



张鹏,宋德禄,张静华,等.化肥减量配施生物有机肥对黑穗醋栗生长及产量的影响[J].黑龙江农业科学,2021(6):73-77.

化肥减量配施生物有机肥对黑穗醋栗生长及产量的影响

张 鹏,宋德禄,张静华,武新娟,宋鹏慧

(黑龙江省农业科学院 乡村振兴科技研究所,黑龙江 哈尔滨 150028)

摘要:为减少黑穗醋栗果园化肥使用量,明确最佳化肥减量配施生物有机肥比例,本研究设置5个施肥处理(100%化肥、75%化肥+25%生物有机肥、50%化肥+50%生物有机肥、25%化肥+75%生物有机肥、100%生物有机肥)和1个不施肥对照,研究不同化肥减量配施生物有机肥对“绥研1号”黑穗醋栗树体生长发育、果实品质及产量的影响。结果表明:不同比例的化肥配施生物有机肥对株高、冠幅、果实大小和果穗长度、产量和经济效益均有明显促进作用;单施有机肥和化肥配施生物有机肥,增加了果实硬度、可溶性固形物、可溶性糖和VC含量,降低了可滴定酸含量。50%化肥+50%生物有机肥为最佳配施比例。

关键词:化肥;有机肥;黑穗醋栗;产量

化肥是农业增产有效途径之一,20世纪以来化肥施用在粮食生产中发挥着重要的作用^[1-3],同时农业生产对化肥的依赖性日益增长已成为重大难题。目前,我国化肥用量超过发达国家50%以上,长期以来由于人们片面地追求高产,过量使用化肥,导致土壤营养结构遭到破坏、环境质量持续下降,对农业生产和人类健康造成了巨大威胁^[4-6]。生物有机肥是在普通有机肥基础上添加了多种有益微生物菌群的一种新型肥料,研究表明,生物有机肥具有改良土壤,增加土壤保水保肥能力,对提高作物产量和农产品品质有显著效果,相较于化肥,养分全面,肥效持久^[7-9]。有机肥与无机肥合理配施综合了有机肥的长效和化肥的速效特点,不仅可以满足植物短期养分的需求,还能满足养分的长期供给,从而改善果实品质^[10]。因此,采用生物有机肥替代部分化肥,是调整化肥使用结构,改进施肥方式,实现化肥减量增效的重要途径之一。

黑穗醋栗(*Ribes nigrum* L.)是一种营养保健价值高、栽培管理容易、经济效益高、兼具生态效益的小浆果树种。黑龙江省是我国黑穗醋栗主产区,资源丰富、栽培历史悠久,但生产中果园用药和栽培技术混乱,造成高投入、低产出的现象,

严重影响果实品质和果农收益。随着国家化肥使用零增长行动的实施,有关生物有机肥配施化肥在其他作物上的研究越来越多^[11-15],但在黑穗醋栗上的研究极少,无法为黑穗醋栗生产上有机肥种类和配施比例的选择提供参考。本试验研究了生物有机肥与化肥的不同配施处理对黑穗醋栗果实品质及产量的影响,以为黑穗醋栗果园化肥减量增效提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于2019年在黑龙江省农业科学院乡村振兴科技研究所绥棱基地(47°30'N~47°43'N, 127°30'E~127°43'E)进行,年平均气温1.4℃,≥10℃年活动积温2 406.4℃,平均年降水量551.5 mm,平均年日照时数2 790.6 h,无霜期118.2 d。供试地土壤为淋溶黑钙土,土壤基本理化指标:pH6.8,有机质35.42 g·kg⁻¹,全氮2.68 g·kg⁻¹,全磷0.74 g·kg⁻¹,全钾184.49 g·kg⁻¹,碱解氮208.46 mg·kg⁻¹,速效磷48.84 mg·kg⁻¹,速效钾60.26 mg·kg⁻¹。

1.2 材料

供试黑穗醋栗品种为“绥研1号”,树龄5 a,株行距1.5 m×3.0 m;每个处理20株,常规栽培管理。

供试化肥为果树专用复合肥(总养分含量≥45%、总氮含量≥15%、有效磷含量≥5%、有效钾含量≥25%),购自安徽天河生物科技有限公司;生物有机肥(主要成分畜禽粪便、作物秸秆及

收稿日期:2021-01-04

基金项目:黑龙江省科技厅科研项目(GA19B102);黑龙江省农业科学院“农业科技创新跨越工程”专项(HNK2019CX11-5-1)。

第一作者:张鹏(1982—),女,硕士,高级农艺师,从事穗醋栗育种及栽培生理研究。E-mail:wysll21@163.com。

其他农业废弃物,总养分 $N+P_2O_5+K_2O\geq 4.0\%$ 、有机质 $\geq 45\%$ 、水分含量 $\geq 20\%$ 、有效活性菌数 ≥ 3 亿 $\cdot g^{-1}$),购自山东苏柯汉生物工程股份有限公司。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 试验根据黑穗醋栗需肥特点及需肥量^[16],分别设置 5 个处理,以不施肥为对照,每个处理选择树势一致、无病虫害植株 10 株,采用随机区组设计,3 次重复。在植株萌芽前采用环状沟施法一次施入,其他栽培管理措施一致,具体处理设置情况详见表 1。

表 1 各处理施肥量

处理		化肥/	有机肥/	化肥减
		(kg·hm ⁻²)	(kg·hm ⁻²)	施量/%
D1	100%化肥	440	0	0
D2	75%化肥+25%生物有机肥	330	330	25
D3	50%化肥+50%生物有机肥	220	660	50
D4	25%化肥+75%生物有机肥	110	990	75
D5	100%生物有机肥	0	1320	100
CK	不施肥	0	0	-

1.3.2 测定项目及方法 树体生长发育指标:在生长季内,分别逐株测定株高、冠幅、叶片大小、百叶重,株高、冠幅,在 7 月中旬选取同样株龄的 5 株用皮尺测量,取平均值。叶片大小选取同一部位的叶片用格尺测量叶片长和宽,百叶重取 100 个叶片测量重量,取 10 次测量平均值。

经济性状:果实成熟后,测定最大单果重、百果重、果穗长,用电子天平和游标卡尺测量,精确

到 0.01。

果实品质:果实采收后,采用果实硬度计测定果实硬度;采用蒽酮比色法测定可溶性糖;采用 NaOH 滴定法测定可滴定酸;采用 2,6-二氯酚靛酚滴定法测定 VC 含量;采用手持测糖仪测定可溶性固形物含量。

产量:在果实成熟期,分 1~2 次采收果实,多次采收果实总量,计算单株产量。

1.3.3 数据分析 试验数据采用 Excel 2010 和 SPSS 20.0 等软件进行统计与分析。

2 结果与分析

2.1 化肥减量配施生物有机肥对树体生长发育的影响

从表 2 可以看出,株高最高的处理是 D3,为 120.45 cm,较 CK 增幅为 4.58%,与 D2 和 D5 差异显著,与其他处理差异不显著;株高最矮的是 D5,为 114.88 cm。D3 冠幅最大,为 115.19 cm,较 CK 增幅 8.45%,与 D5 和 CK 差异显著,与其他处理差异不显著;其次是 D2,冠幅 112.33 cm,较 CK 增幅 5.76%;CK 冠幅最小 106.21 cm。D4 和 D5 叶片较大,叶片长和宽分别为 10.47 和 11.63 cm、10.54 和 11.37 cm,D2 叶片最小,叶片长和宽分别为 7.92 和 9.06 cm。D3 百叶重最重,231.74 g,较 CK 增幅 16.87%,与 D1、D4、D5 差异不显著,与其他处理差异显著;D1 和 D4 百叶重也较重,分别为 229.50 和 227.84 g,较 CK 增幅分别为 15.74%和 14.90%;CK 百叶重最轻,198.29 g。

表 2 化肥减量配施生物有机肥对树体生长发育的影响

处理	株高		冠幅		叶片长/cm	叶片宽/cm	百叶重	
	平均值/cm	增幅/%	平均值/cm	增幅/%			平均值/g	增幅/%
D1	118.60±1.63 ab	2.98	109.09±2.72 ab	2.71	9.6±0.64 ab	11.12±2.09 a	229.50±3.64 a	15.74
D2	115.33±1.12 b	0.14	112.33±1.64 ab	5.76	7.92±1.19 c	9.06±0.16 b	208.31±11.20 b	5.05
D3	120.45±3.72 a	4.58	115.19±4.64 a	8.45	8.45±0.66 bc	9.42±0.41 b	231.74±14.90 a	16.87
D4	118.37±0.75 ab	2.78	110.84±2.63 ab	4.36	10.47±0.68 a	11.63±0.38 a	227.84±4.57 a	14.90
D5	114.88±4.27 b	-0.25	107.53±6.26 b	1.24	10.54±0.49 a	11.37±0.65 a	223.61±3.45 a	12.77
CK	115.17±1.06 ab	-	106.21±0.75 b	-	8.38±0.44 bc	8.95±0.22 b	198.29±6.64 b	-

注:同列数据后不同小写字母表示在 $P<0.05$ 水平差异显著。下同。

2.2 化肥减量配施生物有机肥对果实经济性状的影响

从表 3 可以看出,不同处理化肥减量配施生物有机肥对果实经济性状均有所提高。其中,单

果重最大的是 D3,为 4.21 g,较 CK 增幅 61.92%,与 D1 和 D5 差异不显著,与其他处理差异显著;D1 和 D5 也较大,分别为 3.78 和 3.76 g,较 CK 分别增幅 45.38%和 44.62%;CK 最大单

果重最小,为 2.60 g。百果重最重的是 D3,为 172.18 g,其次是 D5,为 171.91 g,D3 和 D5 与 D2(160.62 g)差异不显著,与其他处理差异显著;

百果重最小是 CK,为 132.62 g。果穗最长的是 D3,为 10.27 cm,与 D1(9.43 cm)和 D2(9.38 cm)差异不显著,与其他处理差异显著。

表 3 化肥减量配施生物有机肥对果实经济性状的影响

处理	最大单果重		百果重		果穗长	
	平均值/g	增幅/%	平均值/g	增幅/%	平均值/cm	增幅/%
D1	3.78±0.31 ab	45.38	152.80±6.69 b	15.22	9.43±0.94 ab	27.95
D2	3.34±0.16 bc	28.46	160.62±5.64 ab	21.11	9.38±0.46 ab	27.27
D3	4.21±0.27 a	61.92	172.18±4.29 a	29.83	10.27±0.60 a	39.35
D4	3.23±0.68 cd	24.23	153.26±9.47 b	15.56	7.93±0.26 cd	8.14
D5	3.76±0.22 ab	44.62	171.91±5.67 a	29.63	8.25±0.19 bc	11.94
CK	2.60±0.39 d	-	132.62±10.80 c	-	7.37±0.11 d	-

注:同列数据后不同小写字母表示在 $P<0.05$ 水平差异显著。下同。

2.3 化肥减量配施生物有机肥对果实内在品质的影响

从表 4 可以看出,不同处理化肥减量配施生物有机肥对果实品质有所改善。5 个处理除 D1 果实硬度低于 CK,其他 4 个处理果实硬度均高于 CK,其中,D5 果实硬度最大,为 $1.23\text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$,其次是 D4,为 $1.15\text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$,与 CK 相比分别增加 43.02%和 33.72%,与 D3 处理差异不显著,与其他处理差异显著。除 D1 可溶性固形物含量低于 CK,其余 4 个处理可溶性固形物含量均高

于 CK,其中 D5 含量最高,为 13.30%,与 D3 处理(12.23%)差异不显著,与其他处理差异显著。D1 可溶性糖含量低于 CK,其余 4 个处理均高于 CK,其中 D5 可溶性糖含量最高,6.24%,与其他处理差异显著。D1 可滴定酸含量高于 CK,其余 4 个处理均低于 CK。5 个处理 VC 含量均高于 CK,其中 D5 的 VC 含量最高, $458.26\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,与 D3 和 D4 差异不显著,与其他处理差异显著,D4、D3、D2 的 VC 含量也较高,分别为 448.57、445.65 和 $443.75\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。

表 4 化肥减量配施生物有机肥对果实内在品质的影响

处理	果实硬度		可溶性固形物		可溶性糖		可滴定酸		VC	
	平均值/ ($\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$)	增幅/%	平均值/%	增幅/%	平均值/%	增幅/%	平均值/%	增幅/%	平均值/ ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	增幅/%
D1	0.76±0.07 c	-11.63	11.20±0.49 c	-0.71	5.03±0.06 d	-4.19	3.30±0.09 a	0.30	436.37±7.58 bc	0.63
D2	0.89±0.05 c	3.49	11.66±0.35 bc	3.37	5.44±0.09 c	3.62	3.17±0.03 ab	-3.64	443.75±1.65 bc	2.33
D3	1.04±0.11 b	20.93	12.23±0.26 ab	8.42	5.83±0.17 b	11.05	3.14±0.04 ab	-4.56	445.65±5.07 abc	2.77
D4	1.15±0.05 ab	33.72	11.78±0.09 bc	4.43	5.42±0.01 c	3.24	3.23±0.06 ab	-1.82	448.57±7.11 ab	3.45
D5	1.23±0.01 a	43.02	13.30±0.82 a	17.91	6.24±0.02 a	18.86	3.11±0.07 b	-5.47	458.26±9.26 a	5.68
CK	0.86±0.02 c	-	11.28±0.06 c	-	5.25±0.23 cd	-	3.29±0.13 a	-	433.62±8.64 c	-

2.4 化肥减量配施生物有机肥对产量和经济效益的影响

从表 5 可以看出,5 个处理产量均高于 CK,产量从高到低的顺序依次为 $\text{D3}>\text{D1}>\text{D2}>\text{D4}>\text{D5}>\text{CK}$ 。其中 D3 产量最高,单株产量和公顷产量分别为 3.86 kg 和 $8\,492\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,公顷产量较 CK 增加 17.32%,与除 D1 外的其他处理差异显

著;其次是 D1,单株产量和公顷产量分别为 3.70 kg 和 $8\,140\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,公顷产量较 CK 增产 12.46%。

从表 5 还可以看出,黑穗醋栗的经济效益主要受产量和生产投入的影响。不同处理黑穗醋栗果实经济效益从高到低顺序为 $\text{D3}>\text{D1}>\text{D2}>\text{D4}>\text{D5}>\text{CK}$,在 27 288~35 274 元 $\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

表 5 化肥减量配施生物有机肥对产量及经济效益的影响

处理	单株产量/kg	产量		产值/(元·hm ²)	生产投入/(元·hm ²)	经济效益		
		平均值/(kg·hm ²)	增幅/%			平均值/(元·hm ²)	增收/(元·hm ²)	位次
D1	3.70	8140±260.39 ab	12.46	48840	14556	34284	6996	2
D2	3.62	7964±63.92 bc	10.03	47784	15117	32667	5379	3
D3	3.86	8492±299.94 a	17.32	50952	15678	35274	7986	1
D4	3.45	7690±276.26 c	4.86	46140	16239	29901	2613	4
D5	3.43	7646±147.71 c	4.26	45876	16800	29076	1788	5
CK	3.19	7018±256.61 d	-	40788	13500	27288	-	6

注:生产投入主要包括人工费、肥料等管理投入。按当年当地市场价格计算经济效益,其中,人工费 13 500 元·hm²,黑穗醋栗果实 6.0 元·kg⁻¹,生物有机肥 2.5 元·kg⁻¹,化肥 2.4 元·kg⁻¹。

3 结论与讨论

3.1 化肥减量配施生物有机肥对黑穗醋栗树体生长发育的影响

大量研究表明,化肥配施生物有机肥不仅能减少化肥施用量,还能促进作物生长,加强根系活力、影响果实品质,提高作物产量^[17-18]。试验研究结果表明,单施生物有机肥、化肥或化肥与生物有机肥配施对黑穗醋栗株高、冠幅、果实大小和果穗长度均有明显促进作用,尤其是采用 50%化肥+50%生物有机肥配施效果最为明显。

3.2 化肥减量配施生物有机肥对黑穗醋栗果实内在品质的影响

有研究表明单施生物有机肥或化肥与生物有机肥配施,可提高果实硬度、可溶性固形物、糖、VC 含量,降低酸含量,明显提高果实品质^[12,19-21]。本研究中,单施有机肥和化肥配施生物有机肥与 CK 比较,果实硬度增加了 3.49%~43.02%,可溶性固形物含量增加了 3.37%~17.91%,可溶性糖含量增加了 3.24%~18.86%,VC 含量增加了 2.33%~5.68%,可滴定酸含量下降了 1.82%~5.47%;而单施化肥,除 VC 和可滴定酸含量小幅增加,其他指标均下降。这与前人研究趋势相近,可能是有机肥与化肥配施保证了植株所需养分的持续有效供应,使得酶活性增加,光合效率增强,碳水化合物等的合成及转运加快,进而使有机物稳步累积,促进植株生长,从而改善品质。

3.3 化肥减量配施生物有机肥对黑穗醋栗产量和经济效益的影响

产量和经济效益是实现化肥减量增效的重要

目标。本试验研究表明,不同处理的化肥减量配施生物有机肥产量和经济效果较 CK 均有明显增加,这与前人研究结果基本一致^[22-23]。其原因可能是化肥配施生物有机肥,结合了有机肥的肥效持久和化学肥料的速效性,改善了土壤菌群结构和土壤生物学性状,养分释放趋势更能满足树体生长对养分的需求,增加了影响产量的因子和肥料利用效率,从而提高了产量和经济效益。本试验中,D3 处理(化肥减量 50%+50%生物有机肥)效果最明显,产量 8 492 kg·hm²,较 CK 增产 17.32%,增收 7 986 元·hm²。

综上所述,单施生物有机肥和化肥减量配施生物有机肥对黑穗醋栗树体生长发育、果实品质和产量有明显促进作用。在兼顾产量、效益和环境等因素下,化肥减量 50%配施 50%生物有机肥,各项指标均处于优等以上水平,为最佳配比比例,该施肥方式可作为黑龙江省黑穗醋栗主产区化肥减量增效的有效措施之一。

参考文献:

[1] 王冰清,尹能文,郑棉海,等. 化肥减量配施有机肥对蔬菜产量和品质的影响[J]. 中国农学通报,2012,28(1):242-247.
[2] 周东亮,肖贵,刘军秀,等. 生物有机肥对黄土高原沟壑区胡麻籽粒产量和水分利用效率的影响[J]. 土壤与作物,2018,7(1):63-70.
[3] 石元亮,王玲莉,刘世彬,等. 中国化学肥料发展及其对农业的作用[J]. 土壤学报,2008,45(5):852-864.
[4] 奚振邦,王寓群,杨佩珍. 中国现代农业发展中的有机肥问题[J]. 中国农业科学,2004,37(12):1874-1878.
[5] BHATTACHARYYA P N, JHA D K. Plant growth-promoting rhizobacteria(PGPR):Emergence in agriculture[J]. World Journal of Microbiology and Biotechnology,2012,28(4):1327-1350.

- [6] 尉元明,王静,乔艳君. 化肥、农药和地膜对甘肃省农业生态环境的影响[J]. 中国沙漠,2005,25(6):165-17.
- [7] 沈德龙,曹凤明,李力. 我国生物有机肥的发展现状及展望[J]. 中国土壤与肥料,2007(6):1-5.
- [8] 李亚娟,邱慧珍,高启发,等. 生物有机肥对保护地西瓜生长、产量和品质的影响[J]. 土壤与作物,2017,6(2):127-131.
- [9] 李卫东,陈永波,黄光昱,等. 生物有机肥和微生物菌剂对马铃薯产量和品质的影响[J]. 湖北农业科学,2013,52(19):4597-4600.
- [10] 周喜荣,张丽萍,孙权,等. 有机肥与化肥配施对果园土壤肥力及鲜食葡萄产量与品质的影响[J]. 河南农业大学学报,2019,53(6):1-9.
- [11] 柏琼芝,肖石江,王晓瑞,等. 生物减量配施生物有机肥对秋马铃薯产量的影响[J]. 土壤与作物,2019,8(2):158-165.
- [12] 赵佐平,高义民,刘芬,等. 化肥有机肥配施对苹果叶片养分、品质及量的影响[J]. 园艺学报,2013,40(11):2229-2236.
- [13] 李琦,姚拓,杨晓玫,等. 半干旱地区不同剂型微生物菌肥替代部分化肥对燕麦生长和品质的影响[J]. 干旱区资源与环境,2020(3):159-165.
- [14] 孙海高,王海波,史祥宾,等. 有机无机肥配施对‘巨峰’葡萄果实品质的影响[J]. 中国果树,2020(5):65-70.
- [15] 周媛,谭启玲,胡承孝,等. 有机无机专用复合肥对葡萄产量、品质和养分利用的影响[J]. 中国土壤与肥料,2015(6):82-86,91.
- [16] BALDI E, TOSELLI M, MARANGONI B. Nutrient partitioning in potted peach (*Prunus persica* L.) trees supplied with mineral and organic fertilizers[J]. Journal of Plant Nutrition,2010,33:2050-2061.
- [17] 谢凯,宋晓晖,董彩霞,等. 不同有机肥处理对黄冠梨生长及果园土壤性状的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2013,19(1):214-222.
- [18] 柴仲平,王雪梅,蒋平安,等. 氮、磷、钾配施对库尔勒香梨长势与产量的影响[J]. 核农学报,2013,27(7):1048-1053.
- [19] 库永丽,徐国益,越骅,等. 微生物肥料对猕猴桃高龄果园土壤改良和果实品质的影响[J]. 应用生态学报,2018,29(8):2532-2540.
- [20] 梁敬,李淑文,李莹莹,等. 化肥减施对苹果产量、品质及果园土壤养分的影响[J]. 河北农业大学学报,2019,(3):60-65.
- [21] 周兴,王振平,代红军. 不同施肥处理对“蛇龙珠”葡萄光合性能及品质的影响[J]. 北方园艺,2013(14):1-4.
- [22] 高怡安. 有机肥替代部分化肥对马铃薯干物质积累与分配及土壤矿质氮含量的影响[D]. 兰州:甘肃农业大学,2015.
- [23] MANDAI K G, HATI K M, MISRA A K. Biomass yield and energy analysis of soybean production in relation to fertilizer-NPK and organic manure[J]. Biomass and Bioenergy,2009,33(12):1670-1679.

Effects of Reducing Chemical Fertilizer and Applying Bio-organic Fertilizer on Growth and Yield of Black Currant

ZHANG Kun, SONG De-lu, ZHANG Jing-hua, WU Xin-juan, SONG Peng-hui

(Institute of Rural Revitalization Science and Technology, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150028, China)

Abstract: In order to reduce the amount of chemical fertilizer used in blackcurrant orchard, and to determine the optimal reduction of chemical fertilizer and the proportion of bio-organic fertilizer addition, five fertilization treatments were designed, including 100% chemical fertilizer, 75% chemical fertilizer + 25% bio-organic fertilizer, 50% chemical fertilizer + 50% bio-organic fertilizer, 25% chemical fertilizer + 75% bio-organic fertilizer, 100% bio-organic fertilizer, and the control was no fertilization treatment. The effects of reducing fertilizer and applying bio-organic fertilizer on the growth, fruit quality and yield of black currant "Suiyan No. 1" were studied. The results showed that plant height, crown width, fruit size, ear length, yield and economic benefit were significantly improved under the treatments of different proportions of chemical fertilizer combined with bio-organic fertilizer. Fruit hardness, soluble solids, soluble sugar and VC content were increased and titrable acid content was decreased under the treatments of single organic fertilizer and chemical fertilizer combined with biological organic fertilizer. The optimal proportion was 50% chemical fertilizer + 50% bio-organic fertilizer.

Keywords: chemical fertilizer; bio-organic fertilizer; black currant; yield