

酸胁迫条件下对番茄生长、产量和品质的影响*

宋建国¹ 刘伟¹ 尚庆昌²

(1 烟台大学环境学院, 烟台, 264005; 2 吉林农业大学环境学院, 长春, 130118)

摘要 通过盆栽试验研究了酸胁迫对番茄的生长、产量和品质影响。结果表明: 在一定的酸胁迫强度下, 番茄生长期明显延长; 除 5 号处理 (pH < 3.5 时) 番茄的生长发育受到严重的抑制外, 其余各处理植株的株高、茎叶干重和根长均高于对照植株; 随着酸胁迫强度的加强, 各处理植株的产量、成熟果率和维生素 C 含量随之下降, 但番茄的可溶性糖量却增加; 果实的总酸度与酸胁迫强度关系不大。

关键词 酸胁迫, 番茄, 土壤。

酸性沉降物对农作物的影响多采用室内和田间模拟酸雨喷洒的方法^[1-3], 酸性沉降物进入土壤的数量增加, 势必引起土壤 pH 值的下降, 土壤酸化后对蔬菜和其它作物生长的影响, 无论从当前和长远的角度来看, 都是值得研究的重要问题^[4,6]。

本研究通过盆栽试验, 以番茄为指示作物, 系统地研究了不同程度酸胁迫条件下番茄的生长、产量和品质的影响, 确定了酸害的域值, 以期采取有效的调控措施提供基础资料和依据。

1 材料和方法

供试土壤采自长春市郊区吉林农业大学实验基地的农田。该土壤为黑土, 中壤土, 物理性粘粒含量 44.50%, pH 值 6.34, 酸化容量 (pH 4.5) $3.4 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$, 有机质 $24.4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 阳离子交换量 $30.50 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$, 交换性盐基总量 $29.31 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

每盆栽土 11kg, 对照 (CK) 及 1—5 号处理分别加入 0 (CK), 8.8, 17.6, 26.4, 35.2, 44.0ml H_2SO_4 (化学纯, 98%)。每盆施以磷酸二铵 5.28g, 硫酸铵 8.25g 和硫酸钾 3.58g。将化肥和稀释后的硫酸搅匀后, 分层加入到土壤中, 堆置 48h, 过两遍筛, 采集混合土样测定每个处理的 pH 值: 5.49, 4.73, 4.06, 3.84, 3.49, 3.37, 然后装盆 (在温室中进行)。供试番茄选用 UC-特单 1, 6 次重复, 随机排列。移栽时, 选取株高、径粗相近的种苗进行定植, 每盆定植 1 株, 生长期为 4 个月。

在盆栽期间对番茄的生长发育状况进行调查, 及时采摘果实, 分次计算产量, 调查病腐果的发生率, 采收盛期测定品质指标。盆栽结束后, 统一进行株高、茎粗、茎叶干重、根长和根干重的测定。

土壤理化性质的测定采用常规方法; 维生素 C 用 2,6-二氯酚法测定; 可溶性糖的测定采取蒽酮比色法; 总酸度用氢氧化钠滴定法。

2 结果与讨论

2.1 酸胁迫对番茄生长发育的影响

酸胁迫对番茄营养期生长的影响见图 1。在植株净生长高度上, 与 CK 相比, 1 号处理并未受影响, 其生长速度反而超过对照, 2—5 号处理的生长速度低于对照。CK, 1 号和 2 号处理在移植后 1 个月均出现营养生长的高峰。3 号和 4 号处理移植后的 20d 内, 生长期一直受严重抑制, 此后生长变快, 至移植后 40d 达到株高净生长的最大值, 这比 CK 晚了 20d。5 号处理一直处于生长受抑状态, 但其生长速度随着生长期的延伸, 有加快的趋势。各处理的植株在达到生长高峰后, 均进入生殖生长期, 净生长量明显下降。

2004 年 7 月 19 日收稿。

* 烟台大学博士后基金项目 (HJB0401/HJB0408) 和吉林省科技厅资助项目 (19990238)。

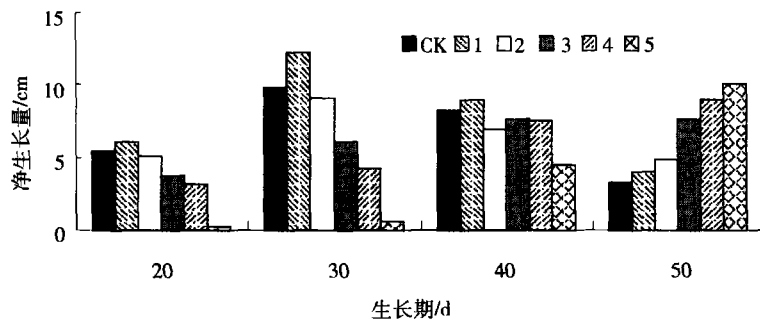


图1 土壤酸化对番茄营养生长期长势的影响

Fig. 1 The effect of soil acidification on the tomato growth in the vegetative period

由表1可以看出, 1—4号处理的植株高度、茎叶干重和根系长度都高于CK. 其中, 2号处理茎叶和根系干重最高. 1—4号处理的株高分别比CK高20.9%, 33.6%, 30.6%, 16.0%; 茎叶干重是CK的0.91, 1.55, 1.44和1.31倍. 在土壤pH值低至3.5时, 其植株的营养生长并未受到影响, 而2号处理植株的生物量仍是最高, 说明番茄属于耐酸性较强的蔬菜. 在pH5.5—3.5的范围内, 根长随pH值的降低有增加的趋势, 1—4号处理比CK长0.2%, 5.0%, 9.2%, 28.3%. 这可能与酸性环境中, 土壤增加的 Al^{3+} 对根系生长具有一定的刺激作用有关^[4]. 5号处理的生长明显受到严重抑制, 各项生长指标均低于其它处理, 这表明酸胁迫强度(pH3.5)已超出了番茄所能忍受的极限.

表1 酸胁迫对番茄生长发育的影响

Table 1 Effect of the soil acid on the growth of tomato

处理	pH值	株高/cm	茎粗/mm	茎叶干重/g·盆 ⁻¹	根长/cm	根干重/g·盆 ⁻¹
CK	5.49	43.1	8.6	12.7	52.4	4.7
1	4.73	52.1	10.0	24.3	52.3	4.4
2	4.06	56.3	9.7	32.4	54.9	5.8
3	3.84	57.6	9.7	31.0	57.1	3.8
4	3.49	50.0	7.0	16.7	67.1	3.1
5	3.37	34.2	4.3	6.0	49.8	2.0

2.2 酸胁迫对番茄产量的影响

酸胁迫对番茄产量的影响列于表2. 就果实总产量来看, 2号处理最高, 比CK高58.8%, 但未成熟果占总产量的近一半, 高达47.8%, 其成熟果率远远低于CK. 这是由于2号处理贪青晚熟所造成的, 其机理有待于进一步深入研究. 以成熟果计算果实产量, CK的果实产量最高, 分别是其它处理的2.2, 2.1, 2.4, 5.4和5.8倍. 5号处理无论在总产量还是成熟果量都是最低的, 说明在酸胁迫条件下, 番茄产量会下降, 而且强度愈大, 对番茄产量影响也愈大.

脐腐病对番茄果实的商品质量和价值有很大影响. 实验结果表明: 在酸胁迫强度增加的情况下, 番茄脐腐病加重. 各处理与CK比较, 随着土壤pH值的降低, 病果有增多的趋势, 1—5号处理的病果率分别由CK的2.7%增加8.8%, 13.5%, 18.3%, 29.4%, 4.9%.

2.3 酸胁迫对番茄品质的影响

在不同的酸胁迫强度下, 番茄的主要品质因子也发生了一些变化(见表2). 随着土壤酸强度的增加, 番茄维生素C(Vc)的含量呈下降趋势. CK番茄果实中Vc的含量最高(23.03mg·100g⁻¹). 与CK相比, 其它处理的Vc含量分别减少6.12%, 10.20%, 10.73%, 14.20%, 22.45%. 说明酸胁迫会降低番茄果实中Vc的含量.

可溶性糖在一定酸胁迫条件下呈增加趋势. 与CK比较, 在pH4.73—3.49的范围内, 1—4号处理的含糖量分别增加34.92%, 19.55%, 19.83%, 7.82%. 其中, 1号处理的番茄果实可溶性糖含量最高(4.83%); 5号处理(pH3.37)的可溶性糖含量最低, 为3.33%.

酸胁迫条件对番茄总酸度的影响并不明显, 在 pH5.49—3.37 的范围内, 总酸度变化的幅度仅为 0.03%。糖酸比可以衡量番茄果实的风味和口感, 如表 2 所示, 在 1 号和 2 号处理番茄果实的糖酸比均高于 CK, 3—5 号处理番茄果实的糖酸比呈下降趋势分别比 CK 降低 2.34%, 5.10% 和 26.90%, 由此表明, 在本实验条件下, 当 pH < 4.10 时, 番茄果实的风味和口感会变得较差。

表 2 酸胁迫对番茄产量的影响

Table 2 Effect of the soil acid on the yield of tomato

处理	总产量/g·盆 ⁻¹	成熟果/g·盆 ⁻¹	未成熟果/g·盆 ⁻¹	病果率/%	Vc/mg·100g ⁻¹	可溶性糖/%	总酸度/%	糖酸比
CK	308.9	299.70	0	2.7	23.03	3.58	0.22	16.27
1	290.8	183.2	82.1	8.8	21.62	4.83	0.28	17.25
2	489.2	189.0	234.0	13.5	20.68	4.28	0.26	16.46
3	308.1	169.1	141.5	18.3	20.56	4.29	0.27	15.89
4	298.0	73.6	74.3	29.4	19.76	3.86	0.25	15.44
5	136.8	68.6	61.5	4.9	17.86	3.33	0.28	11.89

3 结论

在一定的酸胁迫条件下, 均会导致番茄的生长期延后, 其中, 1 号和 2 号处理在移植后 20 天即达到生长高峰, 而 3 号和 4 号处理比它们晚 20d; 在 pH4.7—3.5 的范围内, 植株高度、茎叶干重和根系长度都高于 CK, 表明番茄属于耐酸性较强的蔬菜; 在 pH5.5—3.5 的范围内, 根长随酸胁迫的增加有增长的趋势; 随着酸胁迫强度的增加, 果实成熟率下降, Vc 含量减少, 病害加重; 但在 pH4.73—3.49 范围内, 番茄含糖量有所增加; 酸胁迫强度对果实总酸度影响不大。

参 考 文 献

- [1] 宁安荣, 张洪生, 张跃民等, 酸沉降对蔬菜吸收养分的影响. 农业环境科学学报, 2003, 22 (6): 651—655
- [2] 杨学春, 牟树森等, 酸雨和降尘对植物产量及汞含量的研究. 西南农业大学学报, 1998, 20 (2): 165—169
- [3] 谢田, 李玉明等, 模拟酸雨对菠菜、白菜细胞透性的影响研究. 中国环境科学, 1986, 6 (4): 47—40
- [4] 朱端卫, 青长乐等, 土壤酸化与油菜锰毒关系研究. 热带亚热带土壤科学, 1998, 7 (4): 280—283
- [5] 李荣生, 胡哲森, 时忠杰等, 模拟酸雨对蕹菜种子发芽的影响. 农业环境保护, 2002, 20 (5): 355—357
- [6] 陈德林, 丁士晟, 谷淑芳等, 长春市降水酸度的研究. 环境化学, 1985, 4 (2): 67—71

EFFECT OF ACID STRESS ON THE GROWTH, YIELD AND QUALITY OF TOMATO

SONG Jian-guo¹ LIU Wei¹ SHANG Qing-chang²

(1) College of Environment, Yantai University, Yantai, 264005;

2) College of Source and Environment, Jilin Agricultural University, Changchun, 130118)

ABSTRACT

A pot experiment was adopted to study the effect of acidic stress on the growth, yield and quality of tomato. The results showed that the acid stress result in the delay of tomato growth period. The height, stalk-leaf-root dry weight and roots length were higher than CK when the degree of acid stress was accepted. The growth of tomato was strongly restrained as pH < 3.5. While the degree of acid stress increased, the yield and Vc content of tomato were decreased, but the soluble sugar content increased. The total acid content of tomato was irrelation with the degree of acid stress.

Keywords: acid stress, tomato, soil.