

施用黑炭和羊粪对库尔勒香梨园土壤理化性质与产量的影响

丁阔¹, 王雪梅², 陈波浪¹, 柴仲平^{1*}, 刘茂¹, 罗湘¹

(1.新疆农业大学草业与环境科学学院, 新疆 乌鲁木齐 830052; 2.新疆师范大学地理科学与旅游学院, 新疆 乌鲁木齐 830054)

摘要: 为了解黑炭和羊粪在库尔勒香梨生产中的应用效果, 采用化肥配施黑炭和羊粪的田间调控试验, 研究黑炭和羊粪对库尔勒香梨园土壤理化性质和产量的影响。结果表明: 与不施黑炭和羊粪的CK处理相比, 施用黑炭和羊粪能有效改变果园土壤颗粒组成, 改善土壤物理性质, 提高土壤有机质及速效养分含量, 促进果园增产。施用黑炭、羊粪 27 000 kg·hm⁻² 的处理效果较为显著, 其中施用黑炭 27 000 kg·hm⁻² 对提高土壤有机质含量和改善土壤物理性质效果更显著; 施用羊粪 27 000 kg·hm⁻² 对提高土壤碱解氮、有效磷和速效钾的含量以及香梨产量效果更显著。

关键词: 库尔勒香梨; 黑炭; 羊粪; 有机质; 速效养分; 产量

中图分类号: S141.3

文献标志码: A

文章编号: 2095-6819(2015)05-0449-07

doi: 10.13254/j.jare.2015.0019

Influences of Applying Black Carbon and Sheep Excrement on Soil Properties and Yield of Korla Fragrant Pear Orchard

DING Kuo¹, WANG Xue-mei², CHEN Bo-lang¹, CHAI Zhong-ping^{1*}, LIU Mao¹, LUO Xiang¹

(1.College of Pratacultural and Environmental Science, Xinjiang Agriculture University, Urumqi 830052, China; 2.College of Geography Science and Tourism, Xinjiang Normal University, Urumqi 830054, China)

Abstract: In order to master the application effects of black carbon and sheep excrement in production of Korla fragrant pear, the regulatory trials were carried out by applying chemical fertilizers with black carbon and sheep excrement in field, to study the effects on soil properties and yield of Korla fragrant pear orchard. The results showed that compared with the treatment with non-applying black carbon and sheep excrement (CK), applying black carbon and sheep excrement could effectively change the composition of soil particles, improve soil physical properties, increase contents of soil organic matter and available nutrients, and promote production of orchard. The effect of treatment with applying 27 000 kg·hm⁻² black carbon and sheep excrement was more remarkable, the treatment with applying 27 000 kg·hm⁻² black carbon was more significant to increase contents of soil organic matter and improve soil physical properties, while the treatment with applying 27 000 kg·hm⁻² sheep excrement was more significant to increase contents of soil alkaline hydrolysis N, available phosphorus, available potassium and yield of Korla fragrant pear.

Keywords: Korla fragrant pear; black carbon; sheep excrement; organic matter; available nutrients; yield

土壤有机培肥是农业生产中维持和提高土壤肥力的一项重要措施, 有机肥不但可以提高土壤中有有机质的含量, 还可以改善其质量。有机肥料除含有 N、P、K 和有机质养分外, 还提供相当数量的中、微量元素, 以及核酸、氨基酸、糖、维生素等有机营养成分^[1-2], 土

壤施用有机肥后可形成有机无机复合体和微团聚体, 既提高土壤有机质的数量, 又能更新和活化老的有机质, 从而提高土壤肥力^[3-6]。张良英等^[7]研究表明鸡粪和草炭配合施用能显著降低桃园 20~40 cm 土层土壤容重, 增大孔隙度, 改善桃园土壤养分状况。安婷婷等^[8]研究表明, 施用有机肥可大幅度地减少由于耕作所引起的土壤团聚体的破坏, 提高土壤中有有机物质的含量, 并且进一步促进了土壤的团聚化作用, 并有助于土壤有机碳物质进一步的固定。与化肥相比, 有机肥因其养分含量低且释放缓慢, 在提高作物产量方面效果不明显^[9]。国外学者也有研究表明, 施用堆肥等有机

收稿日期: 2015-01-19

基金项目: 新疆维吾尔自治区高校科研计划科学研究重点项目(XJEDU20141017); 土壤学自治区重点学科资助项目

作者简介: 丁阔(1990—), 男, 新疆博湖人, 硕士研究生, 研究方向为植物营养与施肥。E-mail: 1522034267@qq.com

*通信作者: 柴仲平 E-mail: chaizhongpingth@sina.com

肥对山莓和番茄的产量提高不如化肥效果显著^[10-11]。化肥配施有机肥可以促进土壤微生物对化肥氮的有效调控,使化肥氮更好地被转化利用,促进作物增产和改善品质^[12-13]。

库尔勒香梨是新疆特色林果业的优势树种,已成为南疆环塔里木盆地区域特色林果的优势产业^[14-15]。目前,在新疆库尔勒市香梨果园中存在土壤肥力主控因素不明、施肥不合理,从而导致香梨园土壤地力衰退、树体营养失调、产量不稳定、果品品质下降等问题^[16-17]。而针对目前存在问题,库尔勒香梨园多采取施用当地较多的农家肥羊粪进行土壤肥力提升,但羊粪施用效果和施用量并不明确。黑炭作为土壤改良剂已成为全球关注的热点。研究表明,施用黑炭可以改善土壤物理性质,如降低容重、提高持水性能和土壤颗粒的团聚度等^[18-19]。此外,施用生物黑炭还可以提高土壤中阳离子交换能力和养分循环^[20-21]。因此,本研究采用化肥配施生物黑炭和羊粪的田间调控试验,分析比较生物黑炭和羊粪对香梨园土壤理化性质和产量的影响,明确生物黑炭和羊粪在库尔勒香梨生产中的应用效果,为香梨园土壤肥力提升、调节树体营养平衡、提高香梨产量和改善品质提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区在新疆库尔勒市恰尔巴格乡下和什巴格村 5 队(41°48'21"N,86°04'22"E),海拔 918.7 m,地处天山南麓,塔里木盆地东北边缘,孔雀河冲积平原上。典型温带大陆性干旱荒漠气候,年平均气温 10.7~11.2℃,年均积温($\geq 10^\circ\text{C}$) 4 200℃以上,无霜期 170~227 d,日照时数 2 762.1~3 186.3 h,年平均相对湿度 45.0%~50.3%,干燥度 39.6~63.3。主导风向东北风,土壤类型主要为黄潮土,肥力较低,土壤中有机质含量 14.79 g·kg⁻¹,碱解氮 44.36 mg·kg⁻¹,有效磷 11.63 mg·kg⁻¹,速效钾 278.01 mg·kg⁻¹。

1.2 研究材料与试验设计

在立地成龄果园栽培模式下(株行距 5 m×6 m,450 株·hm⁻²),选择 22 年树龄库尔勒香梨(*Pyrus bretschneideri* Rehd.)为研究对象。选择生物黑炭(有机炭含量 400 g·kg⁻¹)和羊粪(有机炭含量 400 g·kg⁻¹),每种有机肥设置 3 个不同梯度施用量(不同有机肥在相同梯度中有机炭含量相同),并设置对照区 CK(不施用有机肥),共有 7 个处理,具体试验方案见表 1。依据香梨果树株行距的大小,每处理 5~6 株果树,3 次重复,随

表 1 不同有机肥试验方案

Table 1 The trial protocol of different organic fertilizer

施肥处理 Fertilization treatment	施肥量 Fertilization amount/kg·hm ⁻²	施肥量 Fertilization amount/kg·株 ⁻¹
CK	0	0
黑炭 1 Black carbon 1	9 000	20
黑炭 2 Black carbon 2	18 000	40
黑炭 3 Black carbon 3	27 000	60
羊粪 1 Sheep excrement 1	9 000	20
羊粪 2 Sheep excrement 2	18 000	40
羊粪 3 Sheep excrement 3	27 000	60

机排列。香梨生育期施 N 300 kg·hm⁻²,施 P₂O₅ 300 kg·hm⁻²,施 K₂O 60 kg·hm⁻²。肥料选用尿素(含 N 46%)、重过磷酸钙(含 P₂O₅ 46%)和硫酸钾(含 K₂O 51%)。磷肥、钾肥配合有机肥一次性全部基施,尿素施用量的 60%配合有机肥基施,剩余 40%在膨果前期追施。灌溉采用常规灌溉,其他田间管理与常规相同。

1.3 采样与测定

试验于 2012 年 3 月 31 日—2013 年 10 月 31 日之间进行,在果园施肥前(香梨树萌芽前期)和施肥后(果实成熟期)对各试验处理进行 0~10、10~30、30~60 cm 土层土样的采集。土样主要测定有机质、速效养分和土壤颗粒组成等指标,各指标均采用常规分析方法测定^[22]。土壤有机质采用重铬酸钾外加热法,碱解氮采用碱解扩散法,有效磷采用钼锑抗比色法,速效钾采用火焰光度法测定,土壤颗粒分析采用吸管法。于 2013 年 9 月 5 日(果实成熟期)采集果实,在香梨树的东、南、西、北各摘取 10 个果实分别称质量,取平均值即为其单果质量,以每棵树的结果总数与这棵树的平均单果质量之积计算单株产量并核算香梨单位面积产量^[6]。各项指标变化量均为施肥后(果实成熟期)样品测定值减去施肥前(香梨树萌芽前期)样品测定值计算所得。

1.4 数据处理

利用 Microsoft Excel 2007 和 DPS 9.5 数据处理系统对所获数据进行分析并完成制图。

2 结果与分析

2.1 有机肥对土壤颗粒组成的影响

由表 2 可知,施用生物黑炭处理土壤中砂粒、粘粒的相对含量变化幅度在 0~10、10~30 cm 和 30~60 cm 土层中均表现为随着生物黑炭施用量的增加而减小,呈现黑 3<黑炭 2<黑炭 1<CK。相对于 CK 处理,土

壤中的粉粒相对含量变化幅度在 0~10、10~30 cm 和 30~60 cm 土层中则表现为随着生物黑炭施肥量的增加而增大,呈现黑炭 3>黑炭 2>黑炭 1>CK。说明施用有机肥生物黑炭可以改变土壤颗粒组成,其中施用黑炭 27 000 kg·hm⁻² 对降低土壤砂粒与粘粒相对含量和提高土壤粉粒相对含量效果较好。施用羊粪处理土壤中砂粒、粘粒的相对含量变化幅度在 0~10、10~30 cm 和 30~60 cm 土层中均表现为随着羊粪施用量的增加而减小,呈现羊粪 3<羊粪 2<羊粪 1<CK。相对于 CK 处理,土壤中的粉粒相对含量变化幅度在 0~10、10~30 cm 和 30~60 cm 土层中则表现为随着施肥量的增加而增大,羊粪 3>羊粪 2>羊粪 1>CK。说明施用有机肥羊粪可以改变土壤颗粒组成,其中施用羊粪 27 000 kg·hm⁻² 对降低土壤砂粒与粘粒相对含量和提高土壤粉粒相对含量效果较好。在生物黑炭和羊粪施用量相同条件下,施用生物黑炭对降低土壤砂粒与粘粒相对含量和提高土壤粉粒相对含量效果更显著。

2.2 有机肥对土壤有机质的影响

由表 3 可知,与 CK 处理相比,不同有机肥处理下土壤中有机质含量均有不同程度增加。同种有机肥处理下,施用生物黑炭处理的土壤有机质含量变化幅

度在 0~10、10~30 cm 和 30~60 cm 土层中表现为随着施肥量的增加而增大,呈现黑炭 3>黑炭 2>黑炭 1>CK。与 CK 处理比较,黑炭 3、黑炭 2、黑炭 1 处理分别使 0~10 cm 土层中有机质含量增加 1 112.70%、807.94% 和 368.25%;10~30 cm 土层中有机质的增加量分别提高 839.39%、618.94% 和 282.58%;30~60 cm 土层中有机质的增加量分别提高 1 944.44%、1 479.37% 和 866.67%。说明施用有机肥生物黑炭可有效提高土壤有机质含量,其中施用黑炭 27 000 kg·hm⁻² 对增加各土层中土壤有机质含量效果都较好。施用羊粪处理的土壤有机质含量变化幅度在 0~10、10~30 cm 和 30~60 cm 土层中表现为随着施肥量的增加而增大,呈现羊粪 3>羊粪 2>羊粪 1>CK。在 0~10 cm 土层中相对于 CK 处理土壤有机质的增加量,分别提高 663.49%、346.03% 和 120.63%;在 10~30 cm 土层中相对于 CK 处理土壤有机质的增加量,分别提高 402.27%、244.70% 和 85.61%;在 30~60 cm 土层中相对于 CK 处理土壤有机质的增加量,分别提高 1 073.02%、738.10% 和 460.32%。说明施用有机肥羊粪可有效提高土壤有机质含量,其中施用羊粪 27 000 kg·hm⁻² 对增加各土层中土壤有机质含量效果都较好。在生物黑炭和羊粪施

表 2 不同有机肥处理的土壤颗粒组成变化(%)

Table 2 The changes of soil particles under different organic fertilizer treatments(%)

土壤颗粒组成 Soil particle composition	土层/cm Soil layer	CK	黑炭 1 Black carbon 1	黑炭 2 Black carbon 2	黑炭 3 Black carbon 3	羊粪 1 Sheep excrement 1	羊粪 2 Sheep excrement 2	羊粪 3 Sheep excrement 3
砂粒变化量 Sand change amount 0.05~2 mm	0~10	-0.38a	-1.53d	-2.06f	-2.17f	-0.91b	-1.32c	-1.72e
	10~30	-0.92a	-1.62d	-2.13e	-2.22e	-1.13b	-1.40c	-1.76d
	30~60	-1.20a	-1.66c	-2.12e	-2.27f	-1.31a	-1.48b	-1.86d
粉粒变化量 Silt change amount 0.002~0.05 mm	0~10	-1.04g	3.33d	4.38b	5.10a	1.88f	2.67e	3.62c
	10~30	-1.57f	3.65c	4.69b	5.27a	2.29e	2.86d	3.77c
	30~60	-2.79f	3.89c	4.96b	5.45a	2.53e	3.12d	4.04c
粘粒变化量 Clay change amount <0.002 mm	0~10	1.42a	-1.80d	-2.31e	-2.93f	-0.96b	-1.35c	-1.90d
	10~30	2.49a	-2.03d	-2.56e	-3.05f	-1.16b	-1.46c	-2.03d
	30~60	4.25a	-2.23d	-3.05e	-3.18f	-1.33b	-1.64c	-2.23d

注:同行数据后不同字母表示差异达 5% 显著水平。下同。

Note: Values followed by different letters in the same row are significant at 5% level. The same below.

表 3 不同有机肥处理的土壤有机质含量变化(g·kg⁻¹)

Table 3 The changes of soil organic matter content under different organic fertilizer treatments (g·kg⁻¹)

有机质 Organic matter	土层 Soil layer/cm	CK	黑炭 1 Black carbon 1	黑炭 2 Black carbon 2	黑炭 3 Black carbon 3	羊粪 1 Sheep excrement 1	羊粪 2 Sheep excrement 2	羊粪 3 Sheep excrement 3
变化量 Change amount	0~10	0.63e	2.95c	5.72b	7.64a	1.39d	2.81c	4.81b
	10~30	1.32f	5.05cd	9.49b	12.40a	2.45e	4.55d	6.63c
	30~60	0.63f	6.09cd	9.95b	12.88a	3.53e	5.28d	7.39c

用量相同条件下,各土层中土壤有机质增加量均表现出施用生物黑炭效果比羊粪好。

2.3 有机肥对土壤速效养分的影响

由表 4 可知,与 CK 处理相比,不同有机肥处理下土壤中速效养分含量均有不同程度增加。同种有机肥处理下,施用生物黑炭处理的土壤碱解氮、有效磷和速效钾含量的变化幅度在 0~10、10~30 cm 和 30~60 cm 土层中均表现为随着施肥量的增加而增大,呈现黑炭 3>黑炭 2>黑炭 1>CK。在 0~10 cm 土层中相对于 CK 处理土壤碱解氮的增加量,分别提高 312.50%、300.33%和 138.54%;相对于 CK 处理土壤有效磷的增加量,分别提高 69.01%、28.17%和 17.61%;相对于 CK 处理土壤速效钾的增加量,分别提高 325.08%、232.63%和 130.21%。在 10~30 cm 土层中相对于 CK 处理土壤碱解氮的增加量,分别提高 304.17%、294.79%和 116.67%;相对于 CK 处理土壤有效磷的增加量,分别提高 123.40%、81.91%和 70.21%;相对于 CK 处理土壤速效钾的增加量,分别提高 277.37%、218.93%和 109.05%。在 30~60 cm 土层中相对于 CK 处理土壤碱解氮的增加量,分别提高 360.00%、322.86%和 180.00%;相对于 CK 处理土壤有效磷的增加量,分别提高 125.00%、75.00%和 21.74%;相对于 CK 处理土壤速效钾的增加量,分别提高 445.93%、351.11%和 203.70%。说明施用有机肥生物黑炭可有效提高土壤中速效养分的含量,其中施用黑炭 27 000 kg·hm⁻² 对提高各土层中土壤碱解氮、有效磷和速效钾含量效果都较好。

施用羊粪处理的土壤碱解氮、有效磷和速效钾含量的变化幅度在 0~10、10~30 cm 和 30~60 cm 土层中均表现为随着施肥量的增加而增大,呈现羊粪 3>羊粪 2>羊粪 1>CK。在 0~10 cm 土层中相对于 CK 处理

土壤碱解氮的增加量,分别提高 956.25%、909.38%和 464.58%;相对于 CK 处理土壤有效磷的增加量,分别提高 346.48%、309.15%和 159.15%;相对于 CK 处理土壤速效钾的增加量,分别提高 782.48%、691.84%和 395.17%。在 10~30 cm 土层中相对于 CK 处理土壤碱解氮的增加量,分别提高 854.17%、811.46%和 381.25%;相对于 CK 处理土壤有效磷的增加量,分别提高 123.40%、81.91%和 70.21%;相对于 CK 处理土壤速效钾的增加量,分别提高 916.87%、808.23%和 513.58%。在 30~60 cm 土层中相对于 CK 处理土壤碱解氮的增加量,分别提高 848.57%、737.14%和 497.14%;相对于 CK 处理土壤有效磷的增加量,分别提高 234.78%、145.65%和 138.04%;相对于 CK 处理土壤速效钾的增加量,分别提高 1 342.22%、1 022.22%和 662.22%。说明施用有机肥羊粪可有效提高土壤中速效养分的含量,其中施用羊粪 27 000 kg·hm⁻² 对提高各土层中土壤碱解氮、有效磷和速效钾含量效果都较好。在生物黑炭和羊粪施用量相同条件下,各土层中土壤速效养分增加量均表现出施用羊粪效果比黑炭好。

2.4 有机肥对香梨单果重和产量的影响

由图 1 可知,与 CK 处理相比,不同有机肥处理下香梨单果重和产量均有不同程度增加。同种有机肥处理下,施用生物黑炭处理的香梨单果重和产量均随着施肥量的增加而增大,呈现黑炭 3>黑炭 2>黑炭 1>CK。与 CK 处理的香梨单果重相比,香梨单果重分别增加 13.3%、7.5%和 2.8%。与 CK 处理的香梨产量相比,香梨产量分别增加 31.1%、23.6%和 8.8%。说明施用有机肥生物黑炭可有效提高香梨单果重和产量,其中施用黑炭 27 000 kg·hm⁻² 对提高香梨单果重和产量效果较好。施用羊粪处理的香梨单果重表现为羊粪 2>羊粪 3>羊粪 1>CK,与 CK 处理的香梨单果重相

表 4 不同有机肥处理的土壤速效养分含量变化(mg·kg⁻¹)

Table 4 The changes of soil available nutrient content under different organic fertilizer treatments (mg·kg⁻¹)

土壤速效养分 Soil available nutrient	土层/cm Soil layer	CK	黑炭 1 Black carbon 1	黑炭 2 Black carbon 2	黑炭 3 Black carbon 3	羊粪 1 Sheep excrement 1	羊粪 2 Sheep excrement 2	羊粪 3 Sheep excrement 3
碱解氮变化量 Change amount of alkaline hydrolysis N	0~10	0.96e	2.29d	3.92c	3.96c	5.42b	9.69a	10.14a
	10~30	0.97d	2.08c	3.79b	3.88b	4.62b	8.75a	9.16a
	30~60	0.70e	1.96d	2.96c	3.22c	4.18b	5.86a	6.64a
有效磷变化量 Change amount of available phosphorus	0~10	1.42c	1.67c	1.82c	2.40bc	3.68b	5.81a	6.34a
	10~30	0.94d	1.60c	1.71c	2.10c	3.51b	4.28b	5.40a
	30~60	0.92e	1.12d	1.61c	2.07b	2.19b	2.26b	3.08a
速效钾变化量 Change amount of available potassium	0~10	3.31e	7.62d	11.01c	14.07b	16.39b	26.21a	29.21a
	10~30	2.43e	5.08d	7.75cd	9.17c	14.91b	22.07a	24.71a
	30~60	1.35f	4.10e	6.09d	7.37d	10.29c	15.15b	19.47a

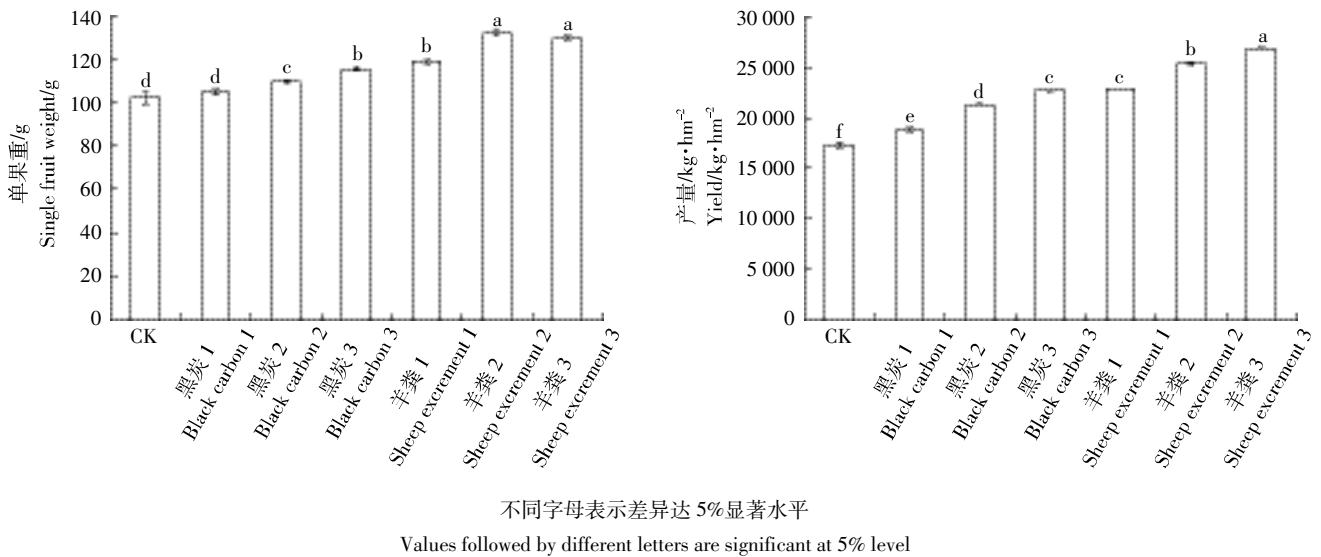


图 1 不同有机肥处理的香梨单果重和产量

Figure 1 The single fruit weight and yield of Korla fragrant pear under different organic fertilizer treatments

比, 香梨单果重分别增加 29.2%、27.3%和 16.2%;施用羊粪处理的香梨产量则表现为羊粪 3>羊粪 2>羊粪 1>CK, 与 CK 处理的香梨产量相比, 香梨产量分别增加 55.8%、46.6%和 32.5%。说明施用有机肥羊粪可有效提高香梨单果重和产量, 其中施用羊粪 18 000 kg·hm⁻² 对提高香梨单果重效果较好, 而施用羊粪 27 000 kg·hm⁻² 对提高香梨产量效果较好。在生物黑炭和羊粪施用量相同条件下, 提高香梨单果重和产量方面均表现为施用羊粪效果比黑炭好。

3 讨论

有机肥主要来源于植物或动物, 施于土壤以提供植物营养为其主要功能的含碳物料。经生物物质、动植物废弃物、植物残体加工而来, 消除了其中的有毒有害物质, 富含大量有益物质, 是农业生产中重要物质基础之一, 是传统农业中的重要肥源。本研究表明确施用黑炭和羊粪能显著降低土壤砂粒与粘粒的相对含量, 提高土壤粉粒的相对含量, 并且随着黑炭和羊粪施肥量的增加其效果越显著。在改善土壤物理性质方面, 施用黑炭效果比羊粪好。主要原因是生物黑炭具有较大的比表面积和孔隙结构, 施入土壤后较易形成大团聚体, 一定程度上改善了土壤的物理性状, 提高土壤的保水性, 促进土壤团聚体的形成^[23-24]。

刘祖香^[25]通过试验研究发现土壤施用生物黑炭可促进土壤速效 N、P、K 含量以及土壤有机质和腐殖质含量的升高。本研究表明确施用黑炭和羊粪能显著提高土壤有机质、碱解氮、有效磷和速效钾含量, 与刘祖

香研究结果一致。施用黑炭 27 000 kg·hm⁻² 对提高土壤有机质含量的效果最好, 施用羊粪 27 000 kg·hm⁻² 对提高土壤碱解氮、有效磷和速效钾的效果最好。主要原因是土壤矿质营养的改良上并非大部分依靠本身矿质营养的添加, 而是依赖添加覆盖后改变土壤微环境, 增加土壤酶活性等来增大土壤自身矿质的转化速率, 从而获得相对 CK 处理较高的土壤肥效^[26]。而且不同有机物料的腐解速率不同, 对土壤矿质营养的改良也有一定区别^[27-29], 生物黑炭较稳定, 因此提升土壤有机碳的效果较好, 而羊粪易分解, 且羊粪本身就含有较多的矿质营养, 因此提升土壤速效养分的效果较好。

施用黑炭和羊粪能不同程度地提高香梨果实单果重及其产量。主要原因是生物黑炭和羊粪增加了土壤内化学物质的氧化时间, 为吸附养分和微生物群落的生存提供了较大的空间, 同时为土壤带来大量的养分离离子, 及时地供应树体营养生长和生殖生长, 从而促进了果树的增产^[30]。施用黑炭 27 000 kg·hm⁻² 对提高香梨单果重和产量效果都较好, 施用羊粪 18 000 kg·hm⁻² 对提高香梨单果重效果较好, 而施用羊粪 27 000 kg·hm⁻² 对提高香梨产量效果较好, 提高单果重和产量的最佳施肥量不在同一处理, 主要是由于单株果树座果率的差异引起的。

4 结论

施用有机肥(黑炭和羊粪)可改变果园土壤颗粒组成, 改善土壤物理性质, 提高土壤有机质及速效养

分含量,促进果园增产。施用黑炭 27 000 kg·hm⁻² 对提高果园土壤有机质含量和改善土壤物理性质效果较好,施用羊粪 27 000 kg·hm⁻² 对提高果园土壤碱解氮、有效磷和速效钾的含量以及香梨产量效果较好。不同有机物料的腐解速率不同,对土壤矿质营养的改良也会产生差别,所以今后研究中还应考虑生物黑炭和农家肥混施,以探求更科学的施肥途径及最佳效果。

参考文献:

- [1] International Federation of Library Association and Institutions. Names of persons: national usages for entry in catalogues, 3rd ed[M]. London: I-FLA International Office for UBC, 1977: 15-20.
- [2] 杨玉爱,叶正钱,陈峰,等.有机肥延缓日本黄瓜早衰作用的影响[J].土壤学报,1992,29(4):447-450.
YANG Yu-ai, YE Zheng-qian, CHEN Feng, et al. Function of organic manure delaying senescence of Japanese cucumber[J]. *Acta Pedologica Sinica*, 1992, 29(4): 447-450. (in Chinese)
- [3] 袁可能.土壤有机矿质复合体研究[J].土壤学报,1981,6(4):18.
YUAN Ke-neng. Study on organic mineral complex in soil[J]. *Acta Pedologica Sinica*, 1981, 6(4): 18. (in Chinese)
- [4] 汪寅虎.长期定位条件下秸秆还田的综合效应研究[J].土壤通报,1994,25(7):53-56.
WANG Yin-hu. Study on effects of long-term positioning condition straw[J]. *Soil Science*, 1994, 25(7): 53-56. (in Chinese)
- [5] 魏朝富,陈世正,谢德体.长期施用有机肥对紫色水稻土有机无机复合性状的影响[J].土壤学报,1995,32(2):159-166.
WEI Chao-fu, CHEN Shi-zheng, XIE De-ti. Effect of long-term application of organic manures on characters of organo-mineral complex in purple paddy soil[J]. *Acta Pedologica Sinica*, 1995, 32(2): 159-166. (in Chinese)
- [6] 窦森,陈恩凤,须湘成,等.施用有机肥料对土壤胡敏酸结构特征的影响——胡敏酸的光学性质[J].土壤学报,1995,32(1):45-48.
DOU Sen, CHEN En-feng, XU Xiang-cheng, et al. Effect of application of organic manures on the structural characteristics of humic acids in soil—the optical properties of HAS[J]. *Acta Pedologica Sinica*, 1995, 32(1): 45-48. (in Chinese)
- [7] 张良英,王永熙,王小伟,等.草炭对桃园土壤理化性状及桃树生物效应的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2008,36(3):145-149.
ZHANG Liang-ying, WANG Yong-xi, WANG Xiao-wei, et al. Effect of chicken manure and peat combination on soil property and root distribution and fruit quality of peach tree[J]. *Journal of Northwest A & F University (Nat Sci Ed)*, 2008, 36(3): 145-149. (in Chinese)
- [8] 安婷婷,汪景宽,李双异,等.施用有机肥对黑土团聚体有机碳的影响[J].应用生态学报,2008,19(2):369-373.
AN Ting-ting, WANG Jing-kuan, LI Shuang-yi, et al. Effects of manure application on organic carbon in aggregates of black soil[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2008, 19(2): 369-373. (in Chinese)
- [9] 林治安,赵秉强,袁亮,等.长期定位施肥对土壤养分与作物产量的影响[J].中国农业科学,2009,42(8):2809-2819.
LIN Zhi-an, ZHAO Bing-qiang, YUAN Liang, et al. Effects of organic manure and fertilizers long-term located application on soil fertility and crop yield[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2009, 42(8): 2809-2819. (in Chinese)
- [10] Hargreaves J, Adl M S, Warman P R, et al. The effects of organic amendments on mineral element uptake and fruit quality of raspberries[J]. *Plant Soil*, 2008, 308: 213-226.
- [11] Polat E, Demir H, Erler F. Yield and quality criteria in organically and conventionally grown tomatoes in Turkey[J]. *Sci Agric*, 2010, 67: 424-429.
- [12] 朱莱红,董彩霞,沈其荣,等.配施有机肥提高化肥氮利用效率的微生物作用机制研究[J].植物营养与肥料学报,2010,16(2):282-288.
ZHU Cai-hong, DONG Cai-xia, SHEN Qi-rong, et al. Microbial mechanism on enhancement of inorganic fertilizer-N use efficiency for combined use of inorganic and organic fertilizers[J]. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 2010, 16(2): 282-288. (in Chinese)
- [13] 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.
XIE Kai, SONG Xiao-hui, DONG Cai-xia, et al. Effects of different organic fertilizers on tree growth and soil property in Huangguan pear orchard[J]. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 2013, 19(1): 214-222. (in Chinese)
- [14] 柴仲平,王雪梅,陈波浪,等.氮、磷、钾施肥配比对香梨果实品质的影响[J].经济林研究,2013,31(3):154-157.
CHAI Zhong-ping, WANG Xue-mei, CHEN Bo-lang, et al. Influences of different treatments of N, P, K fertilization proportion on fruit quality in *Pyrus brestschneideri*[J]. *Nonwood Forest Research*, 2013, 31(3): 154-157. (in Chinese)
- [15] 李萍,柴仲平,武红旗,等.基于光谱的库尔勒香梨叶片氮素含量估算模型[J].经济林研究,2013,31(3):48-53.
LI Ping, CHAI Zhong-ping, WU Hong-qi, et al. Prediction models for total nitrogen content in Korla fragrant pear leaves based on spectra[J]. *Nonwood Forest Research*, 2013, 31(3): 48-53. (in Chinese)
- [16] 柴仲平,王雪梅,陈波浪,等.氮、磷、钾施肥配比对香梨长势和产量的影响[J].核农学报,2013,27(7):41-46.
CHAI Zhong-ping, WANG Xue-mei, CHEN Bo-lang, et al. Influence on growth and yield of Korla fragrant pear under different treatments of N, P, K[J]. *Nuclear Agricultural Sciences*, 2013, 27(7): 41-46. (in Chinese)
- [17] 柴仲平,陈波浪,蒋平安,等.库尔勒香梨施肥效应参数研究[J].果树学报,2014,31(3):423-429.
CHAI Zhong-ping, CHEN Bo-lang, JIANG Ping-an, et al. Parameters of fertilization effect on 'Korla Fragrant Pear' tree[J]. *Journal of Fruit Science*, 2014, 31(3): 423-429. (in Chinese)
- [18] Piccolo A, Pietramellara G, Mbagwu J S C, et al. Effects of coal derived humic substances on water retention and structural stability of Mediterranean soils[J]. *Soil Use and Management*, 1996, 12: 209-213.
- [19] Brodowski S, John B, Flessa H, et al. Aggregate-occluded black carbon in soil[J]. *European Journal of Soil Science*, 2006, 57: 539-546.
- [20] Mizuta K, Matsumoto T, Hatate Y, et al. Removal of nitrate-nitrogen

- from drinking water using bamboo powder charcoal[J]. *Bioresource Technology*, 2004, 95: 255-257.
- [21] Laird D A, Fleming P, Davis D D, et al. Impact of biochar amendments on the quality of a typical Midwestern agricultural soil[J]. *Geoderma*, 2010, 158: 443-449.
- [22] 鲍士旦. 土壤农化分析(第 3 版)[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 25-114.
BAO Shi-dan. Analysis of soil and agricultural chemistry[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2000: 25-114.(in Chinese)
- [23] 尹云锋, 高 人, 马红亮, 等. 稻草及其制备的生物质炭对土壤团聚体有机碳的影响[J]. 土壤学报, 2013, 50(5): 909-914.
YIN Yun-feng, GAO Ren, MA Hong-liang, et al. Effect of application of rice straw and straw biochar on organic carbon in soil aggregates[J]. *Acta Pedologica Sinica*, 2013, 50(5): 909-914. (in Chinese)
- [24] 黄 超, 刘丽君, 章明奎. 生物质炭对红壤性质和黑麦草生长的影响[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2011, 37(4): 439-445.
HUANG Chao, LIU Li-jun, ZHANG Ming-kui. Effects of biochar on properties of red soil and ryegrass growth[J]. *Journal of Zhejiang University (Agric & Life Sci)*, 2011, 37(4): 439-445.(in Chinese)
- [25] 刘祖香. 生物黑炭与氮肥配施对典型旱地红壤地力提升效果的初步研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2013: 62.
- LIU Zu-xiang. A preliminary study on combined application of biochar and nitrogen fertility of typical upland red soil[D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2013: 62.(in Chinese)
- [26] 王鹏程. 有机物料覆盖对苹果园土壤性状及树体生长发育的影响[D]. 北京: 中国农业科学院, 2014: 15-18.
WANG Peng-cheng. Effects of different organic materials mulching on soil properties and fruits trees growth and development in apple orchard [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2014: 15-18. (in Chinese)
- [27] Claudia I K, Sebastian L, Johannes W, et al. Influence of biochar on drought tolerance of *Chenopodium quinoa* willd and on soil-plant relations[J]. *Plant Soil*, 2011, 345: 195-210.
- [28] Crutzen P J, Andreae M O. Biomass burning in the tropics: impact on atmospheric chemistry and biogeochemical cycles[J]. *Science*, 1990, 250 (4988): 1669-1678.
- [29] Sarah J K, David W, Keith W T, et al. pH regulation of carbon and nitrogen dynamics in two agricultural soils[J]. *Soil Biology and Biochemistry*, 2005, 37: 1-14.
- [30] Glaser B. Manioc peel and charcoal: a potential organic amendment for sustainable soil fertility in the tropics[J]. *Biol Fertil Soils*, 2005, 41: 15-21.

欢迎订阅 2016 年《农业环境科学学报》

《农业环境科学学报》是由农业部主管、农业部环境保护科研监测所、中国农业生态环境保护协会主办的全国性学术期刊。是中国科学引文数据库核心期刊、中文核心期刊、中国科技核心期刊, 列于被引频次最高的中国科技期刊 100 名之内并入编《中国学术期刊(光盘版)》。本刊还被国外多家著名检索机构收录, 如美国《化学文摘》(CA)和俄罗斯《文摘杂志》(AJ), 美国《剑桥科学文摘社网站: 水系统、水科学与渔业文摘、环境工程、水资源文摘及环境科学与污染管理》等 7 种国际检索系统列为来源期刊。本刊主要刊登农业生态环境科学领域具有创新性的研究成果, 包括新理论、新技术和新方法。读者对象为从事农业科学、环境科学、林业科学、生态学、医学和资源保护等领域的科技人员和院校师生。

《农业环境科学学报》为月刊, 每月 20 日出版, 大 16 开, 208 页, 每本定价 75.00 元, 全年定价 900.00 元。国内外公开发行, 全国各地邮局征订, 邮发代号 6-64。如读者在当地邮局漏订, 可通过邮局汇款至本刊编辑部补订。

编辑部地址: 天津市南开区复康路 31 号

电话: (022)23674336

电子信箱: caep@vip.163.com nyhjkxxb@vip.163.com

邮编: 300191

传真: (022)23674336

网址: <http://www.aes.org.cn>