

辽西地区覆膜条件对不同土层土壤氮磷钾累积量的影响

冯晨¹, 孙占祥^{1*}, 王宝荣², 郑家明^{1*}, 冯良山¹, 张哲¹, 白伟¹, 杨宁¹, 关连珠³

(1. 辽宁省农业科学院耕作栽培研究所, 辽宁 沈阳 110161;

2. 西北农林科技大学资源与环境学院, 陕西 杨凌 712100;

3. 沈阳农业大学土地与环境学院, 辽宁 沈阳 110016)

摘要: 为了探明覆膜技术对辽西半干旱区土壤氮磷钾累积量及其剖面分布状况的影响, 本试验以农业部阜新农业环境与耕地保育科学观测实验站为研究平台, 设置裸地种植、春季覆膜、秋季覆膜 3 种处理, 通过对土壤剖面各层次全量氮、磷、钾的测定, 定量分析辽西半干旱区覆膜条件下土壤全量养分含量及剖面分布差异, 结果表明: 不同覆膜处理对土壤全量氮、磷、钾累积量影响各不相同。2 种覆膜处理可有效提高 0~40 cm 土层土壤全氮和全磷累积量, 与裸地相比, 春覆膜与秋覆膜处理可使土壤全氮提高 34.4% 和 21.0%, 秋覆膜处理可使全磷累积量提高 17.0%。40~60 cm 土层, 裸地处理全氮、全磷累积量显著高于覆膜处理, 其中全氮累积量较春覆膜处理提高 65.7%, 且为秋覆膜处理的 2.16 倍; 全磷累积则表现为裸地种植比春覆膜和秋覆膜处理分别提高 44.2% 和 39.4%。不同处理间全钾含量差异显著, 总体表现为秋覆膜 > 春覆膜 > 裸地。3 种处理土壤养分的剖面分布规律也各不相同, 覆膜处理土壤全氮和全磷随剖面深度的增加呈逐渐减少的规律, 而不覆膜处理则呈现先减少再增加的趋势; 不同处理土壤全钾的剖面分布规律相似, 即随剖面加深全钾含量均无显著变化, 即使是表层土壤也未显示出全钾聚集的特征。

关键词: 秋覆膜; 春覆膜; 土壤养分含量; 土壤养分剖面分布

中图分类号: S153.6

文献标识码: A

文章编号: 1673-6257 (2018) 05-0129-05

辽西北风沙半干旱区是辽宁省重要的粮食生产基地, 该区域光、热资源丰富, 增产潜力巨大, 但水分是限制其农业生产发展的主要因素。该区域年均降水量仅为 400~500 mm, 且 70%~80% 的降水以径流和土壤无效蒸发的形式损失。另外, 该区域降水变率大, 常呈现春季少, 夏季集中特点, 这种季节性水资源匮乏, 降水年内分配不均导致农业干旱现象频发, 严重制约着区域农业的持续发展。

地膜覆盖技术因其具有有效减少地面蒸发, 提高作物水分利用效率^[1-3], 提高土壤温度^[4-6], 增加作物产量^[7-12]等重要作用, 对于干旱半干旱区农业生产意义重大。目前有关地膜覆盖条件下土壤水

分、温度、作物产量方面的研究很多^[13-15], 但关于该条件下养分的变化规律研究较少^[16-18]。针对区域特征的不同覆膜条件下土壤养分含量对比及剖面分布规律方面更是极少涉及。为此, 本试验以辽西北风沙半干旱区为研究区域, 以农业部阜新农业环境与耕地保育科学观测实验站为研究平台, 设置裸地种植、春季覆膜和秋季覆膜 3 种处理, 拟通过对土壤剖面各层次全量氮、磷、钾的定量分析, 明确辽宁省西北半干旱区覆膜条件下土壤全量养分的含量及剖面分布差异, 为丰富农田地膜覆盖理论研究, 探明半干旱区不同覆膜方式下土壤养分变化规律提供数据支撑。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验区位于阜新市阜新蒙古族自治县阜新镇 (东经 121°46', 北纬 42°09') 农业部阜新农业环境与耕地保育科学观测实验站, 该区域属温带季风大陆性气候, 年均气温 6~8℃, 5~9 月的日照时数 1 200~1 300 h, 无霜期 135~165 d。年降水量仅

收稿日期: 2017-11-10; 最后修订日期: 2018-02-06

基金项目: 农业部公益性行业科研专项资金项目 (201503105); 国家高层次人才特殊支持计划 (青年拔尖人才); 农业部来源项目“农业科研杰出人才及其创新团队”。

作者简介: 冯晨 (1985-), 女, 辽宁大石桥人, 博士, 副研究员, 主要从事旱作节水农业研究, E-mail: sandyla570521@126.com。

通讯作者: 孙占祥, E-mail: sunzx67@163.com; 郑家明, E-mail: zaipeizjm@126.com。

350~500 mm, 且大部分降水集中在6~8月, 降水变率大, “十年九春旱”是当地基本气候特征。

试验区土壤为褐土, 土壤基本理化性质如下: 容重 1.35 g/cm³, pH 值 6.95, 有机质 15.36 g/kg, 全氮 0.90 g/kg, 全磷 0.76 g/kg, 全钾 28.46 g/kg, 碱解氮 101.12 mg/kg, 有效磷 106.13 mg/kg, 速效钾 105.47 mg/kg。试验区种植方式为春玉米连作, 供试玉米品种为郑单 958。

1.2 试验设计

试验采用完全随机区组设计, 设置3种处理, 分别为: 裸地种植 (T1)、春季覆膜 (T2) 和秋季覆膜 (T3), 试验重复3次, 共9个小区。每小区面积 60 m² (10 m×6 m)。秋覆膜处理于2013年11月进行提前覆膜; 其它处理于2014年4月26日进行整地、施肥和播种, 其中春覆膜处理于施肥后覆膜, 再打孔播种; 春玉米种植密度为 60 000 株/hm², 行距 50 cm, 株距 33 cm。播种 (或秋覆膜) 时施尿素 (N 46%) 520 kg/hm², 三元复合肥 (N 15%, P₂O₅ 15%, K₂O 15%) 300 kg/hm², 其他管理正常, 2014年9月22日收获。

1.3 样品采集

土壤样品于秋收后采集, 分别取各试验处理 (T1、T2 和 T3) 0~60 cm 土壤, 每 10 cm 一个层次, 样品采集后在室内自然风干后磨细, 过 0.15 mm 筛待用。

1.4 测定方法和计算方法

土壤全氮采用凯氏定氮法测定, 土壤全磷含量用 H₂SO₄-HClO₄ 消煮-钼锑抗比色法测定, 土壤全钾采用 NaOH 熔融-火焰光度法测定。

土壤全氮 (磷、钾) 累积量 (kg/hm²) = 土层厚度 (cm) × 土壤容重 (g/cm³) × 土壤全氮 (磷、钾) 含量 (g/kg) × 1 000/10。

1.5 数据处理

所得数据采用 Excel 2007 进行数据整理和作图, 使用 SPSS 19.0 进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 不同覆膜处理对土壤全氮累积量及剖面分布规律的影响

由表 1 可知, 3 种处理下土壤全氮含量变化各有不同, 其中秋覆膜处理下 0~60 cm 土层土壤全氮含量变化范围为 0.43~1.31 g/kg (平均含氮量 0.69 g/kg), 全氮累积量为 5 375.76 kg/hm²; 春覆膜处理下各土层全氮含量为 0.55~1.41 g/kg (平

均含氮量 0.79 g/kg), 全氮累积量高于秋覆膜, 为 6 190.40 kg/hm²; 裸地处理平均含氮量为 0.76 g/kg, 累积量 5 953.39 kg/hm²。由此可见, 秋覆膜处理下作物收获后土体中留存的全氮累积量最少, 说明在秋覆膜条件下作物能够吸收利用更多的土壤氮养分。通过计算, 发现 0~40 cm 土层春覆膜与秋覆膜处理下土壤全氮累积量较裸地处理分别提高 34.4% 和 21.0%, 表现为春覆膜>秋覆膜>裸地; 而 40~60 cm 土层, 裸地处理全氮累积量为秋覆膜处理的 2.16 倍, 同时比春覆膜处理高 65.7%, 即裸地>春覆膜>秋覆膜, 这也说明了覆膜可使土壤氮素上移, 有助于利用较深层次氮素资源。

表 1 不同处理土壤剖面全氮含量和全氮累积量

	土壤层次 (cm)	处理		
		春覆膜	秋覆膜	裸地
全氮 含量 (g/kg)	0~10	1.41 ± 0.32a	1.31 ± 0.55a	1.09 ± 0.20b
	10~20	0.89 ± 0.12a	0.72 ± 0.04ab	0.63 ± 0.02b
	20~30	0.67 ± 0.08ab	0.81 ± 0.02a	0.52 ± 0.01b
	30~40	0.64 ± 0.06a	0.43 ± 0.04b	0.45 ± 0.01b
	40~50	0.59 ± 0.71b	0.43 ± 0.98b	1.00 ± 0.58a
	50~60	0.55 ± 0.07b	0.44 ± 0.52b	0.88 ± 0.98a
全氮 累积量 (kg/hm ²)	0~40	4 713.76	4 244.05	3 507.07
	40~60	1 476.64	1 131.71	2 446.32
	0~60	6 190.40	5 375.76	5 953.39

注: 表中同列不同小写字母表示差异达 0.05 显著水平, 下同。

3 种处理下土壤全氮的剖面分布情况也各不相同 (图 1)。春覆膜处理下土壤全氮在土体内随深度增加呈现减少的趋势, 秋覆膜处理总体上也表现为从表层向下的减少趋势, 而裸地处理全氮量则呈现先减少再增加的趋势。

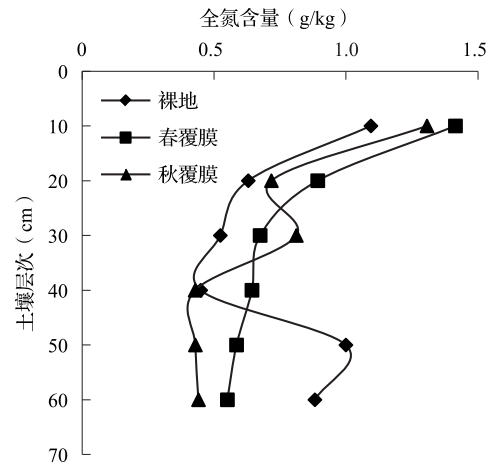


图 1 不同覆膜处理土壤全氮剖面分布规律

2.2 不同覆膜处理对土壤全磷累积量及剖面分布规律的影响

由表2可知,不同覆膜条件下土壤全磷含量变化有所不同,春覆膜、秋覆膜和裸地处理下0~60 cm土层土壤全磷含量变化范围分别为0.52~0.86 g/kg、0.52~0.94 g/kg和0.54~0.86 g/kg;通过对土壤全磷累积量的计算可知,0~40 cm土层,秋覆膜处理的全磷累积量比裸地处理高17.0%,而40~60 cm土层的全磷累积则表现为裸地处理比春覆膜和秋覆膜处理分别提高44.2%和39.4%;说明覆膜同样有助于利用下层磷素资源,可使不易移动的土壤磷素随溶质发生一定程度的上移。3种处理0~60 cm土层土壤全磷累积量分别为4 967.86、5 588.52和5 543.27 g/kg,秋覆膜处理全磷累积量可比春覆膜处理提高12.49%。

表2 不同处理土壤剖面全磷含量和全磷累积量

	土壤层次 (cm)	处理		
		春覆膜	秋覆膜	裸地
全磷 含量 (g/kg)	0~10	0.86±0.00a	0.94±0.07a	0.86±0.12a
	10~20	0.71±0.06a	0.74±0.03a	0.71±0.00a
	20~30	0.62±0.07b	0.88±0.71a	0.63±0.04b
	30~40	0.58±0.07a	0.65±0.12a	0.54±0.05a
	40~50	0.54±0.02b	0.57±0.07b	0.77±0.03a
全磷 累积量 (kg/hm ²)	0~40	3 593.42	4 166.25	3 560.88
	40~60	1 374.44	1 422.27	1 982.39
	0~60	4 967.86	5 588.52	5 543.27

各处理的全磷剖面分布规律(图2)显示,与全氮分布相似,两种覆膜处理全磷含量总体上均随土壤深度增加而减少。裸地处理在0~40 cm土层

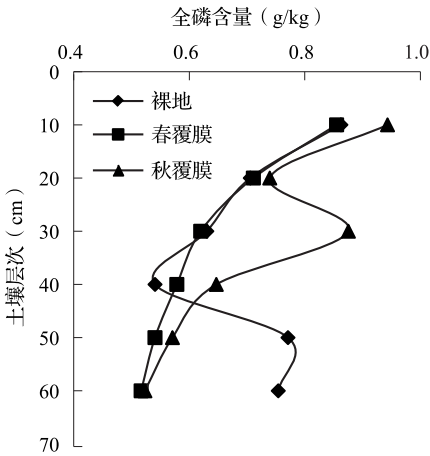


图2 不同覆膜处理土壤全磷剖面分布规律

全磷含量也随土壤深度增加而减少,且其含量总体上低于春覆膜和秋覆膜处理,但在40~60 cm土层,其全磷含量有所上升。春覆膜处理的磷含量多集中于0~20 cm土层,秋覆膜处理集中于0~30 cm土层,而裸地处理的全磷除在表层含量较高外,40~60 cm土层也是全磷集中层次。

2.3 不同覆膜处理对土壤全钾累积量及剖面分布规律的影响

试验结果(表3)表明,各层次土壤全钾含量无较大差距,但处理间全钾含量差异显著。春覆膜、秋覆膜和裸地3种处理下土壤全钾含量(0~60 cm剖面平均含钾量)分别为28.75、29.33和26.83 g/kg,即秋覆膜>春覆膜>裸地。通过对土壤全钾累积量的计算可知,0~60 cm土层秋覆膜(228 762.60 g/kg)与春覆膜(224 235.34 g/kg)处理下土壤全钾累积量分别比裸地处理(210 598.26 g/kg)高8.6%和6.5%。其中,0~40 cm土层春覆膜与秋覆膜处理下土壤全钾累积量分别比裸地高6.4%和5.1%;40~60 cm土层2种覆膜处理分别比裸地高6.7%和16.3%。

表3 不同处理土壤剖面全钾含量和全钾累积量

	土壤层次 (cm)	处理		
		春覆膜	秋覆膜	裸地
全钾 含量 (g/kg)	0~10	30.12±0.26a	29.28±0.02a	27.00±1.17b
	10~20	28.79±0.24a	27.97±0.47a	27.90±1.51a
	20~30	29.02±0.01a	29.32±0.31a	27.40±1.49b
	30~40	30.16±0.39a	30.08±1.14a	27.70±1.36b
	40~50	27.08±0.71ab	29.54±1.19a	26.00±0.96b
全钾 累积量 (kg/hm ²)	0~40	153 519.09	151 639.79	144 298.25
	40~60	70 716.25	77 122.81	66 300.01
	0~60	224 235.34	228 762.60	210 598.26

0~60 cm土壤全钾剖面分布规律(图3)显示,各处理土壤全钾含量在剖面分布上均无显著变化,即使是表层土壤也没有显示出全钾聚集的特征。

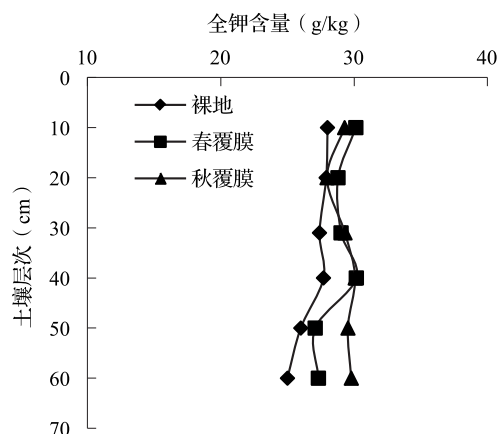


图3 不同覆膜处理土壤全钾剖面分布规律

3 结论与讨论

在辽西半干旱区,覆膜可有效提高0~40 cm 土层土壤全量氮、磷、钾的累积量,与裸地相比,春覆膜与秋覆膜可使土壤全氮累积量提高34.4%和21.0%,全钾提高6.4%和5.1%,秋覆膜处理下全磷累积量增加17.0%;40~60 cm 土层,裸地处理全氮和全磷累积量显著高于2种覆膜处理。

从养分的剖面分布规律来看,覆膜处理土壤全氮和全磷随剖面深度的增加呈逐渐减少规律,裸地处理呈现先减少再增加的规律。不同处理间土壤全钾累积量差异显著,但剖面分布规律相似,即随剖面加深全钾含量均无显著变化。

本项研究中,3种处理0~10 cm 土层全氮、全磷含量均高于10~60 cm 土层,这可能归因于以下两方面:一是试验中施肥集中于表层,因此0~10 cm 土层的养分输入量相应高于其它土壤层次;二是作物根系大多集中于20~40 cm 土层,因此该层次养分消耗量相对高于0~10 cm 土层。而在40~60 cm 土层,裸地处理土壤全氮和全磷含量高于秋覆膜和春覆膜处理,这是因为一方面裸地处理没有地膜保护,降水后氮、磷等随水向深层移动;而秋覆膜和春覆膜处理,由于地膜覆盖的保护作用,缺乏降水淋洗,因此深层累积量少,表层含量高^[19];另一方面覆膜可改善土壤水热条件^[20-22],膜下深层土壤中的水分由于毛管作用而不断上升,水分含量的多少及其在土体内的运移状况对土壤中的养分特别是依靠质流作用在土体内移动的营养元素有很大影响。

参考文献:

[1] Chen Y L, Liu T, Tian X H, et al. Effects of plastic film com-

bined with straw mulch on grain yield and water use efficiency of winter wheat in Loess Plateau [J]. Field Crops Research, 2015, (172): 53-58.

- [2] Zhao H, Wang R Y, Ma B L, et al. Ridge-furrow with full plastic film mulching improves water use efficiency and tuber yields of potato in a semiarid rainfed ecosystem [J]. Field Crops Research, 2014, (161): 137-148.
- [3] 黄高宝, 方彦杰, 李玲玲, 等. 旱地全膜双垄沟播玉米高用水机制研究 [J]. 干旱地区农业研究, 2010, 28 (6): 116-121.
- [4] 李世清, 李东方. 半干旱农田生态系统地膜覆盖的土壤生态效应 [J]. 西北农林科技大学学报, 2003, 31 (5): 21-29.
- [5] 王树森, 邓根云. 地膜覆盖增温机制研究 [J]. 中国农业科学, 1991, (3): 74-78.
- [6] 李荣, 王敏, 贾志宽, 等. 渭北旱塬区不同沟垄覆盖模式对春玉米土壤温度、水分及产量的影响 [J]. 农业工程学报, 2012, (2): 106-113.
- [7] 夏自强, 蒋洪庚, 李琼芳, 等. 地膜覆盖对土壤温度、水分的影响及节水效益 [J]. 河海大学学报, 1997, (2): 41-47.
- [8] 信东旭, 张玉龙, 黄毅, 等. 不同时期覆膜对辽西旱地农田土壤墒情及春玉米产量的影响 [J]. 干旱地区农业研究, 2009, 27 (6): 114-118.
- [9] Bu L D, Liu J L, Zhu L, et al. Attainable yield achieved for plastic film-mulched maize in response to nitrogen deficit [J]. European Journal of Agronomy, 2014, (55): 53-62.
- [10] 刘春生, 杨吉华, 马玉增, 等. 对板栗园树盘土壤双重覆盖的效应研究 [J]. 农业工程学报, 2004, 20 (1): 69-71.
- [11] 冯晨, 孙占祥, 郑家明, 等. 辽西半干旱区秋覆膜对土壤水分及玉米水分利用效率的影响 [J]. 干旱地区农业研究, 2016, 34 (2): 9-14.
- [12] 高亮, 张维宏, 杜雄, 等. 覆膜和补灌对杂交谷子产量形成与水分利用效率的影响 [J]. 作物学报, 2017, 43 (1): 122-132.
- [13] 朱伟, 黎晓, 李会杰, 等. 黄土旱塬垄作覆膜栽培土壤水分及温度变化研究 [J]. 干旱地区农业研究, 2016, 34 (6): 32-40.
- [14] 李玉玲, 张鹏, 张艳, 等. 旱区集雨种植方式对土壤水分、温度的时空变化及春玉米产量的影响 [J]. 中国农业科学, 2016, 49 (6): 1084-1096.
- [15] 杨建房, 李思恩, 丁日升, 等. 基于 ECH₂O 的覆膜对土壤水热状况影响的试验研究 [J]. 灌溉排水学报, 2012, 31 (1): 69-72.
- [16] 何进勤, 雷金银, 冒辛平, 等. 马铃薯覆膜方式对土壤氮磷钾养分与产量的影响 [J]. 中国土壤与肥料, 2017, (2): 35-41.
- [17] 路兴花, 吴良欢, 庞林江, 等. 连续覆膜旱作稻氮、磷、钾养分分布特征探讨 [J]. 土壤通报, 2010, 41 (1): 145-149.
- [18] 周丽娜, 雷金银. 覆膜方式对坡耕地春玉米产量、土壤水分和养分的影响 [J]. 中国农学通报, 2014, 30 (33): 20-25.
- [19] 黎晓, 朱伟, 杨沙沙, 等. 旱地垄沟覆膜栽培对土壤硝酸

- 盐时空分布和玉米产量的影响 [J]. 中国土壤与肥料, 2016, (5): 110-117.
- [20] 霍铁珍, 郭彦芬, 韩翠莲, 等. 不同覆膜处理对土壤水热效应及春玉米产量的影响 [J]. 水土保持研究, 2016, 23 (5): 124-128.
- [21] 景东田. 陇东旱塬区冬小麦不同覆膜方式对土壤水热及产量的影响 [J]. 干旱地区农业研究, 2016, 34 (4): 218-224.
- [22] 胡亚瑾, 吴淑芳, 冯浩, 等. 宽垄窄行覆膜种植对夏玉米土壤水热及产量的影响 [J]. 灌溉排水学报, 2016, 35 (10): 8-12.

Effect of different mulching condition on total N, P and K content in different soil layers in semi-arid area of Liaoning province

FENG Chen¹, SUN Zhan-xiang^{1*}, WANG Bao-rong², ZHENG Jia-ming^{1*}, FENG Liang-shan¹, ZHANG Zhe¹, BAI Wei¹, YANG Ning¹, GUAN Lian-zhu³ (1. Institute of Crop Cultivation and Farming System, Liaoning Academy of Agricultural Sciences, Shenyang 110161; 2. Resource and Environmental College, Northwest Agriculture & Forestry University, Yangling 712100; 3. Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161)

Abstract: To clarify the soil nutrient content and distribution in semi-arid area of Liaoning province, a field study was conducted at Fuxin Science Observation Research Station of Agricultural Environment and Cultivated Land Conservation, including the treatments of non-mulched, film mulching in spring and film mulching in autumn. The total soil N, P and K contents in different soil layers were measured and analyzed. The results showed that mulching increased the content of total N and P in 0~40 cm soil layer. The total N was increased by 34.4% and 21.0% by mulching in the spring and autumn, respectively. The total P was increased by 17.0% by the treatment of mulching in the autumn. In 40~60 cm soil layer, the content of total N and P of non-mulched treatment was higher than that of mulching treatments. The total N accumulation was increased by 65.7% in contrast to the treatment of mulching in the spring, and 2.16 times higher than that of mulching in the autumn. The total P of non-mulching treatment was 44.2% and 39.4% higher than that of mulching in the spring and autumn, respectively. There were significant differences of total K among three treatments, which showed the order of mulching in autumn > mulching in spring > non-mulched. The soil profile nutrient distribution was different in three treatments. The total N and P in mulching treatments decreased as the soil layer getting deeper, while the non-mulched treatment decreased first and then increased. The distribution of total K in the three treatments were similar to each other, there was no significant variation among different layers in all treatments, even if on the top of the soil.

Key words: film mulching in autumn; film mulching in spring; soil nutrient content; distribution of soil nutrients