

不同施肥模式对坡耕地土壤物理性状、大豆农艺性状及产量的影响

孟祥海

(黑龙江省农业科学院 牡丹江分院,黑龙江 牡丹江 157041)

摘要:针对丘陵区坡耕地土壤养分流失严重、施肥不合理和作物产量较低的现象,采取增施有机无机复混肥、土壤改良颗粒剂及地表覆膜等措施,共设置5个施肥模式,研究不同施肥模式对大豆田土壤物理性状、大豆农艺性状及产量的影响,从而筛选出坡耕地增产效果最佳施肥模式。结果表明:覆膜措施有效减少了土壤含水量的波动,非覆膜施肥模式的含水量由表土至耕层底部逐渐增高,且0~15 cm变化较为明显,在生育后期有机无机复混肥+土壤颗粒改良剂+覆膜施肥模式的耕层15~20 cm土壤含水量明显高于其它施肥模式;与对照相比,各施肥模式单株荚数、单株粒数和单株粒重均有升高趋势,瘿荚率和虫粒率降低趋势更明显;有机无机复混肥+土壤颗粒改良剂+地面覆盖较其他施肥模式分别增产77.55%、43.52%、40.07%和29.39%,且均达到差异极显著水平。因此,有机无机复混肥+土壤颗粒改良剂+覆膜施肥模式可以有效改善坡耕地土壤物理性状,提高大豆产量。

关键词:丘陵区;坡耕地;土壤物理性状;大豆;农艺性状;产量

中图分类号:S565.1

文献标识码:A

文章编号:1000-9841(2013)04-0517-04

Effect of Different Fertilization Mode on Soil Physical Properties, Agronomic Characters and Yield of Soybean in Slope Cropland

MENG Xiang-hai

(Mudanjiang Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Mudanjiang 157041, China)

Abstract: According to the phenomenon of serious soil nutrient loss, unreasonable fertilization and lower crop yield in hilly slope cropland, some measures including application of organic-inorganic compound fertilizer (OICF), soil improvement granules (SIG) and film mulch (FM) were taken to design five fertilization modes to clarify the effect of the different fertilization mode on soil physical properties, agronomic characters and yield of soybean and to select the best fertilization mode. FM effectively reduced the fluctuations of the soil moisture. Soil moisture of non-FM plus OICF increased gradually from surface to bottom of arable layer and changes were relatively obvious at 0-15 cm. Soil moisture at 15-20 cm layer of OICF + SIG + FM was obviously higher other fertilization modes in the later growth stage of soybean. Compared with no fertilization control, pods per plant, seeds per plant and seeds weight per plant of each fertilization mode were increased, while flat pod rate and insect seed rate reduced significantly. Seed yield of OICF + SIG + FM significantly increased by 77.55%, 43.52%, 40.07% and 29.39%, respectively, compared with other fertilization modes. Therefore, applying organic-inorganic compound fertilizer and soil improvement granules combined with film mulching could improve soil physical properties of hilly slope cropland effectively, and enhance soybean yield.

Key words: Slope cropland; Soil physical characteristics; Soybean; Agronomic characters; Yield

坡耕地是指分布在山坡上地面平整度差、跑水跑肥跑土突出、作物产量低的旱地,坡耕地的存在严重制约旱地作物产量的大幅提高^[1]。我国丘陵区占国土面积的2/3,坡耕地占总耕地面积的34.3%^[2],水土流失伴随着的土壤养分流失是当前我国丘陵区坡耕地农业低产的主要原因,而坡耕地水土流失主要受降雨、坡度^[3]、土地利用类型^[4]和农作措施^[5]等因素的影响,其中农作措施是人为有效控制流失程度的主要因素,包括施肥、灌溉排水、作物种类、机械作业等田间管理措施。目前,对我国南方地区坡耕地的研究较多,且主要集中在耕作方式、秸秆覆盖、地表植被覆盖、覆膜(植被篱^[6]、地

膜)等方面。相关研究表明,不合理的施肥模式是造成坡耕地水土流失和地力减退的主要原因之一,长期无机肥料的施入导致土壤板结和破坏团粒结构,从而加剧水土流失。因此,改变传统坡耕地施肥模式可以有效提高地力,改良土壤结构,改善土壤的固土蓄水能力,为作物增产、增收打下坚实基础。

黑龙江省东南部丘陵半山区坡耕地约为21.7万hm²,占东南部中低产田面积的69.5%。该区坡耕地的坡度一般为3~6°,土壤耕层15~25 cm,土壤气热条件好,水肥条件差,致使水土流失严重,再加上传统单一的施肥模式使土壤板结、质量退化和

收稿日期:2013-01-22

基金项目:牡丹江市科技局攻关项目(Z2011n046)。

第一作者简介:孟祥海(1985-),男,硕士,研究实习员,主要从事土壤肥力、植物保护方向研究。E-mail:mengxianghai538@163.com。

土壤侵蚀现象更加严重,造成当前作物单产不高、总产不稳,严重地制约着黑龙江省东南部粮食产量及经济效益的提高。因此,现以不同施肥模式来改善土壤物理性状和提高大豆产量为切入点,以期寻找一套适合丘陵区坡耕地的科学施肥模式,同时也为水土流失治理和固土蓄水技术研究提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于2012年5月初至10月下旬在黑龙江省农业科学院牡丹江分院试验地进行。供试大豆品种为合丰55。土壤类型为典型的暗棕壤,坡度3~5°,耕作年限30年,耕层厚度25 cm,土壤pH7.70,有机质25.5 g·kg⁻¹,碱解氮96.8 mg·kg⁻¹,有效磷66.0 mg·kg⁻¹,速效钾159 mg·kg⁻¹。

试验小区面积24 m²(5行×行宽0.6 m×行长8 m),设置5个试验处理:对照(CK),有机无机复混肥400 kg·hm⁻²(A),有机无机复混肥400 kg·hm⁻²+土壤改良颗粒剂10 kg·hm⁻²(A+B),有机无机复混肥400 kg·hm⁻²+覆膜(A+C),有机无机复混肥400 kg·hm⁻²+土壤颗粒改良剂10 kg·hm⁻²+覆膜(A+B+C)。3次重复,随机区组排列。其中有机无机复混肥的有机物总含量为32.81%,即N:P₂O₅:K₂O=17.88:4.29:10.64,土壤改良颗粒剂为利用沸石具有的吸附性,将微量元素、杀虫剂及杀菌剂按比例混合而成,地膜为农用聚氯乙烯膜。土壤改

良颗粒剂结合基肥一次性施入,地面覆膜在播种后第2天进行。

1.2 测定项目与方法

分别于分枝期、盛花期、结荚期和成熟期测定0~20 cm(取样深度分别为0~5 cm、5~10 cm、10~15 cm、15~20 cm)土层的土壤含水量(% ,烘干法测定)和0~10 cm土壤容重(g·cm⁻³,环刀法测定);秋季收获1 m²内的大豆植株,随机选取10株调查单株粒数、单株荚数、瘪荚率、虫粒率^[7]、株高、主茎节数和有效分枝数。

1.3 数据分析

采用Excel 2003和DPS 7.05软件对数据进行差异性分析。

2 结果与分析

2.1 不同施肥模式对土壤物理性质的影响

2.1.1 土壤含水量 由表1可知,非覆膜处理的含水量由表土至耕层底部逐渐增高,且0~5 cm变化差异显著,15~20 cm土壤含水量变化相对较小。在整个大豆生育时期对照处理土壤含水量在0~5 cm明显低于其他施肥模式,在生育后期(结荚期和鼓粒期),耕层15~20 cm采用有机无机复混肥+土壤改良颗粒剂+覆膜施肥模式的土壤含水量明显高于其它施肥模式,该时期正值大豆的养分需求高峰期,充足的根系水分有效地提高了大豆的养分积累。

表1 不同施肥模式耕层土壤含水量变化

Table 1 Changes of soil moisture in arable layer under different fertilization mode(%)

生育时期 Growth period	0~5 cm					15~20 cm				
	CK	A	A+B	A+C	A+B+C	CK	A	A+B	A+C	A+B+C
分枝期 Branching	15.29	17.30	17.52	17.09	18.27	19.05	19.33	19.60	19.73	19.61
盛花期 Full-blooming	12.26	14.92	13.35	13.10	13.90	15.42	15.04	15.52	17.85	14.91
结荚期 Pod bearing	17.92	18.40	18.24	18.09	16.99	16.26	17.43	18.33	17.84	18.23
成熟期 Mature	19.51	19.66	18.29	21.02	16.00	20.58	20.17	19.04	20.48	22.47

2.1.2 土壤容重 有机肥与无机肥配施能够改善土壤容重、储水量和紧实度,配施土壤改良颗粒剂可以有效降低土壤容重。由表2可知,耕层0~5 cm(初始值1.24 g·cm⁻³)和5~10 cm(初始值1.28 g·cm⁻³)有机无机复混肥配施土壤改良颗粒剂的土壤容重下降幅度最大,分别为12.10%和

14.84%,而单一施用有机无机复混肥处理的土壤容重下降幅度分别为7.26%和13.28%,证明土壤改良颗粒剂有降低土壤容重的作用;而采用覆膜的2个处理土壤容重均有升高趋势,说明覆膜不具有降低土壤容重的效果。

表 2 不同施肥模式耕层土壤容重变化

Table 2 Changes of soil bulk density in arable layer under different fertilization mode ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)

生育时期 Growth period	0~5 cm					5~10 cm				
	CK	A	A+B	A+C	A+B+C	CK	A	A+B	A+C	A+B+C
分枝期 Branching	1.15	1.14	1.22	1.22	1.24	1.29	1.23	1.25	1.23	1.24
盛花期 Full-blooming	1.22	1.28	1.35	1.23	1.28	1.20	1.25	1.25	1.18	1.44
结荚期 Pod bearing	1.08	1.19	1.05	1.78	1.93	1.12	1.21	1.17	1.85	1.96
成熟期 Mature	1.21	1.15	1.09	1.46	1.67	1.18	1.11	1.09	1.87	1.90

2.2 不同施肥模式对大豆农艺性状和产量的影响

2.2.1 大豆农艺性状 由表3可知,施用有机无机复混肥各模式(A、A+B、A+C、A+B+C)的株高极显著高于对照(CK)。在施用有机无机复混肥的基础上,增施土壤改良颗粒剂和覆膜均能有效增加大

豆株高,并且机无机复混+土壤颗粒改良剂+覆膜的效果最佳。各施肥模式的主茎节数和有效分枝数均较对照增加,但仅含有覆膜处理(A+C、A+B+C)的主茎节数以及复合处理(A+B+C)的有效分枝数与对照差异显著($P<0.05$)。

表 3 不同施肥模式大豆主要农艺性状比较

Table 3 Comparison on soybean main agronomic characters under different fertilization mode

处理 Treatment	株高 Plant height/cm	主茎节数 Main stem nodes	有效分枝 Effective branch
CK	50.60 cC	16.37 bB	2.63 b
A	61.63 bB	17.63 abAB	2.83 b
A+B	67.37 bAB	18.60 abAB	3.23 ab
A+C	81.40 aA	20.37 aA	2.93 b
A+B+C	81.47 aA	19.53 aAB	4.23 a

同列数值标以不同大小字母者分别表示差异达0.01和0.05显著水平。下同。

Values within a column followed by different capital and lowercase letters are significantly different at 0.01 and 0.05 probability levels, respectively. The same below.

2.2.2 大豆产量性状 由表4可知,与对照相比,各施肥模式的单株荚数、单株粒数和单株粒重均有升高趋势,瘪荚率和虫粒率均降低,百粒重极显著($P<0.01$)增加,产量极显著增加。在施用有机无机复混肥的基础上,增施土壤改良颗粒剂能够显著($P<0.05$)提高单株粒数和百粒重,覆膜能够显著

($P<0.05$)增加单株粒数和百粒重,因而二者均使产量显著增加,并且有机无机复混肥结合土壤改良颗粒剂的基础上采用覆膜处理的增产效果最好,较其他施肥模式分别增产77.55%、43.52%、40.07%和29.39%。

表 4 不同施肥模式大豆主要农艺性状比较

Table 4 Comparison of soybean yield related traits under different fertilization mode

处理 Treatment	百粒重 100-seed weight/g	单株荚数 Pods per plant	单株粒数 Seeds per plant	瘪荚率 Flat pod rate/%	虫粒率 Insect seed rate/%	单株粒重 Seeds weight per plant/g	产量 Yield /kg·hm ⁻²
CK	17.50 cB	27.23 b	58.00 c	20.20 aA	18.22 aA	12.75 c	2754.33 cD
A	24.03 abA	38.43 a	77.50 bc	9.28 bAB	11.10 cC	13.81 bc	3407.33 bC
A+B	22.93 bA	31.67 b	63.33 ab	11.37 abAB	15.21 bB	17.34 ab	3491.43 bC
A+C	23.67 abA	38.33 a	76.93 abc	8.96 bAB	16.85 abA	17.27 ab	3779.67 abB
A+B+C	25.13 aA	38.13 a	82.40 a	8.92 bB	12.42 cC	18.47 a	4890.33 aA

3 结论与讨论

土壤耕层含水量和容重直接影响作物根系的发育,进而影响作物产量高低,试验中非覆膜处理耕层土壤含水量受外界降雨影响较为明显,而覆膜措施有效减少了土壤含水量的波动,在干旱时期可以保持土壤水分正常含量,单施有机无机复混肥能够有效改善土壤容重,但是配施土壤改良颗粒剂改善效果更为明显,非覆膜条件下土壤改良颗粒剂有降低土壤容重的作用。

王慎强等^[8]研究发现,施用有机肥不仅可以改善土壤物理性质,在提高土壤化学和生物学性质方面也明显优于化肥,为作物生长提供更为良好的土壤环境条件和物质基础,最终为作物增产打下基础。土壤改良颗粒剂在增加单株荚数作用上不明显,但是在覆膜条件下结合有机无机复合肥料改良土壤能显著提高单株荚数。在施用有机无机复混肥的基础上,增施土壤改良颗粒剂对提高株高、单株粒重作用明显,且结合覆膜施用效果更佳;覆膜能显著增加大豆株高、主茎节数、单株荚数、百粒重和单株粒重。本研究中以有机无机复混肥+土壤改良颗粒剂+覆膜处理增产效果最好,较对照和单施有机无机复混肥分别增产77.55%和43.52%。

参考文献

- [1] 孙启铭. 坡耕地综合治理[J]. 云南农业, 2006(1):15-19. (Sun Q M. Comprehensive treatment of slopeland[J]. Yunnan Agriculture, 2006(1):15-19.)
- [2] 王全九, 王力, 李世清, 等. 坡地土壤养分迁移与流失影响因素研究进展[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2007,

35(12):109-114. (Wang Q J, Wang L, Li S Q, et al. Research on the effective factors of nutrient transfer and loss in the slope land [J]. Journal of Northwest Agricultural and Forestry University (Natural Science), 2007, 35(12):109-114.)

- [3] 张金池, 庄家尧, 林杰. 不同土地利用类型土壤侵蚀量的坡度效应[J]. 中国水土保持科学, 2004, 2(3):6-9. (Zhang J C, Zhuang J Y, Lin J. Slope effect on soil erosion under different land use types [J]. Science of Soil and Water Conservation, 2004, 2(3):6-9.)
- [4] 黄丽, 丁树文, 张光远, 等. 三峡库区紫色土坡地的耕作利用方式与水土流失初探[J]. 华中农业大学学报, 1998, 17(1):45-49. (Huang L, Ding S W, Zhang G Y, et al. The influence of different cultivation on soil and water losses of slopes lands in the three gorges reservoir region [J]. Journal of Huazhong Agricultural University, 1998, 17(1):45-49.)
- [5] 杨以翠. 坡耕地养分流失研究进展[J]. 企业科技与发展, 2010(2):30-31. (Yang Y C. The research progress of nutrient loss of sloped farmland [J]. Enterprise Science and Technology & Development, 2010(2):30-31.)
- [6] 李新平. 红壤坡地植物篱笆生态系统水土保持效应及机理研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2002. (Li X P. Soil and water conservation effects and mechanisms by hedgerow ecosystems in red soil fields on slopes [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2002.)
- [7] 孟祥海, 梁嘉陵, 时新瑞, 等. 牡丹江丘陵区大豆食心虫发生规律及生物防治效果研究[J]. 大豆科学, 2012(4):324-326. (Meng X H, Liang J L, Shi X R, et al. Biological control effect and occurrence regularity of *Leguminivora glycinivorella* in Mudanjiang hilly midlevels [J]. Soybean Science, 2012, 31(2):324-326.)
- [8] 王慎强, 蒋其鳌, 钦绳武, 等. 长期施用有机肥与化肥对潮土土壤化学及生物学性质的影响[J]. 中国生态农业学报, 2001, 9(4):67-69. (Wan S Q, Jiang Q B, Qin S W, et al. Influence of chemical and biological properties under long-term applying organic manure and chemical fertilizers on fluvo-aquic soils [J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2001, 9(4):67-69.)