

耕作方式与土壤调理剂互作对土壤理化性质及花生产量的影响

司贤宗¹,毛家伟¹,张翔¹,李亮¹,李国平¹,余辉²
(1.河南省农业科学院 植物营养与资源环境研究所,河南 郑州 450002;
2.正阳县花生研究所,河南 正阳 463600)

摘要:采用大田裂区随机区组设计试验,研究了耕作方式(垄作、平作)与土壤调理剂互作对花生土壤理化性质及产量的影响,旨在为砂姜黑土区花生的高产栽培提供科学依据。结果表明,垄作和土壤调理剂互作能增加土壤 pH 值和盐分含量,降低土壤水分含量、硬度和容重,提高花生叶片 SPAD 值,增加花生株高、侧枝长、分枝数、结果枝数,进而提高产量。垄作方式比平作方式花生增产 5.7%~12.0%;在平作、垄作方式下,施用土壤调理剂均能使花生增产,增产幅度分别为 7.4%~18.6%、5.6%~25.6%,不同土壤调理剂对花生增产的大小顺序为秸秆灰分>生物碳>腐殖酸。综上,采用垄作并增施秸秆灰分的处理花生产量最高,对土壤理化性质改善较佳,建议在花生生产上示范应用。

关键词:耕作方式;土壤调理剂;花生;产量;土壤理化性质

中图分类号: S565.2;S156.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2015)11-0041-04

Effects of Interaction of Tillage Method with Soil Conditioner on Soil Physicochemical Properties and Peanut Yield

SI Xianzong¹, MAO Jiawei¹, ZHANG Xiang¹, LI Liang¹, LI Guoping¹, YU Hui²
(1. Institute of Plant Nutrition, Resource and Environment, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China; 2. Zhengyang Institute of Peanut, Zhengyang 463600, China)

Abstract: The effects of interaction of tillage method (ridge tillage and conventional flat-tillage) with soil conditioner on soil physicochemical properties and peanut yield were studied by field experiment with split-plot randomized block design, so as to provide scientific basis for peanut high-yield cultivation in lime concretion black soil area. The results indicated that the interaction of ridge tillage with soil conditioner decreased the soil water content, bulk density and surface hardness, increased the soil pH value and salt concentration, leaf SPAD values, plant height, lateral branch length, branch number, fruit branch number. The ridge tillage increased the peanut yield by 5.7%—12.0%, compared with conventional flat-tillage. Soil conditioner application increased the peanut yield by 7.4%—18.6% under conventional flat-tillage, and 5.6%—25.6% under ridge tillage, compared with the treatment without soil conditioner, and the effect order of soil conditioner was straw ash > biochar > humic acid. Based on these results, the treatment with straw ash under ridge tillage had the highest yield and better improvement for soil, which could be recommended for demonstration application in peanut production.

Key words: tillage method; soil conditioner; peanut; yield; soil physicochemical properties

收稿日期:2015-05-10
基金项目:河南省花生产业技术体系项目(S2012-05-02);河南省农业科学院自主创新基金项目;河南省重大科技攻关项目(122101110600)
作者简介:司贤宗(1975-),男,河南夏邑人,助理研究员,博士,主要从事经济作物施肥研究。E-mail:sixianzong@163.com

夏花生生育期间降水量占全年降水量的50% ~ 80%,易造成田间积水,形成渍害,使花生产量降低、品质下降,甚至荚果烂在田间,造成绝收^[1]。花生垄作有利于排水防涝,改善花生的生长环境,增加花生产量^[2-3]。花生是忌连作作物^[4],随着花生种植面积的不断扩大,花生主产区连作比较普遍。连作导致花生病害发生严重,并造成减产^[5];连作年限越长,减产幅度越大,花生连作3 a后减产可达10%以上^[6]。施用土壤调理剂能增加花生产量、有效缓解花生连作障碍^[7]。研究表明,施用腐殖酸肥料能显著增加花生产量^[8-10];施用生物碳能改变土壤有机碳组成,提高土壤肥力,增加花生产量^[11];施用炭基缓释花生专用肥能增加地温,提高花生出苗率,增产效果显著^[12];施用草木灰不仅能增加花生产量,还能有效预防花生的青枯病^[13-14]。目前,尚未见关于耕作方式与土壤调理剂互作对花生产量影响的报道。为此,本研究围绕砂姜黑土自身特点和花生连作障碍对花生生产不利的问题,在起垄和平作2种耕作方式下,研究耕作方式与土壤调理剂互作对土壤理化性质及花生产量的影响,旨在为砂姜黑土花生高产、优质和花生连作土壤改良提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

试验于2014年6月—10月在河南省正阳县兰青乡花生试验田进行。试验田土壤为砂姜黑土,质地为黏壤,地势平坦,土壤肥力均匀,排灌条件良好。耕层土壤基础地力:有机质13.25 g/kg、全氮0.87 g/kg、速效氮83.6 mg/kg、速效磷35.8 mg/kg、速效钾118.9 mg/kg,pH值5.8。

1.2 试验设计

试验采用裂区随机区组排列设计,主区为耕作方式(平作和垄作),副区为3种土壤调理剂,共设8个处理。T1:平作,不施土壤调理剂;T2:平作,施用腐殖酸1 500 kg/hm²;T3:平作,施用生物碳1 500 kg/hm²;T4:平作,施用秸秆灰分1 500 kg/hm²;T5:垄作,不施土壤调理剂;T6:垄作,施用腐殖酸1 500 kg/hm²;T7:垄作,施用生物碳1 500 kg/hm²;T8:垄作,施用秸秆灰分1 500 kg/hm²。腐殖酸、生物碳、秸秆灰分的价格相同,不考虑其养分含量。试验各处理氮、磷、钾用量相同,分别为N 150 kg/hm²、P₂O₅ 150 kg/hm²、K₂O 225 kg/hm²,肥料及调理剂全部基施。试验小区面积为3 m×5 m,3次重复,随机排列。

供试花生品种为远杂9307,于6月10日播种,种植密度为18.75万穴/hm²,每穴种植2粒种子,垄

作行、株距分别为33.3 cm、16.0 cm,平作行、株距分别为37.5 cm、14.2 cm,花生于6月20日出苗,9月24日收获。其他田间管理按照一般丰产大田进行。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 土壤理化性质 在花生开花期,采用农业环境监测仪测定每个处理0~20 cm耕层土壤的温度、水分、盐分、硬度和pH值。在花生收获期,测定0~20 cm耕层土壤的容重(环刀法)和pH值。

1.3.2 叶绿素含量 在花生苗期、开花期、结荚期、饱果期,每个处理取有代表性的5株花生,每株取5片新展开叶,采用植物养分测定仪(TYS-4N型)测定花生叶片SPAD值。

1.3.3 农艺性状及产量 在花生成熟时,每个处理采集有代表性的10株花生测定其株高、侧枝长、结果枝数等农艺性状;同时每个处理取4 m²的花生进行收获、晾晒、称质量计产。

1.4 数据分析

试验数据采用Excel 2007软件进行初步整理;用DPS软件对试验数据进行方差分析;用Duncan's新复极差法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 耕作方式与土壤调理剂互作对耕层土壤理化性质的影响

2.1.1 耕作方式与土壤调理剂互作对开花期土壤温度、水分含量、盐分含量、硬度和pH值的影响

开花期是花生从营养生长转为生殖生长的关键时期,此时花生的枝叶还未封行,耕作方式与土壤调理剂互作对土壤温度、水分含量、盐分含量、硬度和pH值的影响较大。由表1可知,在花生开花期,T5、T6、T7、T8处理的耕层土壤盐分含量和pH值均分别高于T1、T2、T3、T4处理,而水分含量则与之相反,表明垄作方式的耕层土壤盐分含量和pH值高于平作,耕层土壤水分含量则低于平作。2种耕作方式下,不同土壤调理剂处理耕层土壤盐分含量、水分含量和pH值均表现为T8>T7>T6>T5、T4>T3>T2>T1,表明无论垄作方式,还是平作方式,施用秸秆灰分处理的耕层土壤盐分含量、水分含量和pH值均最高,施用生物碳处理居中,施用腐殖酸处理较低。T5、T6、T7、T8处理的耕层土壤硬度分别低于T1、T2、T3、T4处理,表明垄作方式的耕层土壤硬度低于平作方式。耕作方式和土壤调理剂对耕层土壤的温度均没有明显的影响。

表 1 耕作方式与土壤调理剂互作对开花期土壤温度、水分含量、盐分含量、硬度和 pH 值的影响

处理	温度/℃	盐分含量/%	水分含量/%	硬度/(kg/cm ²)	pH
T1	26.60a	0.53d	10.50d	0.7a	4.61d
T2	26.80a	0.55d	13.40c	0.7a	4.92bc
T3	26.80a	0.78c	16.50ab	0.7a	4.96b
T4	26.90a	1.06ab	17.80a	0.7a	5.08ab
T5	26.60a	0.93b	8.00e	0.6b	4.84c
T6	26.80a	0.96b	12.30c	0.6b	4.99b
T7	26.80a	1.09a	15.40b	0.6b	5.07ab
T8	27.00a	1.19a	16.10ab	0.6b	5.18a

注:同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著,下同。

2.1.2 耕作方式与土壤调理剂互作对收获期土壤容重和 pH 值的影响 由表 2 可知,在花生收获期,T5、T6、T7、T8 处理的耕层土壤容重分别低于 T1、T2、T3、T4 处理;2 种耕作方式下,土壤容重表现为 T8 < T7 < T6 < T5、T4 < T3 < T2 < T1。表明,垄作方式的耕层土壤容重低于平作方式;2 种耕作方式下,施用土壤调理剂均能降低耕层土壤容重,且施用秸秆灰分处理的耕层土壤容重最低,其次是施用生物碳处理、施用腐殖酸处理。T5、T6、T7、T8 处理的耕层土壤 pH 值分别高于 T1、T2、T3、T4 处理,表明垄作方式的耕层土壤 pH 值略高于平作方式。土壤 pH 值表现为 T8 > T7 > T6 > T5、T4 > T3 > T2 > T1,表明 2 种耕作方式下,施用秸秆灰分处理的耕层土壤 pH 值最高,其次是施用生物碳处理、施用腐殖酸处理。

表 2 耕作方式与土壤调理剂互作对收获期土壤容重和 pH 值的影响

处理	容重/(g/cm ³)	pH
T1	1.49a	5.26a
T2	1.43ab	5.30a
T3	1.42ab	5.36a
T4	1.37bc	5.39a
T5	1.42ab	5.28a
T6	1.41ab	5.34a
T7	1.31c	5.43a
T8	1.30c	5.46a

2.2 耕作方式与土壤调理剂互作对花生叶片叶绿素含量的影响

从表 3 可以看出,在花生不同生育时期,T5、T6、T7、T8 处理的叶片 SPAD 值分别高于 T1、T2、T3、T4 处理,表明垄作方式下花生叶片叶绿素含量略高于平作方式;2 种耕作方式下,SPAD 值表现为 T8 > T7 > T6 > T5、T4 > T3 > T2 > T1,表明无论垄作方式,还是平作方式,施用秸秆灰分处理的花生叶片叶绿素含量最高,施用生物碳处理、施用腐殖酸处理次之;随着生育期的推移,所有处理花生叶片 SPAD

值总体上均先增加,在结荚期达到最高值,然后降低。花生叶片 SPAD 值高表明花生叶片颜色较浓绿,土壤供肥能力强。因此,施用秸秆灰分最能提高土壤的供肥能力,增加花生对营养元素的吸收利用。

表 3 耕作方式与土壤调理剂互作对花生不同生育时期叶片 SPAD 值的影响

处理	苗期	开花期	结荚期	饱果期
T1	33.7c	34.4b	38.5b	34.9b
T2	37.2abc	36.4ab	42.9a	38.4ab
T3	39.2ab	38.3ab	43.9a	40.17ab
T4	39.5a	39.0a	44.4a	42.2ab
T5	34.8bc	37.0ab	42.8a	37.0ab
T6	37.5abc	38.2ab	43.8a	39.1ab
T7	40.3a	40.1a	45.9a	42.5ab
T8	40.5a	40.4a	47.0a	44.9a

2.3 耕作方式与土壤调理剂互作对花生农艺性状及产量的影响

由表 4 可知,增施土壤调理剂可以提高花生株高、侧枝长,增加花生分枝数、结果枝数,进而提高花生生产量,土壤调理剂对花生农艺性状及产量的影响次序表现为秸秆灰分 > 生物碳 > 腐殖酸,平作方式和垄作方式下,施用土壤调理剂的增产幅度分别在 7.4% ~ 18.6%、5.6% ~ 25.6%;与平作方式相比,垄作方式更有利于提高花生株高、侧枝长,增加花生分枝数、结果枝数,进而提高花生生产量,垄作方式花生生产量较平作方式提高 5.7% ~ 12.0%,平均增产 8.5%。方差分析结果表明,土壤调理剂对花生产量的影响达到极显著水平($P=0.003$),耕作方式与土壤调理剂的交互作用对花生产量的影响没有达到显著水平。

表 4 耕作方式与土壤调理剂互作对花生农艺性状及产量的影响

处理	株高/cm	侧枝长/cm	分枝数/个	结果枝数/个	产量/(kg/hm ²)
T1	26.8c	30.0b	8.0b	7.3b	3 903.1d
T2	29.3bc	31.3b	10.0ab	7.7b	4 191.1cd
T3	35.0ab	33.8ab	10.1ab	8.6ab	4 500.5b
T4	37.0a	37.2ab	10.6ab	9.7ab	4 628.5b
T5	28.7c	30.7b	9.0ab	8.7ab	4 126.0cd
T6	30.3bc	34.0ab	10.7ab	9.8ab	4 356.0bc
T7	35.0ab	37.7ab	10.8ab	10.1ab	5 025.0a
T8	37.2a	40.0a	11.7a	11.3a	5 183.4a

3 结论与讨论

垄作种植能提高花生生产量。汤丰收等^[1]研究认为,花生垄作能增加土壤的通透性,改善花生的生长环境,促进根系发育,花生增产 15.00% ~ 17.74%。李东广等^[2]研究表明,花生垄作加高加

厚了活土层,使花生壮苗早发,主茎高度降低2~4 cm,分枝长降低3~5 cm,缩短了果针与地面的距离,使果针入土快、入土早,花生结果时间提前,花生结果早、结果多,花生产量增加25%以上。本研究结果表明,垄作能降低土壤的硬度、容重、水分含量,明显增加耕层土壤盐分含量,花生产量增加5.7%~12.0%,平均增产8.5%,这与汤丰收等^[1]研究结果基本一致;垄作能增加花生的主茎高、侧枝长、分枝数和结果枝数,这与李东广等^[2]的研究结果不一致,可能是因为土壤肥力、施肥水平不同造成的。与平作相比,垄作耕层土壤水分含量降低,这是因为垄作增加了土壤的蒸发面积,水分蒸发量相应增加,但与此同时溶液中的有效养分随着水分向茎体土壤运移,并保留在茎体土壤中,增加了茎体土壤的养分供应能力,进而增加花生产量。

施用土壤调理剂能促进花生生长发育,提高花生产量。刘小虎等^[12]研究表明,施用生物炭和炭基缓释花生专用肥,在生育前期有明显的增温作用,有利于花生出苗,提高了花生的出苗率;土壤中速效氮、磷、钾含量明显高于施用普通氮、磷、钾肥的处理,与普通氮、磷、钾肥相比土壤铵态氮和硝态氮含量分别提高了4.8%和13.0%,速效磷含量提高了9.0%,速效钾含量提高了4.2%。杨红霞^[14]研究表明,施用草木灰花生株高增加4.6~8.2 cm,单窝分枝数增加0.7~1.6枝,荚果产量增加54.4%。而王丛丛等^[13]研究认为,施用草木灰能增加单株结果数,比裸地栽培花生增产4.49%。刘兰兰等^[8]研究认为,与施用等量氮、磷、钾肥料比较,施用腐殖酸复合肥增加了花生主茎高度、第一对侧枝长度,使花生荚果产量增加9.6%。张利民等^[9]研究认为,施用活性腐殖酸缓释肥花生主茎高度降低,侧枝长度缩短,花生荚果产量增加9.9%~10.4%。孙伟等^[10]研究则认为,施用活性腐殖酸缓释肥花生增产11.6%,而花生的主茎高、侧枝长差别不大,花生增产的主要原因是腐殖酸缓释肥可使肥效后移,防止花生早衰效果较好,促进荚果的饱满度,提高单株生产力。本研究结果表明,施用腐殖酸、生物炭和秸秆灰分均能提高土壤pH值和盐分含量,增加花生的主茎高、侧枝长、分枝数和结果枝数,花生荚果产量

分别增加5.6%~7.4%、15.3%~21.8%和18.6%~25.6%,这与前人^[8,12-13]的研究结果基本一致。

参考文献:

- [1] 汤丰收,臧秀旺,韩锁义,等.淮河流域夏播花生规范化种植技术集成与示范[J].河南农业科学,2012,41(6):54-57.
- [2] 李东广,余辉.花生垄作增产机理及配套栽培技术[J].农业科技通讯,2008(2):103-104.
- [3] 宋来梅.生态环境下农业垄作花生生产技术的运用[J].现代园艺,2013(4):35.
- [4] 张翔,毛家伟,司贤宗,等.不同种类有机肥与钼肥配施对连作花生生长发育及产量、品质的影响[J].中国油料作物学报,2014,36(4):489-493.
- [5] 徐瑞富,王小龙.花生连作田土壤微生物群落动态与土壤养分关系研究[J].花生学报,2003,32(3):19-24.
- [6] 黄玉茜,韩立思,韩晓日,等.辽宁风沙土区连作年限对花生光合特性和产量的影响[J].沈阳农业大学学报,2011,42(4):438-442.
- [7] 刘美昌,郑亚萍,王才斌,等.连作对花生生育的影响及其缓解措施研究[J].中国农学通报,2006,30(9):144-148.
- [8] 刘兰兰,史春余,万勇善,等.腐殖酸和氨基酸肥料对花生生长和产量的影响[J].山东农业科学,2007(1):67-68,71.
- [9] 张利民,任志红,陈建生,等.活性腐殖酸缓释肥对不同花生品种生长发育和产量的影响[J].花生学报,2014,43(1):61-64.
- [10] 孙伟,赵孝东,谭忠,等.活性腐殖酸缓释肥在花生种植上的应用试验[J].农业科技通讯,2014(10):125-127.
- [11] 马莉,吕宁,冶军,等.生物炭对灰漠土有机碳及其组分的影响[J].中国生态农业学报,2012,20(8):976-981.
- [12] 刘小虎,赖鸿雁,韩晓日,等.炭基缓释花生专用肥对花生产量和土壤养分的影响[J].土壤通报,2013,44(3):698-702.
- [13] 王丛丛,郑奕雄,曾永三,等.不同覆盖处理对花生病害及产量的影响[J].广东农业科学,2012,39(20):9-11.
- [14] 杨红霞.施用不同肥料对花生产量的影响[J].农技服务,2010,27(3):325-326.