

青稞专用控失肥在西藏青稞上的应用研究

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, 长沙 410128; 2. 湖南华绿生物科技有限公司, 湖南 湘潭 411200; 3. 西藏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”青稞专用控失肥对青稞籽粒产量、养分吸收和肥料利用率的影响。结果表明: 在试验设置施肥量范围内, 施用青稞专用控失肥青稞籽粒产量明显增加, 且籽粒产量随施肥量的增加呈上升趋势; 养分累积量与籽粒产量的趋势一致, 而肥料利用率却呈下降趋势。施肥量为 900 kg/hm² 时产量最高, 达到 4 682.3 kg/hm², 增产幅度达到 150.7%。有效穗、穗粒数、结实率和千粒质量都明显增加, 而有效穗和穗粒数对籽粒产量影响较大。

关键词: 青稞; 控失肥; 肥料利用率; 产量; 西藏

中图分类号: S512.3

文献标志码: A

Application of Special Loss-control Fertilizer in the Tibetan Highland Darley

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/ National Engineering Laboratory of Soil and Fertilizer Resources Efficient Utilization/Hunan Provincial Key Laboratory of Farmland Pollution Control and Agricultural Resources Utilization, 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 Xigaze City 857000, China; 4. Tibet Zhufenghualv Ecological Agriculture Technology Co. Ltd, Tibet Xigaze City 857000, China)

Abstract: Field experiments were conducted to investigate the effects of loss-control fertilizer “zhufeng 4000” on the yield, nutrient absorption and fertilizer efficiency of highland barley. The results showed that the grain yield of highland barley increased significantly with the application of loss-control of fertilizer. In the range of fertilization rates in the experiment, the grain yield increased with the increase of fertilizer application rate. Similar trend was observed for the nutrient accumulation, while a decreased trend for the fertilizer utilization efficiency. The grain yield was increased by 150.7%, with the highest value of 4682.3 kg/hm² at the fertilizer rate of 900 kg/hm². The effective panicle number, grain number per panicle, seed setting rate and 1000-grain weight increased obviously, and effective panicle number and grain number per panicle had great influence for grain yield.

Key words: Highland barley; Loss-control fertilizer; Fertilizer utilization efficiency; Yield

西藏地区海拔高、辐射强、空气稀薄、气温低、土壤贫瘠, 能够适合种植的作物种类很少。青稞是大麦的一种, 具有耐旱、耐贫瘠、适用性强等特性, 能够适应西藏特殊的气候条件和土壤环境, 是西藏地区种植面积最大、产量最高的粮食作物。青稞是藏民最重要的主食, 也是酿造青稞酒的主要原料,

同时青稞秸秆是重要的饲草来源, 提高青稞产量对藏民的脱贫致富和西藏的稳定发展意义重大^[1-4]。随着农田基础设施的完善, 化肥使用量增加, 特别是测土配方技术的推广, 西藏青稞产量有了大幅度提高。随着环境问题越来越受关注, 在化肥零增长行动等政策的引导下, 化肥用量会逐年降低。为了保障青稞产量稳定, 采取了施用有机肥、培育新品种和改良种植技术等方法, 新型肥料的使用也是一种有效的途径^[5-12]。缓/控释肥料能有效降低养分损失, 满足作物营养需求, 促进作物生长, 提高肥料

收稿日期: 2020-05-20

基金项目: 日喀则市科技计划项目(2018-2020)

作者简介: 杨 勇(1987-), 男, 湖南益阳人, 硕士研究生, 实验师, 主要从事植物营养与施肥原理研究, btight168168@126.com; *为通信作者。

利用率,减少环境污染,省工高效,是现代农业发展的新途径^[13-15]。控失肥是一种新型的肥料产品,控失剂遇水后会自行组织成微纳互穿网络,“网捕”并固定住化肥养分,减少养分损失,提高养分利用效率,达到增产增效的效果。大量科研工作者对新型肥料已经开展了系统的研究^[13-15],而西藏地区在青稞上的研究却鲜有报道^[6]。本试验研究“珠峰4000”青稞专用控失肥在青稞上的使用效果,旨在为西藏高原地区青稞施肥技术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。试验区为西藏自治区日喀则市白朗县嘎东镇,平均海拔 3 850 m,年平均温度为 6.5 ℃,年日照时数 3 300 h,年降水量 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,弱碱性,pH 值为 8.29,土壤有机质、全氮、全磷、全钾含量分别为 12.32,1.06,0.85,20.10 g/kg,碱解氮、速效磷、速效钾含量分别为 62.98,12.32,110.01 mg/kg。供试肥料由西藏珠峰华绿生态农业科技有限公司生产,青稞专用控失肥(N-P₂O₅-K₂O =23-14-15,总养分≥52%),商品有机肥(N-P₂O₅-K₂O =5.5-1.0-1.5,总养分≥8%,有机肥≥45%)。

1.2 试验设计

田间试验于 2019 年 5 月—2019 年 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(CK),1 个施商品有机肥处理(商品有机肥 450 kg/hm²)和 5 个在施商品有机肥处理基础上(商品有机肥 450 kg/hm²)施用青稞专用控失肥处理(300,450,600,750,900 kg/hm²),共 7 个处理,具体施肥量见表 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 9 日播种,播种量为 225 kg/hm²,2019 年 9 月 20 日—2019 年 9 月 30 日收割,2019 年 10 月 28 日脱粒,每小区单独称质量测产量。田间管理同一般青稞田。

表 1 各处理施肥量

处理编号	各处理施肥量	kg·hm ⁻²
CK	不施肥	
CO	商品有机肥 450	
OF1	控失肥 300,商品有机肥 450	
OF2	控失肥 450,商品有机肥 450	
OF3	控失肥 600,商品有机肥 450	
OF4	控失肥 750,商品有机肥 450	
OF5	控失肥 900,商品有机肥 450	

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,调查株高、穗长、穗粒数、千粒质量和产量等指标。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。每个小区单独收割,脱粒后测实际产量。

1.4 数据处理

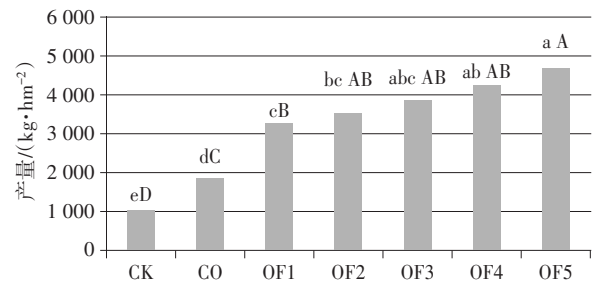
采用 Excel 2010 和 SPSS 9.50 统计分析软件进行数据处理。

2 结果与分析

2.1 青稞专用控失肥对青稞籽粒产量和产量构成因素的影响

2.1.1 青稞专用控失肥对青稞籽粒产量的影响

图 1 为不同处理青稞籽粒产量。



小写字母不同者,表示差异在 5% 水平具有统计学意义;大写字母不同者,表示差异在 1% 水平具有统计学意义,下同

图 1 不同处理的籽粒产量

由图 1 可知,施肥处理青稞籽粒产量大幅度增加。不施肥处理(CK)籽粒产量很低,仅为 1 013.8 kg/hm²,极显著低于其他施肥处理。施用商品有机肥处理(CO)籽粒产量明显增加,为 1 867.6 kg/hm²。

施用青稞专用控失肥处理(OF1-OF5)籽粒产量显著上升,OF处理与CK处理和CO处理的差异都具有统计学意义。随着控失肥用量的增加,籽粒产量呈增加的趋势。OF5处理极显著高于OF1处理,OF4处理显著高于OF1处理,OF2,OF3和OF4处理间的差异不具有统计学意义。OF5处理的籽粒产量最高,达到4 682.3 kg/hm²,其次为OF4处理,产量为4 250.1 kg/hm²,OF3,OF2和OF1处理,籽粒产量分别为和3 848.6 kg/hm²,3 558.4 kg/hm²和3 265.0 kg/hm²。OF1,OF2,OF3,OF4和OF5处理与CO处理产量相比,增幅分别为74.8%,90.5%,106.1%,137.6%和150.7%。

2.1.2 青稞专用控失肥对产量构成因素的影响

不同处理的产量构成因素指标如表2所示。由表2可知,不施肥处理(CK)的产量构成因素各指标都最低,有效穗、穗粒数和结实率与施肥处理的差异都具有统计学意义。施用商品有机肥产量后

构成因素各指标都不同程度地增加。施用青稞专用控失肥后有效穗、穗粒数、结实率和千粒质量都明显增加,有效穗和穗粒数随着施肥量增加呈上升趋势,而结实率和千粒质量随施肥量的增加呈先升高后降低的趋势。OF处理比CO处理有效穗数增加3.59~5.81万穗/hm²,OF5处理最高,为27.19万穗/hm²,极显著高于OF1和OF2,且显著高于OF3。OF处理比CO处理穗粒数增加2.41~11.74粒/穗,OF5处理最高,为39.50粒/穗,极显著高于OF1-OF4处理,OF4和OF3处理与OF1和OF2处理间差异具有统计学意义。OF1-OF5处理比CO处理结实率增加5.28~8.09个百分点,OF4处理最高,为92.40%,极显著高于OF1-OF3处理,且显著高于OF5处理,OF2和OF3处理显著高于OF1处理。OF1-OF5处理比CO处理千粒质量增加0.81~6.13 g,OF3处理最高,为52.78 g,极显著高于OF1处理,且显著高于OF2和OF5处理。

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 ⁻¹)	结实率 /%	千粒质量 /g
CK	17.41 eE	14.57 eD	73.50 eD	44.52 dC
CO	21.38 dD	27.76 dC	82.09 dC	46.65 cdBC
OF1	24.97 cC	30.17 cC	87.37 cB	47.46 bedBC
OF2	26.02 bB	32.40 cC	89.16 bB	49.56 bcAB
OF3	26.49 bAB	35.35 bB	89.02 bB	52.78 a A
OF4	27.13 aA	36.73 bB	92.40 aA	50.05 abAB
OF5	27.19 aA	39.50 aA	90.18 bA	49.49 bcAB

注:小写字母不同,表示差异在5%水平具有统计学意义;大写字母不同,表示差异在1%水平具有统计学意义。下同。

2.2 青稞专用控失肥对青稞素累积量的影响

收获期青稞氮、磷、钾养分累积量见表3。氮素和磷素大量累积在籽粒中,而钾素在秸秆中的累积量明显高于籽粒。秸秆中钾素累积量远高于氮素和磷素,磷素累积量最低;籽粒中氮素累积量最高,钾素累积量第二,磷素累积量最低;地上部钾素累积量最高,氮素累积量次之,磷素累积量最低。不施肥处理(CK)氮、磷、钾素累积量都显著或极显著低于施肥处理,主要是因为生物量很低。CO处理养分累积量显著低于CF处理,秸秆磷素累积量除外,主要是由于CO处理秸秆磷含量较高。随着

青稞专用控失肥施用量的增加,秸秆和籽粒中氮、磷、钾素累积量都呈增加的趋势。秸秆氮素累积量,OF5处理显著高于OF1处理;籽粒氮素累积量,OF5和OF4处理显著高于OF1处理;地上部氮素累积量OF5处理最高,为76.95 kg/hm²。OF处理间秸秆磷素累积量差异不显著;籽粒磷素累积量,OF5处理极显著高于OF1处理,且显著高于OF2处理;地上部磷素累积量OF5处理最高,为13.66 kg/hm²,显著高于OF2处理,且极显著高于OF1处理。秸秆钾素累积量,OF5处理显著高于OF1处理;籽粒钾素累积量,OF5处理极显著高于OF1处理,且显著

高于OF2处理;地上部钾素累积量OF5处理最高,为110.18 kg/hm²,显著高于OF2处理且极显著高于OF1处理。

表3 各处理收获期氮、磷、钾素累积量

		kg·hm ⁻²		
		秸秆	籽粒	地上部
氮	CK	4.61 eC	13.58 eC	18.19 eC
	CO	8.46 dB	21.97 dB	30.43 dB
	OF1	12.24 bcA	41.05 cA	53.28 cA
	OF2	13.81abcA	47.30 abcA	61.11 abcA
	OF3	14.83abcA	50.29 abcA	65.12 abcA
	OF4	16.53 abA	54.90 abA	71.42 abA
磷	OF5	17.88 aA	59.07 aA	76.95 aA
	CK	0.76 dC	2.95 eC	3.71 eD
	CO	0.98 bcBC	3.81 dC	4.79 dD
	OF1	1.01 abcAB	8.10 cB	9.11 cBC
	OF2	1.09 abAB	9.56 bcAB	10.65 bcBC
	OF3	1.22 abA	10.52 abcAB	11.74 abcAB
钾	OF4	1.49 aA	11.11 abAB	12.68 abAB
	OF5	1.57 aA	12.17 aA	13.66 aA
	CK	14.19 dC	6.60eD	20.79 eD
	CO	37.18 cB	12.66dCD	49.83 dC
	OF1	61.16 bA	20.90cBC	82.06 cB
	OF2	65.07 abA	25.87bcAB	90.94 bcAB
	OF3	74.81 abA	27.23abAB	102.04 abAB
	OF4	77.28 aA	29.28abAB	106.56 aAB
	OF5	77.77 aA	32.41aA	110.18 aA

2.3 青稞专用控失肥对肥料利用率的影响

表4为青稞专用控失肥养分利用率,采用差减法计算所得,即OF处理植株的养分累积量减去CO处理植株吸收的养分累积量,差值除以控失肥养分投入量。由表4可知,随着控失肥用量的增加氮、磷、钾肥利用率都呈下降的趋势,钾肥利用率最高但下降幅度较大,氮肥利用率次之,磷肥利用率最低下降幅度较小。氮肥利用率,OF1处理极显著高于其他处理,OF2处理与OF3,OF4和OF5处理的差异具有统计学意义;OF1处理最高达到33.12%,OF5处理最低仅为21.02%,较OF1处理降低了12.10个百分点。磷肥利用率,OF1处理极显著高于OF3,OF4和OF5处理,OF2和OF3处理与OF5处

理的差异具有统计学意义;OF1处理最高为10.29%,OF5处理最低仅为7.04%,较OF1处理降低了3.25个百分点。钾肥利用率,OF1处理极显著高于OF3,OF4和OF5处理且显著高于OF2处理,OF2处理与OF4和OF5处理差异具有统计学意义,OF3,OF4和OF5处理间差异具有统计学意义;OF1处理最高达71.62%,OF5处理最低为44.70%,较OF1处理降低了26.92个百分点。

表4 各处理氮、磷、钾肥料利用率

%			
处理	氮	磷	钾
OF1	33.12 aA	10.29 aA	71.62 aA
OF2	26.74 bB	9.30 abA	60.90 bAB
OF3	22.96 cBC	8.27 bAB	58.01 bBC
OF4	22.02 cBC	7.51 bcB	50.43 cCD
OF5	21.02 cC	7.04 cB	44.70 dD

3 结 论

本研究表明,施用青稞专用控失肥增产效果明显,施肥量为900 kg/ hm²时产量最高,籽粒产量达到4 682.3 kg/hm²,增产幅度达到150.7%。在本试验设置的施肥量范围内,随着控失肥施肥量的增加,青稞籽粒产量呈上升趋势,有效穗、穗粒数的变化趋势与籽粒产量一致,而结实率和千粒质量呈先增加后降低的趋势,说明有效穗和穗粒数是影响籽粒产量的关键因素。养分累积量随着控失肥施用量增加显著上升,氮素和磷素大量累积在籽粒中,而钾素在秸秆中的累积量较多。肥料利用率变化趋势与籽粒产量相反,施肥量越高肥料利用率越低;钾肥利用率最高为44.70%~71.62%,氮肥利用率次之为21.02%~33.12%,磷肥利用率最低仅为7.04%~10.29%。本研究最高施肥量达到900 kg/ hm²,已远高于当地的平均施肥量,产量还没有出现降低的趋势,但结实率和千粒质量已有下降趋势,原因之一可能是试验区土壤肥力水平较低,土壤耕性较差,加上恶劣的自然条件导致养分损失量大,作物吸收利用养分效率低,导致肥料利用率很低;原因之二可能是控失肥对养分有控制释放的作用,过量的施肥前期释放养分并不会过量,没有对出苗产生不利的影响。如果继续增加控失肥施用量,当超过临界值时,青稞会出现营养过剩甚至抑制生长,生育期延长,有效穗、穗粒数、结实率和千粒质量都会下降,最终导致籽粒产量降低。

西藏地区自然条件恶劣,土壤肥力水平低,易板结耕性差,一般的作物无法正常生长,而青稞能够适应环境顺利完成生育期,是西藏地区最主要的粮食作物。西藏农业发展水平相对比较滞后,肥料施用量远低于全国水平,肥料主要通过政府配发,施肥重氮、磷肥轻钾肥,施用方式主要是撒施,化肥长期不合理施用和“掠夺式”的种植方式导致土壤有机质含量下降,土壤养分不平衡,土壤结构被破坏。为促进青稞生产的增产增效和可持续发展,通过改变施肥方式是重要途径。在化肥零增长行动等政策的影响下,化肥用量不能再增加,除了增加有机肥施用的方法外,施用新型肥料是另一种有效的方法。“珠峰4000”青稞专用控失肥养分配比合理,并通过控失剂网捕养分,延缓养分释放,减少养分损失,满足青稞整个生育期的养分需求,提高养分利用率,增加青稞产量。目前,新型肥料在西藏地区的研究较少,还需要通过更加系统科学的研究,不断改进配方以适用西藏特殊的环境,才能更好地发挥新型肥料的作用,为西藏地区农业科学施肥提供技术支撑。

参考文献:

- [1] 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.
- [1] 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.
- [3] 强小林, 顿珠次仁, 次珍, 等. 西藏青稞产业发展现状分析[J]. 西藏农业科技, 2011, 33(1): 1-3.
- [2] 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.
- [4] 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.
- [5] 田朋佳. 西藏日喀则青稞品种主要农艺性状相关性及其主成分分析[J]. 西藏农业科技, 2019, 41(4): 40-45.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] 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, 14.
- [11] 朱明霞, 白婷, 靳玉龙, 等. 施肥水平对青稞干物质积累及转运的影响[J]. 西藏农业科技, 2019, 41(S1): 58-65.
- [12] 王国强, 薛书浩, 彭婧, 等. 不同施肥处理对西藏青稞产量和土壤结构的影响[J]. 西南农业学报, 2017, 30(5): 1127-1131.
- [13] 樊小林, 刘芳, 廖照源, 等. 我国控释肥料研究的现状和展望[J]. 植物营养与肥料学报, 2009, 15(2): 463-473.
- [14] 赵秉强, 张福锁, 廖宗文, 等. 我国新型肥料发展战略研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2004, 10(5): 536-545.
- [15] 肖强, 张夫道, 王玉军, 等. 纳米材料胶结包膜型缓/控释肥料对作物产量和品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2008, 14(5): 951-955.