，但有机肥替代处理玉米生长更稳健、矮壮；各处理茎粗差异不显著。施肥处理显著改善玉米穗粒性状，与常规施肥相比，有机肥替代处理穗行数略低，但行粒数、出籽率、千粒质量及容重更高，后期灌浆充实度与成熟度更优。所有施肥处理产量极显著高于空白对照；有机肥替代20%～50%氮肥时，玉米产量为12 318.00～12 771.00 kg/hm^2，与常规施肥(12 817.50 kg/hm^2)无显著差异；替代65%氮肥(F6)时产量(11 509.5 kg/hm^2)显著下降。综上，在山南市乃东区昌珠镇种植极早熟玉米品种“先达101”时，采用有机肥替代20%～50%氮肥，可在减少化肥用量的同时，维持玉米高产稳产，兼顾经济效益与生态效益。

本研究仅针对1个玉米品种、1个试验地点及1年的数据，结果可能存在局限性。后续研究可进一步扩大试验范围，增加品种、土壤类型、海拔梯度等因素，开展多年多点试验，明确不同条件下有机肥最佳替代比例；同时，可结合土壤养分监测，探究有机肥替代对耕地质量的长期影响，为西藏籽粒玉米绿色高效种植提供科学依据。

参考文献：

[1] 杨艳斌，杨涛，朱霞，等.西藏高原地区籽粒玉米引种对比试验[J].中国种业，2023(5)：74-79.

[2] 张福锁，王激清，张卫峰，等.中国主要粮食作物化肥利用率现状与提高途径[J].土壤学报，2008，45(5)：915-924.

[3] 李洪杰，王立春，谢佳贵，等.有机肥部分替代化肥对春玉米产量及土壤肥力的影响[J].玉米科学，2015，23(3)：121-126.

[4] 陈培峰，李华，王宜伦，等.有机肥替代化肥对夏玉米产量、养分吸收及土壤酶活性的影响[J].植物营养与肥料学报，2020，26(6)：1033-1042.

[5] 黄绍文，唐继伟，王立春，等.东北春玉米区化肥减量增效技术途径与实践[J].中国农业科学，2021，54(15)：3213-3225.