

高海拔寒区不同品种玉米低密度种植模式试验

时学双*

(西藏自治区日喀则市农业科学研究所, 西藏 日喀则市 857000)

摘 要: 种植密度是高海拔寒区玉米栽培的重要参考依据, 以青贮玉米(“鲁单9088”“京科665”“MC278”)、鲜食玉米(“鲁甜糯6”“鲁甜糯7”)和籽粒玉米(“GL1409”)为试验材料, 研究了低种植密度对不同品种玉米生长发育、生物量和籽粒产量的影响。结果显示: 在低密度种植模式下, 青贮玉米和鲜食玉米均实现了乳熟, 籽粒玉米实现了完熟, 这对高海拔寒区玉米高产栽培具有重要参考意义。

关键词: 玉米; 低密度; 种植模式; 高海拔寒区

Experiment on Low-Density Planting Pattern of Different Varieties of Corn in High Altitude Cold Region of Tibet

SHI Xue-shuang

(Institute of Agricultural Sciences of Shigatse, Tibet Shigatse 857000, China)

Abstract: Planting density is an important reference for maize (*Zea mays* L.) cultivation in high altitude cold region of Tibet. A field experiment by use of silage corn (Ludan 9088, Jingke 665, MC278), fresh corn (Lutiannuo 6, Lutiannuo 7) and common corn (GL1409), was conducted to study the effects of low-density on the growth, biomass and grain yield of different maize varieties. Under the low-density planting conditions, silage corn and fresh corn have achieved milk ripening, while common corn achieves complete ripening. This has important reference significance for high-yield cultivation of maize in high altitude cold region of Tibet.

Key Words: Corn; low density; planting pattern; high altitude cold area

2020年8月28日至29日中央第七次西藏工作座谈会从战略高度提出西藏必须把改善民生、凝聚人心作为经济社会发展的出发点和落脚点, 发展特色产业, 让农牧民群众过上更加美好的生活。畜牧业是西藏重要的特色产业之一, 在全区国民经济中占有重要的地位。随着脱贫攻坚的胜利和全面小康社会目标的实现, 农牧民群众生活水平显著提高, 对畜禽产品的消费需求激增, 畜牧业的发展呈增长趋势^[1]。但是, 西藏自治区大部分天然草场都地处高寒环境, 降水偏少, 植物的生长期较短, 天然草场的产草量较低, 因此, 发展西藏畜牧业的瓶颈主要是天然草场产草量不足, 饲草料严重缺乏^[1]。玉米是重要的“粮、蔬、经、饲、能”兼用作物, 是我国

稻谷、小麦、玉米三大粮食作物之一, 具有生物产量高、营养丰富、种植方式灵活和易加工贮存的显著优势。因此玉米种植在工农业经济发展中起着非常重要的作用, 发展青贮玉米产业是我区解决牲畜冬春季节缺草的有效办法^[2]。应大力发展玉米种植, 开发青贮饲料和粗饲料来源途径, 推进西藏自治区畜牧业现代化进程。

西藏地处高寒, 积温较低, 自然环境特殊, 玉米种植业发展缓慢, 玉米品种的选育以引进筛选为主。进入21世纪, 西藏玉米种植取得一定进展, 主要集中在玉米品种的引进筛选和栽培试验等^[3-7]方面。合理密度的设置是玉米生产上极为重要的栽培管理措施, 种植密度问题历来是玉米科研者和玉米种植者普遍关心的问题^[8-11]。通过分析西藏高原玉米种植试验研究, 多数研究者均采用高密度栽培试验^[4-6], 低密度栽培鲜见报道, 而研究表明玉米不同性状对种植密度变化的响应存在明显差异^[12]。

除了玉米品种本身耐密性等因素以外, 产量环

收稿日期: 2021-01-24

基金项目: 日喀则市2020年青贮玉米展示示范; 日喀则市青贮玉米产业化种植示范

作者简介: 时学双(1975-), 男, 博士, 主要从事作物栽培和农业水土工程研究, 电话: 15208092732, E-mail: 645278900@qq.com。

境是种植密度高低的决定性因素^[9],西藏地处高寒,自然环境特殊,日喀则市农业科学研究所先后于2017年和2018年连续两年在单位试验基地开展青贮玉米引种筛选栽培试验研究,严格按照参试青贮玉米品种(“鲁单258”“鲁单267”“中玉335”“荣玉1609”“荣玉1610”)栽培技术要求进行试验,播种密度为75 000~90 000株/hm²,试验结果显示,虽然不同品种青贮玉米的营养成分含量和能量价值存在显著差异,“荣玉1610”的粗蛋白和总可消化养分含量最高,“荣玉1609”的淀粉含量和泌乳净能最高,在发酵品质方面,“荣玉1609”的pH值最低,而乳酸含量、发酵系数和费氏评分显著高于其他品种的青贮玉米^[6],但是,在生长发育方面不同品种青贮玉米全株生物产量及成熟程度均没有达到研究目标要求,有待继续探索。鉴于此,改变栽培模式,继续探索高海拔寒区玉米栽培技术模式具有重要现实意义。

本研究采用不同品种玉米低密度种植模式,分析玉米全株生物量性状及产量因子,研究低密度种植模式条件下玉米生长发育,探索西藏高海拔寒区玉米栽培密度模式,为玉米种植推广提供理论参考和技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验材料

参试玉米品种6个,分别为“鲁单9088”(青贮玉米)、“京科665”(青贮玉米)、“MC278”(青贮玉米)、“鲁甜糯6”(鲜食玉米)、“鲁甜糯7”(鲜食玉米)和“GL1409”(籽粒玉米),玉米种子由山东省农业科学院玉米研究所和北京顺鑫农科种业科技有限公司等提供。

1.2 试验方法

试验在西藏日喀则市农业科学研究所试验基地(E88°53',N29°15',海拔高度3 836 m)进行。试验基地多年平均气温为6.3℃,无霜期103 d,日照时数3 200 h,全年太阳总辐射为7 796.2 MJ/m²。土壤质地为粉砂壤土,土壤全氮、全磷和全钾含量分别为0.76,1.54和18.15 g/kg,水解性氮、有效磷和速效钾含量分别为49,30和92 mg/kg,有机质含量为25.05 g/kg。试验地前茬作物为青稞。

参试的每个玉米品种为一个试验处理,采用顺序设计,小区面积200 m²,每个试验处理重复3次。肥料用磷酸二氢铵(含18%N,46%P₂O₅)450 kg/hm²、尿素(含46%N)450 kg/hm²、农用氧化钾(含60%K₂O)300 kg/hm²作为底肥,于6叶期追施尿素(含46%N)150 kg/hm²。玉米起垄种植,一垄两行,覆膜(白色膜),垄高20 cm,行距115 cm×35 cm,株距32 cm,密度41 685株/hm²,试验地2020年5月18日施肥,旋耕,起垄,覆膜,种子包衣处理,人工穴播,播深5 cm。于2020年9月26日收获。

1.3 测定指标与方法

在玉米乳熟期每个处理取9株,称质量,作为全株玉米生物量鲜质量,然后,105℃杀青0.5 h,80℃烘干至恒质量,称质量,作为全株玉米生物量干质量。在收获时(9月26日)测定玉米穗数、穗行数、行粒数、百粒质量和籽粒质量等指标。

2 结果与分析

2.1 全株玉米生物量

由表1可见,“鲁甜糯6”植株株高最低,为220.70 cm,与“鲁单9088”“京科665”“MC278”和“GL1409”的差异具有统计学意义,分别较“鲁单9088”“京科665”“MC278”和“GL1409”低26.28%,

表1 不同品种全株玉米的生物量

项目	玉米品种					
	鲁单9088	京科665	MC278	鲁甜糯6	鲁甜糯7	GL1409
株高/cm	278.70b	268.70b	269.30b	220.70a	256.00ab	258.30b
茎粗/cm	3.32b	2.97ab	3.00ab	3.52b	3.08ab	2.73a
穗长/cm	21.03b	16.69a	19.95ab	19.17ab	19.71ab	18.41ab
穗径/cm	5.15a	5.17a	4.79a	5.50a	5.34a	4.81a
鲜质量/(kg·hm ⁻²)	81 563.65a	87 121.65a	846 20.55a	136 171.00b	91 845.95a	70 169.75a
干质量/(kg·hm ⁻²)	16 674.00a	18 202.45a	18 897.20ab	24 177.30b	19 036.15ab	20 147.75ab

注:同一行中,字母不同表示在P=0.05水平上差异具有统计学意义。

21.75%, 22.02% 和 17.04%。“GL1409”植株的茎粗与“鲁单 9088”和“鲁甜糯 6”的差异具有统计学意义,“鲁单 9088”与“京科 665”穗长的差异具有统计学意义,不同品种玉米穗径之间的差异不具有统计学意义。“鲁甜糯 6”全株生物量鲜质量最高,为 136 171.00 kg/hm²,与其他玉米品种的差异具有统计学意义,分别较“鲁单 9088”“京科 665”“MC278”“鲁甜糯 7”和“GL1409”提高 40.10%, 36.02%, 37.86%, 32.55% 和 48.47%。同样,“鲁甜糯 6”全株生物量干质量也是最高,为 24 177.30 kg/hm²,与“鲁单 9088”和“京科 665”玉米品种的差异具有统计学意义,分别较“鲁单 9088”和“京科 665”增加 31.03% 和 24.71%。

2.2 玉米产量及其构成因子

由表 2 可见,“鲁单 9088”“京科 665”“MC278”“鲁甜糯 6”“鲁甜糯 7”和“GL1409”等不同品种玉米穗数、穗行数 and 行粒数的差异均不具有统计学意义。青贮玉米(“鲁单 9088”“京科 665”和“MC278”)、鲜食玉米(“鲁甜糯 6”和“鲁甜糯 7”)和籽粒玉米(“GL1409”)百粒质量的差异具有统计学意义,“鲁单 9088”“京科 665”和“MC278”之间百粒

质量的差异不具有统计学意义,“鲁甜糯 6”和“鲁甜糯 7”百粒质量的差异也不具有统计学意义,而且,百粒质量籽粒玉米最高,鲜食玉米最低,不同品种玉米籽粒质量的差异具有统计学意义,“GL1409”籽粒质量最高,为 9 566.14 kg/hm²,分别较“鲁单 9088”“京科 665”“MC278”“鲁甜糯 6”和“鲁甜糯 7”增加 58.34%, 31.51%, 23.87%, 62.30% 和 39.68%。从表 2 可以看出,不同品种玉米籽粒质量之间的差异主要是由其百粒质量的差异引起的,因此,提高玉米百粒质量是增加玉米籽粒质量的重要途径。

3 讨 论

3.1 品种筛选

选择具有高产潜力、抗病害能力及抗逆抗倒伏能力的玉米品种,对增产有着显著作用。林祥文等^[3]引进鲜食甜玉米“申糯 2 号”“申糯 3 号”和“双福甜玉米”,发现“申糯 3 号”单穗产量最高,生产上推广应用价值最高;张海芳^[4]引进籽粒玉米“酒单 4 号”“青饲玉米京科青贮 516”“辽单 33 号”共 3 个玉

表 2 不同品种玉米籽粒产量及构成因子

项目	玉米品种					
	鲁单 9088	京科 665	MC278	鲁甜糯 6	鲁甜糯 7	GL1409
穗数/(个·hm ⁻²)	83,370a	83,370a	83,370a	83,370a	87,539a	95,876a
行数/(行·穗 ⁻¹)	12.90a	15.20a	17.00a	15.80a	17.20a	14.78a
粒数/(个·行 ⁻¹)	21.15a	28.10a	26.83a	23.20a	29.10a	28.22a
百粒质量/g	17.52b	18.40b	19.15b	11.80a	13.17a	23.92c
籽粒质量/(kg·hm ⁻²)	3 985.14a	6 552.05b	7 282.86b	3 606.09a	5 770.41b	9 566.14c

注:同一行中,字母不同表示在 P = 0.05 水平差异具有统计学意义。

米新品种,结果表明 3 个品种均有推广应用价值;蒙祖庆等^[5]从 27 个早熟西藏玉米地方种质群体中筛选出 4 个高光效玉米地方种质,为早熟种高光效育种工作提供光合性状依据及选材的可能;德吉措姆等^[6]选取 5 个常见玉米品种(“鲁单 258”“鲁单 267”“中玉 335”“荣玉 1609”“荣玉 1610”)开展种植试验,制作裹包青贮,评定其营养成分、能量价值和发酵品质,建议日喀则地区青贮玉米品种的选择,需要进一步结合其生物产量进行综合评定。徐文勇^[7]在阿里地区引进青贮玉米品种(“雅玉 79491”“新饲玉 12 号”“雅玉 8 号”和“玉草 3 号”)进行试

验,结果显示参试各品种在各试点均能完成全部生育期。在本研究中,与其他参试品种相比较,“鲁甜糯 6”全株生物量鲜质量和干质量均最高,茎秆粗壮,根系发达,生长旺盛。在本试验条件下,甜糯型玉米生物量高于青贮型玉米生物量,这种现象有待继续深入研究。西藏海拔高,自然环境和气候条件复杂多变,玉米栽培以引进筛选为主,筛选适合高海拔寒区的玉米新品种,开展高海拔寒区玉米栽培技术模式试验,仍将是今后一定时期内从事玉米科研人员的重点任务。

3.2 种植密度

玉米种植密度是影响其全株生物产量及品质的主要措施,但受地理位置、生态环境、栽培条件和品种自身特性的影响^[8]。王晓娟等^[9]的研究表明,青贮玉米生物产量随种植密度的增加而增加,高、中密度较低密度分别增产 8.1%~43.0% 和 5.0%~19.9%;段震宇等^[10]的研究显示,玉米从拔节期到抽雄期,随着种植密度的增加,玉米叶面积、叶面积指数、光合势的差异逐渐加大,单株叶面积和光合势随种植密度的增加而降低,群体叶面积、叶面积指数和光合势随种植密度的增加而升高;曹庆军等^[11]的研究证实,种植密度对鲜食玉米商品品质的影响较大,高密度种植会显著降低有效穗长、出籽率以及百粒质量等商品性状,种植密度对脂肪、可溶性总糖以及赖氨酸含量的影响不显著,显著影响鲜食玉米籽粒中蛋白的含量。本试验研究为低密度种植模式,与 2017 年和 2018 年高密度青贮玉米种植模式试验结果比较,今年低密度青贮玉米较 2017 年和 2018 年的高密度青贮玉米生长发育更好,成熟程度也更高。因此,在海拔寒区环境条件下,种植密度对玉米生长发育的影响值得继续深入研究。

3.3 宽窄行种植模式

玉米宽窄行种植可改善田间通风透光环境,增加行与行之间的边际效应,下部叶片的光合速率高于均匀行种植,上部叶片与中部叶片的气孔导度也高于均匀行种植^[12],对玉米冠层结构、光合特性以及产量产生有利影响。有研究显示宽窄行种植较均匀行种植截获了较少的有效辐射,但冠层中的光环境得到改善,辐射利用效率有明显的提升^[13],从而影响玉米对光的截获和辐射利用效率进程。宽窄行种植有利于改善群体内部的通气性,CO₂浓度显著增加,使田间 CO₂ 供给更加充足^[14],为玉米产量形成创造有利条件。本研究采用玉米宽窄行种植模式,受条件限制,未采集田间温、光、气、热等气象数据,宽窄行种植模式田间环境的因子变化规律值得继续深入研究。

4 结 论

在本研究试验条件下,“鲁甜糯 6”植株全株生物量鲜质量较“鲁单 9088”“京科 665”“MC278”“鲁甜糯 7”和“GL1409”的差异具有统计学意义,而“鲁单 9088”“京科 665”“MC278”“鲁甜糯 7”和

“GL1409”之间植株全株生物量鲜质量的差异不具有统计学意义。青贮型玉米品种(“鲁单 9088”“京科 665”“MC278”)、鲜食型玉米品种(“鲁甜糯 6”“鲁甜糯 7”)和籽粒型玉米品种(“GL1409”)之间百粒质量的差异具有统计学意义,但是,青贮型玉米品种“鲁单 9088”“京科 665”“MC278”之间百粒质量的差异不具有统计学意义,甜糯型玉米品种“鲁甜糯 6”和“鲁甜糯 7”之间百粒质量的差异也不具有统计学意义。在不同品种玉米低密度种植模式中,青贮玉米品种和鲜食玉米品种均实现了乳熟,籽粒玉米品种实现了完熟。西藏高海拔寒区不同品种玉米低密度种植模式值得继续深入研究。

参考文献:

- [1] 宋国英. 饲用玉米在西藏畜牧养殖业中的重要作用[J]. 西藏农业科技, 2015, 37(2): 1-5.
- [2] 庄银正, 何冰梅, 张亚生. 西藏发展农区畜牧业的希望在于大力发展青饲青贮玉米生产[J]. 西藏科技, 2012(6): 11-13.
- [3] 林祥文, 魏文明, 王怀凤. 西藏日喀则地区鲜食甜玉米引种栽培试验[J]. 上海蔬菜, 2014(5): 20-22.
- [4] 张海芳. 西藏玉米新品种引种对比试验[J]. 西藏科技, 2015(5): 10-11.
- [5] 蒙祖庆, 宋丰萍, 罗 涛. 早熟西藏玉米地方种高光效品种的鉴定筛选[J]. 西南农业学报, 2017, 30(8): 1713-1719.
- [6] 德吉措姆, 赵江涛, 成海建, 等. 西藏日喀则地区不同品种全株玉米青贮的营养价值评定[J]. 山东农业科学, 2019, 51(1): 142-146.
- [7] 徐文勇. 西藏阿里 3 县青贮玉米引种试验初报[J]. 西藏农业科技, 2019, 41(3): 24-28.
- [8] 冯 鹏, 温定英, 孙启忠. 种植密度对玉米产量及青贮品质的影响[J]. 草业科学, 2011, 28(12): 2203-2208.
- [9] 王晓娟, 何海军, 寇思荣, 等. 种植密度对不同品种青贮玉米生物产量和品质的影响[J]. 草业科学, 2019, 36(1): 169-177.
- [10] 段震宇, 王 婷, 桑志勤, 等. 种植密度对青贮玉米新饲玉 11 号叶部性状及灌浆速率的影响[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(7): 195-197.
- [11] 曹庆军, 姜晓莉, 杨粉团, 等. 种植密度对甜玉米与鲜食糯玉米产量与品质性状的影响[J]. 玉米科学, 2018, 26(6): 94-98.
- [12] 冯瑞云, 王慧杰, 闫贵云, 等. 旱地宽窄行种植对春玉米冠层结构、光合特性及产量的影响[J]. 作物杂志, 2015(5): 80-84.
- [13] 刘铁东, 宋凤斌. 宽窄行种植方式对玉米光截获和辐射利用效率的影响[J]. 华北农学报, 2011, 26(6): 118-123.
- [14] 范秀玲, 李凤海, 史振声, 等. 玉米偏垄宽窄行种植方式的增产作用和生理特性研究[J]. 玉米科学, 2010, 18(1): 108-111.