

doi: 10.11838/sfsc.20160320

耕作方式与土壤调理剂互作对花生产量和品质的影响

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产量及品质的影响。结果表明, 垄作方式比平作方式花生增产 5.7% ~ 12.0%; 无论是平作或垄作方式下, 与对照相比, 施用不同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 > 生物炭 > 腐植酸。垄作和土壤调理剂互作能显著增加花生的饱果数、百果重、出仁率、花生株高、侧枝长、分枝数和结果枝数, 提高花生籽粒中的氮、磷和钾含量, 增加花生蛋白质和粗脂肪的产量。本试验条件下, 采用起垄与增施秸秆灰分互作的处理的花生产量、蛋白质产量和粗脂肪产量均最高。

关键词: 耕作方式; 土壤调理剂; 花生; 产量; 品质

中图分类号: S156.2; S344; S565.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-6257 (2016) 03-0122-05

夏花生生育期间, 尤其是生长后期降雨频繁、降雨量大, 易造成田间积水, 形成渍害, 花生产量、品质明显受到影响, 严重时荚果在土壤中腐烂^[1]; 垄作有利于花生田排水防涝, 改善花生的生长环境, 增加花生的产量^[2-3]。随着花生种植面积的不断扩大, 花生主产区连作比较普遍^[4]。连作年限越长, 病虫害发生越严重, 减产幅度也越大, 花生连作 3 年后减产可达 10% 以上^[5-6]。有关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]的研究报道较多, 有关研究表明, 施用腐植酸肥料能显著增加花生产量^[8-10]; 施用生物炭和炭基缓释花生专用肥, 不仅能改变土壤有机碳组成, 提高土壤肥力, 增加花生产量^[11], 还能增加地温, 提高花生的出苗率, 花生增产效果显著^[12]; 施用草木灰也能增加花生产量^[13]; 但有关耕作方式与土壤调理剂互作对花生产量和品质的影响还未见报道。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, 通过花生在起垄和平作两种耕作方式下, 研究耕作方式与土壤调理剂互作对花生生长、产量和品质的影响, 旨在为砂姜黑土区

花生高产、优质和花生连作土壤改良提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2014 年 6 ~ 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, 质地为粘壤, 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 $13.25 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 全氮 $0.87 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 碱解氮 $83.6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 有效磷 (P) $35.8 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 速效钾 (K) $118.9 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, pH 值 5.8。

1.2 试验设计

试验采用裂区随机区组排列, 小区面积为 15 m^2 ($3 \text{ m} \times 5 \text{ m}$), 3 次重复, 随机排列, 主处理为耕作方式 (平作和垄作), 副处理为 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, 施用腐植酸 ($1500 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$); T3 平作, 施用生物炭 ($1500 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$); T4 平作, 施用秸秆灰分 ($1500 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$); T5 垄作, 不施土壤调理剂; T6 垄作, 施用腐植酸 ($1500 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$); T7 垄作, 施用生物炭 ($1500 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$); T8 垄作, 施用秸秆灰分 ($1500 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)。腐植酸、生物炭、秸秆灰分的价格低廉, 基本相同, 施用量是结合前人研究结果, 适当增加用量, 充分发挥不同调理剂的改良土壤的作用。

收稿日期: 2015-03-13; 最后修订日期: 2015-09-16

基金项目: 河南省花生产业技术体系 (S2012-05-02); 河南省农业科学院自主创新专项基金; 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。

试验各处理的氮、磷、钾用量均相同,分别为 $N\ 150\ kg \cdot hm^{-2}$ 、 $P_2O_5\ 150\ kg \cdot hm^{-2}$ 、 $K_2O\ 225\ kg \cdot hm^{-2}$, 肥料全部作基肥施用。供试花生品种为远杂 9307, 花生种植密度均为 $18.75\ 万穴 \cdot hm^{-2}$ (每穴种植 2 粒种子, 垄作行、株距离分别为 33.3、16.0 cm, 平作行、株距离分别为 37.5、14.2 cm), 花生于 6 月 10 日播种, 6 月 20 日出苗, 9 月 24 日收获。其它田间管理按照一般大田进行。

1.3 样品采集与分析

土壤样品采集与分析: 整地施肥前采集基础土壤 (0~20 cm) 样品 1 kg, 测定基础地力^[14]。

花生籽粒品质分析: 选取有代表性的籽粒样品, 分别按照 GB 5009.5—2010 国家标准测定含氮量, 并折算成蛋白质含量, 按照 GB/T 5009.87—2003 测定磷含量; 按照 GB/T 5009.91—2003 测定钾含量, 按照 GB/T 14772—2008 测定粗脂肪含量; 按照 GB/T 17377—2008 测定脂肪酸组分相对百分含量。花生蛋白质产量 = 蛋白质含量 × 花生籽粒产量; 花生粗脂肪产量 = 粗脂肪含量 × 花生籽粒产量。

1.4 收获与计产

花生成熟时, 每个处理分别取 $4\ m^2$ 进行收获、晾晒、称重计产; 同时每个处理采集有代表性的 10 株花生进行考种, 测定其株高、侧枝长、分枝数、结果枝、单株结果数 (饱果数、秕果数)、百果重、出仁率等性状指标。

1.5 数据分析

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

2 结果与分析

2.1 不同处理对花生产量、经济效益的影响

从表 1 可知, T5、T6、T7、T8 处理的产量分别高于 T1、T2、T3、T4, 表明垄作方式花生产量高于平作方式, 平均增产 8.5%, 但没有达到显著差异水平 ($P=0.0869$)。两种耕作方式下不同调理剂处理产量的大小顺序分别为 $T8 > T7 > T6 > T5$ 、 $T4 > T3 > T2 > T1$; 垄作方式和平作方式下, 施用土壤调理剂均能增加花生的产量, 增产幅度分别在 7.4%~18.6%、5.6%~25.6%, 土壤调理剂对花生产量的影响达到极显著的水平 ($P=0.003$); 两种耕作方式下, 施用秸秆灰分的产量均最高, 其次是施用生物炭的处理, 施用腐植酸处理较低。耕作

方式与土壤调理剂的交互作用没有达到显著水平 ($P=0.6499$)。

表 1 耕作方式与土壤调理剂配施对花生产量的影响

处理代号	饱果数 (个·株 ⁻¹)	百果重 (g)	出仁率 (%)	产量 (kg·hm ⁻²)
T1	5.0e	145.7b	70.0b	3 903.1d
T2	7.6d	150.2ab	70.6ab	4 191.1cd
T3	11.4bc	153.7ab	71.4ab	4 500.5b
T4	13.8bc	158.6ab	71.9ab	4 628.5b
T5	5.7de	146.6b	70.2b	4 126.0cd
T6	10.6c	152.0ab	71.7ab	4 356.0bc
T7	13.9b	163.1a	72.5a	5 025.0a
T8	15.2a	163.6a	72.1ab	5 183.4a

注: 同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著, 下同。

与平作方式相比, 垄作方式有利于增加花生饱果数、百果重和出仁率; 两种耕作方式下, 施用秸秆灰分的花生饱果数、百果重和出仁率最高, 其次是生物炭处理, 腐植酸处理较低。

2.2 不同处理对花生农艺性状的影响

从表 2 可以看出, 垄作方式下 T5、T6、T7、T8 处理的花生株高、侧枝长、分枝数、结果枝分别高于平作方式下 T1、T2、T3、T4; 两种耕作方式下不同处理的花生株高、侧枝长、分枝数、结果枝顺序分别为 $T8 > T7 > T6 > T5$ 、 $T4 > T3 > T2 > T1$; 土壤调理剂对花生农艺性状影响的次序表现为: 秸秆灰分高于生物炭, 生物炭高于腐植酸。耕作方式与调理剂交互作用不显著 ($P=0.7543$)。

表 2 耕作方式与土壤调理剂配施对花生农艺性状的影响

处理代号	株高 (cm)	侧枝长 (cm)	分枝数 (个·株 ⁻¹)	结果枝 (个·株 ⁻¹)
T1	26.8c	30.0b	8.0b	7.3b
T2	29.3bc	31.3b	10.0ab	7.7b
T3	35.0ab	33.8ab	10.1ab	8.6ab
T4	37.0a	37.2ab	10.6ab	9.7ab
T5	28.7c	30.7b	9.0ab	8.7ab
T6	30.3bc	34.0ab	10.7ab	9.8ab
T7	35.0ab	37.7ab	10.8ab	10.1ab
T8	37.2a	40.0a	11.7a	11.3a

2.3 不同处理对花生籽粒中氮、磷、钾含量的影响

从表3可以看出,花生籽粒中的氮和钾含量垄作方式高于平作方式,而花生籽粒中的磷含量则是垄作方式低于平作方式。在两种耕作方式下,花生籽粒中的氮、磷和钾含量大小顺序为施用秸秆灰分 > 施用生物炭 > 施用腐植酸 > 不施土壤调理剂,但各处理间均没有达到显著差异。耕作方式与调理剂的交互作用均没有达到显著水平 ($P = 0.5869$)。

表3 耕作方式与土壤调理剂配施对花生籽粒中

处理代号	氮、磷、钾含量的影响 (%)		
	氮 (N)	磷 (P)	钾 (P)
T1	4.48a	0.31a	0.54a
T2	4.51a	0.39a	0.57a
T3	4.53a	0.39a	0.57a
T4	4.54a	0.40a	0.59a
T5	4.50a	0.31a	0.61a
T6	4.55a	0.33a	0.62a
T7	4.56a	0.35a	0.66a
T8	4.59a	0.36a	0.69a

2.4 不同处理对花生籽粒蛋白质、粗脂肪产量的影响

从表4可知,花生籽粒中的蛋白质和粗脂肪含量垄作方式均高于平作方式,在两种耕作方式下,施用秸秆灰分的花生籽粒中的蛋白质和粗脂肪含量最高,其次是施用生物炭,再次是施用腐植酸,不施土壤调理剂的最低,其中,施用秸秆灰分的花生籽粒中的粗脂肪含量显著高于不施土壤调理剂,处理间花生籽粒中的蛋白质和粗脂肪含量差异均没有达到显著水平。

T5、T6、T7、T8处理的蛋白质和粗脂肪产量分别高于T1、T2、T3、T4,表明垄作方式花生蛋白质和粗脂肪产量高于平作方式,增加幅度分别为4.82%~13.17%和4.45%~14.42%,平均增加9.33%和9.64%,但没有达到显著差异水平 ($P = 0.0883$, $P = 0.0825$)。两种耕作方式下不同处理蛋白质和粗脂肪产量大小顺序分别为T8 > T7 > T6 > T5、T4 > T3 > T2 > T1; 在平作方式下,施用土壤调理剂花生的蛋白质和粗脂肪产量增产幅度分别为8.03%~21.0%、7.64%~20.28%,在垄作方式下,施用土壤调理剂花生的蛋白质和粗脂肪产量增

产幅度分别为6.78%~28.18%、6.28%~30.09%,土壤调理剂对花生蛋白质和粗脂肪产量的影响均达到极显著的水平 ($P = 0.002$, $P = 0.002$); 两种耕作方式下,施用秸秆灰分的蛋白质和粗脂肪产量均最高,其次是施用生物炭的,施用腐植酸的较低。耕作方式与土壤调理剂对蛋白质和粗脂肪产量的交互作用均没有达到显著水平 ($P = 0.6483$, $P = 0.0570$)。

表4 耕作方式与土壤调理剂配施对花生蛋白质、粗脂肪的影响

处理代号	蛋白质		粗脂肪	
	含量 (%)	产量 ($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)	含量 (%)	产量 ($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)
T1	28.01a	1 093.3d	41.89b	1 635.0e
T2	28.18a	1 181.1c	41.99b	1 759.9d
T3	28.30a	1 273.6b	42.05b	1 892.5bc
T4	28.37a	1 313.1b	42.49ab	1 966.6b
T5	28.10a	1 159.4cd	41.92b	1 729.6de
T6	28.42a	1 238.0bc	42.20b	1 838.2cd
T7	28.49a	1 431.6a	42.50ab	2 135.6a
T8	28.67a	1 486.1a	43.41a	2 250.1a

2.5 不同处理对花生脂肪酸含量的影响

从表5可以看出,垄作方式下T5、T6、T7、T8处理的花生籽粒中棕榈酸、亚油酸、花生一烯酸、山嵛酸、二十四烷酸等含量分别高于平作方式下T1、T2、T3、T4; 两种耕作方式下不同处理花生中棕榈酸、亚油酸、花生一烯酸、山嵛酸、二十四烷酸等含量大小顺序均分别为T8 > T7 > T6 > T5、T4 > T3 > T2 > T1,花生籽粒中棕榈酸、亚油酸、花生一烯酸、山嵛酸、二十四烷酸等含量大小顺序为施用秸秆灰分 > 施用生物炭 > 施用腐植酸 > 不施土壤调理剂,但各处理间均没有达到显著的差异。

花生籽粒中油酸含量垄作方式高于平作方式,而花生籽粒中的硬脂酸、花生酸含量则是垄作方式低于平作方式。在两种耕作方式下,施用秸秆灰分的花生籽粒中的油酸、硬脂酸和花生酸含量最低,其次是施用生物炭,再次是施用腐植酸,不施土壤调理剂最高; 其中,垄作方式下秸秆灰分处理的花生籽粒中的油酸含量显著低于不施土壤调理剂,其余处理间均没有达到显著的差异。

表5 耕作方式与土壤调理剂配施对花生脂肪酸的影响 (%)

处理代号	棕榈酸	硬脂酸	油酸	亚油酸	花生酸	花生一烯酸	山嵛酸	二十四烷酸
T1	12.37a	3.48a	37.37ab	38.43a	1.61a	1.01a	3.80a	1.42a
T2	12.67a	3.42ab	36.83ab	38.53a	1.57a	1.01a	3.81a	1.45a
T3	12.73a	3.28ab	36.33b	39.27a	1.54a	1.02a	3.81a	1.49a
T4	12.87a	3.23ab	36.20b	39.53a	1.52a	1.03a	3.84a	1.49a
T5	12.57a	3.47ab	38.07a	38.57a	1.60a	1.02a	3.83a	1.51a
T6	12.97a	3.26ab	37.30ab	38.97a	1.54a	1.02a	3.84a	1.52a
T7	13.00a	3.26ab	36.60ab	39.40a	1.54a	1.04a	3.88a	1.53a
T8	13.00a	3.19b	36.40b	39.56a	1.50a	1.05a	3.93a	1.53a

3 讨论

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,花生平均增产15.00%~17.74%。李东广等^[2]研究表明,花生垄作能加厚活土层,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,产量增加超过25%以上。本研究结果也表明,垄作种植能提高花生产量。另外,垄作能增加花生的主茎高、侧枝长、分枝数和结果枝数,这与前人研究不一致,可能是土壤肥力、施肥水平不同造成的。

刘兰兰等^[8]研究认为,与施用等量氮、磷、钾肥料比较,施用腐植酸复合肥增加了花生主茎高度、第一对侧枝长度,花生荚果产量增加9.6%;张利民等^[9]研究认为,施用活性腐植酸缓释肥,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,活性腐植酸缓释肥可使花生增产11.6%,而花生的主茎高、侧枝长差别不大,花生增产的原因主要是腐植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,提高单株结果的生产力。杨劲峰等^[15]连续3年施用炭基缓释花生专用肥后,与其他处理相比,炭基缓释花生专用肥处理的产量达到最高,为6488 kg·hm⁻²;刘小虎等^[12]研究表明,施用生物炭花生产量增加1365.27 kg·hm⁻²。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%。本研究结果表明,施用腐植酸、生物炭和秸秆灰分均能增加花生的主茎高、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%;这可能与施用腐植酸、生物炭和秸秆灰分3种土壤调理剂的土壤pH值依次增加,分别为6.8、7.6和8.9,改善了花生根系生长的微环境有关(基础土壤pH值为5.8)。同时,施用秸秆灰分的花生荚果产量增加幅度最大,也与秸秆灰分中含有丰富的中、微量元素有关。

4 结论

与平作相比,花生垄作增产幅度在5.7%~12.0%;与不施土壤调理剂相比,施用不同土壤调理剂无论是平作或垄作方式下均能使花生增产,增产幅度分别为7.4%~18.6%、5.6%~25.6%,施用秸秆灰分花生产量最高,其次是施用生物炭的处理,腐植酸处理的花生产量较低。垄作方式有利于增加花生籽粒中的氮和钾含量,施用秸秆灰分的花生籽粒中的氮、磷和钾较高。垄作方式花生蛋白质和粗脂肪产量高于平作方式,施用秸秆灰分的蛋白质和粗脂肪产量均显著高于施用其他土壤调理剂。因此,起垄种植和施用秸秆灰分花生产量、蛋白质和粗脂肪产量均最高,分别为5183.4、1486.1和2250.1 kg·hm⁻²。

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. 连作对花生生育的影响及其缓解措施研究 [J]. 中国油料作物学报, 2008, 30 (3): 384-388.
- [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. 生物碳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, (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, (20): 9-11.
- [14] 鲍士旦. 土壤农化分析 (第三版) [M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [15] 杨劲峰, 江彤, 韩晓日, 等. 连续施用炭基肥对花生土壤性质和产量的影响 [J]. 中国土壤与肥料, 2015, (3): 68-73.

Effects of tillage method and soil conditioner interaction on peanut yield and quality

SI Xian-zong¹, MAO Jia-wei¹, ZHANG Xiang¹, LI Liang¹, LI Guo-ping¹, YU Hui² (1. Institute of Plant Nutrition, Resource and Environment, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou Henan 450002; 2. Zhengyang Institute of Peanut, Zhengyang Henan 463600)

Abstract: The effects of tillage method and soil conditioner interaction on peanut yield and quality were studied by field experiment with split-plot randomized block design. The results indicated that the ridge planting method increased the peanut yields by 5.7% ~ 12.0%, compared with flat planting method. Obviously, soil conditioner application increased the peanut yield by 7.4% ~ 18.6% in flat planting method, and 5.6% ~ 25.6% in ridge planting method treatment, compared with control, respectively. According to the effect of improving the peanut yield, soil conditioner treatments was ranked as straw ash > biological carbon > humic acid. The study showed that the interaction of ridge tillage and soil conditioner application not only increased the peanut full pod number, 100-pod weight, kernel rate, plant height, lateral branch length, branch number, valid branch number, but also increased the peanut kernel nitrogen, phosphorus and potassium contents, protein and crude fat yield as compared to control. In particular, the interaction of ridge planting method with straw ash treatment had relatively high peanut pod, peanut kernel protein and crude fat yield in this study.

Key words: tillage method; soil conditioner; peanut; yield; quality