

西藏日土县高寒春青稞 “藏青 17”播量和氮肥试验研究

降志兵¹, 旦增坚参², 顿珠卓玛², 益西卓玛², 王生萍¹, 同 坚¹

(1. 西藏自治区农牧科学院农业研究所/省部共建青稞和牦牛种质资源与遗传改良国家重点实验室, 西藏 拉萨 850000; 2. 日土县农牧业综合服务管理中心, 西藏 日土 859700)

摘要:为探索高寒春青稞“藏青 17”在日土县的最佳播量和施氮量, 在日土县热帮乡(海拔 4 400 m)开展了播量和氮肥试验。播量试验设置 150 kg/hm²、210 kg/hm²、270 kg/hm² 共 3 个水平; 氮肥试验设置 0、90 kg/hm²、135 kg/hm²、180 kg/hm² 4 个纯氮水平。结果表明: 在播量试验中, 每 667 m² 基本苗、每 667 m² 最高茎蘖数、每 667 m² 穗数随播量增加而增加, 穗粒数随播量增加而减少, 产量随播量增加呈先升后降趋势, 210 kg/hm² 播量下产量最高(328.42 kg/667 m²), 显著高于其他处理。在氮肥试验中, 每 667 m² 穗数和产量随施氮量增加呈先升后降趋势, 135 kg/hm² 施氮量下产量最高(352.31 kg/667 m²), 显著高于其他处理。开花期干物质积累从大到小表现为茎鞘、穗头、叶片, 蛋白质含量从小到大表现为茎鞘、穗头、叶片, 但各处理间差异均不具有统计学意义。综合产量和经济效益, “藏青 17”在日土县的最佳播量为 210 kg/hm², 最佳施氮量为 135 kg/hm²。

关键词: 春青稞; “藏青 17”; 密度; 氮肥; 产量

中图分类号: S512.3

文献标识码: A

Preliminary Study on Sowing Rate and Nitrogen Application of Spring Highland Barley “Zangqing 17” in Ritu County, Xizang

JIANG Zhibing¹, Danzengjiancan², Dunzhuzhuoma², Yixizhuoma², Wang Shengping¹, TONG Jian¹

(1. Institute of Agriculture, Xizang Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences/State Key Laboratory of Barley and Yak Germplasm Resources and Genetic Improvement, Lhasa Xizang 850032, China; 2. Ritu County Agriculture and Animal Husbandry Integrated Service Management Center, Ritu Xizang 859700, China)

Abstract: To explore the optimal sowing rate and nitrogen application rate of spring highland barley “Zangqing 17” in Ritu County, field experiments were conducted in Rebang Township, Ritu County (altitude 4 400 m). Three sowing rates (150, 210 and 270 kg/hm²) and four pure nitrogen levels (0, 90, 135 and 180 kg/hm²) were set. The results showed that with the increase of sowing rate, basic seedlings per mu, maximum tiller number per mu and spike number per mu increased, while grains per spike decreased. Yield first increased and then decreased with sowing rate, peaking at 210 kg/hm² (328.42 kg/667 m²), which was significantly higher than other treatments. For nitrogen application, spike number per mu and yield first increased and then decreased with nitrogen rate, with the highest yield (352.31 kg/667 m²) at 135 kg/hm², significantly higher than other treatments. At flowering stage, dry matter accumulation followed stem-sheath > spike > leaf, while protein content followed stem-sheath < spike < leaf, with no significant differences among treatments. Considering yield and economic benefit, the optimal sowing rate and nitrogen application rate of “Zangqing 17” in Ritu County are 210 kg/hm² and 135 kg/hm², respectively.

Key words: spring highland barley; “Zangqing 17”; planting density; nitrogen fertilizer; yield

收稿日期: 2025-12-24

基金项目: 阿里高寒农区青稞新品种高产高效栽培技术研究与应用项目(日土县、札达县)(QYXTZX-AL2024-02)。

作者简介: 降志兵(1989—), 男, 助理研究员, 主要从事农作物高产栽培技术与示范推广研究, E-mail: nysjzb@126.com。

通信作者: 同坚(1985—), 男, 高级农艺师, 主要从事青稞栽培与示范推广研究, E-mail: tong.xz@foxmail.com。

青稞(*Hordeum vulgare*)为禾本科大麦属的一种禾谷类作物,是大麦的变种,因其内外颖壳易分离,籽粒裸露,又称裸大麦、元麦、米大麦^[1-2]。青稞因其耐寒性强、生育期短、蛋白质含量高、营养成分丰富等特点^[3],成为藏区主要的农作物,不仅是藏族人民的传统主食,其秸秆也是牦牛和绵羊等高原家畜的主要饲草。因此,青稞生产对藏区经济发展和社会稳定具有十分重要的意义^[4]。

日土县地处西藏自治区西北部、阿里地区西北部,属于高原亚寒带季风半干旱气候区,寒冷干燥、降水稀少。日土县主要种植青稞等农作物,青稞生育期较短、耐寒性强、灌浆较快,在海拔超过4 200 m的高海拔地区种植最为广泛^[5],但当地农家品种青稞株高较矮、易倒伏、秸秆和籽粒产量低,不能满足当地居民生活需求和畜牧业发展,亟需引进产量高、抗性强的青稞新品种。“藏青17”作为西藏自治区农牧科学院农业研究所选育出的中早熟高(丰)产型青稞新品种,在海

拔4 000~4 400 m具有灌溉条件的半干旱和高寒农区生产种植增产优势明显^[6]。本研究在日土县热帮乡开展“藏青17”播量和氮肥试验,以期得到“藏青17”在当地的最适播种量和最佳施氮量,为“藏青17”在日土县的大面积推广和增产提供数据支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地点位于西藏自治区阿里地区日土县热帮乡龙门卡村,地理位置为33°2′22″N, 80°19′48″E,海拔4 400 m,属于高原亚寒带季风半干旱气候区,寒冷干燥、降水稀少,年均降水量仅54 mm,年均温0.4~3.6℃,最高温在7月,最低温在1月,昼夜温差大,年平均气温日较差15℃以上,无霜期75 d^[7-8]。该试验地为2024年新改造高标准农田建设地块,土层厚度20~30 cm,肥力较差,土壤类型为砂壤土,经化验土壤养分如表1所示。

表1 试验点土壤养分

pH值	有机质 /(g·kg ⁻¹)	全氮 /%	全磷 /(g·kg ⁻¹)	全钾 /(g·kg ⁻¹)	水解性氮 /(mg·kg ⁻¹)	有效磷 /(mg·kg ⁻¹)	速效钾 /(mg·kg ⁻¹)
9.14	13.0	0.042	0.72	19.3	22.4	3.7	82

1.2 试验材料

青稞品种“藏青17”,尿素(N 46%),磷酸二铵((N 18%, P₂O₅ 46%),氯化钾(K₂O 60%),过磷酸钙(P₂O₅ 12%),农家肥(牛羊粪)。

1.3 试验设计

播量试验:试验设置150 kg/hm²、210 kg/hm²、270 kg/hm²共3个播种密度处理,分别用M1、M2、M3表示。每个处理3次重复,共9个小区,小区宽4 m,长5 m,面积20 m²。播种前施腐熟的农家肥,尿素(N 46%)90 kg/hm²,磷酸二铵(N 18%, P₂O₅ 46%)150 kg/hm²,氯化钾(K₂O 60%)37.5 kg/hm²作底肥,四叶一心期和拔节期分别追施尿素(N 46%)75 kg/hm²。其他田间管理同大田一致。

施氮量试验:设置0、90 kg/hm²、135 kg/hm²、180 kg/hm²共4个施氮量(纯氮)处理,分别用N0、N1、N2、N3表示。每个处理3次重复,共12个小区,小区宽4 m,长5 m,面积20 m²。播种量225 kg/hm²,行距25 cm,播前施入腐熟的农家肥

15方/hm²,过磷酸钙(P₂O₅ 12%)450 kg/hm²,氯化钾(K₂O 60%)37.5 kg/hm²作底肥,氮肥分两次施入,氮肥基追比6:4,四叶一心期追肥(尿素)。其他田间管理同大田一致。

1.4 性状测定

采取“一米双行”法,每个小区选3个点,在青稞苗期调查基本苗、最高茎蘖数;在青稞成熟期调查成穗数、穗粒数,并计算出每667 m²产量。

1.5 品质测定

在青稞开花期各处理取单行20个穗的整株植株样,分成茎鞘、叶、穗3个部分,于烘箱105℃杀青1 h,温度调至80℃烘干至恒质量,冷却后称取20个植株各部分的干物质质量。利用考马斯亮蓝G250染色法^[9]测定青稞开花期植株蛋白质含量。

1.6 数据分析

试验数据采用Excel 2016进行录入整理,运用SPSS 22.0对各试验数据进行方差分析,用Duncan法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 干物质质量测定

开花期每个处理随机采集 20 株青稞植株, 分成 3 个部分: 茎鞘、叶片、穗头, 烘干后分别测定干物质质量。在播量试验中, 20 株“藏青 17”的茎秆干物质质量为 7.53~9.34 g, 叶片干物质质量为 2.09~2.61 g, 穗头干物质质量为 5.66~8.05 g; 经方差分析, 各处理间差异不具有统计学意义。在氮肥试验中, 20 株“藏青 17”的茎秆干物质质量为 8.36~9.45 g, 叶片干物质质量为 2.56~2.90 g, 穗头干物质质量为 5.31~8.98 g; 经方差分析, 各处理间差异不具有统计学意义。在播量和氮肥试验中, 不同处理下“藏青 17”开花期干物质平均质量都表现出相同的规律, 干物质在植株地上部分不同器官中的积累量和分配比例从大到小依次为茎鞘、穗头、叶片。茎鞘的分配比例为 44.30%~51.51%, 穗头的分配比例为 31.80%~42.10%, 叶片的分配比例为 12.13%~16.77%(图 1、图 2)。

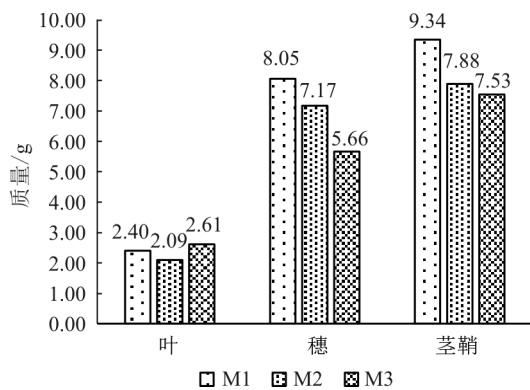


图 1 播量试验干物质质量

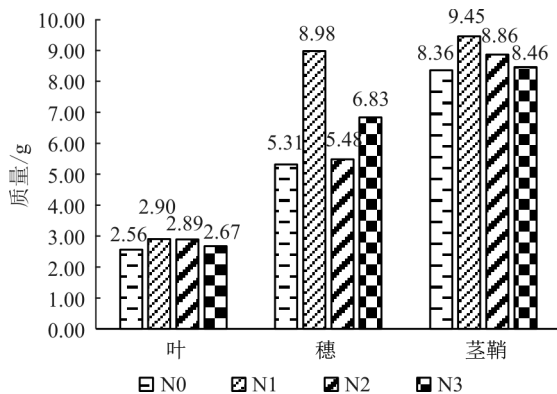


图 2 氮肥试验干物质质量

2.2 蛋白质含量测定

开花期每个处理随机采集 20 株青稞植株,

分成 3 个部分: 茎鞘、叶片、穗头, 分别测定蛋白质含量。在播量试验中, “藏青 17”的茎秆干蛋白质含量为 8.96%~10.49%, 叶片蛋白质含量为 19.83%~23.12% g, 穗头蛋白质含量为 12.54%~13.69%; 经方差分析, 各处理间差异不具有统计学意义。在氮肥试验中, “藏青 17”的茎秆蛋白质含量为 8.60%~10.86%, 叶片蛋白质含量为 21.80%~25.57%, 穗头蛋白质含量为 10.59~12.77%; 经方差分析, 各处理间差异不具有统计学意义。在播量和氮肥试验中, 不同处理蛋白质平均含量都表现出相同的规律, 即从小到大依次为茎鞘、穗头、叶片(图 3、图 4)。

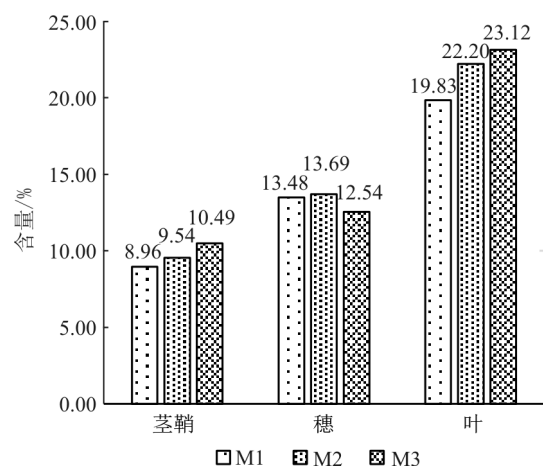


图 3 播量试验蛋白质含量

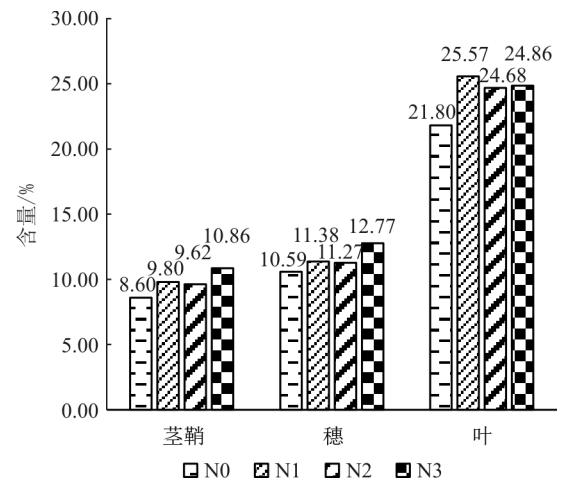


图 4 氮肥试验蛋白质含量

2.3 产量性状测定

在青稞生育期采集相关产量性状数据, 千粒质量采用品种的平均值, 计算出各处理的理论产量。

播量试验: 在 3 个播量处理中, 每 667 m² 基本苗为 11.54 万~16.59 万株, 每 667 m² 基本苗随着播量增加而增加, 在 M3 播量下每 667 m²

基本苗达到最大值, M3 与 M1 差异具有统计学意义; 每 667 m² 最高茎蘖数为 19.42 万~27.51 万株, 每 667 m² 最高茎蘖数随着播量增加而增加, 在 M3 播量下每 667 m² 最高茎蘖数达到最大值, M3 与 M1 差异具有统计学意义; 每 667 m² 穗数为 12.49 万~18.80 万穗, 每 667 m² 穗数随着播量增加而增加, 在 M3 播量下每 667 m² 穗数达到最大值, M3 与 M1 差异具有统计学意义;

穗粒数为 33.81~49.57 粒, 穗粒数随着播量增加而减少, 在 M1 播量下穗粒数达到最大值, M3 与 M1 差异具有统计学意义; 产量为 250.16~328.42 kg/667 m², 产量随着播量增加先升高后降低, 在 M2 播量下产量最高, M2 与 M1、M3 差异具有统计学意义, M1 与 M3 差异不具有统计学意义(表 2)。

表 2 播量试验产量性状

处理	每 667 m ² 基本苗/万株	每 667 m ² 最高茎蘖数/万株	每 667 m ² 穗数/万株	穗粒数 /粒	产量 /(kg·667 m ⁻²)
M1	11.54±2.12 b	19.42±4.68 b	12.49±2.53 b	49.57±6.42 a	250.16±19.86 b
M2	14.01±2.68 ab	22.05±1.36 ab	16.68±0.32 a	47.86±5.94 a	328.42±41.73 a
M3	16.59±0.50 a	27.51±1.04 a	18.80±1.41 a	33.81±2.64 b	261.61±31.49 b

注: 同一列不同字母表示 $p < 0.05$ 水平差异具有统计学意义。

氮肥试验: 在 4 个氮肥处理中, 每 667 m² 基本苗为 12.76 万~13.53 万株, 在 N3 处理下每 667 m² 基本苗达到最大值, 各处理间差异具有统计学意义; 每 667 m² 最高茎蘖数为 21.29 万~24.13 万株, 在 N0 处理下每 667 m² 最高茎蘖数达到最大值, 各处理间差异不具有统计学意义; 每 667 m² 穗数为 11.56 万~18.21 万穗, 每 667 m² 穗数随着施氮量增加先升高后降低, 在 N2 处理

下每 667 m² 穗数达到最大值, N2 与 N0、N1、N3 差异具有统计学意义; 穗粒数为 40.81~46.98 粒, 在 N2 处理下穗粒数达到最大值, 但各处理间差异不具有统计学意义; 产量为 193.49~352.31 kg/667 m², 其随着施氮量增加先升高后降低, 在 N2 处理下产量最高, N2 与 N0、N1、N3 差异具有统计学意义, N1、N3 与 N0 差异具有统计学意义, N1 与 N3 差异不具有统计学意义(表 3)。

表 3 氮肥试验产量性状

处理	每 667 m ² 基本苗/万株	每 667 m ² 最高茎蘖数/万株	每 667 m ² 穗数/万株	穗粒数 /粒	产量 /(kg·667 m ⁻²)
N0	13.26±4.14 a	24.13±8.96 a	11.56±0.69 b	40.81±5.68 a	193.49±23.87 c
N1	12.76±2.59 a	21.29±3.67 a	14.58±2.39 b	45.80±4.14 a	272.45±28.62 b
N2	13.53±1.23 a	21.64±4.59 a	18.21±1.75 a	46.98±1.48 a	352.31±42.20 a
N3	12.96±2.22 a	24.04±3.08 a	13.15±1.19 b	43.38±8.05 a	235.74±56.92 bc

注: 同一列不同字母表示 $p < 0.05$ 水平差异具有统计学意义。

3 讨论与结论

3.1 讨论

植物干物质积累是其光合作用的最终表现形式, 光合作用与营养器官的干物质积累、再分配以及产量具有密切的关系^[10]。麦类作物的干物质积累是其产量和品质的物质基础^[11-12]。本研究中“藏青 17”开花期干物质平均质量和蛋白质含量在播量和氮肥试验不同处理下, 各处理间差异不具有统计学意义; 但都表现出相同的分配规律, 干物质在植株地上部分不同器官中的积累量和分配比例从大到小表现为茎鞘、穗头、叶片, 说明开花期青稞的干物质积累主要集中在茎鞘,

为后续穗头的生殖生长提供结构支撑; 不同处理下蛋白质平均含量都表现出相同的规律, 从小到大依次为茎鞘、穗头、叶片, 说明在开花期青稞蛋白质积累主要流向叶片, 促进叶片生长, 提高光合作用, 为后续灌浆期籽粒生长提供基础。灌浆期的干物质和蛋白质积累规律还有待进一步研究。

大量研究表明, 播量和施氮量是影响作物产量的主要因素^[13]。甘雅文等^[14]研究认为, 密度增加能有效提高作物产量, 但密度过高时产量不再增加。李东升等^[15]发现, 产量构成要素可能不受密度影响。本研究表明, “藏青 17”在 3 个播量处理下基本苗、最高茎蘖数、每 667 m² 穗数随着

播量增加而增加, M1 和 M3 差异具有统计学意义, 穗粒数随着播量的增加而减少, M1 和 M3 差异具有统计学意义, 说明增加播量能提高基本苗、最高茎蘖数和每 667 m² 穗数, 但植株密度增加穗粒数会减少; 每 667 m² 产量随着播量增加先升高后降低, 在 M2 达到最高, 且与 M1、M3 差异具有统计学意义, 说明增加播量能提高产量, 但超过临界值后产量反而降低, 继续增加播量将会减产, 且会增加投入成本。

氮肥对作物增产有着重要的作用, 氮素是植物生长和产量形成的关键因素^[16]。合理施氮能够促进植株干物质积累^[17-18], 促进营养器官中干物质向籽粒转移^[19-20], 增加作物产量。在本试验中 4 个氮肥处理下, “藏青 17”的基本苗、最高茎蘖数、穗粒数差异不具有统计学意义, 每 667 m² 穗数和产量随着施氮量增加先升高后降低, 在 N2 水平下达到最大值, 说明氮肥过量 and 氮肥不足均不能达到高产, 氮肥过量将导致肥料浪费、产量降低、成本增加、污染环境。

3.2 结论

增加播量和增施氮肥在一定范围内均能提高产量, 但超过临界值后将会造成减产和投入增加。在本试验条件下, “藏青 17”在当地的最佳播量为 210 kg/hm², 最佳施氮量为 135 kg/hm², 在此播量和施氮量下能实现降本增效并获得理想产量。

参考文献:

[1] 朱睦元, 张京. 大麦(青稞)营养分析及其食品加工 [M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2015.

[2] 党斌, 杨希娟, 肖明, 等. 青稞加工利用综述 [J]. 青海农林科技, 2009(1): 25-27, 77.

[3] 看措. 高寒地区不同行距、播种量及施肥量对青稞种子产量的影响 [J]. 新农业, 2019(3): 15.

[4] 强小林, 迟德钊, 冯继林. 青藏高原区域青稞生产与发展现状 [J]. 西藏科技, 2008, 30(3): 11-17.

[5] 郑益源. 日土县气象灾害对青稞种植的影响及其防御对策 [J]. 现代农业科技, 2017(23): 172, 176.

[6] 唐亚伟. 春青稞新品种“藏青 17”选育 [J]. 西藏农业科技, 2021, 43(1): 67-68.

[7] 李超逸, 程丽, 方江平, 等. 西藏阿里地区群落分类与

物种多样性 [J]. 区域治理, 2021(5): 31-36.

[8] LI Q, WU P X, FAN H Y, et al. Spatial Distribution Pattern and Natural Causes Analysis of Sandy Desertification Land in Ali Area [J]. Sustainability, 2022, 14(14): 8734.

[9] XING Y Y, NIU X L, WANG N, et al. The Correlation between Soil Nutrient and Potato Quality in Loess Plateau of China Based on PLSR [J]. Sustainability, 2020, 12(4): 1588.

[10] 许金科. 高温条件下早籼稻灌浆期生理生化变化与垩白形成的关系 [D]. 长沙: 湖南农业大学, 2021.

[11] 金丽惠, 杨海超, 王校益, 等. 增温背景下不同土壤对冬小麦产量品质影响评价 [J]. 中国农业气象, 2024, 45(3): 293-307.

[12] 冯向前, 殷敏, 王孟佳, 等. 南方稻区“早籼晚粳”栽培模式晚季灌浆期气象因子对晚粳稻品质的影响 [J]. 中国农业科学, 2023, 56(1): 46-63.

[13] IGREJAS G, IKEDA T M, GUZMÁN C. Wheat Quality For Improving Processing And Human Health [M]. Cham: Springer International Publishing, 2020.

[14] 甘雅文, 扎西罗布, 唐亚伟, 等. 不同处理条件下青稞产量的变化趋势 [J]. 西藏农业科技, 2022, 44(4): 22-24.

[15] 李东升, 胡文静, 吴荣林, 等. 强筋小麦扬麦 29 产量和籽粒品质对栽培措施的响应 [J]. 江苏农业科学, 2022, 50(1): 55-60.

[16] 陆景凌. 植物营养学上 [M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2003.

[17] 宋明丹, 李正鹏, 冯浩, 等. 不同水氮水平冬小麦干物质积累特征及产量效应 [J]. 农业工程学报, 2016, 32(2): 119-126.

[18] SPYRIDON D K, SIDERIS F, CHRISTOS A D. Biomass and Nitrogen Accumulation and Translocation in Spelt (*Triticum spelta*) Grown in a Mediterranean Area [J]. Field Crops Research, 2012, 127: 1-8.

[19] KONG L G, XIE Y, HU L, et al. Remobilization of Vegetative Nitrogen to Developing Grain in Wheat (*Triticum Aestivum* L.) [J]. Field Crops Research, 2016, 196: 134-144.

[20] GAJU O, ALLARD V, MARTRE P, et al. Nitrogen Partitioning and Remobilization in Relation to Leaf Senescence, Grain Yield and Grain Nitrogen Concentration in Wheat Cultivars [J]. Field Crops Research, 2014, 155: 213-223.