

增施商品有机肥对青稞养分吸收和产量的影响

杨 勇¹, 李 晗^{2*}, 旦 增³, 云丹佳措³, 陈革明⁴, 冯正明⁴, 荣湘民¹

(1. 湖南农业大学资源环境学院/土壤肥料资源高效利用国家工程实验室/农田污染控制与农业资源利用湖南省重点实验室, 湖南长沙 410128; 2. 湖南华绿生物科技有限公司, 湖南湘潭 411200; 3. 白朗县农牧综合服务中心, 西藏 日喀则 857000; 4. 西藏珠峰华绿生态农业科技有限公司, 西藏 日喀则 857000)

摘 要:采用田间小区试验, 研究‘珠峰 4000’商品有机肥对青稞氮磷钾养分吸收和籽粒产量的影响。结果表明:增施商品有机肥青稞产量明显增加, 随着施肥量的增加, 青稞籽粒产量呈先增加后减少的趋势, 施肥量为 2250 kg/hm² 时产量最高, 达到 5007.5 kg/hm², 增产幅度达到 66.2 %; 有效穗、穗粒数和结实率明显增加, 千粒重增幅较小; 养分含量增加不明显, 而养分积累量显著增加。籽粒产量与养分积累量呈显著正相关关系, 而与养分含量呈负相关关系; 产量构成因素各指标都与产量呈正相关, 但只有穗粒数达到极显著相关。

关键词:青稞; 有机肥; 养分吸收; 产量
中图分类号:S661.2 **文献标识码:**A

Effects of Aommercial Organic Fertilizer on Nutrient Absorption and Yield of Highland Barley

YANG Yong¹, LI Han^{2*}, Danzeng³, Yundanjiacuo³, CHEN Ge-ming⁴, FENG Zheng-ming⁴, RONG Xiang-min¹

(1. College of Resources and Environment, Hunan Agricultural University/Hunan Provincial Key Laboratory of Farmland Pollution Control and Agricultural Resources Use, Hunan Changsha 410128, China; 2. Hunan Hualv Biotechnology Co. Ltd., Hunan Xiangtan 411200, China; 3. Bailang County Agriculture and Animal Husbandry Integrated Service Center, Tibet Rikaze 857000, China; 4. Tibet Zhufeng Hualv Ecological Agriculture Technology Co. Ltd., Tibet Rikaze 857000, China)

Abstract:Field experiments were conducted to investigate effects of ‘Qomolangma 4000’ commercial organic fertilizer on the yield and nutrient absorption of highland barley. The results showed that the application of commercial organic fertilizer significantly increased the yield of highland barley. The grain yield of highland barley increased at the fertilizer rate of 2250 kg/hm², with the highest yield of 5007.5 kg/hm² and the increase rate of 66.2 %, and then decreased with the increasing application of organic fertilizer. The effective panicle, grain number per panicle and seed setting rate increased obviously, while 1000-grain weight increased slightly. The nutrient accumulation rather than nutrient content increased significantly with the increasing fertilizers. The grain yield has a significant positive correlation with nutrient accumulation, but a negative correlation with nutrient content. All indexes of quantity components were positively correlated with yield, and grain number per ear showed the significant correlation.

Key words:Highland barley; Commercial organic fertilizer; Nutrient absorption; Yield

青稞是西藏地区最重要的粮食作物,也是饲料和酿造青稞酒的主要原料,其独特的营养价值和保健价值成为西藏特色的农产品,提高青稞产量和品质对西藏的稳定和发展具有重大意义^[1-4]。随着化肥的增加,西藏青稞产量有了大幅的提高^[4]。为了农业可持续发展和保护环境,化肥用量需要逐步降

低。有机肥具有养分均衡,释放缓慢持久,保肥保水,可以改良土壤等优点,成为提高西藏青稞产量和品质的新途径^[5-7]。日喀则市 2018 年青稞种植面积超过 5.86 万 hm²,青稞产量达到 40 万 t 以上,是西藏最大的粮仓^[8]。2017 年开展青稞增产行动以来,增施有机肥成为青稞增产最主要的技术途径之一。西藏珠峰华绿生态农业科技有限公司是西藏地区最大的肥料生产企业,肥料生产年产能达 20 万 t,在西藏推广‘珠峰 4000’商品有机肥超过 10 万 t。大量科研人员对在水稻、小麦、玉米等粮食作物上开展了有关有机肥效果的研究^[9-14],青稞施肥主要在

收稿日期:2020-03-18
基金项目:日喀则市科技科协计划项目(2018-2020)
作者简介:杨 勇(1987-),男,实验师,主要从事植物营养与施肥原理研究, E-mail:htight168168@126.com, * 为通讯作者:
李 晗, E-mail:904058873@qq.com。

施肥方式等方面有研究报道^[15-17],关于有机肥在青稞上的研究近几年才有少许研究报道^[18-19]。本试验研究商品有机肥对青稞产量和养分吸收的影响,旨在为西藏高原地区有机肥施用和推广提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试青稞品种为藏青 2000,由西藏自治区农牧科学院培育。试验在西藏自治区日喀则市白朗县进行。试验地海拔 3850 m,年平均温度为 6.5℃,年日照时数 3300 h,年降水量为 200~430 mm,集中在 6-9 月,无霜期 120 d 以上,属高原温带半干旱季风气候。供试土壤为沙壤土,土壤有机质、全氮、全磷、全钾含量分别为 11.54、1.05、0.85、19.70 g/kg,碱解氮、速效磷、速效钾含量分别为 68.21、8.21、91.41 mg/kg,pH 值为 8.22。供试肥料由西藏珠峰华绿生态农业科技有限公司生产,商品有机肥(N-P₂O₅-K₂O=5.5-1.0-1.5,总养分≥8%,有机质≥45%),青稞专用控失肥(N-P₂O₅-K₂O=23-14-15,总养分≥52%)。

1.2 试验设计

田间试验于 2019 年 5-10 月在日喀则市白朗县嘎东镇进行。根据青稞需肥特征和试验区土壤肥力状况,试验设 1 个不施肥处理,1 个施化肥处理(控失肥 375 kg/hm²)和 5 个增施有机肥处理(750、1500、2250、3000、3750 kg/hm²),共 7 个处理,施肥量见表 1。设 3 次重复,共 21 个小区,随机区组排列。每小区面积为 60 m²(3 m×20 m)。所有肥料做基肥一次性施用,在翻地前均匀撒施。青稞于 2019 年 5 月 10 日播种,播种量为 225 kg/hm²,2019 年 9 月 20-30 日收割,2019 年 10 月 26 日脱粒,每小区单独称重测产。田间管理同一般青稞田。

1.3 测定项目与方法

在青稞收获期前每小区采集 10 株植株样品,调

表 1 各处理施肥量

处理编号	各处理施肥量
CK1	不施肥
CK2	控失肥 375 kg/hm ²
T1	控失肥 375 kg/hm ² ,商品有机肥 750 kg/hm ²
T2	控失肥 375 kg/hm ² ,商品有机肥 1500 kg/hm ²
T3	控失肥 375 kg/hm ² ,商品有机肥 2250 kg/hm ²
T4	控失肥 375 kg/hm ² ,商品有机肥 3000 kg/hm ²
T5	控失肥 375 kg/hm ² ,商品有机肥 3750 kg/hm ²

查株高、穗长、穗粒数、千粒重和产量等指标。植株样品洗净、烘干、粉碎、过筛后用 H₂SO₄-H₂O₂ 进行消煮,测定青稞植株氮、磷、钾含量。全氮测定采用凯氏定氮法、全磷测定采用钒钼黄比色法、全钾测定采用火焰光度计法。收获后每小区单独测实产。

1.4 数据处理

采用 Excel 2010 和 SPSS9.50 统计分析软件进行数据处理。

2 结果与分析

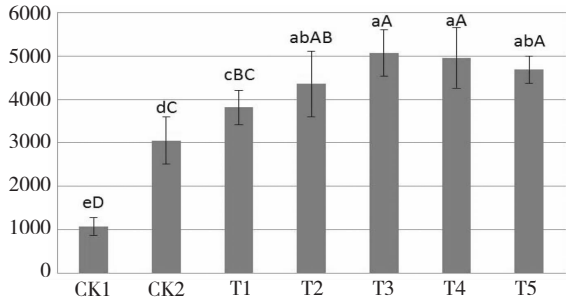
2.1 增施商品有机肥对青稞籽粒产量和产量构成因素的影响

2.1.1 增施商品有机肥对青稞籽粒产量的影响

由图 1 可知不同处理青稞籽粒产量,各处理的籽粒产量差异很大,施肥处理青稞籽粒产量大幅上升。不施肥处理(CK1)籽粒产量很低,仅为 1072.8 kg/hm²,极显著低于其他施肥处理。施化肥处理(CK2)籽粒产量显著增加,为 3054.3 kg/hm²。增施商品有机肥处理(T1~T5)籽粒产量明显增加,T1 处理与 CK2 处理的差异达到显著水平,T2~T4 和 T5 处理与 CK2 处理的差异达到极显著水平;T1 处理显著低于 T2 和 T5 处理,极显著低于 T3 和 T4 处理,但 T2~T4 和 T5 处理间的差异不显著。随着有机肥用量的增加,籽粒产量呈先快速增加后缓慢降低的趋势。T3 处理的籽粒产量最高,达到 5077.5 kg/hm²,其次为 T4 处理,产量为 4960.8 kg/hm²,T5、T2 和 T1 处理,籽粒产量分别为和 4363.3、3815.8 和 4688.5 kg/hm²。T1~T4 和 T5 比 CK2 的产量增幅分别为 24.9%、42.9%、66.2%、62.4% 和 53.5%。以上分析可以得出,增施商品有机肥能够明显提高青稞籽粒产量。

2.1.2 增施商品有机肥对产量构成因素的影响

产量构成因素各指标值如表 2 所示,不施肥处理的产量构成因素各指标都最低,极显著低于施肥处理。



小写字母不同者,表示差异达 5% 水平;大写字母不同者,表示差异达 1% 水平,下同

图 1 不同处理的籽粒产量(kg/hm²)

增施商品有机肥均能不同程度增加产量构成因素各指标,且随商品有机肥施用量的增加呈先增加后减少的趋势,变化趋势与籽粒产量基本一致。增施商品有机肥对有效穗数、穗粒数和结实率的影响较大,而对千粒重的影响不明显,但施用量过大会显著降低千粒重。T1 ~ T5 处理比 CK2 处理有效穗数增加 1.51 ~ 2.53 万穗/hm², T3 处理最高,为 27.24 万穗/hm²,而施用商品有机肥处理间差异不显著;T1 ~ T5 处理比 CK2 处理穗粒数增加 5.36 ~ 12.54 粒/穗, T5 处理最高,为 41.68 粒/穗,且 T3 ~ T5 处理间显著高于 T1 和 T2 处理;T1 ~ T4 处理比 CK2 处理结实率增加 1.20 ~ 7.43 个百分点,而 T7 处理却降低了 2.68 个百分点,且差异达到显著水平, T5 处理最高,为 94.55 %;T1 ~ T4 处理比 CK2 处理千粒重增加 0.98 ~ 1.91 g,而 T5 处理却减少了 2.61 g,且差异达到极显著水平, T3 处理最高,为 50.09 g。以上结果分析表明,增施商品有机肥能有效提高有效穗、穗粒数、结实率和千粒重,对穗粒数和结实率的影响较大,但施用量过大会降低产量构成因素各指标。

2.2 增施商品有机肥对青稞养分吸收的影响

2.2.1 增施商品有机肥对青稞养分含量的影响
表 3 表示收获期青稞秸秆和籽粒氮磷钾含量。由表可知,收获期青稞秸秆和籽粒氮磷钾含量差异很大,秸秆氮磷含量明显低于籽粒,而秸秆钾含量明显高于籽粒。秸秆氮含量 CK1 处理最高而 CK2 处理最低,但处理差异不显著;籽粒氮含量处理间差异较大, T3 处理最高,极显著高于 CK2 和 T1 处理,显著高于 CK1 处理,其他处理差异不显著。秸秆磷含量 CK1 处理极显著高于施肥处理,且施肥处理间差异不显著;籽粒磷含量 CK1 处理极显著高于 T1 ~ T5 处理,显著高于 CK2 处理,各施肥处理间差异不显著。秸秆和籽粒的钾含量差异都不显著, CK1 处理秸秆钾含量较低而籽粒钾含量较高。

表 2 不同处理的产量构成因素

处 理	有效穗 (万穗/hm ²)	穗粒数 (粒/穗)	结实率 (%)	千粒重 (g)
CK1	18.15 cC	11.71 eF	79.94 dD	45.48 cB
CK2	24.71 bB	29.14 cD	87.12 bBC	48.18 bA
T1	26.72 aAB	34.40 bC	88.32 bBC	49.16 abA
T2	26.80 aA	37.07 bBC	91.73 abAB	49.95 abA
T3	27.24 aA	41.68 aA	94.55 aA	50.09 aA
T4	26.79 aA	40.33 aAB	90.39 abAB	49.59 abA
T5	26.22 aAB	40.97 aA	84.44 cC	45.57 cB

2.2.2 增施商品有机肥对青稞养分累积量的影响

由表 4 可知,秸秆和籽粒氮素累积量基本相当,秸秆磷素累积量明显低于籽粒,秸秆钾素累积量显著高于籽粒。秸秆中钾素累积量最高,氮素累积量次之,磷素累积量最低;籽粒中氮素累积量最高,钾素累积量次之,磷素累积量最低。CK 1 处理的氮磷钾累积量都极显著低于施肥处理。秸秆氮素累积量 T 1 ~ T 5 处理间差异不显著,显著高于 CK 2 处理, T 4 处理最高,为 30.91 kg/hm²;籽粒氮素累积量 T 2 ~ T5 处理间差异不显著,显著高于 T1 处理,极显著高于 CK 2 处理, T 3 处理最高,为 74.57 kg/hm²。秸秆磷素累积量施肥处理间差异不显著;籽粒磷素累积量处理间变化趋势与籽粒氮素一致。秸秆钾素累积量差异较大, T 3 和 T 5 处理较最高,分别为 78.38 和 78.358 kg/hm²,显著高于 T 1 处理,极显著高于 CK 2 处理;籽粒叶钾素累积量 T 5 处理最高,为 29.8 kg/hm²,极显著高于 T 1 和 CK 2 处理,其他施肥处理间差异不显著。

2.3 青稞籽粒产量影响因子分析

养分累积量、养分含量和产量构成因素等指标与籽粒产量的相关性分析结果如表 5 所示。由表可知,氮磷钾素累积量与籽粒产量都呈正相关,氮素和钾素的相关性达到显著水平,磷素累积量的相关性达到极显著水平。氮磷钾素养分含量与籽粒产量都呈负相关。产量构成因素各指标与籽粒产量都呈正相关,穗粒数的相关性达到极显著水平,而有效穗、结实率和千粒重的相关性不显著,且千粒重的相关系数很低。以上分析可知,决定籽粒产量的主要因

表 3 不同处理收获期氮磷钾养分含量

	处理	氮 (%)	磷 (%)	钾 (%)
秸秆	CK1	0.617 aA	0.067 aA	1.129 aA
	CK2	0.446 aA	0.047 bB	1.637 aA
	T1	0.629 aA	0.043 bB	1.427 aA
	T2	0.550 aA	0.042 bB	1.440 aA
	T3	0.510 aA	0.036 bB	1.405 aA
	T4	0.600 aA	0.038 bB	1.430 aA
籽粒	T5	0.499 aA	0.036 bB	1.379 aA
	CK1	1.247 bAB	0.274 aA	0.646 aA
	CK2	1.180 bB	0.252 abAB	0.604 aA
	T1	1.197 bB	0.232 bB	0.595 aA
	T2	1.410 abAB	0.243 bB	0.591 aA
	T3	1.470 aA	0.228 bB	0.563 aA
	T4	1.313 abAB	0.233 bB	0.594 aA
	T5	1.413 abABB	0.223 bB	0.601 aA

表 4 不同处理收获期氮磷钾养分累积量

	处理	氮 (kg/hm ²)	磷 (kg/hm ²)	钾 (kg/hm ²)
秸秆	CK1	7.90 cC	0.85 bB	14.45 dC
	CK2	12.56 bB	1.32 aA	46.46 cB
	T1	24.88 aAB	1.58 aA	53.23 bcAB
	T2	25.56 aAB	1.96 aA	65.18 bAB
	T3	28.50 aAB	2.02aA	78.38 aA
	T4	30.91 aA	1.90 aA	71.56 abAB
	T5	28.39 aAB	2.03 aA	78.35 aA
籽粒	CK1	13.41dD	2.95 dD	6.88 eD
	CK2	36.17 cC	7.71 cC	18.46 dC
	T1	45.46 bcBC	8.85 bcBC	22.80 cdBC
	T2	62.07 aAB	10.66 aAB	26.61 abcAB
	T3	74.57 aA	11.60 aA	28.60 abA
	T4	61.62 aAB	10.94aAB	27.74 abAB
	T5	70.35 aA	10.98 aAB	29.80 aA

素是养分累积量和穗粒数。

3 结 论

西藏属于高寒高海拔地区,气候条件恶劣,土壤质量差,肥力水平低,保水保肥性能差。青稞是一种耐贫作物,在瘠薄的土壤中生长良好,是比较适合西藏地区的粮食作物。随着环境污染问题越来越突出,由于化肥的过量施用导致的农业面源污染等问题受到关注,化肥的使用量会逐年降低。西藏地区有大量的青稞秸秆和优质牛羊粪,有机肥原料资源丰富,但是回收利用率很低,大部分的秸秆都被用作牛羊饲料,而牛羊粪被用作藏民生活燃料,由于这种特殊的耕作方式和恶劣的气候条件,导致了西藏土壤质量不断下降,有机质含量也逐年降低,活性有机质比例也很低。为了改良西藏地区土壤质量,提高农产品品质,保障粮食安全,增加有机肥的使用是最直接有效的途径。

西藏位于青藏高原腹地,运输条件比较差,从内地采购有机肥资源难度比较大,成本也会大大增加,利用好当地的有机肥资源生产有机肥才是解决问题的最佳途径。‘珠峰 4000’商品有机肥是利用当地的牛羊粪和秸秆等原料,在当地生产的有机肥产品,并在西藏日喀则地区大面积推广使用。本文研究施用‘珠峰 4000’商品有机肥对青稞产量及养分吸收方面的影响,对西藏青稞生产具有实际的指导意义。

本研究结果表明,施用商品有机肥青稞增产效果明显,最高增产幅度达到 66.2 %,施肥量为 2250 kg/hm² 时产量最高,籽粒产量达到 5007.5 kg/hm²。

表 5 养分积累量、养分含量和产量构成因素与产量的相关性分析

	分析指标	相关系数(<i>t</i>)
养分积累量	氮素	3.63 *
	磷素	4.83 **
	钾素	3.98 *
养分含量	氮素	-1.45
	磷素	-2.89
	钾素	-1.14
产量构成因素	有效穗	0.59
	穗粒数	6.77 **
	结实率	0.75
	千粒重	0.03

注: * 表示达到 5 % 显著水平($t_{0.05} = 2.571$), ** 表示达到 1 % 显著水平($t_{0.01} = 4.032$)。

有机肥能明显增加有效穗、穗粒数和结实率,对千粒重的影响较小。随着有机肥施肥量的增加,青稞籽粒产量呈先增加后减少的趋势,当施肥量超过临界值时,青稞会出现营养过剩,生育期延长,结实率和千粒重都会降低,导致籽粒产量下降。增加商品有机肥施用量,秸秆和籽粒养分含量增加不明显,部分处理还稍有降低;养分积累量随着有机肥施用量的增加显著增加,主要是因为生物量增加的原因。通过籽粒产量与养分含量、养分积累量和产量构成因素等指标的相关性分析结果表明,养分含量与籽粒产量呈负相关关系,养分积累量与籽粒产量呈显著正相关关系,说明使用有机肥主要是通过促进青稞生长,增加青稞生物量而增加青稞籽粒产量,秸秆产量也增加,青稞植株养分含量并不会明显增加。产量构成因素各指标都与产量呈正相关,但只有穗粒数达到极显著相关,而有效穗、结实率和千粒重的相关性没有达到显著水平,千粒重相关系数最低。说明增施商品有机肥主要通过增加穗粒数提高青稞籽粒产量,有效穗、结实率和千粒重也有不同程度的提高。总之,在施用化肥的基础上增加商品有机肥的施用,可以促进青稞生长,改善穗粒数、结实率等指标,增加青稞籽粒产量,研究结果与陈初红等^[18]研究结果相符。‘珠峰 4000’商品有机肥速效养分含量较高,并非施用量越高越好,综合考虑增产效果和经济效益,在施用‘珠峰 4000’青稞专用控失肥 375 kg/hm² 或相同养分的其它化肥的基础上,增施‘珠峰 4000’商品有机肥适宜用量为 1500 ~ 2250 kg/hm²。

参考文献:

[1] 黄海皎, 李杨. 浅谈西藏青稞生产发展现状、存在问题及建议 [J]. 西藏农业科技, 2019, 41 (2) : 56 - 58.

- [2]代迅. 西藏农业生产现状及建议[J]. 中国农业信息,2017(12): 52-53.
- [3]王凤忠,张玉红,次旦央金,等. 西藏青稞产业发展现状及对策建议[J]. 西藏农业科技,2019,41(2):1-5.
- [4]高建新. 西藏地区青稞生产现状与发展建议[J]. 现代农业科技, 2019(19):31-32.
- [5]牛新胜,巨晓棠. 我国有机肥料资源及利用[J]. 植物营养与肥料学报,2017,23(6):1462-1479.
- [6]Qiang Li, Jikun Huang, Renfu Luo, et al. China's Labor Transition and the Future of China's Rural Wages and Employment[J]. China & World Economy,2013,21(3):4-24.
- [7]张倩. 有机肥改良土壤作用强[N]. 江苏农业科技报,2019-10-30(005).
- [8]田朋佳. 西藏日喀则青稞品种主要农艺性状相关性 & 主成分分析[J]. 西藏农业科技,2019,41(4):40-45.
- [9]唐继伟,徐久凯,温延臣,等. 长期单施有机肥和化肥对土壤养分和小麦产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2019,25(11): 1827-1834.
- [10]张玉平,刘强,荣湘民,等. 有机无机肥配施对双季稻田土壤养分利用与渗漏淋失的影响[J]. 水土保持学报,2012,26(1):22-27.
- [11]徐明岗,李冬初,李菊梅,等. 化肥有机肥配施对水稻养分吸收和产量的影响[J]. 中国农业科学,2008(10):3133-3139.
- [12]李燕青,温延臣,林治安,等. 不同有机肥与化肥配施对作物产量及农田氮肥气态损失的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2019, 25(11):1835-1846.
- [13]周慧,史海滨,徐昭,等. 化肥有机肥配施对盐渍化土壤氨挥发及玉米产量的影响[J]. 农业环境科学学报,2019,38(7):1649-1656.
- [14]严君,陈旭,邹文秀,等. 长期配施有机肥对大豆产量的影响[J]. 大豆科学,2019,38(6):943-948.
- [15]徐冬丽,刘梅金,王贺,等. 不同肥料及施肥方式对青稞农艺性状和产量的影响[J]. 大麦与谷类科学,2018,35(4):24-26, 34.
- [16]马瑞萍,刘国一,高雪,等. 不同施肥模式对青稞产量、品质及土壤环境的影响[J]. 西藏农业科技,2019,41(S1):6-10.
- [17]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.
- [18]陈初红,袁成立,陈雷,等. 商品有机肥在春青稞上的应用效果[J]. 西藏农业科技,2019,41(S1):11-15.
- [19]德琼. 商品有机肥增施及替代对青稞产量的影响[J]. 西藏科技,2019(6):9-10.