

土壤容重对花生根系生长性状和内源激素含量的影响

邹晓霞, 张晓军, 王铭伦, 王月福*

青岛农业大学, 山东省旱作农业技术重点实验室, 山东青岛266109

摘要: 本文采用柱栽方法, 研究了不同土壤容重对花生根系生长性状和内源激素含量的影响。结果表明: 在花生苗期, 较低的土壤容重利于花生根系生长, 根系中生长素(IAA)、赤霉素(GA₃)、细胞分裂素(ZR)含量升高, 而脱落酸(ABA)含量下降。适宜的土壤容重(1.2~1.3 g·cm⁻³)下, 花生根系保持较高的IAA、GA₃、ZR含量和较低的ABA含量, 有利于根系生长和保持较好的根系形态。根系IAA、GA₃、ZR含量与根系干重、总长度、体积和表面积均呈显著或极显著正相关, ABA含量则相反。IAA/ABA、ZR/ABA、GA₃/ABA也与根系干重、总长度、体积和表面积呈显著或极显著正相关。由此可见, 土壤容重为1.2~1.3 g·cm⁻³可维持有利于花生根系生长的内源激素水平。

关键词: 土壤容重; 花生; 根系; 内源激素

土壤紧实胁迫对作物生长和产量的影响已成为全球关注的问题(Stenitzer和Murer 2003)。引起土壤紧实度偏高的原因是多方面的, 如大型农业机械的使用、化肥的大量施用、有机肥施用量的减少、种植单一作物且种植指数高、连续干旱、灌溉不科学、农田管理粗放等(沈浦等2015)。我国黄淮海北部地区耕层厚度平均14.74 cm, 其中76%的地块存在犁底层, 犁底层15~30 cm, 平均容重1.54 g·cm⁻³(翟振等2016)。黄土高原南北样带0~10 cm土层土壤容重最大为1.61 g·cm⁻³, 平均1.24 g·cm⁻³, 10~20 cm最大为1.72 g·cm⁻³, 平均1.33 g·cm⁻³, 20~40 cm最大为1.66 g·cm⁻³, 平均1.37 g·cm⁻³(易小波等2017)。陕西耕层土壤厚度平均17.3 cm, 最薄不足14.0 cm, 土壤容重平均1.25 g·cm⁻³; 犁底层厚度平均20.0 cm, 最厚超过30.0 cm, 土壤容重平均1.49 g·cm⁻³; 耕层土壤紧实度为250.0~2 080.0 kPa, 平均781.3 kPa; 犁底层紧实度为716.0~5 650.0 kPa, 平均2 900.5 kPa(石磊等2016)。南方农田0~10 cm土层土壤容重最大1.67 g·cm⁻³, 平均1.43 g·cm⁻³, 10~20 cm土层最大1.82 g·cm⁻³, 平均1.44 g·cm⁻³(徐翠兰等2017)。总之, 我国农田土壤紧实胁迫已非常严重且很普遍, 已成为制约我国农业持续发展的关键因素之一。而寻找减轻土壤紧实胁迫对作物生长发育和产量影响的途径, 必须建立在土壤紧实胁迫对作物的致伤机理上。

植物激素参与调控作物生长发育的每个过程, 如调控作物对水分、矿质养分的吸收利用以及对生物和非生物胁迫的适应性(赵黎明2009)。关于

土壤紧实胁迫对作物生长发育和产量的影响, 在玉米(郑存德和依艳丽2012)、小麦(李志洪和王淑华2000; 贺明荣和王振林2004)、黄瓜(郑俊鸞等2013; 孙艳等2005)、番茄(张国红等2004)等作物上已有较多研究。但是关于土壤紧实胁迫对花生的生长发育影响的研究尚少, 并且, 土壤紧实胁迫下植物激素如何应答? 对花生根系生长发育产生什么影响? 为此, 本文以花生为试材, 设置不同土壤紧实度, 研究不同土壤容重对花生根系生长性状和内源激素含量的影响, 拟从内源激素角度阐明作物对土壤紧实胁迫的响应机制和适应机理, 以期对花生高产耕作栽培体系的建立和耐土壤紧实胁迫栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

试验于2015年在青岛农业大学胶州现代农业科技示范园进行。采用柱栽栽培, 柱栽用直径31 cm、高43 cm的PVC管制成, 无底。供试花生(*Arachis hypogaea* L.)品种为‘青花7号’, 土壤为砂姜黑土, 0~20 cm土层土壤有机质1.16%、碱解氮56.29 mg·kg⁻¹、速效磷16.02 mg·kg⁻¹、速效钾76.21 mg·kg⁻¹。

收稿 2017-10-16 修定 2018-05-03

资助 山东省花生现代产业技术体系项目(SDAIT-04-05)、国家花生产业技术体系项目(Ncytx-19)和国家科技支撑计划项目(2014BAD11B04)。

* 通讯作者(13658676712@163.com)。

1.2 试验设计

先在大田挖深40 cm、宽31 cm、长500 cm的沟5条, 每条沟间隔20 cm。挖沟时将0~20 cm和20~40 cm土层土分别堆放。0~20 cm和20~40 cm土层土经风干后过5 mm筛, 待土壤风干至含水10%时装桶(易压实)。将备好的PVC管整齐放于沟内, 先装20~40 cm土层土, 再装0~20 cm土层土。研究表明, 我国多地农田容重达1.4~1.5 g·cm⁻³(翟振等2016; 易小波等2017; 石磊等2016; 徐翠兰等2017), 而多数植物适宜的土壤容重为1.2~1.3 g·cm⁻³(郑存德和依艳丽2012; 李志洪和王淑华2000; 贺明荣和王振林2004; 郑俊鸾等2013; 孙艳等2005; 张国红等2004), 据此, 设置土壤容重分别为1.1、1.2、1.3(自然状态下土壤容重)、1.4和1.5 g·cm⁻³ 5个处理。根据土壤容重、PVC管容积及土壤含水量计算各处理所需装填土壤分别为36.51、39.83、43.15、46.47和49.79 kg, 装土距桶沿3 cm。土壤容重1.1和1.2 g·cm⁻³处理, 分别参混9 000和5 000 cm³珍珠岩。在装填0~20 cm土层土时, 每桶施6 g复合肥(N、P₂O₅、K₂O含量均为15%)。每处理15柱, 共75柱。处理完毕后, 灌足水。于5月5日选均匀饱满的种子播种, 每柱种4粒, 出苗后, 选留健壮一致苗2株, 其他管理同一般大田生产。

1.3 测定项目与方法

在花生苗期(6月10日)、花针期(7月16日)、结荚期(8月10日)、饱果期(8月25日)取样。用冲根法, 即利用高压喷雾器和一般小型喷雾器冲刷根部泥土, 获取完整的根系(刘忠良等2013), 每次每处理取3柱, 每柱为1个重复。每处理取距根尖5 cm范围内的根系0.5 g左右, 迅速放入液氮速冻1 h, 再移入超低温冰箱保存, 用于测定内源激素。内源激素生长素(auxin, IAA)、赤霉素(gibberellin, GA₃)、细胞分裂素(cytokinin, ZR)、脱落酸(abscisic acid, ABA)含量由中国农业大学采用酶联免疫法测定(赫冬梅等2000)。样品处理: 称取叶片0.2 g, 用提取液(含1 mmol·L⁻¹ BHT的80%甲醇溶液)研磨成匀浆。于4°C下提取8 h, 1 100×g离心15 min, 取上清液。往沉淀中加入1 mL提取液, 搅匀, 置于4°C下再提取1 h, 离心后合并上清液, 抛弃残渣。上清液通过Sep-Pack C₁₈固相萃取柱。将过柱后的样品转入离心管中, 用氮气吹干提取液中的甲醇, 用样品稀释液定容至2 mL。在BIO-RAD Mode

550酶联免疫仪上读数, 波长490 nm。采用根系扫描仪(Epson 7500, 分辨率为400 dpi)对根系进行扫描获取根系长度、平均直径、体积和表面积。将处理结束后的根系置于烘箱中, 105°C杀青0.5 h, 75°C下烘干至恒重称量根系干物重。

1.4 数据处理

在Excel 2013下进行, 统计分析和差异显著性检验在DPS数据处理系统LSD下进行, 图表数据均为平均值。

2 实验结果

2.1 不同土壤容重对花生根系生长性状的影响

随着花生生育进程的推进, 各处理的根系长度、体积、表面积、直径和干重均先逐渐增长, 到结荚期达到最大值, 随后根系趋于衰亡和腐解, 上述性状逐渐降低(图1)。在同一生育时期, 大部分的花生根系性状变化基本一致。随着土壤容重的增加, 苗期根系的长度、体积、表面积和干重表现为逐渐降低, 以土壤容重1.1 g·cm⁻³处理为最高; 在花针期之后, 根系长度、体积、表面积和干重均呈现先增大后减小的趋势, 以土壤容重1.2或1.3 g·cm⁻³处理为最高。而根系平均直径在各生育时期均表现为随着土壤容重的增大呈增大趋势。综上所述, 适宜的土壤容重(1.2或1.3 g·cm⁻³)既能保证苗期根系的生长, 又能保持较好根系形态。

2.2 不同土壤容重对花生根系内源激素含量变化的影响

随着花生生育进程的推进, 不同土壤容重的花生根系IAA、GA₃和ZR含量均呈现升高后降低的变化趋势, 于结荚期达到最高值(图2)。而花生根系ABA含量均以结荚期为最低, 其余各期差异不明显。随土壤容重的增大, 苗期的花生根系IAA、GA₃和ZR含量均逐渐降低; 在花针期之后, 根系IAA、GA₃和ZR含量均表现为先升高后降低的趋势, 以土壤容重1.2或1.3 g·cm⁻³处理为最高。花生根系ABA含量在苗期表现为随着土壤容重的增大逐渐升高, 在花针期及其之后, 则以土壤容重1.3 g·cm⁻³处理为最低。这说明, 在花生苗期, 较低的土壤容重利于提高根系IAA、GA₃、ZR含量和降低ABA含量; 而在生长中后期, 适宜的土壤容重(1.2~1.3 g·cm⁻³)能够保持花生根系具有较高的IAA、GA₃、ZR含量和较低的ABA含量。

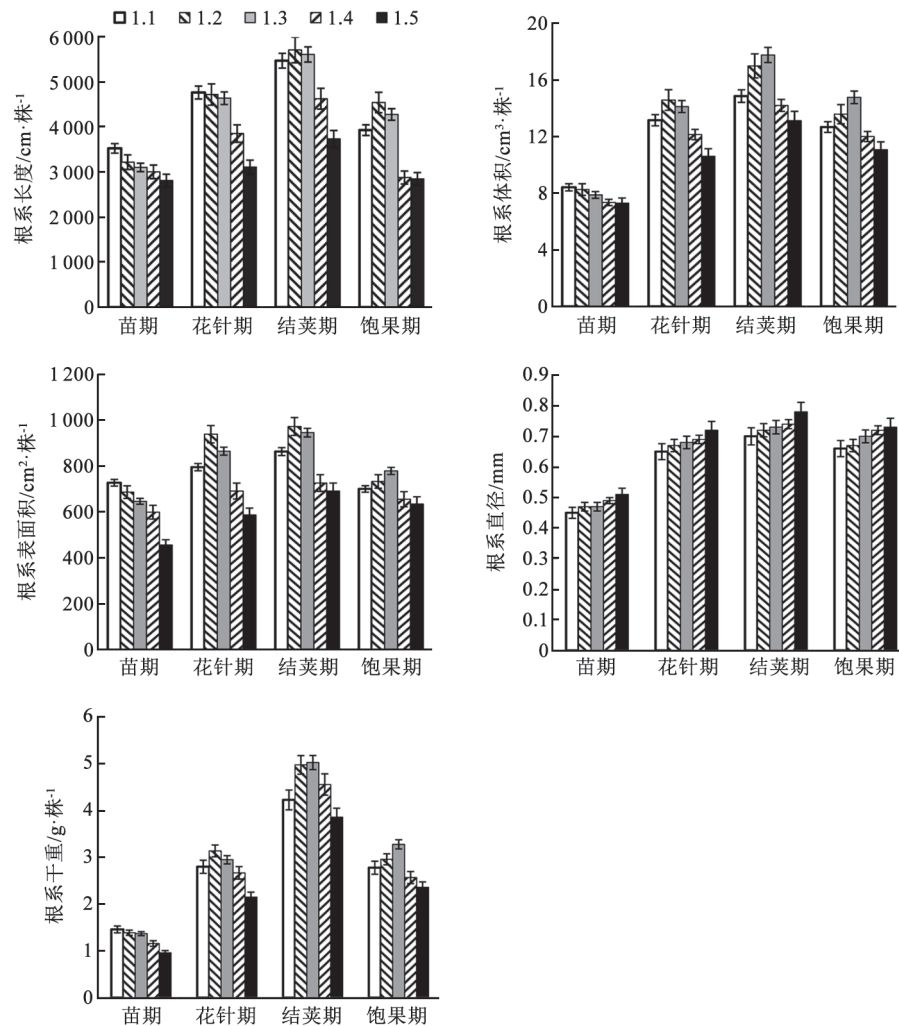


图1 土壤容重对花生根系生长性状的影响

Fig.1 Effect of soil bulk density on the growth characteristics of peanut root system

花生根系IAA/ZR和IAA/GA₃比值总体表现为以土壤容重1.2和1.3 g·cm⁻³处理较低;而IAA/ABA、ZR/ABA和GA₃/ABA比值则以土壤容重1.2和1.3 g·cm⁻³处理为较高;ZR/GA₃比值除苗期的土壤容重1.4和1.5 g·cm⁻³处理高于其他处理外,其余差异均较小(图3)。说明土壤容重对根系各内源激素含量的影响存在差异。

2.3 花生根系内源激素与生长性状的相关性

由表1可以看出,根系IAA、GA₃、ZR含量与根系干重、长度、体积和表面积均呈显著或极显著正相关,ABA含量则与其呈显著或极显著负相关。根系IAA、GA₃含量与根系直径呈显著正相关;根系ZR含量与其呈正相关,根系ABA含量与其呈负相关,但均不显著。IAA/ZR与根系干重、长

度、体积和表面积呈正相关, IAA/GA₃与根系干重、长度、体积和表面积呈负相关,但均不显著。IAA/ABA、ZR/ABA、GA₃/ABA与根系干重、长度、体积和表面积呈显著或极显著正相关。ZR/GA₃与根系干重、长度、体积和表面积呈负相关,其中与根系干重和体积达到显著水平。除IAA/ZR与根系直径达到显著正相关, ZR/GA₃与根系直径达到显著负相关外,其他激素之间的比值与根系直径均未达到显著性相关水平。

3 讨论

土壤紧实胁迫对作物生长发育的影响首先表现在根系生长上。有报道指出,土壤紧实度增加显著抑制平邑甜茶根系生长,根系长度、总表面

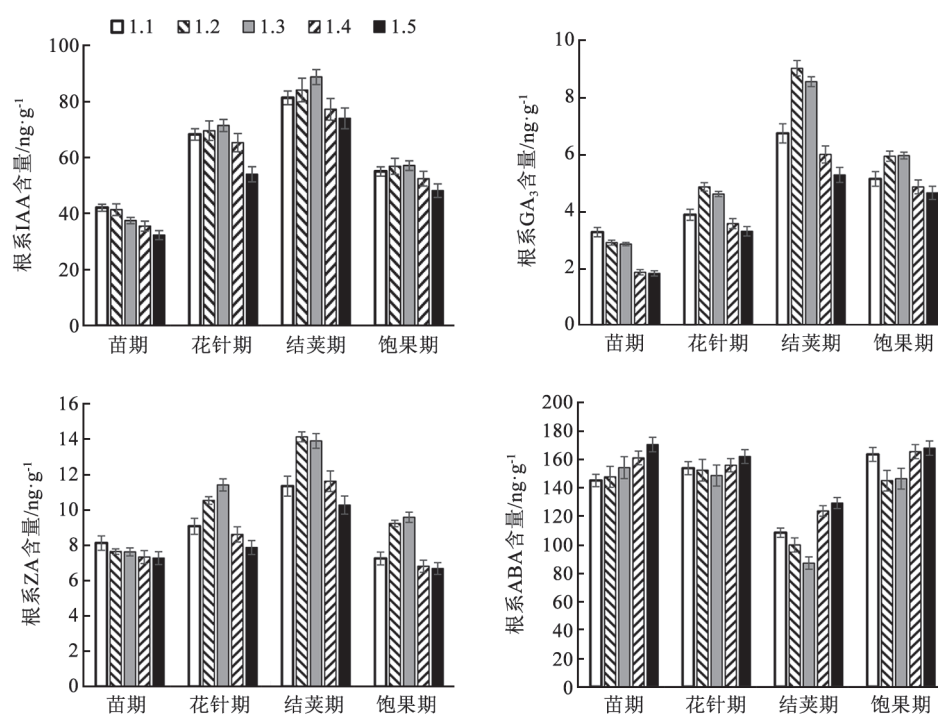


图2 土壤容重对花生根系内源激素含量变化的影响

Fig.2 Effect of soil bulk density on endogenous hormone content in peanut roots

积和总长度均随着土壤容重的增加而降低(生利霞等2009)。在土壤紧实胁迫下黄瓜各生育时期根系总长度、表面积均显著下降,根系伸长生长及侧根发生受到显著抑制,但根系加粗,平均直径显著增加(王德玉等2013)。玉米根条数、干重、长度、体积、表面积都随土壤容重的增加呈现减少的趋势,且容重越大,减少的趋势越显著(郑存德等2012)。土壤容重提高,水稻根系总生长量下降,且深层根系量和占比例下降(朱德峰等2002)。随土壤紧实度增大,马铃薯根系干重下降,根系表面积与总长度减少,根系平均直径增大(王玉萍等2016)。而本试验结果(表1)也表明,花生根系平均直径在各生育时期均表现为随土壤容重增大而增大,适宜的土壤容重条件下(1.2~1.3 g·cm⁻³),整个生育期均保持较高的根系的干重、长度、体积和表面积;土壤容重过低(1.1 g·cm⁻³),则苗期根系干重、长度、体积和表面积较大,后期明显降低,呈现出“前旺后衰”的特征;土壤容重过高(1.4~1.5 g·cm⁻³)不利于整个生育期的根系生长。

植物的生长发育是多种激素相互作用的结果。前人研究结果表明,水稻内源IAA含量与植株

干重和根冠比呈显著正相关, GA₃含量与根冠比、植株干重、根总长、体积、表面积和根分支数呈极显著正相关, ABA含量与根平均直径呈极显著负相关(高继平等2017)。本研究也发现,根系IAA、GA₃、ZR含量与根系干重、总长度、体积和表面积均呈显著或极显著正相关, ABA含量则与其呈显著或极显著负相关, 与前人研究结果一致。适宜的土壤容重(1.2~1.3 g·cm⁻³)条件下,花生根系始终能够保持较高的IAA、GA₃、ZR含量和较低的ABA含量,在花针至饱果期,根系的干重、长度、体积和表面积均高于低容重或高容重处理。

植物的生长状况与激素的平衡密切相关。研究发现, GA₃/IAA比值决定了木质部和韧皮部内木质素的合成能力, GA₃/ABA比值影响种子萌发、性别分化, ZT/ABA比值影响植物的生长势(李合生2006)。汪宝卿等(2015)发现, 移栽10 d, 甘薯根体积与IAA/GAs呈显著负相关; 移栽15 d, 根体积与IAA/ZR、IAA/ABA和GAs/ABA呈显著正相关; 移栽20 d, 根体积与IAA/GAs呈极显著正相关, 与ZR/GAs呈显著正相关; 移栽25 d, 根体积与IAA/GAs和ZR/GAs均呈显著极显著正相关。本试验发现,

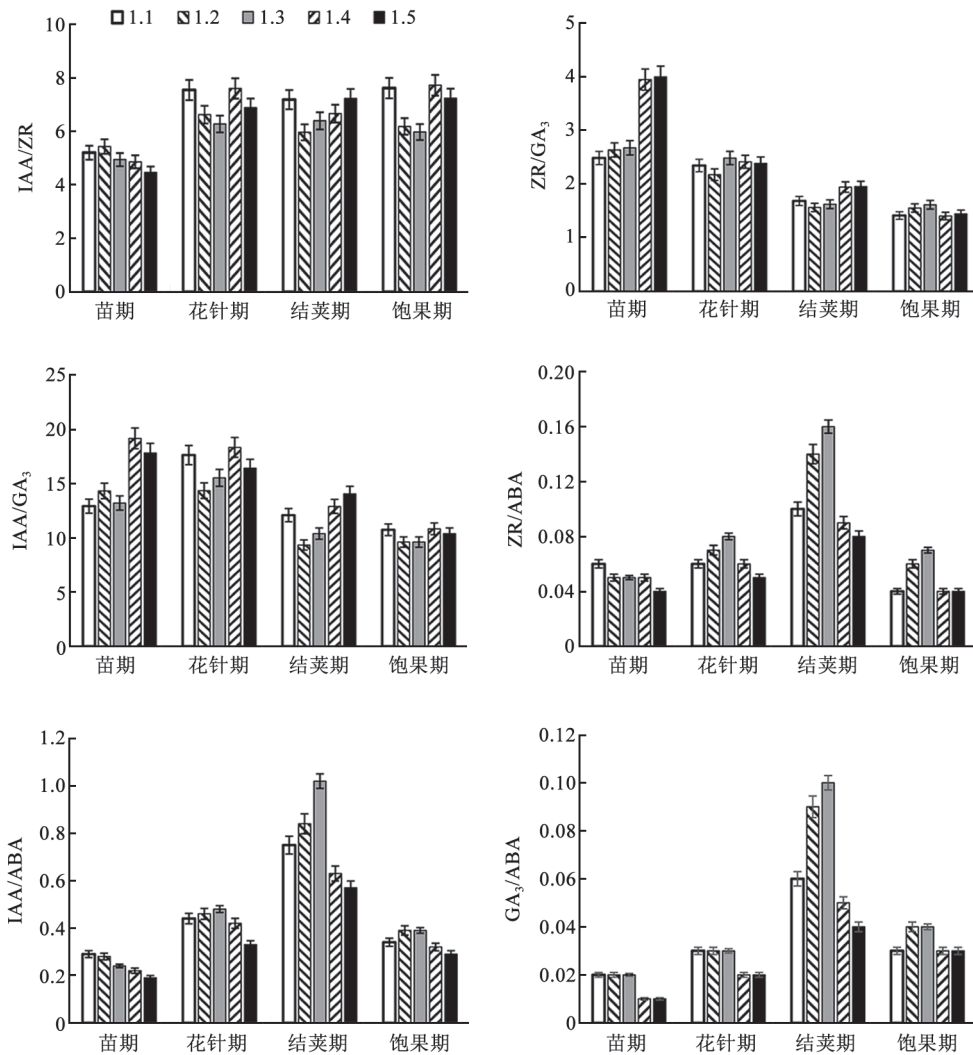


图3 土壤容重对花生根系内源激素比值的影响

Fig.3 Effect of soil bulk density on endogenous hormone ratios in peanut root system

表1 花生根系内源激素与生长性状的相关系数

Table 1 Correlation coefficients of endogenous hormones and root growth traits in peanut

内源激素指标	干重	长度	体积	表面积	直径
IAA含量	0.952**	0.877**	0.929**	0.804*	0.758*
GA ₃ 含量	0.936**	0.816*	0.919**	0.773*	0.684*
ZR含量	0.868**	0.905**	0.824*	0.832**	0.478
ABA含量	-0.821**	-0.809**	-0.696*	-0.720*	-0.355
IAA/ZR	0.477	0.239	0.524	0.244	0.772*
IAA/GA ₃	-0.513	-0.351	-0.522	-0.420	-0.371
IAA/ABA	0.926**	0.869**	0.852**	0.780*	0.585
ZR/GA ₃	-0.679*	-0.458	-0.720*	-0.524	-0.709*
ZR/ABA	0.849**	0.845**	0.769*	0.766*	0.422
GA ₃ /ABA	0.896**	0.820**	0.837**	0.754*	0.541

*和**分别表示为显著性水平达0.05和0.01以上。

IAA/ABA、ZR/ABA、GA₃/ABA与花生根系干重、总长度、体积和表面积呈显著或极显著正相关,在适宜土壤容重(1.2~1.3 g·cm⁻³)处理下,IAA/ABA、ZR/ABA、GA₃/ABA比值在花针至饱果期要高于其他容重处理。

参考文献(References)

- Gao JP, Sui YH, Zhang WZ, et al (2017). Effects of biochar on seedling growth and endogenous hormone of rice. *J Shenyang Agric Univ*, 48 (2): 145–151 [高继平, 隋阳辉, 张文忠等(2017). 生物炭对水稻秧苗生长及内源激素的影响. *沈阳农业大学学报*, 48 (2):145–151]
- He DM, Hu GG, Mu L (2000). Determination of endogenous hormones in tobacco by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). *Tobacco Sci Tech*, (5): 41–42 (in Chi-

- nese) [赫冬梅, 胡国公, 穆琳(2000). 烟草内源激素的酶联免疫吸附法(ELISA)测定. 烟草科技, (5): 41-42]
- He MR, Wang ZL (2004). Effects of soil compaction on grain yield and quality of wheat. *Acta Bot Boreali-Occident Sin*, 24 (4): 649-654 (in Chinese with English abstract) [贺明荣, 王振林(2004). 土壤紧实度变化对小麦籽粒产量和品质的影响. 西北植物学报, 24 (4): 649-654]
- Li HS (2006). *Modern Plant Physiology*. Beijing: Higher Education Press, 193-242 [李合生(2006). 现代植物生理学. 北京: 高等教育出版社, 193-242]
- Li ZH, Wang SH (2000). Effects of soil bulk density on soil physical properties and wheat growth. *Chin J Soil Sci*, 31 (2): 55-57 (in Chinese with English abstract) [李志洪, 王淑华(2000). 土壤容重对土壤物理性状和小麦生长的影响. 土壤通报, 31 (2): 55-57]
- Liu ZL, Ye Q, Shao JF et al (2013). Study on the principles of the roots length growth of erect peanut. *J Peanut Sci*, 42 (2): 41-44 (in Chinese with English abstract) [刘忠良, 叶全, 邵俊飞等(2013). 立蔓型花生根长增长规律研究. 花生学报, 42 (2): 41-44]
- Shen P, Feng H, Luo S, et al (2015). Research progress on response of oil crops to soil compaction stress. *Shandong Agric Sci*, (12): 111-114 (in Chinese with English abstract) [沈浦, 冯昊, 罗盛等(2015). 油料作物对土壤紧实胁迫响应研究进展. 山东农业科学, (12): 111-114]
- Sheng LX, Feng LG, Shu HR (2009). Effect of soil compaction on root characters and nitrogen metabolism of potted seedlings of pingyitiancha (*Malus hupehensis*). *J Fruit Sci*, 26 (5): 593-596 (in Chinese with English abstract) [生利霞, 冯立国, 束怀瑞(2009). 不同土壤紧实度对平邑甜茶根系特征及氮代谢的影响. 果树学报, 26 (5): 593-596]
- Shi L, Wang JL, Xu MX, et al (2016). Spatial variability and influence factors of cropland soil compaction in Shaanxi province. *Acta Agric Boreali-Occident Sin*, 25 (5): 770-778 (in Chinese with English abstract) [石磊, 王娟铃, 许明祥等(2016). 陕西省农田土壤紧实度空间变异及其影响因素. 西北农业学报, 25 (5): 770-778]
- Stenitzer E, Murer E (2003). Impact of soil compaction upon soil water balance and maize yield estimated by the SIM-WASER model. *Soil Tillage Res*, 73 (1-2): 43-56
- Sun Y, Wang YQ, Feng J, et al (2006). Effects of soil compaction stress on the growth, yield and nutrient uptake of cucumber. *Plant Nutrit Fert Sci*, 12 (4): 559-564 (in Chinese with English abstract) [孙艳, 王益权, 冯嘉等(2006). 土壤紧实胁迫对黄瓜生长、产量及养分吸收的影响. 植物营养与肥料学报, 12 (4): 559-564]
- Sun Y, Wang YQ, Yang M, et al (2005). Effects of soil compactness stress on root activity and leaf photosynthesis of cucumber. *J Plant Physiol Mol Biol*, 31 (5): 545-550 (in Chinese with English abstract) [孙艳, 王益权, 杨梅等(2005). 土壤紧实胁迫对黄瓜根系活力和叶片光合作用的影响. 植物生理与分子生物学学报, 31 (5): 545-550]
- Wang BQ, Yuan Z, Jiang Y, et al (2015). Dynamic research between agronomic traits and endogenous hormone of roots in sweetpotato seedling. *Chin Agric Sci Bull*, 31 (12): 117-126 [汪宝卿, 袁振, 姜瑶等(2015). 甘薯苗期根系农艺性状与内源激素的动态变化研究. 中国农学通报, 31 (12): 117-126]
- Wang DY, Sun Y, Zheng JX, et al (2013). Effects of soil compaction stress on the growth and nitrogen metabolism of cucumber roots. *Chin J Appl Ecol*, 24 (5): 1394-1400 (in Chinese with English abstract) [王德玉, 孙艳, 郑俊鸾等(2013). 土壤紧实胁迫对黄瓜根系生长及氮代谢的影响. 应用生态学报, 24 (5): 1394-1400]
- Wang YP, Zhou XJ, Lu X, et al (2016). Effect of soil compaction on root, stolon, yield and quality of potato. *J Desert Res*, 36 (6): 1590-1596 (in Chinese with English abstract) [王玉萍, 周晓洁, 卢潇等(2016). 土壤紧实度对马铃薯根系、匍匐茎、产量和品质的影响. 中国沙漠, 36 (6): 1590-1596]
- Xu CL, Hou SN, Yao ZD, et al (2017). Spatial variability and scale effect of soil bulk density of farm land in South China. *J Drain Irrig Mach Eng*, 35 (5): 424-429 (in Chinese with English abstract) [徐翠兰, 侯淑楠, 姚紫东等(2017). 南方农田土壤容重空间变异性及其尺度效应. 排灌机械工程学报, 35 (5): 424-429]
- Yi XB, Shao MA, Zhao CL, et al (2017). Variation analysis and simulation of soil bulk density within different soil depths along south to north transect of Loess Plateau. *T Chin Soc Agric Mach*, 48 (4): 198-205 (in Chinese with English abstract) [易小波, 邵明安, 赵春雷等(2017). 黄土高原南北样带不同土层土壤容重变异分析与模拟. 农业机械学报, 48 (4): 198-205]
- Zhai Z, Li YY, Jiang HC, et al (2016). Study on present situation and characteristics of plow pan in the northern region of Huang Huai Hai plain. *Sci Agric Sin*, 49 (12): 2322-2332 (in Chinese with English abstract) [翟振, 李玉义, 逢焕成等(2016). 黄淮海北部农田犁底层现状及其特征. 中国农业科学, 49 (12): 2322-2332]
- Zhang GH, Zhang ZX, Liang Y, et al (2004). Effect of soil compaction on tomato growth, development, yield and quality in solar greenhouse. *Chin J Eco-Agric*, 12 (3): 65-67 (in Chinese with English abstract) [张国红, 张振贤, 梁勇等(2004). 土壤紧实度对温室番茄生长发育、产量及品质的影响. 中国生态农业学报, 12 (3): 65-67]
- Zhao LM (2009). Current research advances on plant hormones and regulation of plant development by plant hormones in rice. *North Rice*, 39 (6): 63-69 (in Chinese with English abstract) [赵黎明(2009). 植物激素及其对水稻植株发育调控的研究进展. 北方水稻, 39 (6): 63-69]
- Zheng CD, Yi YL (2012). Effects of soil bulk density on photosynthesis of maize and their regulation. *Acta Pedol Sin*,

- 49 (5): 944–953 (in Chinese with English abstract) [郑存德, 依艳丽(2012). 土壤容重对玉米光合特性的影响及调控研究. 土壤学报, 49 (5): 944–953]
- Zheng CD, Yi YL, Zhang DG, et al (2012). Effects of bulk density on root growth of high yield maize and their regulation. *Acta Agric Boreali Sin*, 27 (3): 142–149 (in Chinese with English abstract) [郑存德, 依艳丽, 张大庚等(2012). 土壤容重对高产玉米根系生长的影响及调控研究. 华北农学报, 27 (3): 142–149]
- Zheng JX, Sun Y, Han SK, et al (2013). Effects of soil compaction stress on respiratory metabolism of cucumber root. *Chinese J Appl Ecol*, 24 (3): 741–746 (in Chinese with English abstract) [郑俊騫, 孙艳, 韩寿坤等(2013). 土壤紧实胁迫对黄瓜根系呼吸代谢的影响. 应用生态学报, 24 (3): 741–746]
- Zhu DF, Lin XQ, Cao WX (2002). Root growth in rice and its response to soil density. *Chinese J Appl Ecol*, 13 (1): 60–62 (in Chinese with English abstract) [朱德峰, 林贤青, 曹卫星(2002). 水稻根系生长及其对土壤紧密度的反应. 应用生态学报, 13 (1): 60–62]

Effects of soil bulk density on root growth traits and endogenous hormones contents in peanut (*Arachis hypogaea*)

ZOU Xiao-Xia, ZHANG Xiao-Jun, WANG Ming-Lun, WANG Yue-Fu*

Shandong Provincial Key Laboratory of Dryland Farming Technology, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109, China

Abstract: Based on soil column culture method, the effects of different soil bulk densities on root traits and endogenous hormones contents of peanut (*Arachis hypogaea*) were researched in this study. The results found that, at the seedling stage of peanut, lower soil bulk density was beneficial to root growth, increased the contents of root auxin (IAA), gibberellin (GA₃), cytokinin (ZR), and decreased abscisic acid (ABA). The suitable soil bulk density (1.2–1.3 g·cm⁻³) could keep higher contents of IAA, GA₃, ZR and a lower ABA content in root system of peanut, which could ensure root growth and maintain good root morphology. The contents of IAA, GA₃ and ZR in roots were significantly or extremely significantly correlated with root dry weight, total length, volume and surface area, but the content of ABA was on the contrary. And the ratios of IAA/ABA, ZR/ABA, GA₃/ABA were also significantly or extremely significantly positive correlated with root dry weight, total length, volume and surface area. Accordingly, the soil bulk density in the range of 1.2–1.3 g·cm⁻³ could maintain a suitable level of endogenous hormones, which were beneficial to root growth.

Key words: soil bulk density; peanut (*Arachis hypogaea*); root; endogenous hormone

Received 2017-10-16 Accepted 2018-05-03

This work was supported by the Shandong Peanut Industrial Technical System Project (SDAIT-04-05), National Peanut Industry Technology System Project (Nycytx-19), National Scientific and Technological Support Project (2014BAD11B04).

*Corresponding author (13658676712@163.com).