

宋佳,王辉,李文丽,等. 番茄筋腐病抗、感材料叶片和果实中主要矿质营养元素的分析[J]. 江苏农业科学,2018,46(9):112-114.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.09.025

# 番茄筋腐病抗、感材料叶片和果实中主要矿质营养元素的分析

宋佳,王辉,李文丽,王富

(青岛农业大学园艺学院,山东青岛 266109)

**摘要:**以番茄筋腐病易感高代自交系 C285 和抗病高代自交系 P31 为主要试验材料,通过对抗病材料和感病材料不同时期的叶片、果实中主要矿质元素含量进行比较分析,以期探明番茄筋腐病与矿质营养元素含量之间的关系。结果表明,感病材料 C285 功能叶片中氮、钾含量在发育的每个阶段均普遍低于抗病材料 P31;C285 果实中氮的含量在果实绿熟期到转色期时均极显著低于 P31,而红熟期时极显著高于 P31( $P < 0.01$ )。抗病材料 P31 果实中钾的含量与感病材料 C285 果实中钾的含量差异显著( $P < 0.05$ )。感病材料 C285 果实中镁含量在果实发育的每个阶段均高于抗病材料 P31,且在绿熟期与转色期时表现更为明显。

**关键词:**番茄;功能叶片;果实;筋腐病;感病材料;抗病材料;矿质营养元素;含量变化规律

**中图分类号:** S641.201 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)09-0112-03

番茄(*Solanum esculentum*),又称西红柿,属于喜温、喜光性蔬菜,营养丰富,是一年生或多年生草本植物<sup>[1]</sup>。如今随着人们对番茄需求量的增加,番茄栽培面积也随之增大,病虫害问题日趋严重,其中番茄筋腐病是番茄生产中普遍发生的生理性病害之一<sup>[2]</sup>,严重影响了番茄果实的品质和产量,造成了严重的经济损失<sup>[3]</sup>。

番茄筋腐病,又称条腐病或带腐病,无论是保护地还是露地种植都会发生,在冬季、春季的番茄生产上较常见<sup>[4]</sup>。1926 年 Bewley 首次提到这种病害<sup>[5]</sup>,随后世界上许多国家都进行报道,但是由于发病原因复杂,研究结果显示人们对于此病的发病原因有着不同的理解与看法<sup>[6-7]</sup>。Bewley 等研究得出缺钾是致使番茄筋腐病发生的主要原因之一<sup>[5]</sup>。但同时其他研究表明,仅仅增施钾肥并不能彻底解决番茄筋腐病的发生<sup>[8]</sup>。1958 年,日本农业学家首次在日本发现番茄筋腐病,此后森俊人等对番茄筋腐病进行了许多研究,日本的农业学家一致认为有多种因素会影响番茄筋腐病的发生,其中一个关键因素就是保护地的长期连作<sup>[7]</sup>。

本研究以番茄筋腐病易感高代自交系 C285 和抗病高代自交系 P31 为试验材料,对这 2 种材料在不同时期的果实和叶片中氮、磷、钾、钙、镁的含量进行测定,研究不同品种番茄叶片与果实中的矿质营养元素含量及变化规律,以期研究番茄筋腐病的发生与营养之间的关系规律提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料为番茄筋腐病易感高代自交系 C285 和抗病高代自交系 P31,2 份材料均由青岛农业大学园艺学院提供。其中,2 份材料的水、肥管理相同(常规管理),番茄长势良好。每份材料均取不同时期(绿熟期、转色期、红熟期)中番茄的第 1 穗果实与第 1 穗果实上的第 1 组叶片作为分析测试样品,每份材料均重复 3 次。采回叶片与果实材料后,及时将表面用蒸馏水擦拭干净,于 105 ℃ 烘箱中烘 30 min 后,降温至 65 ~ 80 ℃ 烘至恒质量,烘干后研磨成粉,备用<sup>[9]</sup>。

### 1.2 主要仪器

等离子体发射光谱仪(ICP-OES-Optima 8 × 00 光谱仪,购自美国 PE 公司)、凯氏定氮仪(FOSS-2100,购自瑞典 FOSS 公司)。

### 1.3 试验方法

精确称取 1.0 g 样品粉末,放入消化管,加入 0.3 g 硫酸铜、3.0 g 硫酸钠以及 12 mL 硫酸消煮至蓝绿色后用凯氏定氮仪蒸馏,用盐酸滴定法测定叶片与果实的氮含量<sup>[10]</sup>。精确称取 0.5 g 样品粉末,放入锥形瓶,加入 10 mL 硝酸、2 mL 高氯酸过夜,在控温消煮仪上消解至溶液为 1 mL 左右,冷却,加入 10 mL 左右去离子水,继续加热赶酸后无损转移至容量瓶定容,用等离子体发射光谱仪分别测定磷、钾、钙、镁的含量<sup>[11-12]</sup>。

### 1.4 数据处理

采用 Excel 对试验数据进行计算,然后对数据进行 LSD 法差异显著性测验。

## 2 结果与分析

### 2.1 番茄抗、感筋腐病材料功能叶片中主要矿质营养元素的比较与分析

由图 1 可知,抗病材料 P31 的功能叶片在不同时期中的

收稿日期:2016-11-30

基金项目:山东省现代农业产业技术体系(编号:SDAIT-05-02);

山东省自然科学基金(编号:ZR2014CQ034);山东省良种工程;青岛农业大学高层次人才科研基金(编号:663-1115041)。

作者简介:宋佳(1990—),女,山东淄博人,硕士研究生,主要从事蔬菜遗传育种及生物技术研究。E-mail:jia\_xiaosong@126.com。

通信作者:王富,博士,教授,主要从事蔬菜遗传育种及生物技术研究。E-mail:wangfubcd@163.com。

氮含量相对较稳定,在 2.25% ~ 2.42% 之间;感病材料 C285 的氮含量变化也比较稳定,分布在 1.66% ~ 1.91% 之间。随着时间的推移,叶片中的氮含量逐渐降低,在 3 个时期中 P31 叶片中的氮含量均极显著高于 C285 ( $P < 0.01$ )。

由图 2 可知,P31 在不同时期功能叶片中的磷含量相对较稳定,而 C285 功能叶片中的磷含量则有一定变化,其中转色期的磷含量最小,为 2.37 mg/g。另外,在 3 个时期中 C285 叶片中的磷含量均显著高于 P31 ( $P < 0.05$ )。

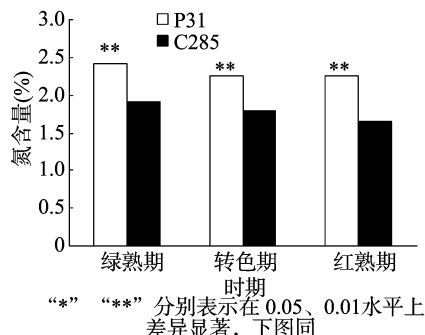


图1 番茄在不同时期叶片中氮含量

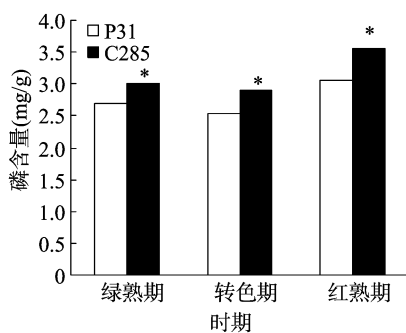


图2 番茄在不同时期叶片中磷含量

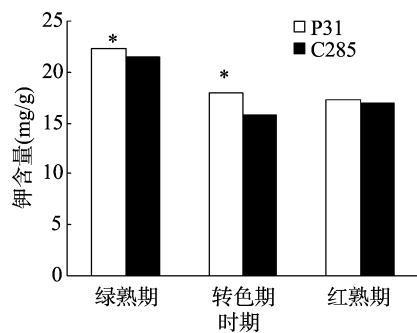


图3 番茄在不同时期叶片中钾含量

## 2.2 番茄抗、感筋腐病材料果实中主要矿质营养元素的比较与分析

由图 6 可知,P31 随着时间的推移,果实中氮含量逐渐减

少。在果实发育过程中,在绿熟期与转色期时,P31 果实中氮含量均极显著高于 C285;在红熟期时,P31 果实中氮含量极显著低于 C285 ( $P < 0.01$ )。

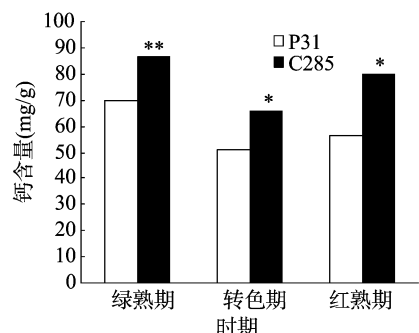


图4 番茄在不同时期叶片中钙含量

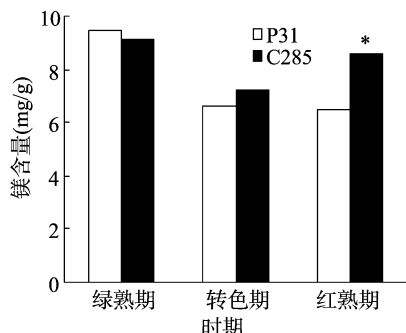


图5 番茄在不同时期叶片中镁含量

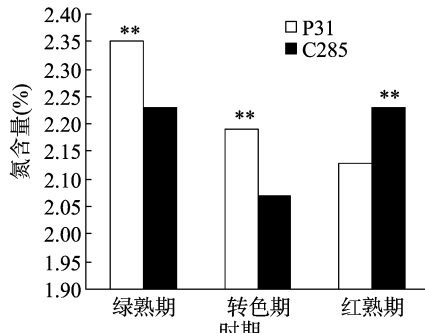


图6 番茄在不同时期果实中氮含量

由图 7 可知,P31 在果实发育过程中,在转色期时果实中磷含量最低,为 2.54 mg/g,在红熟期时最高,为 3.06 mg/g;C285 果实中磷的含量在 3 个时期均高于 P31,且在红熟期时差异显著 ( $P < 0.05$ )。

由图 8、图 9、图 10 可知,果实中钾含量与磷含量的变化趋势相似,P31 果实中钾含量在转色期时最低,为 33.02 mg/g,在红熟期时最高,为 42.01 mg/g;2 份材料在果实发育过程中随着时间的推移,其果实中钾的含量呈逐渐增加的趋势,且 P31 果实中的钾含量显著低于 C285 果实中的钾含量 ( $P < 0.05$ )。P31、C285 这 2 份材料在果实发育过程中,钙含量均是在转色期时最低,且各个时期 P31 果实中的钙含量均低于 C285。在果实发育的 3 个时期中,C285 果实中镁含量均高于 P31,且 2 份材料均在转色期时镁的含量最低,红熟期时镁的含量最高。

## 2.3 番茄抗、感筋腐病叶片与果实中主要矿质营养元素的比较与分析

分别对 2 份材料同一时期功能叶片和果实中大量元素

氮、磷、钾的含量进行比较与分析,由表 1 可知,P31 在果实发育过程中,其功能叶片中氮含量均极显著高于果实中氮含量 ( $P < 0.01$ );而 C285 果实中氮含量极显著高于叶片中氮含量 ( $P < 0.01$ )。P31 在果实发育过程中其果实中磷含量均高于叶片;C285 在绿熟期果实中磷含量低于叶片,但在转色期和红熟期时均高于叶片中磷含量。2 份材料果实中钾的含量均极显著高于叶片中钾的含量 ( $P < 0.01$ )。

同时也分别对 2 份材料同一时期功能叶片和果实中大量元素钙、镁的含量进行比较与分析,由表 2 可知,2 份材料果实中钙、镁的含量均极显著低于叶片中钙、镁的含量 ( $P < 0.01$ )。

## 3 结论与讨论

本研究针对番茄筋腐病抗病材料 P31 和感病材料 C285 果实发育过程中,对应功能叶和果实中主要矿质元素含量进行测定与分析。C285 功能叶片中氮、钾的含量在发育的每个阶段均普遍低于 P31;C285 果实中氮含量在绿熟期与转色期

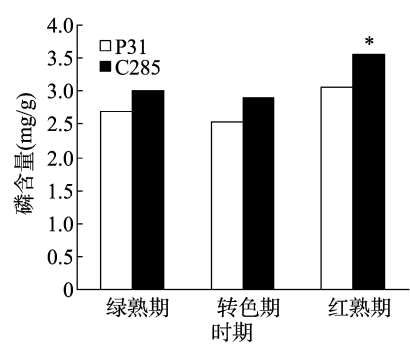


图7 番茄在不同时期果实中磷含量

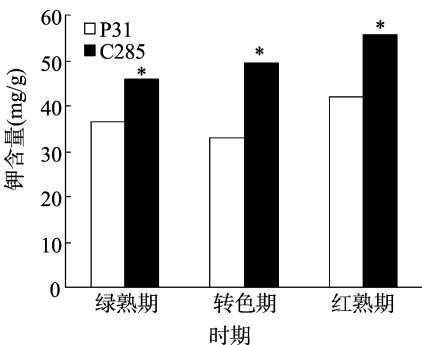


图8 番茄在不同时期果实中钾含量

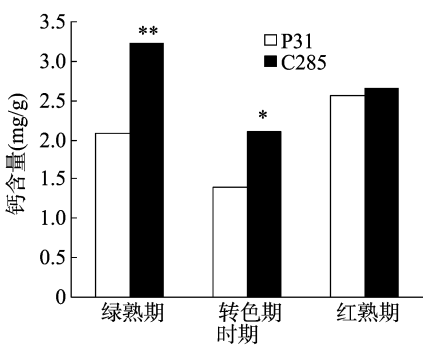


图9 番茄在不同时期果实中钙含量

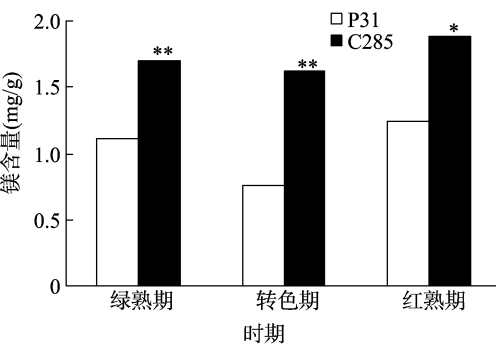


图10 番茄在不同时期果实中镁含量

时均极显著低于 P31, 而红熟期时极显著高于 P31 ( $P < 0.01$ )。C285 果实中钾含量均显著高于 P31 果实中的钾含量 ( $P < 0.05$ )。C285 果实中镁含量在果实发育的每个阶段均高于 P31, 且在绿熟与转色期时差异极显著 ( $P < 0.01$ )。P31 在果实发育过程中其功能叶片中氮含量极显著高于果实; 而 C285 果实中氮含量极显著高于叶片 ( $P < 0.01$ )。抗、感筋腐病 2 份材料果实中钙、镁的含量均极显著低于叶片中钙、镁的含量 ( $P < 0.01$ ), 而果实中钾含量均极显著高于叶片中钾含量 ( $P < 0.01$ )。

表 1 抗、感材料同一时期叶片和果实中氮、磷、钾含量之间的比较与分析

材料	时期	氮含量 (%)		磷含量 (mg/g)		钾含量 (mg/g)	
		叶片	果实	叶片	果实	叶片	果实
P31	绿熟期	2.42 **	2.35	2.16	2.70 *	22.25	36.54 **
	转色期	2.25 **	2.19	1.76	2.54 **	17.89	33.02 **
	红熟期	2.26 **	2.13	1.87	3.06 **	17.26	42.01 **
C285	绿熟期	1.91	2.23 **	3.42	3.00	21.55	45.69 **
	转色期	1.80	2.07 **	2.37	2.89	15.79	49.37 **
	红熟期	1.66	2.23 **	3.17	3.55	16.94	55.53 **

注：“\*”“\*\*”分别表示在 0.05、0.01 水平上差异显著, 下同。

表 2 抗、感材料同一时期叶片和果实中钙、镁含量之间的比较与分析

材料	时期	钙含量 (mg/g)		镁含量 (mg/g)	
		叶片	果实	叶片	果实
P31	绿熟期	69.79 **	2.09	9.47 **	1.11
	转色期	50.71 **	1.40	6.59 **	0.76
	红熟期	56.68 **	2.56	6.46 **	1.24
C285	绿熟期	86.59 **	3.22	9.10 **	1.70
	转色期	65.54 **	2.10	7.23 **	1.62
	红熟期	80.01 **	2.66	8.56 **	1.88

番茄筋腐病的发生严重影响了果实的商品质量和经济价值, 现如今已成为急需解决的问题<sup>[6,13]</sup>。关于矿质元素对番茄筋腐病的影响, Bewley 等的试验结果表明, 在缺乏有机肥料的条件下, 番茄筋腐病的发生与氮、钾的缺乏有关, 尤其是钾的缺乏<sup>[5]</sup>。

参考文献:

[1]程智慧. 蔬菜栽培学各论[M]. 北京:科学出版社,2010:60-63.  
[2]齐红岩,须 晖,李天来. 土壤水分对番茄褐变型筋腐病发生的影响[J]. 中国蔬菜,2000,1(3):8-10.  
[3]侯丽霞,郎丰庆,徐文玲,等. 番茄筋腐病的发病机理、原因与防

治[J]. 北方园艺,2002(3):64-65.  
[4]洪玉善,郑土金,崔长辉. 保护地番茄筋腐病及其防治途径[J]. 吉林蔬菜,1994(2):12-13.  
[5]Bewley W F, White H L. Some nutritional disorders of the tomato [J]. Annals of Applied Biology,1926,13(3):323-338.  
[6]李天来,张振武,郭 泳. 番茄筋腐果的发生原因及防止对策 [J]. 沈阳农业大学学报,1992,23(2):153-156.  
[7]森俊人,久保雄之介,黄子明. 番茄筋腐病的发病机制和防治方法[J]. 中国蔬菜,1984(3):57-60.  
[8]须 晖,孙红梅,李天来,等. 番茄筋腐病研究进展[C]//中国园艺学会第九届学术年会论文集论文集,北京,2001.  
[9]王莲英. 中国牡丹品种图志[M]. 北京:中国林业出版社,1997.  
[10]戴宏林,吴小骏. 用凯氏定氮法测定植物干样品中的氮含量[J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版),1995,16(3):70-70.  
[11]冯小飞,赵 宁,泽桑梓,等. 不同产地黑木耳中矿质元素含量的测定[J]. 贵州农业科学,2016,44(4):35-38.  
[12]王小平,李 柏. ICP-OES 和 ICP-MS 测定中日两国大米中 27 种矿质元素含量[J]. 光谱学与光谱分析,2010,30(8):2260-2264.  
[13]张保贤. 保护地番茄筋腐病的发生与防治[J]. 蔬菜,1994(5):23-24.