

文章编号:1003-8701(2013)04-0028-05

秸秆与化肥配施对菜园地土壤理化性状的影响

李 敏

(菏泽学院,山东 菏泽 274200)

摘 要:为研究秸秆对菜园地土壤理化性状的影响,以番茄为试材,采取随机区组试验设计进行了秸秆化肥配施试验。结果表明,秸秆化肥配施能够降低菜园地土壤容重,增加土壤孔隙度,前者降幅为0.7%~10.1%,后者的增幅为0.14%~9.87%;同时秸秆化肥配施还可提高土壤有机质及速效N、P、K养分含量。当秸秆施用时间达0.5 a时,菜园地土壤理化性状明显改善,T₂、T₃、T₄的土壤容重较CK分别降低4.65%、10.10%和8.91%;土壤孔隙度较CK分别增加2.30%、4.98%和4.42%;有机质较CK分别增加0.037%、0.082%和0.064%;碱解N较CK分别增加1.7 mg/kg、6.8 mg/kg和5.4 mg/kg;速效P较CK分别增加2.45 mg/kg、4.22 mg/kg和3.18 mg/kg;速效K较CK分别增加5.4 mg/kg、14.2 mg/kg和12.3 mg/kg,其中T₃处理各项测定指标均显著或极显著优于CK。试验表明秸秆化肥配施是维持和提高菜园地地力的一种较好方法,且秸秆施用量为300 kg/666.7 m²时效果最佳。

关键词:秸秆;化肥;配施;菜园地;土壤;理化性状

中图分类号:S147.2

文献标识码:A

Effect of Combined Application of Straw and Chemical Fertilizer on Soil Physical and Chemical Characteristics in Vegetable Land

LI Min

(Heze College, Heze 274200, China)

Abstract: Using tomato as experimental materials, an experiment for combined application of straw and chemical fertilizer was conducted by randomized block design to study the effects of straw on soil physical and chemical characteristics in vegetable land. The result showed that after the combined application of straw and chemical fertilizer soil bulk density declined by 0.7 %~10.1 %, soil porosity increased by 0.14 %~9.87 %. The content of soil organic matter as well as available N, P, K also increased. The soil physical and chemical characteristics were improved obviously after 0.5a of combined application of straw and chemical fertilizer in vegetable land. The soil bulk density of T₂, T₃ and T₄ was 4.65 %, 10.10 %, 8.91 % lower than CK, respectively. The soil porosity of T₂, T₃ and T₄ was 2.30 %, 4.98 %, 4.42 % higher than CK, respectively. Compared with that of the control, organic matter increased by 0.037 %, 0.082 %, 0.064 %, alkaline hydrolysis N increased by 1.7 mg/kg, 6.8 mg/kg, 5.4 mg/kg, available P increased by 2.45 mg/kg, 4.22 mg/kg, 3.18 mg/kg, available K increased by 5.4 mg/kg, 14.2 mg/kg, 12.3 mg/kg, respectively. Among those treatments, all determined indexes of T₃ were significantly or extremely significantly better than CK. The experiment proved that the combined application of straw and chemical fertilizer was a good way of maintaining and improving soil fertility in vegetable land. Meanwhile, the best effects came when the application quantity of straw was 300kg per 666.7 m².

收稿日期:2013-03-27

基金项目:菏泽学院科学研究基金(XYJJKJ-2)

作者简介:李 敏(1979-),女,硕士,讲师,主要从事园艺栽培和生理研究。

Keywords: Straw; Chemical fertilizer; Combined application; Vegetable land; Soil; Physical and chemical characteristics

菜园地土壤是蔬菜生产的重要物质基础,对蔬菜的产量和品质有着重要影响。传统蔬菜生产中普遍存在盲目施用化肥的现象,导致肥料效率下降,土壤板结^[1-2],次生盐渍化加重^[3],进而引起蔬菜产量和品质的降低^[4]。近年来,无公害蔬菜生产技术的兴起和推广,虽在一定程度上改善了菜园地土壤理化性状^[5-6],但在生产实践中,由于片面地大量施用畜禽粪便,特别是施用规模化畜禽养殖粪便等有机肥料,大幅提高了土壤重金属超标的风险^[7-8],可能引起一系列的生态和环境问题。因此,改革菜园地施肥方式显得尤为迫切和重要。

秸秆还田作为一种农业有机废弃物综合利用方法,既能充分利用农业废弃资源,又能促进土壤结构改善^[9],增强土壤蓄水保墒能力,还可提高土壤有机质及化学养分含量^[10-12],在大田生产中得到大面积推广和应用。相关研究指出,秸秆还田可使 0~10 cm 表层土壤容重降低 0.17~0.25 g/cm³, 1~0.05

mm大团粒增加 20%^[13],有机质含量年均上升 0.15%^[14],碱解 N^[15]、速效 P^[16]、速效 K^[17]、土壤微生物数量^[18]均较对照有不同程度的增加,是提高土壤肥力的一种良好方式。因而,借用秸秆还田的模式,尝试在菜园地施用秸秆可能是解决当前蔬菜生产中施肥难题的一种较好办法。然而,当前有关菜园地施用秸秆的报道还比较少,为此,在菜园地进行了秸秆化肥配施试验,并对施用后土壤理化性状进行了研究,以期对蔬菜生产实践提供一定的指导。

1 材料与方 法

1.1 材料与试验地点

试验于 2012 年 4~10 月在菏泽市牡丹区沙土镇赵庄村蔬菜基地进行。供试番茄品种为毛粉 802,幼苗于 2012 年 4 月 23 日定植。试验地土壤为潮土,耕作层(0~20 cm)土壤理化性状见表 1。

表 1 试验地土壤基本性状

pH	容重(g/cm ³)	有机质(%)	碱解 N(mg/kg)	速效 P(mg/kg)	速效 K(mg/kg)	全 N(g/kg)	全 P(g/kg)	全 K(g/kg)
7.49	1.296	0.970	69.7	34.1	116	0.87	0.49	1.07

1.2 试验设计

试验设 4 个处理(表 2),采用随机区组设计,每处理 5 次重复,共 20 个小区,每小区 20 m²。其中,氮肥用尿素(N46%),磷肥用磷酸二铵(N 15%、P₂O₅ 45%),钾肥用硫酸钾(K₂O 50%);秸秆选用麦

秸(基本性状见表 3),施用前全部剪成 10 cm 长的小段。秸秆和磷酸二铵全部作为基肥于 2012 年 4 月 12 日整地时施入;尿素和硫酸钾 20%作基肥施入,30%作催苗肥施入,50%作盛果期追肥施入。其余田间管理均相同。

表 2 试验处理方式

编 号	处 理	化 肥 用 量
T ₁ (CK)	化 肥	尿素 22.6 kg,磷酸二铵 13.9 kg,硫酸钾 30 kg
T ₂	100 kg 秸秆 + 化肥	尿素 21.0 kg,磷酸二铵 13.7 kg,硫酸钾 25.8 kg
T ₃	300 kg 秸秆 + 化肥	尿素 17.8 kg,磷酸二铵 13.2 kg,硫酸钾 17.5 kg
T ₄	500 kg 秸秆 + 化肥	尿素 14.6 kg,磷酸二铵 12.8 kg,硫酸钾 9.2 kg

注:为了保证可比性,各处理 N、P、K 施用量均相等,即:T₂、T₃、T₄ 处理的化肥施用量为对照(CK)化肥施用量减去相应的秸秆 N、P、K 含量之后的量。表中秸秆、化肥用量均为 666.7 m² 的施用量。

表 3 供试麦秸基本性状

成 分	全 C	全 N	全 P	全 K	C/N(%)
含 量	412	7.72	0.52	17.31	53.37

1.3 采样与测定

1.3.1 采样时间

分别于 2012 年 6 月 12 日(施用前期)、8 月

12 日(施用中期)、10 月 12 日(施用后期)进行容重和孔隙度测定;同时采用 5 点混合取样法,采集耕层土样带回实验室,风干过 100 目筛后用于土壤

有机质和速效养分测定。

1.3.2 测定方法

土壤容重、孔隙度、有机质、碱解 N、速效 P、速效 K 的测定均按照《土壤农业化学常规分析方法》(中国土壤学会农业化学专业委员会编)^[19]进行。

1.4 数据分析

本试验数据采用 SPSS 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 对土壤容重的影响

表 4 不同处理的土壤容重 g/cm³

处理编号	6月12日	8月12日	10月12日
T ₁ (CK)	1.293 a	1.304 a	1.313 a
T ₂	1.297 a	1.272 a	1.252 ab
T ₃	1.302 a	1.226 a	1.181 b
T ₄	1.291 a	1.235 a	1.196 b

注:表中同一列的不同小写字母代表差异显著(P<0.05),下同。

从表 4 可以看出,土壤容重随施用时间的增加而发生一定的变化。其中,CK 随施用时间的延长而缓慢增加,T₂、T₃、T₄ 处理随时间的延长均不断降低,特别是 T₃、T₄ 处理,在施用后期,降幅明显,其容重较 CK 分别低 0.132 g/cm³ 和 0.117 g/cm³,都达到显著水平,与有机无机肥配施具有相似效果^[20]。秸秆施用量的不同对土壤容重也有一定影响,施用太少(T₂),对降低土壤容重效果不明显,而施用过多(T₄),其降幅反而不如施用适中(T₃)的降幅大。

2.2 对土壤孔隙度的影响

表 5 不同处理的土壤孔隙度 %

处理编号	6月12日	8月12日	10月12日
T ₁ (CK)	51.21 a	50.79 a	50.45 b
T ₂	51.06 a	52.00 a	52.75 ab
T ₃	50.87 a	53.74 a	55.43 a
T ₄	51.28 a	53.40 a	54.87 a

由表 5 可知,土壤孔隙度的变化正好与土壤容重的变化相反,随着秸秆施用时间的延长,CK 的孔隙度逐渐下降,中、后期较前期的降幅分别为 0.24%和 0.76%;而 T₂、T₃、T₄ 处理的孔隙度随施用时间的延长逐渐增加,中、后期较前期的增幅分别为 0.94%、1.69%、2.87%、4.56%和 2.12%、3.59%。在每一个测定时间点上,T₂、T₃、T₄ 的孔隙度存在一定差异,但均未达到显著水平,表明从秸

秆施入菜园地到最后一次取土测定的 0.5 a 时间内,秸秆用量的差异对土壤孔隙度的影响还处在一个量的积累过程中,未引起质变。

2.3 对土壤有机质的影响

表 6 不同处理的土壤有机质含量 %

处理编号	6月12日	8月12日	10月12日
T ₁ (CK)	0.981 a	0.972 a	0.955 b
T ₂	0.976 a	0.984 a	0.992 ab
T ₃	0.988 a	1.016 a	1.037 a
T ₄	0.983 a	1.005 a	1.019 ab

过去的研究认为,大田施用秸秆可使土壤有机质含量高于施用相同养分的化学肥料^[21],在菜园地中进行的本试验同样印证了这一点。从表 6 可以看出,不同处理土壤有机质含量在施用前、中期差异不显著,但在后期不同处理间差异明显。其中,T₃ 较 CK 高 0.082%,达到显著水平。对于单纯施用化肥的处理,随着施用时间的延长,土壤有机质有逐渐降低的趋势,0.5 a 后有机质较试验前减少 0.015%;而秸秆化肥配施,随施用时间的延长,有机质含量逐渐增加,且增幅 T₃>T₄>T₂,说明每 666.7 m² 菜园地施用 300 kg 麦秸,最有利于试验地土壤有机质的累积。

2.4 对土壤碱解 N 的影响

表 7 不同处理的土壤碱解 N 含量 mg/kg

处理编号	6月12日	8月12日	10月12日
T ₁ (CK)	76.1 a	81.5 c	73.8 B c
T ₂	77.8 a	83.4 bc	75.5 AB bc
T ₃	78.7 a	87.8 a	80.6 A a
T ₄	75.9 a	86.1 ab	79.2 AB ab

注:表中同一列的不同小写字母代表差异显著(P<0.05),不同大写字母代表差异极显著(P<0.01),下同。

试验表明土壤碱解 N 含量因处理方式的不同而不同(表 7),且随施用时间的延长而呈有规律的变化。4 个处理土壤碱解 N 含量在秸秆施用后的 3 个测定时间点上表现为:前、后期低,中期高,最高达 87.8 mg/kg。分析出现此现象的原因,可能是施用前、中期,对番茄的追肥使土壤中 N 累积,增至最高峰,后期由于无外源肥料施入,同时受雨水淋溶作用,土壤 N 流失,进而引起土壤碱解 N 的下降。另外,在 3 个测定时间点上,4 个处理中碱解 N 含量均以 T₃ 处理最高,在施用中期显著高于 CK 和 T₂,分别高 6.3 mg/kg 和 4.4 mg/kg,施用后期极显著高于 CK,较 CK 高 6.8 mg/kg。这说明秸

秆化肥配施, 秸秆的施用量至关重要, 施用过少、过多都不利于土壤碱解 N 的集聚。

2.5 对土壤速效 P 的影响

表 8 不同处理的土壤速效 P 含量 mg/kg

处理编号	6月12日	8月12日	10月12日
T ₁ (CK)	41.92 a	38.51 a	34.30 b
T ₂	41.37 a	39.06 a	36.75 ab
T ₃	40.94 a	39.91 a	38.52 a
T ₄	41.15 a	39.33 a	37.48 ab

从表 8 中的数据可以看出, 随着秸秆施用时间的增加, 各个处理土壤速效 P 含量均逐渐降低, 但在施用前、中期, 各处理间差异不明显; 在施用后期, 不同处理间土壤速效 P 含量表现出较大差异, T₃ 显著高于 CK, 其差值达 4.22 mg/kg。速效 P 随秸秆施用时间延长逐渐降低的原因可能是: 磷酸二铵作为基肥一次性施入土壤, 在早期测定时, 土壤速效 P 含量受施肥影响, 相对较高; 而中、后期无外源 P 肥施入, 加之植株的吸收, 雨水的淋溶, 土壤速效 P 呈逐渐下降趋势。对于施用后期 T₃ 处理土壤速效 P 含量最高(38.52 mg/kg), 且显著高于 CK 的原因, 可能是该处理此时较 CK 形成了更多的有机质, 阻止了 P 的大量流失, 同时提高了 P 的有效性所致。

2.6 对土壤速效 K 的影响

表 9 不同处理的土壤速效 K 含量 mg/kg

处理编号	6月12日	8月12日	10月12日
T ₁ (CK)	131.2 c	135.5 B b	118.3 B b
T ₂	134.0 bc	140.4 AB b	123.7 AB b
T ₃	138.9 ab	148.7 A a	132.5 A a
T ₄	140.1 a	147.2 A a	130.6 A a

K 是影响蔬菜产量、品质的重要营养元素, 而土壤速效 K 是蔬菜 K 素的主要来源, 因此, 土壤速效 K 对提高蔬菜产量、改善蔬菜品质具有重要作用。从试验结果(表 9)可看出, 各处理土壤速效 K 随时间的变化趋势与碱解 N 相类似, 即秸秆施用的前、后期低, 中期高。究其原因可能是 8 月 12 日前多次催苗、壮果追肥导致土壤 K 素的逐渐累积, 并达到峰值, 而后雨水的淋溶又致速效 K 快速流失, 土壤中速效 K 含量下降明显。但是, 与碱解 N 不同的是, 在各个测定时间点, 不同处理间土壤速效 K 的差异较碱解 N 更大。在秸秆施用前期, T₃、T₄ 的速效 K 含量已显著高于 CK; 到中、后期, T₃、T₄ 更是极显著地高于 CK, 分别高出 13.2

mg/kg、11.7 mg/kg 和 14.2 mg/kg、12.3 mg/kg, 而 T₃、T₄ 之间差异不明显, T₃ 仅高于 T₄ 1.5 mg/kg 和 1.9 mg/kg。

3 讨论

本试验证明秸秆化肥配施对改善土壤物理性状具有明显作用, 其中土壤容重降低, 孔隙度增加, 这与王增丽^[22]等的研究结果相一致。同时, 土壤容重随着秸秆施用时间的增加不断降低, 而随秸秆施用量的增加, 先增后减, 这说明秸秆腐解越久, 土壤团聚体形成越多, 土壤容重下降越多, 孔隙度增加越多; 但施用过多的秸秆, 在较短的时间内(本试验为 0.5 a)却不利于土壤容重的下降, 可能是秸秆腐解不完全的缘故。

土壤有机质作为土壤养分贮存库, 对培肥地力具有重要作用。菜园地施用秸秆后, 土壤有机质呈现上升趋势, 特别是受夏季丰沛的水热条件的作用, 即在施用 0.5 a 之后, 各施用秸秆的处理上升明显, 但上升的幅度与秸秆的施用量并无线性关系, 秸秆施用过多、过少, 效果均不好。探究其中的缘由, 可能是有机质的形成需要微生物的作用, 而微生物的生长和繁殖与土壤中 C/N 相关。少量的秸秆配施较多的化肥时, 虽 C/N 较适中, 但因秸秆用量太小, 有机质增加幅度不明显; 过多的秸秆配施少量的化肥, 则因 C/N 过高, 不利于微生物的繁殖, 从而影响秸秆的腐解进程和有机质的形成过程, 最终使土壤有机质不能线性上升。

土壤速效养分是评价土壤肥力的重要指标, 同时也是影响蔬菜生长发育的关键因子, 其含量直接关系蔬菜的生长、产量、品质等, 因而在蔬菜生产实践中被高度关注。通过试验结果可发现, 菜园地施用秸秆后, 各处理间土壤碱解 N、速效 P 仅在施用后期才表现出显著或极显著差异, 即在施用后期 T₃ 的碱解 N 极显著高于对照, 显著高于 T₂, 速效 P 显著高于对照, 这可能与施用前、中期秸秆中 N、P 释放缓慢^[23]、积累较少有关。速效 K 在施用前期则已表现出显著差异(T₃、T₄ 显著高于对照), 表明 K 的释放速度比 N、P 快, 这可能与 K 的离子存在形态有关。

为了促进番茄的生长, 在番茄采收结束前进行过 4 次 N、K 的追肥, 因此, 土壤碱解 N、速效 K 在 6 月 12 日至 8 月 12 日这段时间呈上升趋势, 随后, 由于番茄采收结束, 土壤不再有 N、K 肥的施入, 加之雨水的冲淋, 碱解 N、速效 K 则呈下降趋势, 但无论是上升还是下降, 由于 T₃ 处理有机

质含量更多,因而碱解 N、速效 K 含量始终较其他处理更高。这是因为有机质带有大量的负电荷,能够吸附更多带正电的 NH_4^+ 和 K^+ ,从而有效阻止了土壤中 N 和 K 的过度流失。对于速效 P,由于磷酸二铵是作为基肥一次性施入的,受蔬菜作物的吸收与雨水淋溶作用等影响,土壤速效 P 含量随秸秆施用时间的延长而不断下降,但同样因为 T_3 含有较多的有机质,能够提高 P 的有效性,所以在秸秆施用的中、后期, T_3 处理的速效 P 含量一直最高。

4 结 论

(1)菜园地秸秆化肥配施对土壤容重和孔隙度有改善作用,在施用 0.5 a 后, T_3 、 T_4 处理的土壤容重较对照低 0.132 g/cm^3 、 0.117 g/cm^3 ,孔隙度较对照高 4.98%、4.42%,其差异均达到显著水平。

(2)秸秆化肥配施 0.5 a 后,土壤有机质提高明显,其中 T_3 较对照高 0.082%,达到显著水平。

(3)秸秆化肥配施 4 个月以后,土壤碱解 N、速效 P、速效 K 均较对照有所提高,其中 T_3 增幅最大,达到显著或极显著水平。

(4)秸秆施用量过高或过低均不利于土壤理化性状的改善;在施用后的较短时期(2 个月)内,土壤大部分理化指标改善不显著,而在施用 4 个月以后,对土壤的改善作用明显显现。本试验结果证明 T_3 处理的秸秆化肥用量是菜园地秸秆化肥配施的最佳施用量组合。

(5)秸秆化肥配施是维持和提高菜园地地力的一种较好方法,可以在蔬菜生产实践中应用。

参考文献:

- [1] 张北赢,陈天林,王兵.长期施用化肥对土壤质量的影响[J].中国农学通报,2010,26(11):182-187.
- [2] 吕家珑,张一平,王旭东,等.长期单施化肥对土壤性状及作物产量的影响[J].应用生态学报,2001,12(4):569-572.
- [3] 夏立忠,杨林章.大棚蔬菜优化施肥与土壤养分和盐分的变化特征[J].中国蔬菜,2003(2):4-7.
- [4] 狄彩霞,李会合,王正银,等.不同肥料组合对莴笋产量和品质的影响[J].土壤学报,2005,42(4):652-659.
- [5] 韩秉进,陈渊,乔云发,等.连年施用有机肥对土壤理化性状的影响[J].农业系统科学与综合研究,2004,20(4):294-296.
- [6] 李科江,马俊永,曹彩云,等.长期定位施用不同种类有机肥对作物产量及潮土理化性状的影响[J].河北农业科学,2007,11(1):60-63.
- [7] 彭来真,刘琳琳,张寿强,等.福建省规模化养殖场畜禽粪便中的重金属含量[J].福建农林大学学报(自然科学版),2010,39(5):523-527.
- [8] Han F X, Kingery W L, Selim H M, et al. Accumulation of heavy metals in long-term poultry waste-amended soil[J]. Soil Science, 2000, 165(3): 260-268.
- [9] Zhang G S, Chan K Y, Li G D, et al. Effect of straw and plastic film management under contrasting tillage practices on the physical properties of an erodible loess soil[J]. Soil Till Res., 2008(98): 113-119.
- [10] 孙星,刘勤,王德建,等.长期秸秆还田对土壤肥力质量的影响[J].土壤,2007,39(5):782-786.
- [11] Whitbread A, Blair G, Yothin K. Managing crop residues, fertilizers and leaf litters to improve soil C, nutrient balances, and the grain yield of rice and wheatcropping systems in Thailand and Australia[J]. Agric Ecos Env, 2003(100): 251-263.
- [12] Norwood C A. Water use and yield of dryland row crops as effected by tillage system[J]. Agron J., 1999,91(1):108-115.
- [13] 宗新,董树亭,胡吕浩,等.有机无机肥互作对玉米产量及耕层土壤特性的影响[J].玉米科学,2004(3):100-102.
- [14] 洪春来,魏幼章,黄锦法,等.秸秆全量直接还田对土壤肥力及农田生态环境的影响研究[J].浙江大学学报(农业与生命科学版),2003,29(6):627-633.
- [15] 劳秀荣,孙伟红,王真.秸秆还田与化肥配合施用对土壤肥力的影响[J].土壤学报,2003,40(4):619-623.
- [16] 张振江.长期麦秸直接还田对作物产量与土壤肥力的影响[J].土壤通报,1998,29(4):154-155.
- [17] 刘荣乐,金继运,吴荣贵,等.我国北方土壤-作物系统内钾素循环特征及秸秆还田与施钾肥的影响[J].植物营养与肥料学报,2000,6(2):123-132.
- [18] 范丙全,刘巧玲.保护性耕作与秸秆还田对土壤微生物及其溶磷特性的影响[J].中国生态农业学报,2005,13(3):130-132.
- [19] 中国土壤学会农业化学专业委员会.土壤农业化学常规分析方法[M].北京:科学出版社,1984.
- [20] Haefele S M, Woepereis M C S, Schloebohm A M, et al. Long-term fertility experiment for irrigated rice in the West African Sahel: Effect on soil characteristics[J]. Field Crops Research, 2004(85): 61-77.
- [21] Gregorich E G, Dury C F, Baldock J A. Change in soil carbon under long-term maize in monoculture and legume-based rotation[J]. Canada Journal of Soil Science, 2001(81): 21-31.
- [22] 王增丽,王珍,冯浩.秸秆粉碎氮化还田对土壤体积质量及持水特性的影响[J].农业工程学报,2011,27(11):211-215.
- [23] 戴志刚,鲁剑巍,李小坤,等.不同作物还田秸秆的养分释放特征试验[J].农业工程学报,2010,26(6):272-276.