

土壤类型对辣椒根系和果实显微结构影响的研究

康林玉¹,王静¹,刘周斌¹,欧立军²,袁祖华^{1,2}

(¹湖南大学研究生院隆平分院,长沙 410125;²湖南省蔬菜研究所,长沙 410125)

摘要:以自交系材料‘SJ11-3’、‘樟树港’和‘06g19-1-1-1’辣椒为试验材料,研究潮土、黄棕土、稻田土和田园土4种不同类型土壤对种植辣椒的根系和果实显微结构的影响,通过显微结构差异探讨土壤类型对辣椒生长发育及果实品质形成的影响。研究发现,潮土所植辣椒木质部占根比例最小,皮层细胞最厚;田园土所植辣椒木质部占根比例最为适宜,皮层细胞最薄,形成层细胞与木质部分离程度最低;黄棕土所植辣椒形成层细胞与木质部分离明显。果实细胞壁加厚程度以田园土所植辣椒最为明显,稻田土次之;黄棕土所植辣椒靠内果皮薄壁细胞融合程度最高;稻田土所植辣椒维管束最多,黄棕土次之,潮土最少。结果表明,土壤类型的差异会对辣椒根系和果实的显微结构产生重要影响;不同类型土壤中,田园土所植辣椒根系生长最好,果肉薄壁细胞多,薄壁组织增厚明显,较其他类型土壤更适宜于辣椒生长及果实口感品质的形成。

关键词:辣椒;土壤类型;根系显微结构;果实显微结构

中图分类号:S641.3

文献标志码:A

论文编号:casb17070071

Effects of Different Soil Types on Root and Fruit Microstructure of Pepper

Kang Linyu¹, Wang Jing¹, Liu Zhoubin¹, Ou Lijun², Yuan Zuhua^{1,2}

(¹Longping Branch, Graduate School of Hunan University, Changsha 410125;

²Vegetable Institution of Hunan Academy of Agricultural Science, Changsha 410125)

Abstract: To know the effect of soil type on pepper growth and fruit quality formation, the pepper inbred lines ‘SJ11-3’, ‘camphor tree’ and ‘06g19-1-1-1’ were selected to study the effects of four different types of soil, moisture soil, yellow brown soil, paddy soil and pastoral soil, on the root and fruit microstructure of pepper. The study found that the pepper planted in moisture soil had the smallest proportion of xylem, and the cortical cells were the thickest. The pepper planted in pastoral soil had the most suitable proportion of xylem, and the cortical cells were the thinnest, the separation degree between the cambial cell and xylem were the lowest. The cambial cell and xylem of pepper planted in yellow brown soil separated obviously. The fruit parenchyma of pepper planted in pastoral soil increased significantly, followed by that planted in paddy soil. The fruit of pepper planted in yellow brown soil had the highest degree of fusion of the inner skin parenchyma cells. And the fruit of pepper planted in paddy soil had the most vascular bundles, followed by that planted in yellow brown soil, and that planted in moisture soil had the least. The results showed that the difference of soil type had an important effect on the microstructure of pepper roots and fruits. The pepper planted in pastoral soil had the best growth, the parenchyma parenchyma cells were thicker and the parenchyma thickening was more obvious. Therefore, the pastoral soil is more suitable for the growth of pepper and the formation of fruit taste quality.

基金项目:国家科技支撑课题“南方蔬菜优质高效生产关键技术研究示范”(2014BAD05B04)。

第一作者简介:康林玉,女,1993年出生,湖北孝感人,硕士研究生,主要进行蔬菜栽培及生理生化研究。通信地址:410125 湖南省长沙市远大二路892号 湖南省蔬菜研究所,E-mail:18874923457@163.com。

通讯作者:袁祖华,男,1966年出生,湖南郴州人,研究员,硕士,主要进行蔬菜栽培生理生化及分子生物学研究。通信地址:410125 湖南省长沙市远大二路892号 湖南省蔬菜研究所,E-mail:csyzh888@126.com。

收稿日期:2017-07-14,修回日期:2017-07-31。

Key words: pepper; soil type; root microstructure; fruit microstructure

0 引言

土壤是作物生长的重要载体,土壤pH值影响土壤养分的有效性及营养元素之间的平衡^[1-2],土壤容重与土壤的含水量、通气性、导热性相关,并影响着作物根系的穿透阻力和水肥的利用率^[3-4],土壤有机质(SOM)是衡量土壤肥力的重要指标^[5]。郑亚萍等^[6]研究发现,砂姜黑土种植的花生叶绿素和可溶性蛋白含量及叶面积系数和干物质积累速率高于砂壤土,且主茎高、侧枝长及单株结果数等农艺性状明显优于砂壤土。车京玉^[7]研究不同土壤类型的土壤肥力及含水量对春小麦产量的影响,发现春小麦产量在不同类型土壤的表现均为沙壤质黑土>淋溶黑钙土>草甸黑钙土。蔡雪姣等^[8]研究发现,种植于紫色土、沙泥田、牛肝土田的烤烟栅栏组织增厚时期有明显的不同。前人的研究结果表明,土壤类型的差异不仅影响作物的生长,对其内在品质也有重要影响。

辣椒(*Capsicum annuum*)是国内种植面积最大的蔬菜作物之一,年种植面积在130万hm²以上^[9]。姜伟等^[10]研究发现,高浓度盐胁迫会加速辣椒根尖初生结构、次生结构的分化,使木质部导管数增加。土壤的铅过量会导致辣椒叶片组织细胞发生质壁分离,叶绿体膜断裂或消失,细胞壁变薄等现象^[11]。吕三三等^[12]研究发现,果园覆草与施用氮肥可以改变苹果叶片的显微结构。邱立友等^[13]通过观察烟草叶片的显微和超显微结构发现,粉沙土和水稻土所植烟叶生长衰退表现明显,而麻沙土和麻沙泥植烟叶生长势较好。大量研究表明环境因子对植物器官结构产生重要影响。笔者通过4种常见类型土壤种植辣椒材料,运用石蜡切片技术,研究不同类型栽培土壤下辣椒根系和果实结构差异,探讨不同土壤类型对辣椒生长发育的影响,旨在为辣椒的优质高产栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料及处理

试验以辣椒自交系‘SJ11-3’、‘樟树港’和‘06g19-1-1-1’(湖南省蔬菜研究所提供)为试验材料,于2016

年4月种植于潮土(中国湖南常德市鼎城区,111°41'E,29°1'N)、黄棕土(中国湖南岳阳市湘阴县,112°52'E,28°14'N)、稻田土(中国湖南长沙市宁乡县,112°33'E,28°16'N)和田园土(中国湖南长沙市,112°58'E,28°11'N)4种不同类型的土壤(土壤理化性质如表1所示),每类型土壤分3个小区,供试辣椒种子经催芽后于穴盘中育苗,在5叶1心期时取生长健壮、长势一致的幼苗进行移栽,每个小区每个辣椒品种种植30株辣椒,行距×株距为40 cm×40 cm,露地栽培,种植期间施肥及水分管理保持一致。

1.2 结构取样与观察

花后35天取辣椒青熟果(门椒),于辣椒果实上部1/3处横切取样(厚度2~3 mm),辣椒根系用清水洗净,侧根(位置一致)横切取样(厚度5~10 mm),浸泡于FAA固定液。样品通过固定—冲洗—染色—水洗—碱处理—脱水—透明—浸蜡—包埋—固定与整理—切片—贴片—干燥—脱蜡—封片,在光学显微镜下观察,使用三目照相显微镜(Motic-BA400)拍照。3次重复。

2 结果与分析

2.1 不同土壤类型对辣椒根系结构的影响

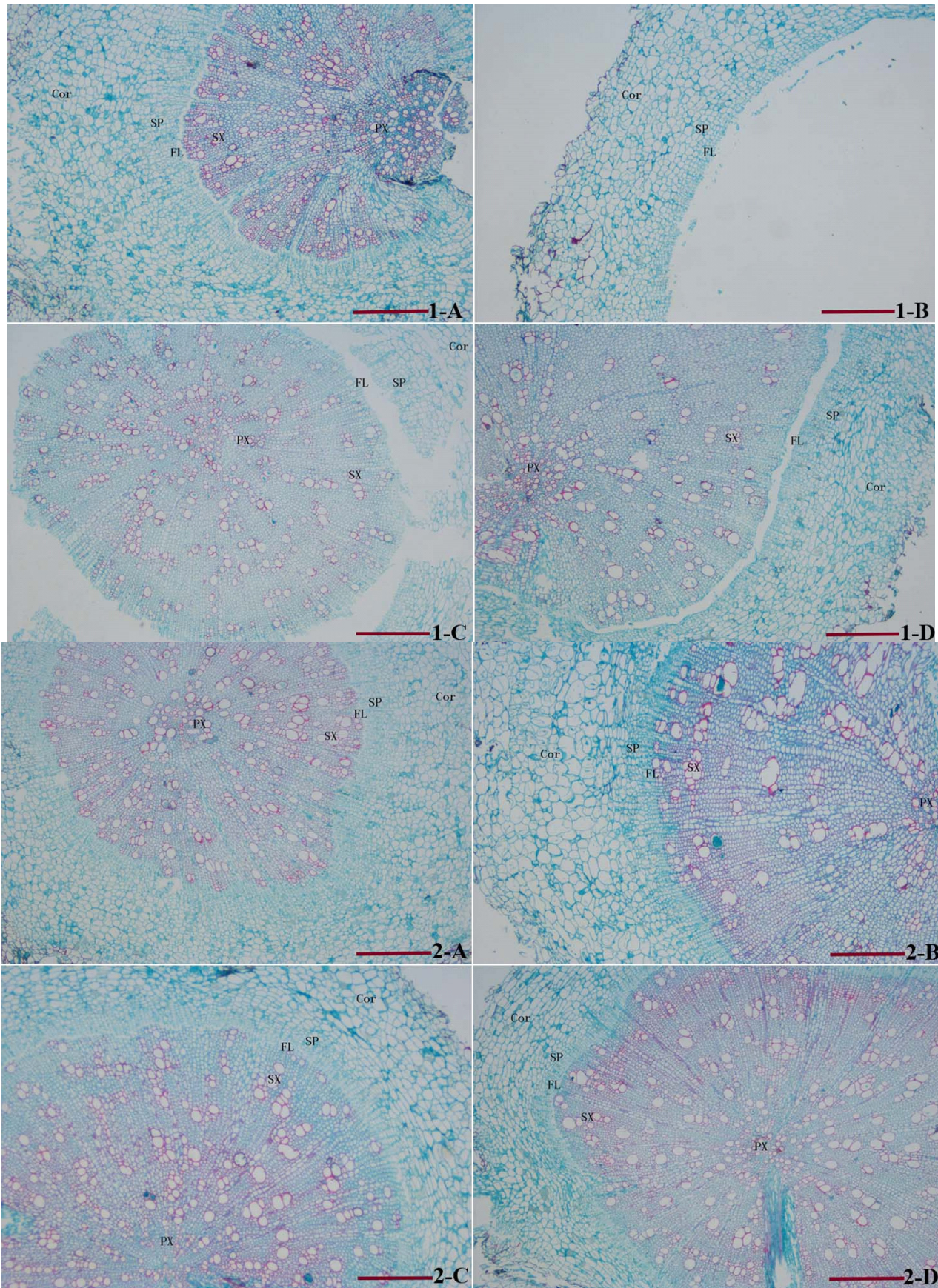
不同类型土壤种植的辣椒根系的木质化程度均较高,可见大而清晰的细胞壁加厚的导管,以及横向分布的木射线(图1)。其中,种植于潮土的‘SJ11-3’木质部所占比例较低仅48.3%(表2),导管排列紧密。种植于田园土‘SJ11-3’木质部的薄壁细胞间排列较疏松,可见细胞分离。种植于田园土的‘06g19-1-1-1’木质部所占比例为61.9%,形成层细胞小,有3~5层,皮层细胞薄,排列疏松。黄棕土种植的辣椒形成层分离明显,其中‘SJ11-3’和‘樟树港’木质部已完全脱离。种植于潮土的辣椒皮层细胞较厚;不同品种辣椒的皮层细胞间隙有一定的差异,4种土壤种植的‘SJ11-3’均有不同程度的形成层分离现象;不同类型的土壤种植的‘06g19-1-1-1’均有较完整的根部结构。

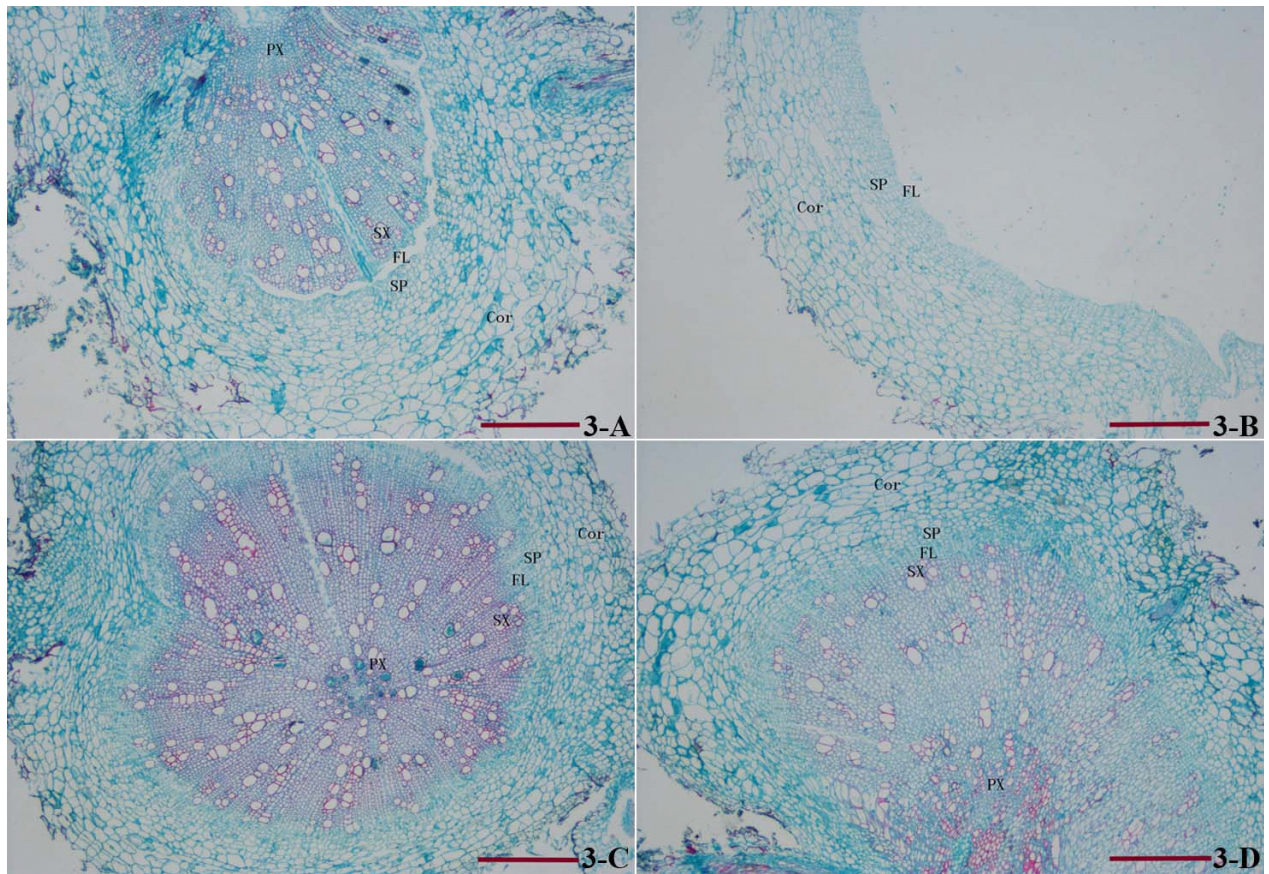
2.2 不同土壤类型对辣椒果实结构的影响

辣椒果实解剖结构分为果实外果皮、中果皮和内

表1 4种类型土壤理化性质

土壤类型	pH	容重/(g/cm ³)	速效钾/(mg/kg)	速效磷/(mg/kg)	碱解氮/(mg/kg)
潮土	4.82	1.45	45.31	160.44	107.38
黄棕土	4.95	1.30	13.23	11.36	90.77
稻田土	4.20	1.44	66.74	60.49	128.53
田园土	6.42	1.35	23.76	65.37	77.20





PX(primary xylem)-初生木质部,FL(forming layer)-形成层,SX(secondary xylem)-次生木质部, SP(secondary phloem)-次生韧皮部,Cor(cortex)-皮层;A-潮土,B-黄棕土,C-稻田土,D-田园土;

1-‘SJ11-3’,2-‘06g19-1-1-1’,3-‘樟树港’;Bar=500 μm

图1 不同土壤类型下辣椒根系显微结构图

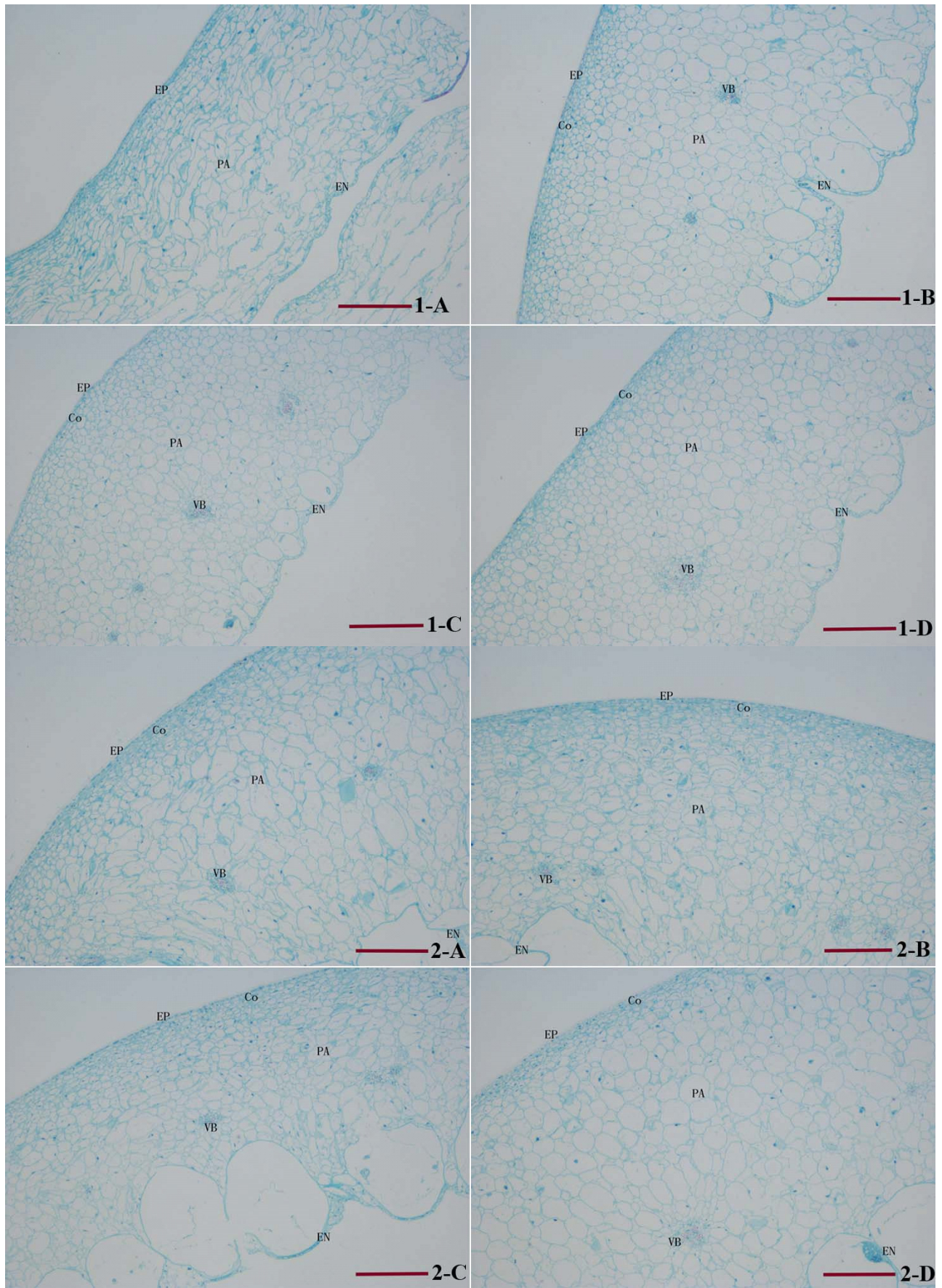
表2 不同土壤类型下辣椒根系显微结构比较

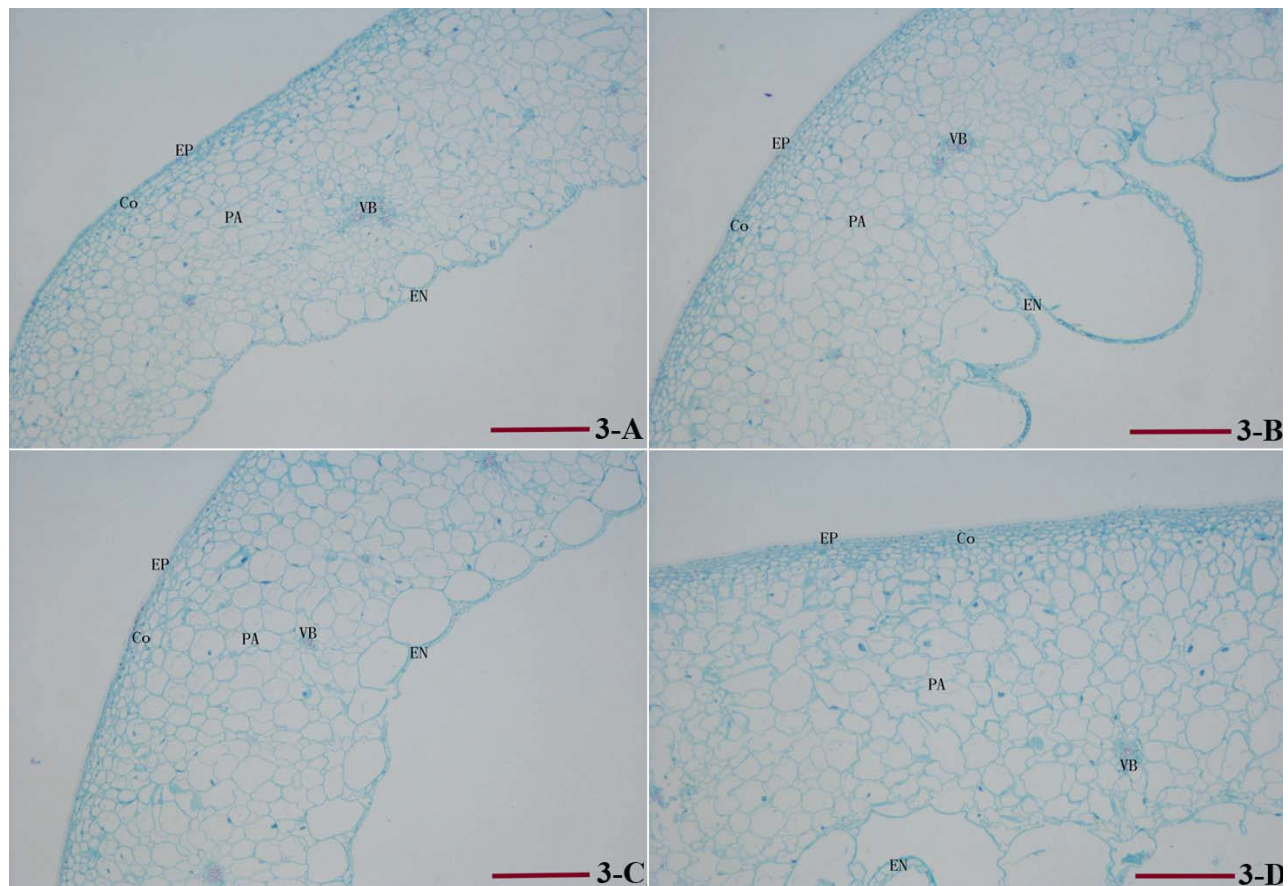
辣椒品种	土壤类型	木质部占根比例/%	皮层细胞厚薄	形成层细胞与木质部分离程度
SJ11-3	潮土	48.3	+++	++
	黄棕土	—	++	++++
	稻田土	54.4	++	++++
	田园土	58.8	++	+++
06g19-1-1-1	潮土	48.6	+++	+
	黄棕土	60.1	++	+
	稻田土	65.6	+	+
	田园土	61.9	+	+
樟树港	潮土	51.7	++	+++
	黄棕土	—	++	++++
	稻田土	61.5	+	+
	田园土	57.6	+	—

注:“—”代表无,“+”代表增加;“+”越多表示皮层细胞越厚,或形成层细胞与木质部分离程度越高。

果皮。由图2可以看出,种植于4种土壤的辣椒果实的外果皮均被完好角质层,内果皮细胞较小仅有1层,且排列紧密。紧靠表皮组织的有3~4层排列紧密的细

胞,其中种植于田园土的‘SJ11-3’、‘06g19-1-1-1’和‘樟树港’,以及种植于稻田土的‘06g19-1-1-1’和‘樟树港’的这类细胞壁呈现不同程度的增厚,种植于田园土





Co(collenchymatous cell)-厚角组织, EN(endodermis)-内表皮, EP(epidermis)-外表皮, PA(parenchymatous cell)-薄壁细胞, VB(vascular bundle)-维管束; A-潮土, B-黄棕土, C-稻田土, D-田园土; 1-‘SJ11-3’, 2-‘06g19-1-1-1’, 3-‘樟树港’; Bar=500 μm

图2 不同土壤类型下辣椒果实显微结构图

的‘06g19-1-1-1’和‘樟树港’加厚最为明显。田园土种植的辣椒果实薄壁组织与其他地区相比都有不同程度地增加,其中‘06g19-1-1-1’和‘樟树港’的果实薄壁组织增加明显。田园土所植辣椒‘SJ11-3’薄壁组织细胞约占整个果皮细胞的7/8,果肉较厚。不同辣椒品种间,‘樟树港’辣椒的薄壁组织层数较少,果肉较薄;‘06g19-1-1-1’辣椒的薄壁组织比例最大。4种土壤类型中黄棕土种植的辣椒维管束数目较多,维管束直径较大,组织分化明显;3个辣椒品种中‘樟树港’的维管束总体较多(表3)。

3 结论

试验通过比较辣椒种植在不同土壤类型下根系和果实显微结构的差异,及其与土壤理化性质的关系,为辣椒的优质高产栽培提供理论基础。研究发现:(1)土壤类型影响辣椒根系木质部的大小,形成层细胞间隙及其与木质部的紧密程度,并影响根系皮层厚度和皮层细胞的排列。(2)土壤类型影响辣椒果皮

细胞外层结构,薄壁组织细胞形态,以及维管束数量。(3)田园土pH值偏中性,容重较小,最适宜于辣椒的生长,整体上辣椒根系各类细胞均匀分布,木质部占根系比例适宜;果肉薄壁细胞多,薄壁组织增厚明显,种植的辣椒口感品质优于其他土壤类型。(4)黄棕土氮磷钾含量低,种植的辣椒根系形成层分离、木质部脱离严重;果实维管束数目较多,辣椒对土壤中的水肥利用率低。

4 讨论

根的主要功能是吸收养分水分、贮藏营养。水分及无机盐在植物体内的运输,主要是经木质部导管由下而上,除此之外,还通过射线和管间纹孔进行横向运输^[14]。导管在木质部中所占的比例与外界土壤水分环境密切相关,同样根中木质部所占比例愈大,愈能适应不良条件^[15-16]。本试验中,不同种植土壤下辣椒的根系均有较高的木质化程度,木质部清晰有次生结构,导管分布密集,说明辣椒的生长基本正常。种植于田园土

表3 不同土壤类型下辣椒果实显微结构比较

辣椒品种	土壤类型	细胞壁加厚程度	靠内果皮薄壁细胞壁融合程度	维管束数量	果皮细胞内层层数
SJ11-3	潮土	—	—	+	+
	黄棕土	—	+++	++	+
	稻田土	—	++	+++	+
	田园土	++	++	++	+
06g19-1-1-1	潮土	—	++	++	+
	黄棕土	—	++	+++	+
	稻田土	+	++	+++	+
	田园土	++	++	++	+
樟树港	潮土	—	++	+++	+
	黄棕土	+++	++	++++	+
	稻田土	+++	++	++++	+
	田园土	++++	++	+++	+

注:“—”代表无,“+”代表增加;“+”越多表示靠内果皮薄壁细胞壁融合程度越高或维管束数量越多。

的辣椒根系木质部占比适宜,形成层细胞与木质部分离程度低,表明该土壤类型的水肥条件适宜辣椒的生长。种植于潮土的‘SJ11-3’辣椒其根系木质部所占比例较低,为了提高养分输送能力只能加大导管的数目,因此其导管排列比种植于其他类型土壤的辣椒都要紧密;此外潮土所植辣椒根皮层较厚,细胞大,且排列较疏松,这可能是由于潮土容重高,土壤通气性差所致^[17]。种植于黄棕土的‘SJ11-3’和‘樟树港’辣椒根系形成层分离明显,木质部已完全脱离,容易造成韧皮部与木质部的分离,影响植物的正常生长。‘06g19-1-1-1’在不同类型土壤种植均能维持较完整的根部结构,说明该品种适应环境的范围较广。

果实的生长发育在解剖结构上表现为果实外果皮、中果皮及内果皮细胞的分裂与膨大,受自身遗传因素制约,激素物质和营养物质以及温度、光照、水分等环境因素的影响^[18]。不同类型土壤所植辣椒外果皮均被有完好角质层,说明果实生长良好,无病虫害。厚角组织起机械支持作用,对维持植物形态起很重要的作用,且不妨碍其他器官的生长^[19]。研究表明,外界条件的刺激,对厚角组织的发育具有明显的影响,当植物收受界强力作用时间较长时,厚角组织面积会增大^[20]。种植于田园土的‘06g19-1-1-1’和‘樟树港’辣椒厚角组织的增加可能与种植地的多风或其他外力有关。辣椒果肉中的薄壁细胞所占的比例较大,这类营养性的生活细胞,兼有贮藏特性,对辣椒的产量及品质有直接影响^[21-22]。田园土种植的辣椒薄壁组织与其他类型土壤

种植的辣椒相比都有不同程度地增加,其中‘06g19-1-1-1’和‘樟树港’辣椒薄壁组织增加明显。这可能是田园土 pH 值适宜,土壤容重小,辣椒对土壤中的水肥利用率较好,有利于薄壁组织的增厚,从而增加辣椒果肉厚度^[23-24]。维管组织可疏导水分和营养物质,亦有一定支持功能^[25-27]。维管束对辣椒果实中营养物质的输送至关重要,影响果实的发育和品质形成^[28],但维管束过多会影响辣椒品质。4种土壤类型下,黄棕土种植的辣椒维管束数目较多,维管束直径较大,组织分化明显,这可能是该土壤类型水肥条件较差所致。4种类型土壤所植辣椒果实的内果皮细胞均仅有一层,且排列紧密,这可能是由于辣椒内果皮细胞为最大细胞层,为高度液泡化状态,失去了分裂能力,受外界环境因素的影响小^[29]。

本试验从微观层面研究土壤因素对辣椒生长发育的影响,对辣椒生产中种植地的选择、因地制宜等具有借鉴意义。本研究选取的3个辣椒材料品种之间的差异较大,具有一定的代表性。潮土、黄棕土、稻田土和田园土为湖南省常见的土壤类型,所在地地理差异小,缺少结合当地气候因素进行比较分析是本研究的不足之处。土壤因素对作物生长发育的影响关系十分复杂,土壤中的单一因素或多个因素协同作用对辣椒根系结构和果实结构的具体影响,以及土壤类型对辣椒生物学产量、经济产量、辣椒的营养品质等的影响有待进一步研究,以探索适宜辣椒生长的土壤条件。

参考文献

- [1] 赵静,沈向,李欣.梨园土壤pH值与其有效养分相关性分析[J].北方园艺,2009(11):5-8.
- [2] 唐琨,朱伟文,周文新.土壤pH对植物生长发育影响的研究进展[J].作物研究,2013,27(2):207-212.
- [3] Yoon, Won S, Giménez, et al. Entropy Characterization of Soil Pore Systems Derived From Soil- Water Retention Curves[J]. Soil Science,2012,177(6):361-368.
- [4] Blancocanqui H, Stone L R, Schlegel A J, et al. No-till induced increase in organic carbon reduces maximum bulk density of soils [J]. Soil Science Society of America Journal,2009,73(6):1871-1879.
- [5] 吕薇,李军,岳志芳,等.轮耕对渭北旱塬麦田土壤有机质和全氮含量的影响[J].中国农业科学,2015,48(16):3186-3200.
- [6] 郑亚萍,梁晓艳,王才斌,等.不同土壤类型旱地花生的生理特性和农艺性状[J].中国油料作物学报,2012,34(5):496-501.
- [7] 车京玉.不同土壤类型的土壤肥力及含水量对春小麦产量的影响[J].黑龙江农业科学,2011(3):41-44.
- [8] 蔡雪姣,陈建军,吕永华,等.不同土壤类型烟叶组织结构及化学成分的差异比较[J].浙江农业学报,2013,25(6):1177-1182.
- [9] 王继榜.我国辣椒产业现状及发展趋势综述[J].安徽农学通报,2013(19):64.
- [10] 姜伟,崔世茂,李慧霞,等.盐胁迫对辣椒幼苗根、茎、叶显微结构的影响[J].蔬菜,2017(3):6-15.
- [11] 徐明飞,张永志,王钢军,等.铅对辣椒生长特性及其细胞组织超微结构的影响[J].中国农学通报,2008,24(3):369-373.
- [12] 吕三三,杜国栋,刘志琨,等.覆草对苹果叶片显微结构及光系统功能的影响[J].中国农业科学,2015,48(1):130-139.
- [13] 邱立友,李富欣,祖朝龙,等.皖南不同类型土壤植烟成熟期烟叶的基因差异表达和显微结构的比较[J].作物学报,2009,35(4):749-754.
- [14] 杨淑敏,江泽慧,任海青,等.13种沙生植物纤维和导管分子长度变化的研究及木质部特征的定量研究[J].植物研究,2007,27(5):601-606.
- [15] 冯乃杰,阎秀峰,郑殿峰,等.两种植物生长调节剂浸种对大豆根系解剖结构的影响[J].植物生理学报,2010,46(7):687-692.
- [16] 徐扬,陈小红,李慧敏,等.2种高山海棠营养器官的解剖结构及其生态适应性研究[J].植物研究,2016,36(5):660-668.
- [17] 杨春雪,卓丽环,柳参奎.植物显微及超微结构变化与其抗逆性关系的研究进展[J].分子植物育种,2008,6(2):341-346.
- [18] 王春飞,郁松林,肖年湘,等.果树果实生长发育细胞学研究进展[J].中国农学通报,2007,23(7):386-390.
- [19] 倪福太,李长有,王占武,等.叶柄内机械组织的分布与作用[J].牡丹江师范学院学报:自然科学版,2013(2):30-31.
- [20] 蒋坤云,陈丽华,盖小刚,等.华北护坡阔叶树种根系抗拉性能与其微观结构的关系[J].农业工程学报,2013,29(3):115-123.
- [21] 吕英民,张大鹏.苹果果实韧皮部及其周围薄壁细胞的超微结构观察和功能分析[J].植物学报,2000,42(1):32-42.
- [22] 齐红岩,刘勇,衣宁宁,等.薄皮甜瓜组织结构、纤维素及果胶含量与果实感官品质的关系[J].中国蔬菜,2010,1(8):36-40.
- [23] 潘坤,聂佩显,卢诚,等.木薯须根、块根韧皮部及其周围薄壁细胞的超微结构观察和功能分析[J].电子显微学报,2013,32(1):73-80.
- [24] 聂敬全,蔡永萍,张士鸿,等.砀山酥梨果实石细胞与薄壁细胞发育关系的解剖学研究[J].园艺学报,2009,36(8):1209-1214.
- [25] 冯乃杰,郑殿峰,刘冰,等.三种植物生长物质对大豆叶茎解剖结构的影响[J].植物生理学报,2009,45(4):351-354.
- [26] Aloni R. Differentiation of Vascular Tissues[J]. Annual Review of Plant Biology,1987,38:179-204.
- [27] 杨兴玉,刘焕芳,魏守兴,等.檀香吸器维管组织的个体发育[J].热带亚热带植物学报,2017,25(1):13-19.
- [28] 张珺,刘志民,马焕普,等.桃果实维管束的分布及解剖研究[J].园艺学报,2009,36(5):639-646.
- [29] Tiwari A, Viviansmith A, Ljung K, et al. Physiological and morphological changes during early and later stages of fruit growth in *Capsicum annuum*[M]. Physiologia Plantarum,2013:396-406.