

# 不同肥料增效剂对青稞产量与土壤养分的影响

袁成立<sup>1,2</sup>, 陈初红<sup>1,2</sup>, 田科兴<sup>3</sup>

(1. 西藏拉萨市农业科学研究所, 西藏 拉萨 850000; 2. 西藏拉萨市农业技术推广总站, 西藏 拉萨 850000; 3. 西藏拉萨市林周县农业技术推广站, 西藏 拉萨 851600)

**摘要:** 在西藏拉萨市林周县开展3种新型肥料增效剂配合商品有机肥施用田间试验, 测试其在提高作物产量、提升肥效、增加农牧民收入、对土壤养分影响等方面的效果。结果表明: ①在施用3种肥料增效剂后, 土壤中有机质、全氮、碱解氮、有效磷养分含量下降, 所施入商品有机肥肥料利用率、肥料偏生产力提高, 商品有机肥当季肥效发挥作用增强。②3个增效剂处理均表现出增产效果, 对照最高增产达64.64%。③施用肥料增效剂于商品有机肥, 增加了农牧民种植经济收入, 对照增收最高达390.03元/667 m<sup>2</sup>, 在有政策资金扶持的商品有机肥推广区域, 配施新型肥料增效剂可作为农牧民群众节本增收的新思路。

**关键词:** 肥料增效剂; 商品有机肥; 增产增效

中图分类号: S512.3; S158

文献标志码: A

## Effects of Different Fertilizer Synergists on Yield of Highland Barley and Soil Nutrients

YUAN Chengli<sup>1,2</sup>, CHEN Chuhong<sup>1,2</sup>, TIAN Kexing<sup>3</sup>

(1. Lhasa Institute of Agricultural Science, Tibet Autonomous Region, Tibet Lhasa 850000, China; 2. Lhasa Agriculture Technology Extending Stations, Tibet Lhasa 850000, China; 3. Linzhou County agricultural technology extension station, Tibet Linzhou 851600, China)

**Abstract:** In Linzhou County of Lhasa City, field trials of three new fertilizer synergists combined with commercial organic fertilizer were carried out to demonstrate their effects on improving crop yield, improving fertilizer efficiency, increasing farmers' and herdsmen's income, and influencing soil nutrients. The results showed as follows: ①After the application of the three fertilizer synergists, the contents of organic matter, total nitrogen, alkali-hydrolyzed nitrogen and available phosphorus in the soil decreased, the utilization rate of commercial organic fertilizer and partial productivity of fertilizer increased, and the effect of commercial organic fertilizer in the season was enhanced. ②All the three synergists showed the effect of increasing yield with the highest increase of 64.64%, compared with control. ③The application of fertilizer synergists in commercial organic fertilizers increased the economic income of farmers and herdsmen in planting, with the maximum increase of 390.03 yuan /667m<sup>2</sup>. In the promotion area of commercial organic fertilizers supported by policy funds, the application of new fertilizer synergists can be used as a new idea for farmers and herdsmen to save costs and increase incomes.

**Key Words:** fertilizer synergist; commercial organic fertilizer; increase yield and efficiency

施用商品有机肥具有显著的经济效益、社会效益和生态效益<sup>[1]</sup>。胡俊等<sup>[2]</sup>研究建议加快商品有机肥推广是全国和西藏肥料发展的必然趋势, 加快商品有机肥推广是提升西藏耕地质量的必要手段。有研究表明, 肥料增效剂具有保持氮磷钾防损失、调节转化与释放、促进吸收与运转功能、释放土壤中养分等作用。近年来, 西藏农业生产致力于耕地

质量提升, 促进化肥减量增效, 鼓励引导农牧民群众施用商品有机肥。但在实际生产中, 商品有机肥发挥肥效作用缓慢, 难以在当季实现稳产、保产效能, 是制约商品有机肥全面推广的重要瓶颈之一。通过新型增效剂配合商品有机肥施用试验, 测试新型增效剂在提高产量、影响土壤养分等方面的效果, 可达到化肥减量、作物增产、农民增收目的。本研究着重讨论在田间试验中, 在施用商品有机肥的基础上配合施用新型肥料增效剂, 根据作物增产增收结果与肥料效益指标对比, 发掘提高商品有机肥当季肥效方法, 为商品有机肥的全面推广进一步攻

收稿日期: 2023-04-11

作者简介: 袁成立 (1993-), 男, 助理农艺师, 主要从事土壤肥料相关方面的研究, E-mail: 929677150@qq.com。

破技术难点,探索西藏肥料施用减量增效新模式与广大农牧民节本增收新途径,进而助力乡村振兴。

1 材料和方法

1.1 供试地点和土壤

试验地点在西藏拉萨市林周县强嘎乡强嘎村,北纬29.932 14°,东经91.131 68°,海拔3 782 m。地块交通便利,农田基础设施基本配套,灌排水正常,供试土壤为砂壤土,土壤肥力中等,试验进行前多点采集0~20 cm耕层土样,根据GB/T33469-2016耕地质量等级确定分析方法测试有机质、pH值,土壤N根据LY/T1228-2015进行测定、土壤P的检测根据NY/T1121.7-2014进行测定、土壤K根据LY/T1234-2015进行测定。

1.2 供试材料与规格用量

1.2.1 供试作物

春青稞,品种为“苏拉青2号”,播量为15 kg/667 m<sup>2</sup>。

1.2.2 供试肥料规格、用量及用量

供试商品有机肥西藏“华丰3658”,有机质≥45%,氮磷钾≥5%,每袋40 kg(执行标准:NY525-2012)。用法及用量:根据2021年拉萨市测土配方施肥推荐用量复混肥(氮磷钾≥45%)28 kg/667 m<sup>2</sup>+追肥尿素(氮≥46%)5 kg/667 m<sup>2</sup>总养分等量折纯计算,商品有机肥用量=(28×45%+5×46%)/5%×矿化率50%=596 kg。为便于实施推广,本次试验商品有机肥统一以600 kg/667 m<sup>2</sup>作底肥施入。

1.2.3 供试肥料增效剂规格、执行标准、功效及用量用法等

功能菌。产品规格:2 kg/袋;执行标准:GB/20287-2006;作用机理及主要功效:富含功能性益生菌,分解活化难溶性矿物质元素,优化作物营养条件,提高肥料利用率。用量:2 kg/667 m<sup>2</sup>;用法:播种时与有机肥料混合撒施;河南省鹤壁市人元生物技术有限公司生产。

胶冻样芽孢杆菌。产品规格:25 kg/袋;执行标准:GB/20287-2006;作用机理及主要功效:菌群在土壤中繁殖生长,产生有机酸,荚膜多糖等代谢产物,破坏硅铝酸盐晶格结构、难溶性磷化合物,具有解磷、解钾作用,促进作物营养吸收和生长代谢,提高抗逆性。用量:2 kg/667 m<sup>2</sup>;用法:播种时与有机肥料混合撒施;河南省鹤壁市人元生物技术有限公司生产。

土壤生命力。产品规格:2 kg/袋;用量:2 kg/667 m<sup>2</sup>;执行标准:GB/20287-2006;作用机理及主要功效:富含多种微生物菌群及生物酶,改善土壤微生物群落结构,增强根系活力,促进作物对氮磷钾吸收利用。用法:播种时与有机肥料混合撒施;河南省鹤壁市人元生物技术有限公司生产。

1.3 试验处理与田间设计

本次试验共设计4个处理,每个处理面积667m<sup>2</sup>,分别是:处理①为对照(CK):商品有机肥600 kg/667 m<sup>2</sup>;处理②:商品有机肥600 kg/667 m<sup>2</sup>+土壤生命力2 kg/667 m<sup>2</sup>;处理③:商品有机肥600 kg/667 m<sup>2</sup>+胶冻样芽孢杆菌2 kg/667 m<sup>2</sup>;处理④商品有机肥600 kg/667 m<sup>2</sup>+功能菌2 kg/667 m<sup>2</sup>;试验田间布置设计如图1所示。

保护	保护				保护
	处理④	处理③	处理②	处理①	
	保护				

图1 试验田间布置设计

1.4 试验方法

试验于2021年4月22日播种,条播。除施肥不同外,其他各项田间管理保持一致。2021年8月30日收获,收获前,每个处理开展田间考种并取3个1 m<sup>2</sup>样品进行测产,在收获后,对试验地各处理土壤进行多点采样(0~20 cm耕层),检测土样有机质、pH值、全N、碱解N、全P有效P、全K、速效K等常规指标;植株样品洗净、烘干、粉碎、过筛后用H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>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。

2 产量结果统计与分析

2021年西藏拉萨市新型肥料增效剂试验理论产量见表1。由表2、3可知,各处理重复间差异不显著,各肥料处理间差异显著,应进行多重比较,得出试验单因素方差分析表(表4)。采用最小显著差异法(LSD法)首先用单因素方差分析得出MSe=SSe/df=445.39,再计算t<sub>0.05</sub>=TINV(0.05,8)=2.306;t<sub>0.01</sub>=3.355, n=3, LSD<sub>0.05</sub>=t<sub>0.05</sub>×SQRT(2×MSe/3)=2.306×√(2×913.72/3)=39.74, LSD<sub>0.01</sub>=57.81。

表1 2021年拉萨市新型肥料增效剂试验理论产量

处理	667 m <sup>2</sup> 有效穗数	平均穗数	穗粒数						各处理粒数平均值	千粒质量/g		667m <sup>2</sup> 理论产量/kg	位次
			1	2	3	4	5	平均		质量	平均值		
①	123 395	116 058.00	36	24	42	42	30	34.80	40.00	45.62	51.77	240.35	4
	114 057		24	48	54	36	42	40.80		59.02			
	110 722		36	54	48	42	42	44.40		50.68			
②	133 400	141 626.33	42	36	36	54	30	39.60	40.13	54.92	54.42	309.32	2
	144 072		54	26	30	42	42	38.80		53.82			
	147 407		42	36	42	36	54	42.00		54.52			
③	140 737	140 514.67	48	54	60	42	36	48.00	44.40	58.14	53.91	336.36	1
	130 732		36	42	42	60	36	43.20		53.50			
	150 075		48	48	48	36	30	42.00		50.10			
④	129 398	139 847.67	54	36	42	48	42	44.40	41.20	44.99	49.45	284.90	3
	158 079		36	60	24	36	30	37.20		45.89			
	132 066		48	54	30	30	48	42.00		57.46			

表2 2021年拉萨市新型肥料增效剂试验的产量

处理	667 m <sup>2</sup> 秸秆产量/kg	平均值/kg	667 m <sup>2</sup> 籽粒产量/kg	平均值	增产比例/%	排名
①	213.11	196.55	136.89	131.01	—	4
	192.19		127.81			
	184.34		128.33			
②	284.07	258.37	182.60	173.86	32.71	2
	242.23		167.77			
	248.80		171.20			
③	366.81	309.87	259.86	215.69	64.64	1
	292.49		200.84			
	270.29		186.37			
④	249.66	270.63	160.34	170.49	30.13	3
	287.65		185.69			
	274.57		165.43			

表3 2021年拉萨市新型肥料增效剂试验方差分析

变异来源	DF	SS	MS	F	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>
重复间(ssb)	2	1 005.88	502.94	1.18	5.14	10.92
肥料间(ssa)	3	10 777.94	3 592.66	8.43	4.76	9.78
误差(sse)	6	2 557.28	426.21			
总变异(ssT)	11	14 341.10				

表4 2021年拉萨市新型肥料试验单因素方差分析

差异源	SS	df	MS	F	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>
处理间	10 777.94	3	3 592.65	8.07	4.07	7.59
处理内(误差)	3 563.16	8	445.39			
总变异	14 341.10	11				

经多重比较,处理③与处理①差异极显著,与处理④和②差异显著;处理②与处理①差异显著,与其他处理差异不显著;处理④与处理①②③差异不显著。穗粒数:处理②最高,为45.60粒;处理①③次之,为45.33粒和43.20粒;处理④为42.00粒。秸秆667 m<sup>2</sup>产量处理③最高,为309.87 kg;其次为处理②和处理④,分别为270.63,258.37 kg;处理①最低,为196.55 kg。籽粒667 m<sup>2</sup>产量处理③最高,为215.69 kg;处理②④次之,分别为173.86 kg,170.49 kg;处理①最低,为131.01 kg;处理③比对照增产64.64%,排名第一;处理②次之,比对照增产32.71%;处理④第三,比对照增产30.13%。处理②③④在施用新型肥料增效剂后,均表现出增产效果(表5)。

表5 2021年拉萨市新型肥料试验产量多重比较结果

处理	处理①	处理④	处理②	处理③
③	84.68**	45.2*	41.83*	0
②	42.85*	3.37	0	
④	39.48	0		
①	0			

\*为差异显著,\*\*为差异极显著,LSD<sub>0.05</sub>=39.74,LSD<sub>0.01</sub>=57.81

3 试验前后土壤养分指标对比

3.1 土壤pH值

由表6可知,本次试验各处理在统一施入商品有机肥600 kg后,土壤由弱碱性趋向于中偏碱性,土壤酸碱性得到改善,处理①(CK)与配施3种新型肥料增效剂的处理②③④相比,pH值最低。在试验中,3种肥料增效剂均表现出抑制土壤酸化效果。

3.2 土壤有机质含量变化

有机质是衡量土壤肥力高低的一项重要指标,由表6可知,有机质含量表现为处理①(CK)>处理③>处理④>处理②>试验前,相较于试验前,各处理在统一施入600 kg/667 m<sup>2</sup>商品有机肥后,试验后各处理土壤有机质含量均有所提升;相较于处理①,施用3种新型肥料增效剂使土壤中有机质含量发生了显著变化。处理②③④土壤有机质含量均有所下降,处理②与对照相比降低了18.6%,处理③与对照相比降低12.8%,处理④降低了29.1%。与对照相比,处理②③④土壤中有机质消耗量明显增大。

3.3 土壤氮、磷、钾含量变化

3.3.1 土壤氮含量变化

由表6可知,土壤全氮表现为处理④<处理②<处理③<试验前<处理①。在施入商品有机肥600 kg/667 m<sup>2</sup>后,处理①对比试验前土壤全氮含量有所提高;3个增效剂处理的土壤均有全氮含量下降表现。碱解氮表现为处理④<处理②<处理③<处理①<试验前,碱解氮作为可供作物快速吸收利用

氮素,在本次试验前后土壤测试中结果相差极大。试验前含量为60.8 mg/kg,试验后处理①含量为29 mg/kg、处理②为17.68 mg/kg、处理③为18.18 mg/kg、处理④为17.68 mg/kg;碱解氮对比下降显著,分别为处理①减少52.3%、处理②减少71%、处理③减少70.2%、处理④减少71.9%;处理②③④施用3种不同新型肥料增效剂与对照相比土壤碱解氮含量下降趋势明显,对照处理①含量29.00 mg/kg,处理②③④分别降为17.60 mg/kg,18.10 mg/kg,17.50 mg/kg。与对照相比,处理②③④对土壤中氮素消耗量增加。

3.3.2 土壤磷含量变化

对比试验前,各处理土壤全磷含量下降显著,在配合施用新型肥料增效剂后,与对照相比,处理②③④土壤检测全磷含量无明显变化。速效磷含量表现为处理①>处理③>处理②>处理④>试验前,较之试验前,4个处理有效磷含量均有所提升;而在配施新型肥料增效剂后,处理②含量为12.00 mg/kg、处理③含量为15.70 mg/kg、处理④含量为10.30 mg/kg、对照含量为16.20 mg/kg,土壤有效磷含量均有所下降,处理②③④对土壤中有效磷消耗量增加(表6)。

3.3.3 土壤钾含量变化

由表6可知,全钾含量表现为CK<处理②<处理④<处理③<试验前,分别为13.06g/kg,16.66 g/kg,17.12 g/kg,17.47 g/kg,24.90 g/kg。对比试验前,4个处理试验后土壤全钾含量下降明显;对比CK,处理②③④均提升了土壤全钾含量,土壤全钾含量分别提高了27.5%,33.8%,25.9%。速效钾含量表现为处理②=处理④<CK<处理③<试验前,分别为111.00 mg/kg,111.00 mg/kg,126.00 mg/kg,128.00 mg/kg,143.60 mg/kg;4个处理对比于试验前,速效钾含量均有所下降;对比处理CK,配施新型肥料增效剂处理②④速效钾含量有所下降,处理③速效钾含量略有提升。

表6 试验前后土壤主要养分检测结果

	pH值 (无量纲)	有机质 /(g·kg <sup>-1</sup> )	全氮 /(g·kg <sup>-1</sup> )	碱解氮 /(mg·kg <sup>-1</sup> )	全磷 /(g·kg <sup>-1</sup> )	有效磷 /(mg·kg <sup>-1</sup> )	全钾 /(g·kg <sup>-1</sup> )	速效钾 /(mg·kg <sup>-1</sup> )	有效硼 /(mg·kg <sup>-1</sup> )
试验前	8.16	13.70	0.90	60.80	0.69	8.82	24.90	143.60	0.61
①试验后	7.29	25.70	0.97	29.00	0.42	16.20	13.06	126.00	0.23
②试验后	7.31	20.90	0.78	17.60	0.42	12.00	16.66	111.00	0.23
③试验后	7.32	22.40	0.89	18.10	0.40	15.70	17.47	128.00	0.27
④试验后	7.41	18.20	0.42	17.50	0.40	10.30	17.12	111.00	0.30



4 配施新型肥料增效剂增效分析

4.1 配施新型肥料增效剂投产分析

由表7可知,对照增收效果表现为处理③>处理④>处理②。每667 m<sup>2</sup>总产出处理①为838.52元,处理②为1 108.83元,处理②减去肥料增效剂成本产出为912.83元,对照处理①增收74.31元/667 m<sup>2</sup>,增效剂投入/增收为1:0.38;处理④总产出1 114.96元,减去肥料增效剂成本产出为1 044.94元,对照处理①

增收206.44元/667 m<sup>2</sup>,增效剂投入/增收为1:2.95;处理③总产出1 358.53元,减去肥料增效剂成本后产出为1 228.55元,对照处理①增收390.03元/667 m<sup>2</sup>,增效剂投入/增收为1:3.00。

在减去施入新型肥料增效剂投入成本后,处理②、处理③、处理④与对照处理①(CK)相比增收明显呈上升趋势。试验显示在配施新型肥料增效剂后,种植经济收益明显增加。

表7 试验各处理投产分析(不计入种子及商品有机肥每667 m<sup>2</sup>成本)

处理	增效剂投入/元	籽粒产量/kg	单价/(元·kg <sup>-1</sup> )	秸秆产量/kg	单价/(元·kg <sup>-1</sup> )	秸秆产出/元	籽粒产出/元	总产出/元	总产出-增效剂投入/元	对照ck增收/元	投入/增收
①	0	131.01	4	196.55	1.6	314.48	524.04	838.52	838.52	0	-
②	196	173.86	4	258.37	1.6	413.392	695.44	1 108.83	912.832	74.31	1:0.38
③	130	215.69	4	309.87	1.6	495.792	862.76	1 358.55	1 228.55	390.03	1:3.00
④	70	170.49	4	270.63	1.6	433.008	681.96	1 114.96	1 044.96	206.44	1:2.95

4.2 配施新型肥料增效剂肥效效益指标分析

为考察施用肥料增效剂后效益的增加情况,直观反映肥料增效剂的效果,对试验前后各处理开展肥料效益分析,田间肥效试验常以肥料利用率(RE)、肥料农学效率(AE)、肥料偏生产力(PFP)3个肥效效益指标来反映施用3种肥料增效剂后其商品有机肥肥料效益变化。其计算公式分别为:

肥料利用率=(施肥区农作物吸收养分量-不施肥区农作物吸收养分量)/(肥料使用量×肥料中的养分含量百分比)×100%;

肥料农学效率=(施肥区产量-不施肥区产量)/施入肥料养分纯量×100%;

肥料偏生产力=施肥区产量/施肥量。

由于本次试验未设置不施肥处理区,不施肥区农作物吸收养分量未知,故所施入商品有机肥基础肥料利用率未知,本试验将此指标修改为计算施用3种肥料增效剂后肥料利用率增量。其表达式为:

肥料利用率增量=(配施增效剂处理区农作物吸收总养分量-不施增效剂区农作物吸收总养分量)/(商品有机肥使用量×肥料中的总养分含量百分比)×100%,其中农作物吸收总养分量=秸秆产量×秸秆(N%+P%+K%)+籽粒产量×籽粒(N%+P%+K%)。

同理,增效剂肥料农学效率=(施增效剂区产量-不施增效剂区产量)/施入商品有机肥养分纯量(施入商品有机肥养分纯量=商品有机肥施用量×5%)。

肥料偏生产力=施增效剂区产量/施肥量(施肥量=施增效剂量+商品有机肥施用量)。相关指标数据详见表8。

由表8可知,施用肥料增效剂后,作物养分积累量表现为,较之处理①,处理②、处理③、处理④显著提升,作物吸收总养分量分别提升22.16%,48.25%,28.32%。肥料农学效率表现为3种增效剂施用后,以处理③最高,为2.82,处理②次之为1.43,处理④最低,为1.32。商品有机肥肥料偏生产力试验各处理均以商品有机肥600 kg做底肥施入,肥料偏生产力值均较低;处理③最高,为0.36;对照处理①肥料偏生产力提升63.64%;处理②次之为0.29,对照处理①肥料偏生产力提升31.82%;处理④再次之为0.28,对照处理①肥料偏生产力提升27.27%;试验各处理肥料偏生产力位次与产量位次基本一致。肥料利用率增量表现为处理②③④在施用增效剂后,商品有机肥肥料利用率分别提升了3.57%,7.78%,4.57%,3种肥料增效剂处理后均表现出增强商品有机肥肥料效益作用,处理③施用胶冻样芽孢杆菌尤其明显。

表8 试验前后肥效效益指标变化

处 理	秸秆					籽粒					667m <sup>2</sup> 作 物养分累 积量/kg	提升肥 料利用 率%	肥料农 学效率	商品有 机肥偏 生产力
	N/%	P/%	K/%	T	667m <sup>2</sup> 产量/kg	N/%	P/%	K/%	T	667m <sup>2</sup> 产量/kg				
①	0.189	0.118	0.995	1.302	196.55	0.815	0.408	0.515	1.738	131.01	4.836	—	—	0.22
②	0.192	0.042	0.937	1.171	258.37	0.798	0.334	0.525	1.658	173.86	5.908	3.57	1.43	0.29
③	0.182	0.045	0.997	1.224	309.87	0.724	0.328	0.513	1.566	215.69	7.170	7.78	2.82	0.36
④	0.231	0.067	0.926	1.224	270.63	0.808	0.348	0.541	1.697	170.49	6.206	4.57	1.32	0.28

5 讨论与结论

5.1 讨论

5.1.1 作物产量影响

试验中,处理①以商品有机肥 600 kg/667 m<sup>2</sup>作底肥,作物产量仅为 131.01 kg/667 m<sup>2</sup>,表明仅靠商品有机肥做底肥施入难以在当季发挥稳产、保产效能。从本次试验各处理间产量情况来看,试验中配施新型肥料增效剂于商品有机肥的 3 个处理均表现出明显增产效果,对比增产由低到高分别为 30.13%, 32.71%, 64.64%。试验中最高产量为 215.69 kg/667 m<sup>2</sup>,虽增产效果比较显著但产量仍属于较低水平,在满足种植业生产实际上依然存在差距。

5.1.2 土壤养分及肥料效益影响

通过对本次试验前后土壤样品养分对比,配施新型肥料增效剂后表现为:抑制土壤酸化、降低土壤有机质、全氮、碱解氮、有效磷含量,提高土壤全钾含量。3 种肥料增效剂在试验中表现出提升土壤全钾含量原因尚不明确,土壤全磷、速效钾变化暂不明显。在本次试验中,抑制土壤酸化表现可能与所施用肥料增效剂产品本身相关,本试验中 3 种肥料增效剂均为中偏碱性产品(7≤pH 值≤8),施入后对比处理①(CK)pH 值较高;需要注意的是:配施 3 种肥料增效剂后,土壤有机质、全氮、碱解氮、有效磷含量均有所降低,如果长期施用,可能会持续降低进而影响耕地质量,以上都需进一步开展田间试验分析。商品有机肥由于当季肥效发挥作用缓慢,因而发挥难以稳产、保产效能,在试验中施用肥料增效剂后,作物养分积累量、商品有机肥偏生产力均有所提升,商品有机肥肥料利用率增量均为正数,表明肥料利用率均有所提升,3 种肥料增效剂处理后均表现出增强商品有机肥肥料效益作用,尤其是处理③施用胶冻样芽孢杆菌,商品有机肥肥料利用率增量达 7.78%。

5.1.3 经济收入影响

从本次试验新型肥料增效剂投入成本、产出经济效益以及对照增收来看,施用新型肥料增效剂于商品有机肥,有效增加了广大农牧民收入,且投入成本相对较低。在试验中,对照 CK 增收最高可达 390.032 元/667 m<sup>2</sup>,新型肥料增效剂投入与对照增收比最佳达 1:3.00,但本试验未考虑所施用商品有机肥成本,商品有机肥做底肥施用 600 kg/667 m<sup>2</sup>成本过高,在实际推广中难度较高,在有政策资金扶持的商品有机肥推广区域,配施新型肥料增效剂可作为农牧民群众节本增收的新思路。

5.2 结论与建议

综合以上,配施新型肥料增效剂于商品有机肥可有效提升作物对有机质、氮素、有效磷的吸收利用,有效提升商品有机肥肥料利用率、肥料偏生产力肥料效益指标,弥补了商品有机肥应用于种植生产中当季肥效发挥缓慢的短板,达到了作物增产、农牧民增收的目的,为西藏商品有机肥的全面推广提供了新的路径。但考虑到其产量水平不高,难以满足当前我市种植业生产实际需求,且一年田间试验数据代表性不强,无法全面反映对土壤养分影响,建议继续开展新型肥料增效剂配合有机肥、化肥等施用相关研究,进一步摸清增效剂作用机理,助力西藏化肥施用减量增效、农田建设保护与发展,进一步开拓广大农牧民节本增收新途径进而助推乡村振兴。

参考文献:

[1] 郑 彬.浙江省商品有机肥应用对策研究[D].杭州:浙江农林大学,2015.  
[2] 胡 俊,李 芳,李 维.加快西藏自治区商品有机肥推广应用的思考[J].西藏农业科技,2018,40(3):59-61.