

不同基肥对“大石早生李”土壤养分和果实品质的影响

宋俊伟¹, 任士福¹, 李学玲¹, 张冰², 李彦慧²

(1. 河北农业大学 林学院, 河北 保定 071000; 2. 河北农业大学 园林与旅游学院, 河北 保定 071000)

摘要:以“大石早生李”为试材,研究了连续2年农家肥、菌渣、缓释肥处理对土壤养分、果实品质和产量的影响。结果表明:农家肥更好地提高了土壤有机质、全氮、全磷、速效钾含量,分别比对照提高了60.61%、79.08%、26.00%、41.44%。菌渣提高土壤速效磷含量效果最显著,比对照提高了43.51%。缓释肥将全钾含量提高了10.05%,效果比其它处理显著。农家肥改善果实品质效果最为显著,果实硬度、可溶性固形物含量、可溶性糖含量、维生素C含量分别比对照提高了25.98%、16.15%、49.39%、27.42%,可溶性酸含量降低了19.39%,果实钙、镁、锌、铁含量高于其它处理。缓释肥改善果实矿质元素含量的效果不显著。3个处理均提高了果实单果重,其中菌渣效果最好,增重率为27.45%。缓释肥能显著提高李子产量,单株平均产量达到74.86 kg,比对照提高了54.83%。

关键词:“大石早生李”;缓释肥;农家肥;菌渣;果实品质

中图分类号:S 662.306⁺.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)13-0169-04

“大石早生李”(Prunus salicina ‘Oishiwase’)果实外观美丽,品质优良,果实发育期仅65 d,在北方地区6月末至7月初成熟,是目前我国成熟最早的李品种。科学合理的施肥是优质果品生产的重要基础^[1-3],目前,关于果树施肥的研究多以大宗果树为主^[4],然而对于李树的施肥研究很少,大部分仅是简单的讲述一些李树的施肥方法、施肥时间和施肥量。李树基肥施用不合理造成了果树贮藏养分的不足,影响果实品质和产量。在李生产现状调查中发现,效益好的李园多以有机肥作为基肥,也有部分李园基肥使用缓释肥,近年来很多关于有机肥和缓释肥的研究,根据有机肥氮素有效性和替代化肥氮比例研究^[5]、同有机肥分解转化特性及土壤培肥效果的研究^[6]等结果表明,有机肥是很好的果树基肥,缓释肥经研究在不减产的基础上能减少施肥量和施肥次数^[7],然而没有将其应用于李树的研究。现就不同基肥对“大石早生李”的作用进行了比较研究,以期为我国李子施肥的选择提供理论依据和技术参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地在河北省保定市易县独乐实验基地,地处太行山北端的东麓,属半湿润半干旱季风气候区。年平均气温11.9℃,全年无霜期160~180 d,平均日照率59%,年平均降水量564.5 mm,褐土类土壤。

1.2 试验材料

选择长势基本一致的12年生“大石早生李”作为供试材料。

1.2 试验方法

对每个品种的李树均进行4个处理:A以常规施肥为对照(CK);B农家肥(发酵的动物粪便);C缓释肥;D菌渣(食用菌菌渣)。农家肥41 250 kg/hm²,菌渣16 500 kg/hm²,缓释肥(内蒙古辽中京化工有限责任公司,N:P₂O₅:K₂O=26:12:10)4 125 kg/hm²。试验采用5株为1个小区,随机排列,5次重复,于10月中旬进行施肥。其它配套管理栽培措施相同。

1.3 项目测定

在树冠外围东、南、西、北方向,用取土钻采集0~40 cm深的土样为样本。土壤有机质含量测定采用重铬酸稀释放热法,碱解氮含量测定采用碱解扩散法,速效磷含量测定采用0.5 mol/L NaHCO₃浸提-钼锑抗比色法,速效钾含量测定采用醋酸铵-火焰光度法,土壤全氮、全磷、全

第一作者简介:宋俊伟(1988-),女,河北保定人,硕士研究生,现主要从事经济林栽培等研究工作。E-mail:987814537@qq.com。

责任作者:李彦慧(1971-),女,河北保定人,博士,教授,现主要从事经济林栽培生理等研究工作。

基金项目:公益性行业(农业)科研专项资助项目(201003058-5)。

收稿日期:2015-03-20

钾含量测定采用浓 $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}_2$ 消化,分别采用半微量凯氏法、钼锑抗比色法、火焰光度计法^[8]。

果实成熟后,在树冠外围中部枝条东南西北方向,每个处理随机采 100 个果实,带回实验室进行品质的测定。产量测定采用单株计数法然后除以单果重。单果重采用天平称量百果重除以果实的个数。果实硬度测定采用 GY-1 硬度计。可溶性固形物含量测定采用手持折射仪。可溶性糖含量测定采用硫酸蒽酮比色法^[9]。可滴定酸含量测定采用 NaOH 滴定法^[9]。微量元素含量测定采用火焰光度计法^[7]。果实维生素 C 含量测定采用直接碘量法定量^[10]。

1.4 数据分析

将 2013 和 2014 年 2 年试验数据的均值,用邓肯新复极差法进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对土壤养分的影响

经过施肥处理土壤养分含量的状况与施肥前存在一定变化,处理之间也存在差异。由表 1 可以看出,土壤 pH 值受施肥影响,菌渣土壤 pH 值与对照存在极显著差异,农家肥土壤 pH 值与对照存在显著差异,缓释肥与对照差异不显著,菌渣的土壤 pH 值变化最为显著。农家肥、菌渣、缓释肥含水率均高于对照,其中菌渣作用

最显著,与其它处理存在极显著或显著差异,土壤含水率提高了 28.08%,农家肥和缓释肥使土壤含水率分别比对照提高了 11.64%和 5.48%,作用不显著。农家肥土壤有机质含量为 24.30 mg/g,比对照提高 60.61%,与其它处理均存在极显著差异,菌渣、缓释肥提高了有机质含量,与对照没有显著差异,分别提高了 15.20%、7.60%。农家肥、菌渣、缓释肥均对提高全氮含量有极显著作用,分别将土壤全氮增加了 79.08%、29.41%、35.95%,农家肥效果最好,缓释肥和菌渣之间差异不显著。缓释肥处理碱解氮含量比对照提高了 16.95%,农家肥、菌渣分别使碱解氮含量增加了 14.13%、5.65%。农家肥、菌渣、缓释肥处理均显著提高了全磷含量,农家肥处理全磷高于对照 26.00%,效果最好,缓释肥和菌渣之间差异不显著,分别提高了 9.33%、7.33%。农家肥、缓释肥、菌渣对提高速效磷含量都有显著作用,提高效果菌渣>缓释肥>农家肥,菌渣使速效磷提高了 43.51%,缓释肥和农家肥分别提高了 16.51%、7.53%。缓释肥对提高土壤全钾含量最显著,相比对照提高了 10.05%,农家肥和菌渣之间差异不显著,比对照提高了 6.14%、7.18%。土壤速效钾含量提高起到极显著作用的是农家肥,增长了 41.44%,缓释肥和菌渣处理速效钾含量高于对照,但与对照不存在显著差异。

表 1 不同施肥处理的土壤养分

Table 1 Effect of different fertilizer treatments on nutrient of soil

处理 Treatment	pH 值 pH value	含水率 Moisture content/%	有机质 Organic matter /(g·kg ⁻¹)	全氮 Total nitrogen /%	碱解氮 Available nitrogen /(mg·kg ⁻¹)	全磷 Total phosphorus /%	速效磷 Available phosphorus /(mg·kg ⁻¹)	全钾 Total potassium /%	速效钾 Available potassium /(mg·kg ⁻¹)
CK	6.90±0.10aA	14.60±0.007 2bB	15.13±0.691 7bB	0.459±0.119 0cC	330.40±15.19bA	0.150±0.001 3cC	66.79±2.630 4cC	7.66±0.043 1cC	187.94±0.244 3bB
农家肥 Farmyard manure	6.67±0.06bAB	16.30±0.003 5bAB	24.30±0.433 8aA	0.822±0.007 0aA	377.07±23.36abA	0.189±0.003 6aA	71.82±1.324 8bcBC	8.13±0.097 8bB	265.82±1.590 3aA
菌渣 Edible fungi residue	6.60±0.10bB	18.70±0.013 0aA	17.43±1.092 3bB	0.594±0.034 8bB	349.07±8.40abA	0.161±0.001 9bB	95.85±3.357 9aA	8.21±0.047 6bB	194.04±4.843 5bB
缓释肥 Slow release fertilizer	6.80±0.10aA	15.40±0.000 0bB	16.28±1.877 7bB	0.624±0.023 6bB	386.40±14.08aA	0.164±0.003 2bB	77.82±0.809 4bB	8.43±0.019 5aA	193.27±3.477 8bB

注:数据为平均值±标准差;小写字母代表 5%显著水平,大写字母代表 1%极显著水平;下同。

Note: The data is the average±standard deviation; lowercase letters stand for in the table marked the difference on the $P<0.05$, capital letters stand for in the table marked the difference on the $P<0.01$; the same below.

2.2 不同施肥处理对“大石早生李”果实品质的影响

从表 2 可以看出,不同的施肥处理都对“大石早生

李”的果实品质产生了改善作用。各施肥处理均显著提高果实硬度,其中农家肥的果实硬度为 3.54 kg/cm²,提

表 2 不同施肥处理的李果实品质

Table 2 Different fertilizer treatments of fruit quality

处理 Treatment	果实硬度 Fruit firmness/(kg·cm ⁻²)	可溶性固形物含量 Soluble solid content/%	可溶性糖含量 Soluble sugar content/%	可滴定酸含量 Titratable acid content/%	维生素含量 Vitamin C content/(mg·g ⁻¹)
CK	2.81±0.030cC	9.04±0.23bB	4.13±0.10cB	0.557±0.029aA	0.062±0.002cC
农家肥 Farmyard manure	3.54±0.076aA	10.50±0.16aA	6.17±0.25aA	0.449±0.022bB	0.079±0.001aA
菌渣 Edible fungi residue	3.30±0.175bAB	9.37±0.15bB	4.92±0.16bB	0.474±0.021bB	0.072±0.004bB
缓释肥 Slow release fertilizer	3.12±0.046bBC	9.34±0.18bB	4.80±0.23bB	0.478±0.017bB	0.071±0.002bAB

高果实硬度效果最好,与对照存在极显著差异,果实硬度提高了 25.98%。各施肥处理可溶性固形物含量均高于对照,菌渣和缓释肥与对照不存在显著差异,农家肥的可溶性固形物含量为 10.5%,比对照提高了 16.15%。菌渣和缓释肥分别将可溶性糖含量提高了 19.13%、16.22%,与对照存在显著差异,农家肥与对照存在极显著差异,对提高糖含量效果最好,含量为 6.17%,比对照提高 49.39%。农家肥、菌渣、缓释肥均可极显著降低“大石早生李”果实可滴定酸含量,分别使可滴定酸含量比对照降低了 19.39%、14.90%、14.18%,三者之间差异并不显著,但缓释肥效果比农家肥和菌渣效果更好。农家肥、菌渣和缓释肥均极显著提高李果实维生素 C 含量,分别提高了 27.42%、16.13%、14.52%,农家肥对提高维生素 C 含量效果最好,菌渣和缓释肥之间差异不显著。

果实矿质元素含量因不同的施肥而存在差异,不同

表 3 不同施肥处理的果实矿质元素

Table 3 Different fertilizer treatments on mineral elements of fruit mg/g

处理 Treatment	钙含量 Content of calcium	锌含量 Content of zinc	镁含量 Content of magnesium	铁含量 Content of iron
CK	4.72±0.06cC	0.0011±0.0001cB	0.2645±0.0052bB	0.0110±0.002bB
农家肥 Farmyard manure	7.59±0.37aA	0.0016±0.0001aA	0.3355±0.0126aA	0.0151±0.0003aA
菌渣 Edible fungi residue	6.40±0.35bB	0.0013±0.0001bAB	0.3098±0.0131aA	0.0141±0.0007aA
缓释肥 Slow release fertilizer	4.92±0.076cC	0.0012±0.0001bcB	0.2730±0.0081bB	0.0116±0.0002bB

施肥均提高了单果重,不同处理存在一定差异。由表 4 可以看出,农家肥、缓释肥和菌渣处理的单果重均高于对照,平均单果重分别为 53.50、58.50、65.00 g,对照的单果重为 51.00 g,相对于对照增重率分别达到 4.90%、14.71%、27.45%,各处理之间差异显著,相对来讲效果最好的是菌渣,其次为农家肥,缓释肥对提高单果重作用不显著。

表 4 不同施肥处理的单果重

Table 4 Different fertilizer treatment on fruit weight

处理 Treatment	单果重 Weight of single fruit/g
CK	51.00±1.88cC
农家肥 Farmyard manure	53.50±4.12cBC
菌渣 Edible fungi residue	65.00±2.73aA
缓释肥 Slow release fertilizer	58.50±1.38bB

2.3 不同施肥处理对“大石早生李”产量的影响

由表 5 可以看出,施肥对于提高果实处理有显著影响,不同处理的产量均高于对照,对“大石早生李”的增产效果最好的处理为缓释肥,与对照及菌渣处理都发生了极显著的差异,单株产量达到了 74.86 kg,而对照处理仅为 48.35 kg,与对照相比增幅为 54.83%。农家肥和菌渣对提高产量也有极显著作用,分别比对照提高了 39.09%和 28.36%。

的肥料对矿质元素的提高效果也存在差异。由表 3 可知,农家肥和菌渣对提高李果实钙含量有极显著的作用,其中农家肥效果最好果实钙含量比对照提高了 60.81%,菌渣提高了 35.59%,缓释肥对钙含量提高没有显著作用,仅提高了 4.24%。农家肥对提高李果实锌含量作用显著高于其它处理,比对照增加了 45.45%,菌渣作用次之,增加了 18.18%,缓释肥处理与对照没有发生显著差异,仅提高了 9.09%。镁元素的增长与钙相似,农家肥和菌渣对提高镁含量作用效果更好,比对照提高了 26.84%、17.13%,缓释肥对镁元素含量影响效果不明显,没有与对照发生显著差异。对于铁的提高作用农家肥和菌渣效果极显著,分别较对照提高了 37.27%、28.18%,缓释肥对提高铁含量没有显著作用,提高了 5.45%。对于 4 种矿质元素含量提高作用,呈现出相似的规律,其中农家肥处理效果最好,菌渣效果次之,缓释肥对于提高矿质元素效果没有显著作用。

表 5 不同施肥处理的单株平均产量

Table 5 Different fertilizer treatments on average yield per plant

处理 Treatment	单株平均产量 Average yield per plant/kg
CK	48.35±4.64cC
农家肥 Farmyard manure	67.25±4.01bAB
菌渣 Edible fungi residue	62.06±3.72bB
缓释肥 Slow release fertilizer	74.86±7.11aA

3 讨论与结论

该试验结果表明,农家肥和菌肥降低了土壤的 pH 值,显著提高了各种养分的含量,其作用较缓释肥更为显著。很多研究也表明有机肥比化学肥料在改善土壤理化性质有更显著的作用,有机肥不仅能调节土壤养分、维持地力和增加土壤有机质,为作物创造良好的土壤生态环境,而化肥施用的效果恰相反^[11]。

该研究结果中,农家肥显著地改善了果实的品质,果实硬度、可溶性固形物含量、可溶性糖含量、维生素 C 含量都有显著的提高,可滴定酸含量显著降低。王小英等^[12]和张福锁等^[13]指出,增施有机肥是苹果优质丰产的重要手段。施用有机肥显著降低了“早红柿”果实可滴定酸含量,显著提高了维生素 C、可溶性糖、可溶性固形物含量^[14]。王顺建^[15]对爱甘水梨施用有机肥提高了其果实品质。施用有机肥可有效促进矮化密植梨枣的生长发育、提高产量,并显著改善果实品质^[16]。该研究

中,农家肥和菌渣对李果实的矿质元素提高作用相对较好,李志军等^[17]研究发现长期单施有机肥、有机肥与氮、磷化肥配合处理,土壤有效 Fe、Mn、Cu、Zn 含量丰富。

缓释肥对李树更好的增产效果,显著提高了李子产量,增产达 50%以上,在其它研究中缓释肥也表现出显著增产作用,其使水稻、小麦、玉米明显增产;迟丽华等^[18]研究发现,缓释肥能有效地提高葡萄产量。朱翠英等^[19]研究发现,杏树即使缓释肥减量 20%后,产量与普通复合肥相当。

根据该研究结果,缓释肥、农家肥和菌渣在李子生产上均有一定的提质增效效果,有机和无机配施在苹果^[20]、苹果梨^[21]等果树取得了很理想的效果,再结合该研究结果可以为李子生产提供施肥的指导。

参考文献

- [1] 陈艳秋,曲柏宏,牛广才,等. 苹果梨果实矿质元素含量及其品质效应的研究[J]. 吉林农业科学,2005(6):44-48.
- [2] 何忠俊,同延安,张国武,等. 钾对黄土区砀山酥梨产量及品质的影响[J]. 果树学报,2002,19(1):8-11.
- [3] 常美花,师占君,吴文荣. 配方施肥对温室桃杏果营养生长及果实品质的影响[J]. 北方园艺,2006(2):60-61.
- [4] 柴仲平,王雪梅,陈波浪,等. 不同施肥处理对库尔勒香梨长势与产量的影响[J]. 水土保持通报,2013,39(20):172-175.
- [5] 李玲玲. 有机肥氮素有效性和替代化肥氮比例研究[D]. 北京:中国农业科学院,2011.
- [6] 李传章. 不同有机肥分解转化特性及土壤培肥效果的研究[D]. 南宁:广西大学,2012.

- [7] 古慧娟,石元亮,王晶,等. 我国缓/控释肥料的应用效应研究进展[J]. 土壤通报,2011,42(1):220-223.
- [8] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [9] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000.
- [10] 王美荣. 直接碘量法定量测定维生素 C[J]. 阴山学刊,2006,20(3):39-40.
- [11] 薛峰,颜廷梅,杨林章,等. 施用有机肥对土壤生物性状影响的研究进展[J]. 中国生态农业学报,2010,6(18):1372-1377.
- [12] 王小英,同延安,刘芬,等. 陕西省苹果施肥状况评价[J]. 植物营养与肥料学报,2013,19(1):206-213.
- [13] 张福锁,陈新平,陈清. 中国主要作物施肥指南[M]. 北京:中国农业大学出版社,2009:84-87.
- [14] 尹兰香,廖汝玉,金光,等. 不同有机肥处理对早红柿果实品质的影响[J]. 福建农业学报,2012,27(4):385-388.
- [15] 王顺建. 增施有机肥对爱甘水梨果实产量和品质的影响[J]. 山西果树,2008(2):6-7.
- [16] 叶胜兰,徐福利,王渭玲,等. 不同有机肥对黄土丘陵区梨枣生长、光合特性及果实品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2013,19(2):370-378.
- [17] 李志军,李平儒,史银光,等. 长期施肥对关中壤土微量元素有效性的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2010,16(6):1456-1463.
- [18] 迟丽华,郑永春. 控释肥在设施葡萄栽培上的应用研究[J]. 北方园艺,2013(19):171-173.
- [19] 朱翠英,时连辉,刘登,等. 控释肥对土壤养分和杏树生长及产量品质的影响[J]. 西北农业学报,2010,19(5):117-121.
- [20] 赵佐平,高义民,刘芬,等. 化肥有机肥配施对苹果叶片养分、品质及产量的影响[J]. 园艺学报,2013,40(11):2229-2236.
- [21] 卢精林,张红菊,赵怀勇,等. 有机肥与 N、P、K 化肥配施对苹果梨品质的影响[J]. 土壤通报,2013,44(4):931-933.

Effect of Different Base Fertilizer on the Soil Nutrient and Quality of *Prunus salicina* 'Oishiwase'

SONG Junwei¹, REN Shifu¹, LI Xueling¹, ZHANG Bing², LI Yanhui²

(1. College of Forestry, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000; 2. College of Landscape and Travel, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000)

Abstract: Taking *Prunus salicina* 'Oishiwase' as test material, the effects of armyard manure, edible fungi residue, and slow release fertilizer on the soil nutrient and fruit quality were studied. The results showed that the farm manure significantly increased the soil organic matter, total nitrogen, total phosphorus, available potassium, it better than other treatments, were increased by 60.61%, 79.08%, 26.00%, 41.44%. Edible fungi residue had the most significant effect to improve the soil available phosphorus, it was increased by 43.51% than CK. Slow release fertilizer had more obvious effect on total potassium than the other treatments, it was increased by 10.05%. Farmyard manure increased fruit firmness, the total soluble solids content, fruit soluble sugar content, vitamin C content by 25.98%, 16.15%, 49.39%, 27.42%, soluble acid content decreased by 19.39%, it had the most significant effect. Farmyard manure could improve the fruit calcium, magnesium, zinc, iron, it was better effect than other treatments, and the effect of slow release fertilizer on improving the fruit mineral element was not significant. 3 treatments had a significant effect on increased fruit weight, edible fungi residue was the best, and the weight was increased 27.45%. Slow release fertilizer can obviously improve the plum yield, the plum yield per plant was 74.86 kg, it was increased 54.83% higher than the control.

Keywords: *Prunus salicina* 'Oishiwase'; slow release fertilizer; farmyard manure; edible fungi residue; fruit quality