

草炭对桃园土壤理化性状及桃树生物效应的影响

张良英¹,王永熙¹,王小伟²,魏钦平²,张强²,刘军²

(1 西北农林科技大学 园艺学院,陕西 杨凌 712100;2 北京市农林科学院 林业果树研究所,北京 100093)

【摘要】 【目的】探讨草炭对果园土壤理化性状及桃果实品质的影响。【方法】以 4 年生桃艳丰一号为试材,应用土壤局部改良法,研究了草炭与鸡粪配合(C₁P₀:鸡粪 50 kg/株;C₂P₀:鸡粪 100 kg/株;C₁P₁:鸡粪 50 kg/株+草炭 10 kg/株;C₂P₁:鸡粪 100 kg/株+草炭 10 kg/株;C₁P₂:鸡粪 50 kg/株+草炭 20 kg/株;CK:自制农家肥)施用对桃园土壤理化性状、桃树根系分布和桃果实品质的影响。【结果】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,各处理影响顺序为 C₁P₂>C₂P₁>C₁P₁>C₂P₀>C₁P₀;处理 C₁P₂ 的土壤有效 P、Fe、Zn、B 含量分别比对照增加 132.58%,77.62%,195.97%和 152.33%。鸡粪与草炭配施能显著增加 20~40 cm 土层内根系总量,其中以 C₁P₂ 处理根系总生物量最大,比对照增加 240.14%。处理 C₁P₂ 的果实品质最好,固酸比比对照提高 33.08%。【结论】鸡粪 50 kg/株+草炭 20 kg/株是改良桃园土壤、增加桃树根系数量、提高桃果实品质的最佳配肥组合。

【关键词】 草炭;桃;土壤性状;根系分布;果实品质

【中图分类号】 S662.1

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2008)03-0145-05

Effect of chicken manure and peat combination on soil property and root distribution and fruit quality of peach tree

ZHANG Liang-ying¹, WANG Yong-xi¹, WANG Xiao-wei², WEI Qin-ping²,
ZHANG Qiang², LIU Jun²

(1 College of Horticulture, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Institute of Forestry & Pomology, Beijing Academy of Agricultural & Forestry Sciences, Beijing 100093, China)

Abstract: 【Objective】 The study is to improve orchard's soil fertility and fruit quality. 【Method】 The method of localizing soil amendment was utilized to study the effect of peat and chicken manure combination(C₁P₀:chicken manure 50 kg;C₂P₀:chicken manure 100 kg;C₁P₁:chicken manure 50 kg+peat 10 kg; C₂P₁:chicken manure 100 kg+peat 10 kg;C₁P₂:chicken manure 50 kg+peat 20 kg;CK:farm manure 50 kg.) on soil property, root distribution and fruit quality of Yanfeng NO. 1 peach tree. 【Result】 The results showed that bulk density and porosity in 20—40 cm soil layers were significantly reduced and increased by applying combination of chicken manure and peat, and the influence sequence of different treatments were C₁P₂>C₂P₁>C₁P₁>C₂P₀>C₁P₀. The available P, Fe, Zn, B were enhanced 132.58%, 77.62%, 195.97%, 152.33% in C₁P₂ than CK separately. The root biomass in 20—40 cm soil layers was significantly increased, and the total root biomass in C₁P₂ was increased 240.14% than CK. The fruit quality of C₁P₂ was the best, and TSS/TS was improved 33.08% than CK. 【Conclusion】 The best treatment is an optimum scheme of combination chicken manure 50 kg with peat 20 kg for amending soil to increase roots quantity

* [收稿日期] 2007-03-19
[基金项目] 北京市科委项目(H030730050130)
[作者简介] 张良英(1981—),女,山东梁山人,在读硕士,主要从事果树生理研究。E-mail:zhangliangying_123@163.com
[通讯作者] 魏钦平(1962—),男,山东曹县人,教授,主要从事果树品质生态生理和果树生物数学模型研究。
E-mail:qpwei@sina.com

and improve fruit qualities of peach.

Key words: chicken manure; peat; soil property; root distribution; fruit quality

桃(*Amygdalus. ferganensis*)是世界上栽培最为广泛的果树之一,世界约有 70 多个国家和地区种植桃树。据世界粮农组织 2005 年统计,我国的桃树栽培面积和产量均居世界首位。土壤是果树生长的基础,如何科学、合理地施用有机肥改良土壤、提高果实品质,一直是果树提质增效研究的重点。目前,关于有机肥对果园土壤理化性质,果实糖、酸和固形物含量等指标的影响已有研究报道^[1-3],但关于鸡粪和草炭不同配比施用对桃园土壤理化性状、根系生长发育和果实品质的影响,尚缺乏详细的研究资料,尤其是草炭在土壤局部改良、集中营养供应和肥水耦合等方面的作用还未见研究报道。为此,本试验根据我国现有桃园土壤状况和常用的有机肥类型,以腐熟鸡粪和草炭为原料,研究其不同配比对桃园土壤理化性状、根系生长和果实品质的影响,以期为果树优质保肥节水综合农艺技术体系的建立提供理论依据,为增强果园土壤肥力、提高果实品质提供新的土壤管理模式。

1 材料与方法

1.1 材 料

试验材料为 4 年生桃树艳丰一号(*Prunus persica* (L.) Batsch, yanfeng No. 1),砧木为毛桃(*P. persica* Stoke.),株行距 3 m×6 m,南北行向。桃园土壤质地为壤土,0~40 cm 土层土壤有机质含量为 17.43 g/kg,全氮 0.997 g/kg,有效磷 28.97 mg/kg,有效钾 108.7 mg/kg,pH 值 7.82。供试有机肥为高温发酵鸡粪(含全氮 13.4 g/kg,全磷 13.8 g/kg,全钾 20.8 g/kg)和草炭土(含全氮 17.7 g/kg,全磷 1.2 g/kg,全钾 17 g/kg)。

1.2 试验设计

试验于 2004~2005 年在北京平谷光远桃园进行,试验共设 6 个处理: C_1P_0 ,施鸡粪 50 kg/株; C_2P_0 ,施鸡粪 100 kg/株; C_1P_1 ,施鸡粪 50 kg/株+草炭 10 kg/株; C_2P_1 ,施鸡粪 100 kg/株+草炭 10 kg/株; C_1P_2 ,施鸡粪 50 kg/株+草炭 20 kg/株;CK,施自制农家肥(含全氮 9.3 g/kg,全磷 5.1 g/kg,全钾 14.2 g/kg),用量为 50 kg/株。单株小区,5 次重复,随机排列。2004-09-10,参考魏钦平等^[4]的土壤局部改良方法,在距树干 100 cm 处挖 40 cm×40 cm×40 cm 的立方体施肥坑,所有处理

均将肥料一次性施入并与土混合均匀;2005-03,在行内树冠下覆盖 3.2 m 宽的黑色地膜,生长期间不再追施任何肥料。2005-09-18,每株在东、南、西、北、中部采摘 10 个果实进行品质测定。2005-10 月上旬,在施肥坑内用分格的方法将其垂直分成上(10~20 cm)、中(20~30 cm)、下(30~40 cm)3 层,水平分为内(距树干 80 cm)、中(距树干 100 cm)、外(距树干 120 cm)3 个部位,用原状容积取土钻分层次、分部位采集土壤和根系样品,分析土壤理化性状和根系生物量。

1.3 测定指标及方法

环刀法测定土壤容重;比重瓶法测定土壤孔隙度;烘干法测定直径<2 mm 的根系生物量^[5-7];土壤养分含量用常规方法测定^[8]。果实可滴定酸含量用酸碱滴定法测定,果实可溶性固形物含量用 MC 手持测糖仪测定,果实硬度用 GY-1 型果实硬度计测定。

1.4 数据统计分析

数据处理采用 Excel 和 SAS 数据处理系统。

2 结果与分析

2.1 鸡粪和草炭配施对土壤理化性状的影响

2.1.1 鸡粪和草炭不同配施处理对土壤容重和孔隙度的影响 土壤容重和孔隙度与土壤质地密切相关,并直接影响土壤的通透性、保水性和植物根系的生长。鸡粪和草炭配施对土壤容重的影响结果见图 1。由图 1 可知,在 10~20 cm 土层中, C_1P_2 处理土壤容重显著低于对照,而其他处理与对照差异不显著;在 20~40 cm 土层中, C_1P_2 处理土壤容重与对照差异显著,而其他处理间差异不显著;在 30~40 cm 土层中, C_1P_2 和 C_2P_1 处理的土壤容重显著低于对照和其他处理。说明,土壤局部增施鸡粪或鸡粪与草炭配施,均能降低土壤容重,其中鸡粪配施草炭效果更明显。

图 2 表明,在 10~20 cm 土层,各处理土壤孔隙度与对照无明显差异;在 20~30 cm 土层,处理 C_1P_2 与对照差异达到显著性水平,其孔隙度比对照增加 26.18%,其余处理土壤孔隙度与对照相比略有提高,但差异不显著;30~40 cm 土层内,处理 C_1P_2 和 C_2P_1 的土壤孔隙度显著高于对照,以处理 C_2P_1 最大,比对照增加了 18.58%。表明,鸡粪配施

草炭能显著提高土壤的孔隙度。

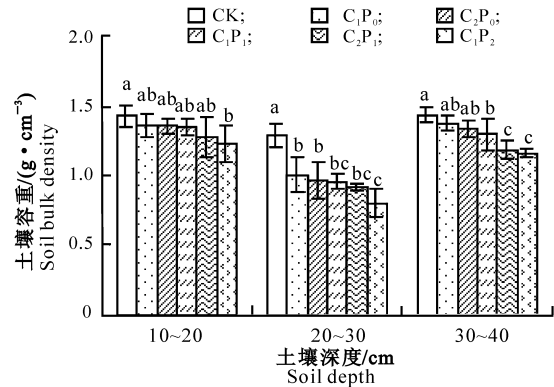


图1 鸡粪和草炭配施对土壤容重的影响
图中不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著
Fig.1 Effect of chicken manure and peat combination on soil bulk density

The different small letter stand for $P<0.05$ respectively in fig 1—5.

2.1.2 鸡粪和草炭配施处理对桃园土壤养分的影响 土壤养分直接影响果树根系的生长、树体对养分的吸收利用和果实产量、品质的提高。从表 1 可看出,处理 C₂P₀、C₂P₁ 和 C₁P₂ 土壤有机质含量均显著高于对照,其中以处理 C₂P₁ 有机质含量最高,比对照增加了 64.90%;C₂P₁ 处理土壤全氮和速效钾含量最高,分别比对照增加 72.47%和 161.95%;C₁P₂ 处理速效磷含量最高,比对照增加 132.58%;土壤中微量元素有效锰、有效铜、有效锌和有效硼含量均以 C₂P₁ 处理最高,分别比对照增加 63.03%,

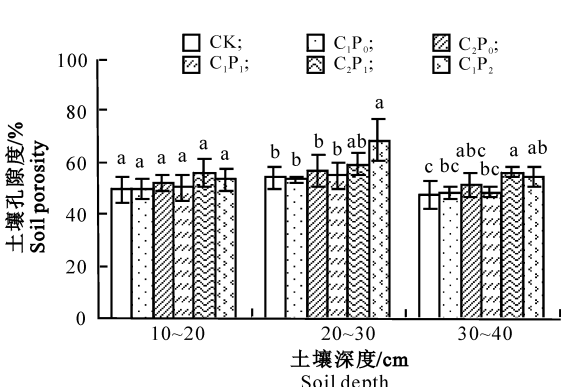


图2 鸡粪和草炭配施对土壤孔隙度的影响
图中不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。下图同
Fig.2 Effect of chicken manure and peat combination on soil porosity

The different small letter stand for $P<0.05$ respectively in fig 1—5.

167.5%,195.97%和 152.33%,差异显著;C₁P₂ 处理有效铁含量最高,比对照增加77.62%,差异显著。结果表明,施用大量鸡粪不仅能提高土壤有机质和全氮含量,而且能提高速效磷和速效钾等养分含量,在此基础上增施草炭能增加土壤中微量元素、速效磷和有效铁的含量,其中低量鸡粪配施高量草炭(C₁P₂)能更明显地增加土壤速效磷和有效铁含量。综合分析认为,鸡粪和草炭配施能较好地改善土壤营养水平,提高土壤肥力。

表 1 鸡粪和草炭配施对桃园土壤养分含量的影响

Table 1 Effect of chicken manure and peat combination on soil nutritent of peach orchard

处理 Treatment	有机质/ (g·kg ⁻¹) Organic Matter	全氮/ (g·kg ⁻¹) Total-N	速效磷/ (mg·kg ⁻¹) Available-P	速效钾/ (mg·kg ⁻¹) Available-K	有效铁/ (mg·kg ⁻¹) Available-Fe	有效锰/ (mg·kg ⁻¹) Available-Mn	有效铜/ (mg·kg ⁻¹) Available-Cu	有效锌/ (mg·kg ⁻¹) Available-Zn	有效硼/ (mg·kg ⁻¹) Available-B
CK	19.77 b	11.77 c	115.80 c	115.67 d	16.40 b	8.79 c	1.24 d	4.71 c	0.19 c
C ₁ P ₀	22.57 b	12.10 c	86.03 d	130.00 d	19.70 b	8.97 c	1.46 d	4.81 c	0.22 c
C ₂ P ₀	30.90 a	13.93 bc	212.00 b	242.50 b	21.30 b	9.47 c	2.81 b	10.79 b	0.42 b
C ₁ P ₁	23.23 b	14.37 bc	231.67 b	202.33 c	21.07 b	9.73 bc	1.52 d	6.60 d	0.45 ab
C ₂ P ₁	32.60 a	20.30 a	236.67 b	303.00 a	21.40 b	14.33 a	3.32 a	13.94 a	0.49 a
C ₁ P ₂	29.23 a	18.53 ab	269.33 a	219.0 bc	29.13 a	11.60 b	1.91 c	7.46 c	0.48 a

注:同列数据后标不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。下表同。
Note:The different capital stand for $P<0.05$ respectively. The following bable is same.

2.2 鸡粪与草炭配施对桃树根系生长的影响

2.2.1 对根系垂直分布的影响 从图 3 可以看出,根系集中分布在 20~40 cm 土层;10~20,20~30 和 30~40 cm 土层均以 C₁P₂ 处理根系生物量最大,分别比对照增加 208.91%,251.89%,340.85%;C₁P₂ 处理根系生物量显著高于对照及其他处理。说明草炭对桃树根系生长有明显的促进作用。

2.2.2 对根系水平分布的影响 由图 4 可知,各处

理根系集中分布在距树干 80 和 120 cm 处,即施肥坑的内、外缘处,而在距树干 100 cm 处(施肥坑的中间部位)分布相对较少。距树干 80,100 和 120 cm 水平分布的 3 个部位均以 C₁P₂ 处理根系生物量最大,分别比对照增加 122.46 %,116.77 %,191.00%。表明,高量草炭与低量鸡粪配施对桃树根系的促生长效果最佳。

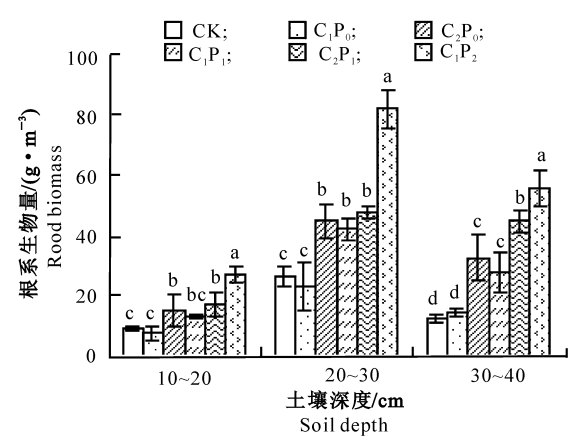


图 3 鸡粪和草炭配施对桃树根系垂直分布的影响
Fig. 3 Effect of chicken manure and peat combination on vertical distribution of root biomass

2.2.3 对根系总量的影响 分别计算不同层次、部位的根系生物量,研究不同处理对根系总生物量的影响。由图 5 可知,除处理 C_1P_0 的根系总生物量与对照差异不显著外,其余处理均显著高于对照,其中以处理 C_1P_2 最大,比对照增加 240.14%,处理 C_1P_0 、 C_1P_1 与 C_1P_2 三者之间差异显著。说明草炭配施对根系生长的促进作用更明显,其中 C_1P_2 效果最佳。这可能是因为草炭中含有很高的腐质酸,而腐质酸自由基可以刺激根系的生长和发育。

2.3 鸡粪与草炭配施对桃果实品质的影响

由表 2 可知,各处理的单果重、硬度和可溶性固形物含量与对照相比均无显著性差异;各处理的可滴定酸含量均显著低于对照;处理 C_2P_0 、 C_2P_1 和 C_1P_2 的固酸比显著高于对照,其中以处理 C_1P_2 最高,比对照提高 33.08%。表明草炭配施低量鸡粪及草炭配施高量鸡粪均能提高果实中可溶性固形

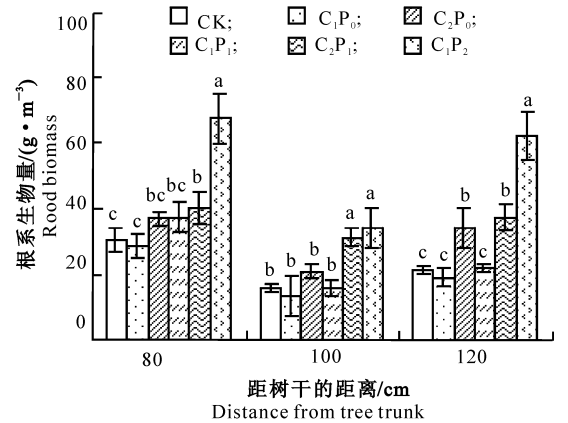


图 4 鸡粪和草炭配施对桃树根系水平分布的影响
Fig. 4 Effect of chicken manure and peat combination on horizontal distribution of root biomass

物含量,降低可滴定酸含量,达到提高果实固酸比、改善果实品质的目的,其中以高量草炭配施低量鸡粪的处理(C_1P_2)效果最明显。说明只有草炭和鸡粪的配施比例合适时,才能更好地提高果实品质。

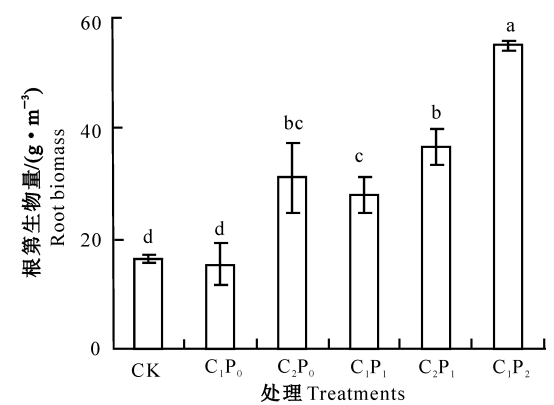


图 5 鸡粪和草炭配施对桃树根系总生物量的影响
Fig. 5 Total root biomass of different chicken manure and peat combinations

表 2 鸡粪和草炭配施对桃果实品质的影响					
Table 2 Effect of chicken manure and peat combination on peach fruit quality					
处理 Treatment code	单果质量/(g) Average fruit weight	硬度/(kg·cm ⁻²) Firmness	可溶性固形物含量/ (g·kg ⁻¹)TSS	可滴定酸含量/ (g·kg ⁻¹)TS	固酸比 TSS/TS
CK	227.40 a	11.40 a	159.7 a	4.05 a	39.84 c
C ₁ P ₀	232.60 a	11.25 a	145.6 a	3.29 b	44.63 bc
C ₂ P ₀	237.80 a	11.30 a	152.5 a	2.99 b	50.87 ab
C ₁ P ₁	232.60 a	10.55 a	157.0 a	3.46 b	45.32 bc
C ₂ P ₁	242.80 a	10.66 a	156.4 a	3.08 b	51.04 ab
C ₁ P ₂	247.00 a	11.58 a	162.8 a	3.08 b	53.02 a

3 讨 论

目前,对于有机肥改善土壤理化性状的研究较多^[9-11],均认为有机肥能改善土壤结构,增加养分含量,本研究也得到了类似的结果。关于有机肥对根系生长的影响,李絮花等^[12]研究表明,有机肥可以

促进小麦的生长和根系在深层土壤中的分布,使小麦根系的总鲜重和深层土壤根系鲜重明显增加,但在果树上还未见报道。本试验结果表明,草炭和鸡粪配施能促进桃树根系生长,以处理 C_1P_2 效果最好。

鸡粪和草炭是目前果园应用比较普遍的 2 种有机肥料,二者都含有丰富的养分。但有研究指出,长

期大量施用畜禽粪便会 导致土壤重金属的污染^[13], 比如长期施用鸡粪, 可能导致土壤酸化以及由此引起的致病菌增加等问题。因此, 鸡粪应该与其他肥料配合施用^[14]。草炭和鸡粪配施, 由于草炭是半腐熟的有机质, 有丰富的腐质酸自由基, 不仅能增加土壤养分, 还能促进土壤养分转化、提高果实品质。刘国顺等^[15]研究表明, 草炭可改善土壤性状, 增加土壤微生物的数量, 改善烟叶香气, 其最适宜施用量为 16 500 kg/hm²。本研究根据对土壤理化性质、桃树根系生长和桃果实品质的综合分析认为, 施用鸡粪 50 kg/株+草炭 20 kg/株处理效果最好。

4 结 论

- (1)鸡粪和草炭配合施用能显著降低 20~40 cm 土层土壤容重、增加土壤孔隙度, 改善桃园土壤养分状况, 其中鸡粪 50 kg/株+草炭 20 kg/株处理的效果最好, 且土壤中有效铁含量最高, 比对照增加 77.62%。
- (2)鸡粪和草炭配合施用能促进桃树根系生长, 其中以鸡粪 50 kg/株+草炭 20 kg/株处理效果最好, 在 20~30 和 30~40 cm 土层的根系生物量分别比对照增加 208.91%和 340.85%, 总根系生物量比对照增加 240.14%。
- (3)鸡粪和草炭配合施用能提高桃果实品质, 其中以鸡粪 50 kg/株+草炭 20 kg/株处理果实品质最好, 固酸比最高, 比对照提高33.08%。

[参考文献]

[1] 路克国, 朱树华, 张连忠. 有机肥对土壤理化性质和红富士苹果果实品质的影响[J]. 石河子大学学报: 自然科学版, 2003, 7(3): 205-208.

Lu K G, Zhu S H, Zhang L Z. The effect of bio-fertilizer on soil property and fruit quality of red Fuji apple[J]. Journal of Shihezi University: Natural Science Edition, 2003, 7(3): 205-208. (in Chinese)

[2] 聂磊, 刘鸿先. 有机肥对沙田柚果实品质的影响初探[J]. 广东农业科学, 2001(2): 31-34.

Nie L, Liu H X. The effect of organic fertilizer on fruit quality of Shatian pomelo [J]. Guangdong Agricultural Science, 2001(2): 31-34. (in Chinese)

[3] 王孝娣, 史大川, 宋 烨, 等. 有机栽培红富士苹果芳香成分的 GC-MS 分析 [J]. 2005, 32(6): 998-1002.

Wang X D, Shi D C, Song Y, et al. GC-MS analysis of fruit aroma components of organic ‘Fuji’ apple [J]. Acta Horticulturae Sinica, 2005, 32(6): 998-1002. (in Chinese)

[4] 魏钦平. 无公害苹果标准化生产[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006. 89-92.

Wei Q P. The apple production of non-publtity harmful standard [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2006: 89-92. (in Chinese)

[5] 廖利平, 邓仕坚. 不同连栽代数杉木人工林细根生长、分布与营养物质分泌特征 [J]. 生态学报, 2001, 21(4): 569-573.

Liao L P, Deng S J. Growth, distribution and exudation of fine roots of Chinese fir trees grown in continuously cropped plantations [J]. Acta Ecologica Sinica, 2001, 21(4): 569-573. (in Chinese)

[6] Thomas K. Fine-root dynamics, soil moisture and carbon content in a *Eucalyptus globulus* plantation under different irrigation and fertilization regimes [J]. Forest Ecology and Management, 1995(74): 1-12.

[7] Tomlinson H. An investigation of the root distribution of *Parkia biglobosa* in Burkina Faso, West Africa, using a logarithmic spiral trench [J]. Forest Ecology and Management, 1998 (107): 173-182.

[8] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社: 1996, 33-90, 212-219.

Bao S D. Soil and Agricultural Chemistry Analysis[M]. Beijing: China Agricultural Press, 1996: 33-90, 212-219. (in Chinese)

[9] Shirani H. Effect of farmyard manure and tillage systems on soil physical properties and corn yield in central Iran [J]. Soil and Tillage Research, 2002(68): 101-108.

[10] Bulluck L R. Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms [J]. Applied Soil Ecology, 2002(19): 147-160.

[11] Goodman A M, Emmos A R. The effects of soil bulk density on the morphology and anchorage mechanics of the root systems of sunflower and maize [J]. Annals of Botany, 1999(83): 293-302.

[12] 李絮花, 杨守祥, 于振文, 等. 有机肥对小麦根系生长及衰老进程的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2005, 11(4): 467-472.

Li X H, Yang S X, Yu Z W, et al. Effects of organic manure application on growth and senescence of root in winter wheat [J]. Plants Nutrition and Fertilizer Science, 2005, 11(4): 467-472. (in Chinese)

[13] 王林权, 周春菊, 王俊儒, 等. 鸡粪中的有机酸及其对土壤速效养分的影响 [J]. 土壤学报, 2002(3): 268-275.

Wang L Q, Zhou C J, Wang J R, et al. Organic acids in chicken feces and their effects on availability of nutrients in loess soil [J]. Acta Pedologica Sinica, 2002(3): 268-275. (in Chinese)

[14] Stauton S, Leprince R. Effect of pH and some organic anions on the solubility of soil phosphate: implication for pbioavailability [J]. European J Soil Sci, 1994(47): 231-239.

[15] 刘国顺, 刘韶松, 贾新成, 等. 烟田施用有机肥对土壤理化性状和烟叶香气成分含量的影响 [J]. 中国烟草学报, 2005, 11(3): 29-33.

Liu G S, Liu S S, Jia X C, et al. Influence of physicol-chemical property of soil and the tobacco aroma composition by using organic fertilizer in the tobacco farm land [J]. Acta Tabacaria Sinica, 2005, 11(3): 29-33. (in Chinese)