

海拔和密度对甜饲2号生物学性状和产量的影响

再生斌¹, 刘建华¹, 尚永红², 郝建全²

(1. 甘肃省农业科学院经济作物与啤酒原料研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘南州农业科学研究所, 甘肃 甘南 747000)

摘要: 在甘南州高海拔地区研究了海拔高度和密度对饲用甜菜品种甜饲2号生物学性状的影响, 结果表明, 海拔高度与饲用甜菜生长势、发病率和产量均呈负相关。种植密度对饲用甜菜生育前期生长势的影响不明显, 生育后期生长势、单根重和产量均随种植密度的增加呈先增加后减小的趋势。在同一海拔下, 种植密度7.5万株/hm²的产量均高于其他处理, 较种植密度4.5万株/hm²处理分别增产30.29%(海拔2 737 m)和19.35%(海拔3 040 m)。由效应方程可得, 在甘南州海拔2 700 m左右的地区饲用甜菜的最佳种植密度为7.43万株/hm², 海拔3 000 m左右的地区最佳种植密度为7.81万株/hm²。

关键词: 高海拔; 密度; 饲用甜菜; 生物学性状; 产量

中图分类号: S566.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2020)02-0065-05

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2020.02.015

Influences of Altitude and Density on Biological Characters and Yield of Tiansi 2

RAN Shengbin¹, LIU Jianhua¹, SHANG Yonghong², HAO Jianquan²

(1. Institute of Economic Crops and Beer Material, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Gannan Institute Agricultural Sciences, Gannan Gansu 747000, China)

Abstract: The experiment was set up to study the effects of the altitude localities and plant density on the biological characteristics of forage sweet corn cultivar Tiansi 2 in the high altitude 2 737 m and 3 040 m area of Gannan. The results showed that it was negatively correlated between the altitude and the growth potential, plants incidence and the yield of forage beet. The effect of planting density on growth potential was not obvious. The growth potential, single root weight and yield increased with the planting density firstly and then decreased in later stage. Compared with 45 000 plants/m² treatment and 60 000 plants/m² treatment, the yield of 75 000 plants/m² treatment was higher at the same altitude. The yield under 75 000 plants/m² treatment increased by 30.29%(2 737 m) and 19.35%(3 040 m), respectively. By the equation to be seen that the optimal planting density of forage beet was 74 300 plant/hm² in the area about altitude 2 700 m in Gannan, and 78 100 plant/hm² in the altitude 3 000 m. In conclusion, we can obtain the higher by increasing plant density.

Key words: High altitude; Density; *Beta vulgaris*; Biological character; Yield

饲用甜菜是一种高品质、高产量的新鲜多汁饲料作物, 具有耐旱、耐盐碱、适应性 强、抗逆性强、高产、营养丰富等特点。鲜叶及块根产量达180~300 t/hm², 块根中除

收稿日期: 2019-10-15

基金项目: 甘肃省农业科学院农业科技创新专项科技支撑计划项目“功能性甜菜种质资源引进筛选及种质创新”(2016GAAS06); 甘肃省农业科学院农业科技创新专项院地科技合作项目“高海拔地区饲用甜菜新品种引进试验与示范”(2017GAAS56)。

作者简介: 再生斌(1975—), 男, 甘肃永昌人, 助理研究员, 主要从事经济作物品种选育和高产栽培技术研究工作。联系电话: (0)13008763860。Email: ranshengbin@sina.com。

含有蔗糖外,还含有蛋白质、纤维素、维生素、脂肪、矿物质等营养物质,尤其是所含的甜菜碱可以促进脂肪代谢,抑制脂肪沉积,改善饲料的适口性,提高饲料的利用率和动物免疫力^[1]。饲用甜菜在藏羊上的饲喂研究表明,采食率与燕麦相当,达到70%以上;饲用甜菜茎叶、块根在藏羊瘤胃内的消化率,茎叶为88%,块根达90%^[2]。在奶牛日粮中添加饲用甜菜,每头奶牛日产奶量增加1.22~2.70 kg^[3-7]。因此,饲用甜菜是奶牛、猪、肉牛、羊、兔以及其他草食经济动物优良的多汁饲料。

甘南州是全国10个藏族自治州之一,也是甘肃省的主要牧区和畜产品生产基地之一,畜牧业是全州国民经济的支柱产业和特色产业。但甘南草原由于超载过牧,造成草原退化、沙化和盐碱化严重,其中重度退化面积高达29%,草地产草量下降75%以上。国家在“十一五”期间启动了甘南州生态保护项目,2007年开始实行游牧定居工程,牧民定居后,饲料紧缺限制了该区畜牧业健康发展,特别是新鲜多汁饲料的缺乏成为畜牧业健康发展的重要瓶颈。因此,我们在甘南州高海拔农牧结合区(海拔2700 m以上)研究了不同海拔和密度对饲用甜菜品种甜饲2号的生物学性状和产量的影响,旨在探讨高海拔地区饲用甜菜的最佳播种密度,为该地区饲用甜菜的高产优质栽培提供依据和实践指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料

参试饲用甜菜品种为甜饲2号,由甘肃省农业科学院经济作物与啤酒原料研究所提供。

1.2 试验地概况

甘南州农科所试验站卡加曼乡试验点位于合作市卡加曼乡,海拔2737 m,年平

均气温3.0℃,年降水量639.8 mm,2018年无霜期139 d。试验地属旱川地,土质为耕种亚高山草甸草原土,前茬为藜麦地,肥力中等。阿木去乎镇试验点位于夏河县阿木去乎镇尕毛加村,海拔3040 m,前茬作物为油菜。

1.3 试验方法

试验设2个海拔高度处理,分别是合作市卡加曼乡,海拔2737 m(A1);夏河县阿木去乎镇,海拔3040 m(A2)。种植密度共设5个处理,分别为D1(CK),4.5万株/hm²;D2,6万株/hm²;D3,7.5万株/hm²;D4,9万株/hm²;D5,10.5万株/hm²。试验采用随机区组排列,3次重复,小区面积20 m²(5 m×4 m)。卡加曼乡试验点播前施农家肥30000 kg/hm²、磷酸二铵225 kg/hm²、尿素150 kg/hm²作基肥,结合人工翻耕施入。阿木去乎镇试验点播前施有机肥22500 kg/hm²、尿素150 kg/hm²、复合肥150 kg/hm²、磷酸二氢钾75 kg/hm²,混合后作基肥施入。2个试验点均采用起垄覆膜穴播。4月17日播种,膜幅宽120 cm,每膜种3行,膜间距40 cm,行距40 cm。5月10日开始出苗,5月中下旬间苗、定苗各1次。生育期浅中耕锄草1次,拔草2次,全生育期无灌水。分别于6月12日(前期)调查生长势,8月12日(中期)调查田间生长势和褐斑病发病情况,10月12日(后期)调查生长势,褐斑病和根腐病发病情况及生物形状的统计,以上数据的调查方法和分级标准均按照崔平等^[8]编著的《甜菜种植资源描述规范和数据标准》制定的方法进行统计。并于10月12—18日随机取10株进行考种。其余田间管理同大田。

1.4 数据处理

数据处理采用Excel 2010软件进行数据输入和制图、SPSS Statistics软件进行统计分

析。

2 结果与分析

2.1 海拔和密度对饲用甜菜生育期和出苗率的影响

甘南州海拔较高(2 700 m以上), 春天地温回升慢, 饲用甜菜出苗期普遍比其他地区迟。从表 1 可以看出, 不同海拔和密度条件下, 出苗天数为 25~28 d。密度对出苗期影响不明显, 但海拔越高, 出苗所需时间越长。饲用甜菜是鲜食饲料, 在霜冻前收获即可, 因此其收获期一致, 生育期只与出苗天数呈负相关, 即出苗天数越长, 生育期越短。海拔高度与出苗率成反比, 种植密度与出苗率没有明显相关性。

表 1 不同海拔和密度处理的饲用甜菜生育期和出苗率

处理	播种期 /(日/月)	出苗期 /(日/月)	收获期 /(日/月)	生育期 /d	出苗率
					/%
A1D1(CK)	17/4	13/5	12/10	151	85
A1D2	17/4	12/5	12/10	152	86
A1D3	17/4	14/5	12/10	150	89
A1D4	17/4	15/5	12/10	149	87
A1D5	17/4	14/5	12/10	150	88
A2D1(CK)	20/4	16/5	10/10	148	84
A2D2	20/4	17/5	10/10	147	83
A2D3	20/4	17/5	10/10	147	83
A2D4	20/4	18/5	10/10	146	84
A2D5	20/4	17/5	10/10	146	82

2.2 海拔和密度对饲用甜菜生长势和发病率的影响

从表 2 可知, 随着种植密度的增加, 生育前期饲用甜菜生长势在不同海拔高度均表现出增加的趋势; 在中后期, 则表现出先增加后减小的趋势, 且中期处理 D4 生长最旺盛; 生育后期处理 D3 最旺盛, 说明随着群体密度增大, 个体生长势受到限制。

从表 2 可以看出, 生育中期, 2 737 m 海拔条件下只有处理 D4、D5 发生轻微褐斑病, 其他处理无发病症状; 3 040 m 海拔条

件下, 只有处理 D5 发生轻微褐斑病, 其他处理无发病症状。生育后期各处理均发生褐斑病, 随着种植密度的增加, 3 040 m 海拔条件下的发病率逐渐增加; 2 737 m 海拔条件下的发病率呈现先增加后减少再增加的趋势。除处理 D3 外, 同一密度下海拔越高, 发病率越低。根腐病发病趋势也基本与其相同。

表 2 不同海拔和密度处理的饲用甜菜生长势和发病率

处理	生长势(1~5 级)			褐斑病/%		根腐病 /%
	前期	中期	后期	中期	后期	
A1D1(CK)	4.10	4.59	4.53	0	0.40	1.10
A1D2	4.13	4.61	4.55	0	0.50	1.20
A1D3	4.20	4.70	4.60	0	0.35	1.00
A1D4	4.25	4.73	4.58	1.2	1.30	1.35
A1D5	4.27	4.65	4.52	1.2	1.50	1.40
A2D1(CK)	4.02	4.33	4.44	0	0.30	1.00
A2D2	4.08	4.41	4.47	0	0.35	1.10
A2D3	4.13	4.58	4.54	0	0.45	1.10
A2D4	4.15	4.67	4.51	0	1.10	1.30
A2D5	4.20	4.65	4.46	1.10	1.30	1.40

2.3 海拔和密度对饲用甜菜生物性状的影响

由表 3 可知, 株高除 A1D5、A2D3 处理外, 随着密度增大, 均逐渐降低, 其中高海拔地区(海拔 3 040 m)株高为 50.8~53.2 cm, 平均 52.26 cm; 低海拔地区(海拔 2 737 m)株高为 54.8~60.4 cm, 平均 56.98 cm, 比高海拔地区高 4.72 cm, 说明海拔越高, 株高越低。叶片数除 A1D3 处理外, 其余处理随密度增大而减少, 其中处理 D1 的叶片数最多, 处理 D5 的叶片数最少, 且海拔高度越高, 叶片数越少。单株重和根头大小均表现出先增加后减小的趋势, 最大值均出现在 D3 处理, 低海拔地区的单株重为 6.38 kg, 根头大小为 31.7 cm, 高海拔地区单株重为 4.33 kg, 根头大小为 24.3 cm, 高海拔地区单株重和根头大小均明显低于低海拔地区。

表3 不同海拔和密度处理的饲用甜菜生物性状

处理	株高 /cm	叶片数 /(片/株)	单株重 /kg	根头大小 /cm
A1D1(CK)	60.4 ± 1.21	30.3 ± 0.86	4.06 ± 0.33	30.8 ± 0.85
A1D2	58.3 ± 0.88	28.7 ± 0.77	5.21 ± 0.25	30.3 ± 0.46
A1D3	56.3 ± 1.45	29.3 ± 0.32	6.38 ± 0.43	31.7 ± 0.61
A1D4	54.8 ± 1.03	26.3 ± 0.03	4.86 ± 0.37	28.6 ± 0.37
A1D5	55.1 ± 0.64	25.3 ± 0.63	3.97 ± 0.51	26.5 ± 0.44
A2D1(CK)	53.2 ± 0.96	26.3 ± 0.38	3.88 ± 0.52	22.8 ± 0.69
A2D2	52.8 ± 1.22	25.7 ± 0.42	4.20 ± 0.36	23.6 ± 0.38
A2D3	53.1 ± 1.47	23.7 ± 0.61	4.33 ± 0.44	24.3 ± 0.52
A2D4	51.4 ± 1.38	23.3 ± 0.76	3.43 ± 0.24	22.1 ± 0.78
A2D5	50.8 ± 0.99	21.7 ± 0.39	3.12 ± 0.34	21.5 ± 0.37

2.4 海拔和密度对饲用甜菜生物产量的影响

饲用甜菜是一种新鲜多汁饲料,其块根和茎叶部分均可作为饲料利用,其生物产量(包括茎叶、块根)是主要考查指标。据表4可知,随着种植密度的增加,不同海拔高度饲用甜菜的生物产量均表现出先增加后降低的趋势,且均以处理D3产量最高。

低海拔地区(海拔2 737 m)的合作市卡加曼乡试验点,折合产量以处理D3最高,达221.5 t/hm²,与其他处理间差异均达极显著水平,比处理D1增产51.5 t/hm²,增产率30.29%;其次是处理D2和处理D4,分别为199.0、196.7 t/hm²,比处理D1分别增产29.0、26.7 t/hm²,增产率分别为17.06%、15.69%,这两个处理间差异不显著,与处理D1均达极显著水平;处理D5最低,折合产量只有166 t/hm²,比处理D1减产2.35%,但差异不显著。

高海拔地区(海拔3 040 m)的夏河县阿木去乎镇试验点,折合产量以D3和D4处理较高,分别为184.0、179.2 t/hm²,分别比处理D1增产29.8、25.0 t/hm²,增产率分别为19.35%、16.22%,二者之间差异不显著,但与处理D1、处理D2、处理D4差异均达

极显著水平;其次是处理D2和处理D5,分别为169.8、162.0 t/hm²,比处理D1分别增产15.6、7.8 t/hm²,增产率分别为10.16%、5.08%,二者之间差异不显著,与处理D1差异达极显著水平。

表4 不同海拔和密度处理的饲用甜菜生物产量

处理	小区生物 产量 /(kg/20 m ²)	折合 产量 /(t/hm ²)	增产率 /%	根冠比
A1D1(CK)	340.00	170.0 c C		2.86
A1D2	398.00	199.0 b B	17.06	2.74
A1D3	443.00	221.5 a A	30.29	2.57
A1D4	393.33	196.7 b B	15.69	2.39
A1D5	332.00	166.0 c C	-2.35	2.22
A2D1(CK)	308.33	154.2 c C		2.35
A2D2	339.67	169.8 b B	10.16	2.21
A2D3	368.00	184.0 a A	19.35	2.09
A2D4	358.33	179.2 a A	16.22	2.08
A2D5	324.00	162.0 b B	5.08	1.97

对不同海拔高度产量变化趋势分别用一元二次方程进行拟合(图1)可知,合作市卡加曼乡(海拔2 737 m)产量方程为 $y = -5.2913x^2 + 78.68x - 78.013$ ($R^2 = 0.9537$),从而得出该地区饲用甜菜最佳种植密度为7.43万株/hm²。夏河县阿木去乎镇(海拔3 040 m)产量方程为

$y = -2.6879x^2 + 41.986x + 18.238$ ($R^2 = 0.9662$), 从而得出该地区饲用甜菜最佳种植密度为 7.81 万株/hm²。

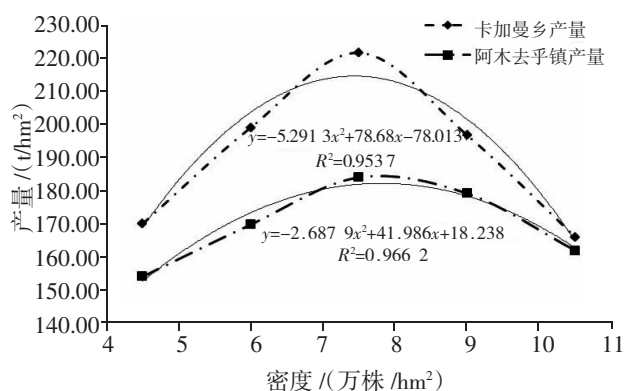


图1 不同海拔高度产量变化趋势拟合

3 结论与讨论

试验结果表明, 海拔越高, 出苗期延长, 生育期缩短。在生育前期, 随着种植密度的增加, 生长势逐渐增加, 但在生育中后期, 由于植株个体增大, 对水肥的需求量也增加, 个体间开始争水争肥, 且区域内植株过密, 由于叶片的遮蔽易导致中下部叶光照不足, 叶片生长发育不良, 因此生长势表现出先增加后降低的趋势, 叶片数和单株重也表现出相同趋势, 且高海拔地区低于低海拔地区。作物群体密度影响作物叶面积指数变化, 进一步影响作物冠层光合作用, 影响最终作物产量^[6]。合理密植不但能够充分利用土地资源, 而且有利于提高饲用甜菜的产量及品质。饲用甜菜作为一种无限生长的鲜食饲料, 其产量与生育期呈显著正相关, 特别是生育后期(根系膨大期)对产量的贡献率更大。高海拔地区在生育期较短的前提下, 如何通过合理密植来提高产量就显得尤为重要。

播种密度是影响高海拔地区饲用甜菜产量形成的重要因素。古桑德吉等^[7]研究表明, 在西藏白朗县(海拔3 980 m)饲用甜菜适宜密度是 40 cm × 35 cm (7.14 万株/hm²),

在西藏林芝县(海拔3 000 m)饲用甜菜适宜密度是 50 cm × 30 cm (6.67 万株/hm²), 说明海拔越高, 适宜种植密度越大。试验结果表明, 不同海拔高度饲用甜菜生物产量也随着种植密度的增加呈现出先增加后减小的趋势, 其中种植密度为 7.5 万株/hm² 时不同海拔高度的生物产量均为最高, 分别为 221.5 t/hm² (2 737 m) 和 184.0 t/hm² (3 040 m)。经方程拟合得出饲用甜菜在甘南州海拔 2 700 m 左右地区的最佳种植密度为 7.43 万株/hm², 海拔 3 000 m 左右地区的最佳种植密度为 7.81 万株/hm²。这与古桑德吉等^[7]的研究结果基本一致, 说明海拔较高地区可以通过增加种植密度来获得较高产量。

参考文献:

- [1] 胡生海, 金涛. 高海拔地区饲用甜菜引种试验初报[J]. 甘肃农业科技, 2007(8): 29-30.
- [2] 李春鸣. 甘肃天祝地区地膜覆盖栽培饲用甜菜饲用价值的评定[J]. 草业科学, 2007, 24(11): 57-59.
- [3] 刘福元, 张国民, 马建成, 等. 饲用甜菜根茎饲喂荷斯坦奶牛的试验[J]. 饲料研究, 2010(11): 60-61.
- [4] 柴长国. 饲用甜菜茎叶饲喂奶牛的效果研究[J]. 甘肃农业科技, 2005(9): 53-54.
- [5] 沈彦平, 王广山. 饲料甜菜饲养奶牛试验报告[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2006(4): 43-44.
- [6] 解明明. 糖料甜菜群落的地位资源利用效果研究[D]. 保定: 河北农业大学, 2012.
- [7] 古桑德吉, 马兴斌, 金涛, 等. 西藏饲用型甜菜地膜覆盖栽培技术研究[J]. 西藏农业科技, 2018, 40(1): 29-31.
- [8] 崔平, 许群, 耿贵, 等. 甜菜种植资源描述规范和数据标准[M]. 北京: 中国农业出版社, 2007.

(本文责编: 杨杰)