

保护性耕作对贫瘠型黑土区土壤理化特性的影响

马星竹¹, 周宝库¹, 张喜林¹, 魏 丹¹, 张丽莉²

(1. 黑龙江省农业科学院 土壤肥料与环境资源研究所/黑龙江省土壤环境与植物营养重点实验室, 黑龙江 哈尔滨 150086; 2. 中国科学院 沈阳应用生态研究所, 辽宁 沈阳 110016)

摘要:以贫瘠型黑土区土壤为供试对象, 对2种保护性耕作措施(模式1为秋季深松、平播+秸秆还田;模式2为秋季深松起垄+根茬还田)下土壤的理化特性进行研究。结果表明:2种保护性措施可以增加土壤有机质含量, 提高土壤 pH, 其中秸秆还田措施效果最明显;对土壤不同速效养分含量影响不同;对土壤物理性质的影响主要表现为降低土壤容重和增加土壤田间持水量。不同的保护性耕作措施对于提高土壤肥力、改善土壤物理特性起到重要作用。

关键词: 保护性耕作; 有机质; 秸秆还田; 土壤容重

中图分类号: S157.4 文献标识码: A 文章编号: 1002-2767(2009)06-0055-03

Effects of Conservation Cultivation on Black Soil Physic-Chemical Properties in Arid Area

MA Xing-zhu¹, ZHOU Bao-ku¹, ZHANG Xi-lin¹, WEI Dan¹, ZHANG Li-li²

(1. Soil Fertilizer and Environment Resource Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences/Key Lab of Soil Environment and Plant Nutrition of Heilongjiang Province, Harbin, Heilongjiang 150086; 2. Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang Liaoning 110016)

Abstract: Soil physic-chemical properties were studied in arid area under two conservation cultivations (one was deep plough, flat sowing and straw-mulching, the other was deep plough and ridge forming, rootstalks and field). It was found that two conservation cultivations could increase the content of soil organic matter, raise the pH, and the straw-mulching had the greatest effects, it was also had different results due to different available nutrition. Besides, the conservation cultivations could reduce soil bulk density, increase field moisture capacity. Different conservation cultivations took important role in increasing soil fertility and improving soil physical properties.

Key words: conservation cultivations; organic matter; straw-mulching; soil bulk density

土壤是一种资源, 具有位置的固定性和数量的有限性, 同时, 它又是地理环境的重要组成要素, 具有不可替代性, 对人类的生存与发展乃至地球上多种生命形式的生息和繁衍至关重要。目前, 我国的土壤退化问题日趋突出, 土壤退化的类型, 按成因与结果划分为: 土壤侵蚀、土壤盐渍化、土壤沙化、土壤贫瘠化、土壤污染、土壤破坏、耕作土壤面积减少等 7 种退化类型^[1]。其中土壤贫瘠化是土壤本身各种属性或生态环境因子不能相互协调相互促进的结果, 是脆弱的生态环境的重要表现^[2]。黑土主要分布在黑龙江省和吉林

省中部地区, 地貌类型属于波状平原。两省黑土总面积 592.56 万 hm^2 , 占东北黑土总面积的 99.8%^[3]。由于土壤有机质的大量积累, 形成了基础肥力相当高的黑土层, 是自然肥力最高的农田土壤, 但由于水土流失及耕作管理措施不当, 退化严重, 土壤腐殖质层变薄, 土壤有机质含量下降。同时导致农业生态环境恶化, 干旱加重, 土壤水蚀、风蚀面积逐年扩大, 水资源短缺, 严重影响黑土区农业持续高效发展^[4]。

为了最大限度地缓解土壤贫瘠化, 改善农业生态环境, 应该着力对贫瘠型土壤进行治理。瘠薄型黑土耕作技术是针对土壤板结、有机质含量低的问题, 采用深松耕作技术, 有机物料还田技术, 改善土壤理化性质, 提高土壤肥力。其中农业机械整地能够深耕土地, 打破犁底层, 疏松土壤, 放寒增温, 增加土壤的通风和蓄渗性能, 减少地表径流和土壤冲刷, 形成了植物、工程、耕作三大措施相结合的立体防护体系, 从而充分发

收稿日期: 2009-06-15
基金项目: 黑龙江省重点科技攻关项目(GB06BI07-3)
第一作者简介: 马星竹(1980), 女, 黑龙江省哈尔滨市人, 助理研究员, 主要从事土壤植物营养学研究。E-mail: maxingzhu@163.com。
通讯作者: 周宝库(1963), 男, 黑龙江省延寿县人, 研究员, 主要从事土壤与植物营养研究。E-mail: perfectmxz@yahoo.com.cn

挥群体防护作用,达到保持水土,改善生态环境 提高土地利用的目的^[5]。此外,黑土有机碳含量下降显著,为了有效促进农田土壤碳固定,最大限度地遏制黑土地地区土壤有机碳下降的趋势,应通过配套技术的研究,推广秸秆还田、平衡施肥、少(免)耕等保护性耕作措施 加大水土流失的综合治理力度^[6]。通过研究保护性耕作对黑土区贫瘠型土壤理化性质的影响,揭示了保护性耕作的保土肥田及其对黑土的保护效应,旨在为黑土地的合理利用及保护提供科学依据。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

试验地点设在黑龙江省双城市,双城市位于黑龙江省西南部,位于松嫩平原中部,处在哈尔滨市西南 30 km。地理坐标为东经 125° 41′ ~ 126° 42′,北纬 45° 08′ ~ 45° 43′,东西长 85 km,南北宽 65 km,全境总面积 3 112.3 km²。试验具体设置在双城市幸福乡幸福村哈尔滨农垦农业现代化示范园区,试验共进行了 5 a。供试土壤的基本理化性质见表 1。

表 1 供试土壤的基本理化性质

有机质 / g · kg ⁻¹	全氮 / g · kg ⁻¹	全磷 / g · kg ⁻¹	全钾 / g · kg ⁻¹	pH
21.7	0.93	0.91	43.8	5.91

1.2 试验设置

试验主要设置了 2 种保护性耕作方式,供试作物为大豆。每种耕作方式都设置 3 次重复。

1.2.1 模式 1 秋季深松、平播;选用丰产性好、品质优的当地主栽优良品种;采取测土配方施肥(N 195, P₂O₅ 75, K₂O 75 kg · hm⁻²)的方法,增施微量元素锌;秸秆还田;同时使用叶面肥。

1.2.2 模式 2 秋季深松起垄;选用丰产性好、品质优的当地主栽优良品种;增施有机肥,化肥采取测土配方施肥(N 195, P₂O₅ 75, K₂O 75 kg · hm⁻²)的方法;根茬还田;同时使用叶面肥。

1.2.3 常规栽培模式 以常规栽培为对照。常规耕作方式:选用丰产性好、品质优的当地主栽优良品种;施用化肥(N 195, P₂O₅ 75, K₂O 75 kg · hm⁻²)。

1.3 样品采集

土壤样品采样时间为 2007 年 10 月秋收后。在小区内沿“S”型随机在耕层取 5~7 个样点,混合组成一个样品。样品采集后一部分风干,过 2 mm 筛,用于测定土壤养分;另一部分用于测定土壤物理性质。

1.4 测定方法

土壤有机质采用 TOC-5000 型分析仪直接测定;土壤其他物理化学性质均采用常规分析方法进行测定^[7]。

1.5 数据处理

主要采用 Excel 2003 和 SPSS 13.0 软件对数据进行处理,其中差异显著性比较采用 LSD 法, P < 0.05 水平。

2 结果与分析

2.1 不同施肥和耕作模式土壤有机质的变化

由图 1 可看出:2 种模式(模式 1 为秋季深松、平播 + 秸秆还田;模式 2 为秋季深松起垄 + 根茬还田)均可增加土壤有机质,其中模式 1 处理土壤有机质含量增加 27.1%,与常规模式相比达到显著水平;模式 2 土壤有机质含量增加不显著。说明保护性耕作可以增加土壤有机质,提高土壤肥力,不同的措施效果不同。冯君等通过对根茬还田后土壤胡敏酸的研究证明,保护性耕作措施对于腐殖质的更新、土壤肥力的增强均起到了重要作用^[8]。土壤有机质是土壤肥力和基础地力最重要的物质基础,是反映土壤肥力水平的一个综合指标,也是决定生态系统生产力及其稳定性的土壤关键组分^[9-10]。它是农田生态系统植物营养的主要来源和贮库,在保持土壤耕作,促进土壤空气和水分的渗透,提供保水能力,减少流失等方面都十分重要。长期施用有机肥和化肥对土壤有机碳的影响,因土壤类型、肥料种类和作物轮作方式的不同而不同。

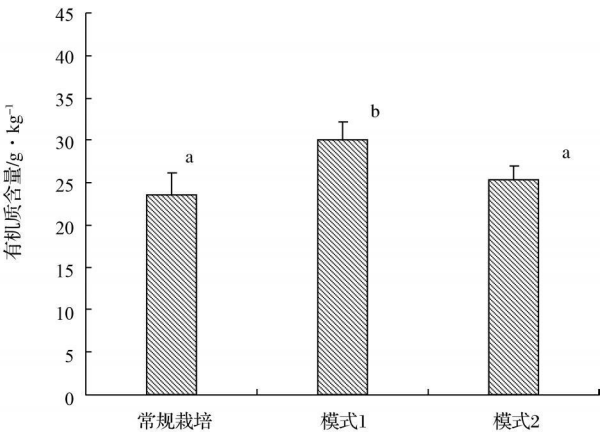


图 1 不同耕作和施肥模式下的土壤有机质含量

不同小写字母表示不同耕作和施肥模式下土壤有机质含量差异达到显著水平, P < 0.05, 下同

2.2 不同施肥和耕作模式土壤 pH 和速效养分的变化

pH 是土壤重要的基本性质,也是影响肥力的因素之一。它直接影响土壤养分的存在状态、转化和有效性。研究结果表明(见图 2):不同耕作和施肥模式对土壤 pH 的影响不同。与常规栽培模式相比,模式 1、模式 2 有助于提高土壤的 pH,其中模式 1 处理增加较明显。统计分析表明:模式 1 处理土壤 pH 较常规栽培有显著增加(P < 0.05),模式 2 处理土壤 pH 增加不显著。使得土壤酸碱度接近中性,合理调节了土壤酸碱性。

土壤酸碱性的形成决定于盐基淋溶和盐基积累过程的相对强度,受母质、生物气候及农业措施等条件的制约,是土壤肥力的重要影响因子之一。有研究表明,不同的土地利用方式对土壤 pH 影响很大^[11]。长期有机肥处理土壤后,有机质在土壤中分解、转化产生的各种有机酸使土壤 pH 降低。另外,氮磷肥的长期施用,可导致土壤变酸,此时,有助于提高石灰性土壤的有效磷水平^[12]。保护性耕作措施调节了土壤的酸碱度,间接促进了养分的合理吸收与转化。

速效养分包括速效氮、速效磷和速效钾等,其反映较灵敏,能够指示土壤供给植物可以直接利用的养分含量,受施肥耕作等措施影响较大。表 2 表明,2 种保护性耕作模式对土壤速效氮、速效磷和速效钾的影响不一致。模式 1 可以增加土壤速效氮和速效磷;2 种模式土壤速效钾含量下降。不同耕作与施肥模式下速效养分含量差异不大。速效氮即碱解氮,是指土壤中可被植物吸收的氮量。其能够较灵敏地反映土壤氮素动态和供氮水平,其在土壤中的含量与后作产量和吸氮量高度相关^[13]。秸秆还田可以增加土壤有机质,进而增加土壤速效氮等养分,有助于提高土壤肥力水平^[14]。土壤速效磷受植物生长和土壤条件的影响,在作物生育进程中表现出明显差异。长期施用有机肥土壤有效磷含量增加,原因在于施用有机肥可以为土壤带入大量的磷素营养,且以有机磷为主,这部分磷易于分解释放;另一方面有机肥施入土壤后可增加土壤的有机质含量,而有机质可减少无机磷的固定,并促进无机磷的溶解^[15-19]。

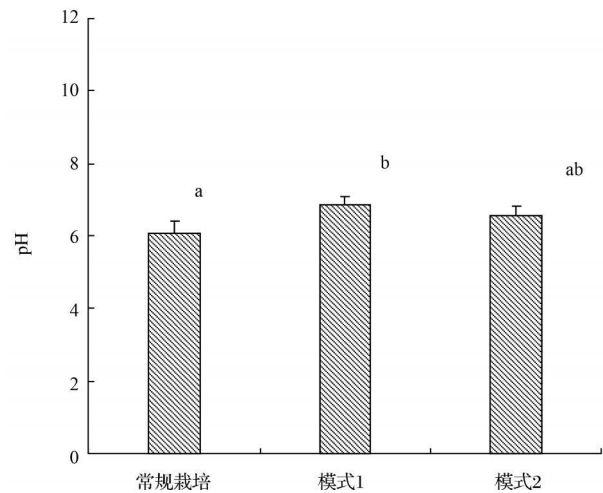


图 2 不同耕作和施肥模式下的土壤 pH

表 2 不同耕作和施肥模式下土壤速效养分含量			
模式	速效氮 / mg ° kg ⁻¹	速效磷 / mg ° kg ⁻¹	速效钾 / mg ° kg ⁻¹
常规栽培	137.6 ± 8.31	30.8 ± 3.25	150.2 ± 11.27
模式 1	149.1 ± 10.28	33.3 ± 2.48	146.9 ± 9.58
模式 2	134.8 ± 8.71	31.9 ± 4.73	135.8 ± 7.29

2.3 不同施肥和耕作模式下土壤物理性质的变化

由图 3 可知,与常规模式相比,2 种保护性耕作模式土壤容重分别降低了 0.08 和 0.02 g ° cm⁻³,模式 1 处理土壤容重降低幅度较大。说明不同保护性耕作措施对土壤容重影响不同。农田土壤水分状况是影响作物生长的重要因素。而田间持水量是衡量土壤保水性的指标,也是进行农田灌溉、作物水管理的重要参数,通常被视为作物有效水的上限^[17]。本研究中保护性耕作模式土壤田间持水量呈上升趋势,其中模式 2 较模式 1 增加幅度大(模式 2 增加 1.31%,模式 1 增加 0.12%)。说明保护性耕作模式,特别是秋季深松措施有利于增加土壤空隙,提高土壤田间持水量,对于增强水资源利用率,防止水分蒸发等起到了重要作用。

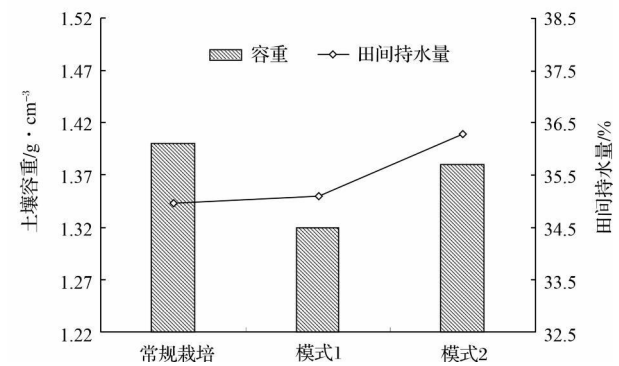


图 3 不同耕作和施肥模式下的土壤容重和田间持水量

3 结论

对贫瘠型黑土区土壤进行保护性耕作表明,不同保护性耕作措施对土壤物理化学特性具有一定的作用。保护性措施可以增加土壤有机质和土壤 pH,其中秸秆还田措施效果最明显;不同耕作和施肥模式对土壤不同速效养分含量影响各异;此外,保护性措施可以降低土壤容重,增加土壤的田间持水量,对于合理保护和利用水资源具有重要作用。总之,保护性耕作措施影响贫瘠型黑土区土壤理化特性,对于提高土壤肥力、改善土壤物理特性均具有重要意义。

参考文献:

[1] 张荣群,刘黎明,张凤荣.我国土壤退化的机理与持续利用管理研究[J].地域研究与开发,2000,19(3):52-54.

[2] 王占哲,赵殿臣,韩秉进,等.松嫩平原黑土区大垄种植制度研究[J].农业系统科学与研究,2000,16(1):8-11.

[3] 曹文志,朱鹤健.福建省农业生态系统的特性与调控[M].北京:中国农业出版社,2000.

[4] 边少锋.吉林省西部半干旱区深松蓄水耕作技术研究[J].玉米科学,2000,8(1):67-68.

[5] 魏才,邢大勇,任宪平.黑土区耕地资源面临的形势及发展对策[J].水土保持科技情报,2003(5):32-33.

[6] 黄耀,孙文娟.近 20 年来中国大陆农田表土有机碳含量的变化趋势[J].科学通报,2006,51(7):750-763.

[7] 李西开.土壤农业化学常规分析方法[M].北京:科学出版社,1983.

(下转第 65 页)

表2 不同施氮量对烤烟经济效益的影响

处理	单叶重/ g	产量/ kg·hm ⁻²	均价/ 元·kg ⁻¹	产值/ 元·hm ⁻²	上等烟比例/ %	中等烟比例/ %	下等烟比例/ %
N0	10.47±0.42	3997.20±160.50	10.57±0.60	42186.45±747.00	43.04±5.60	44.43±8.63	12.53±13.13
N1	11.10±0.58	4236.45±220.95	11.75±0.14	49809.00±3029.25	45.46±5.45	39.77±6.91	14.78±2.64
N2	12.03±0.83	4594.05±317.55	11.58±0.67	55458.30±7790.55	49.47±7.64	30.12±2.01	20.42±7.41

注: 价格以 2008 年为基准。

2.4 不同施氮水平对烤烟评吸的影响

由黑龙江烟草工业有限责任公司技术研发中心对不同部位烟叶评吸结果(见表3)表明, 黑钙土烟叶香气质和香气量均表现为中等水平, 余味、浓度、劲

头等指标为中等水平, 具有良好的灰分和燃烧性, 从整体看是比较理想的填充型烟叶, 只是在杂气和刺激性上略有不足。氮肥用量增加, 烟叶质量有下降的趋势。

表3 不同施氮量对烤烟评吸的影响

部位	处 理	香气质	香气量	杂 气	刺激性	余 味	浓 度	劲 头	灰 分	燃烧性
下部叶	N0 下等烟	中—	中—	有	稍有	尚适	中	中	灰白	强
	N1 下等烟	中—	中—	较大	有	欠适	中	中	灰白	强
	N2 下等烟	中—	中—	较大	稍有	尚适	中—	中	灰白	强
中部叶	N0 中等烟	中+	中+	稍有	稍有	较适	中+	中	灰白	强
	N1 中等烟	中—	中	有	较大	尚适—	中	中	灰白	强
	N2 中等烟	中	中	稍有	有	尚适	中	中	灰白	强
上部叶	N0 上等烟	中	中+	稍有	稍有	较适	中+	中	灰	中
	N1 上等烟	中	中	有	有	尚适	中	中	灰	中
	N2 上等烟	中—	中—	有	有	尚适	中	中	灰	中

3 结 论

试验结果表明, 烟株的干物质积累大部分是在旺长期完成的; 烟株干物质在各器官的分配比例受施氮量的影响较小, 且没有表现出明显规律, 这与其他学者研究结果一致; 烟株各器官干物重占烟株干物重的比例, 各生育时期均表现为叶>茎>根, 并且根、茎、叶干物重所占烟株干物重的比例最终分别为 18.6%~19.7%, 28.1%~29.3%和 79.8%~81.8%; 研究还表明, 过低的施氮量也不利于烤烟经济效益的提高, 因此建议施氮量控制在 N1 和 N2 之间比较好。

参考文献:

[1] 汪耀富, 张福锁. 干旱和氮用量对烤烟干物质和矿质养分积累的影响[J]. 中国烟草学报, 2003(1): 19-23.

[2] 王世济, 崔权仁, 刘小平, 等. 皖南烟区烤烟干物质积累和主要养分吸收积累规律研究[J]. 安徽烟草, 2003(3): 34-37.

[3] 汪耀富, 孙德梅, 徐传快, 等. 干旱胁迫下氮用量对烤烟养分积累与分配及烟叶产量和品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2004(3): 306-311.

[4] 王鹏, 周建朝, 陈连昌, 等. 发酵饼肥氮在土壤中转化的影响[J]. 中国烟草学报, 2005(6): 27-32.

[5] 王树声, 李春俭, 梁晓芳, 等. 施氮水平对烤烟根冠平衡及氮素积累与分配的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2008(5): 935-939.

[6] 刘卫群, 郭群召, 汪庆昌, 等. 不同施氮水平对烤烟干物质、氮素积累分配及产质的影响[J]. 河南农业科学, 2004(8): 25-28.

(上接第 57 页)

[8] 冯君, 李万辉, 姜亦梅, 等. 实施保护性耕作对保护黑土带的效应[J]. 东北林业大学学报, 2007, 39(5): 59-61.

[9] Mäder P, Bach A F, Dubois D. Soil fertility and biodiversity in organic farming[J]. Science, 2002, 293: 1694-1697.

[10] Wardle D A, Bardgett R D, Klironomos J N, et al. Ecological linkages between aboveground and below ground biota[J]. Science, 2004, 304: 1629-1633.

[11] 刘梦云, 安韶山, 常庆瑞, 等. 不同土地利用方式下土壤化学性质特征研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2005, 33(1): 39-42.

[12] 刘杏兰, 高宗, 刘存寿, 等. 有机—无机肥配施的增产效应及对土

壤肥力影响的定位研究[J]. 土壤学报, 1996, 33(2): 138-147.

[13] 李生秀, 李世清. 不同水肥处理对旱地土壤速效氮、磷养分的影响[J]. 干旱地区农业研究, 1995, 13(1): 6-14.

[14] 孙星, 刘勤, 王德建, 等. 长期秸秆还田对剖面土壤肥力质量的影响[J]. 中国生态农业学报, 2008, 16(3): 587-592.

[15] 王冬梅, 韩晓日, 王春枝, 等. 长期施肥对棕壤主要养分生物有效性的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2005, 36(5): 575-579.

[16] 赵云英, 谢永生, 郝明德. 黄土地带小麦长期施肥的产量效应及土壤肥力变化[J]. 西北农业学报, 2007, 16(5): 75-79, 88.

[17] 郭庆荣, 张秉刚. 土壤水分有效性研究综述[J]. 热带亚热带土壤科学, 1995, 4(2): 119-124.