

氮、磷、钾缺素培养对番茄幼苗生长的影响

穆俊祥, 曹兴明, 刘拴成

(集宁师范学院 生物系, 内蒙古 乌兰察布 012000)

摘 要:以番茄品种“佳粉 17 号”为试材, 通过营养液栽培试验, 探讨了在氮、磷、钾缺素条件下番茄幼苗的形态指标、植株生物量变化及缺素症状。结果表明: 缺素处理对番茄幼苗生长影响显著, 番茄幼苗在缺素处理时其株高、主根长、植株鲜重均明显降低; 而根冠比却显著升高, 且地上部分表现出各种营养元素缺乏时的特有症状, 从而为番茄栽培中营养水平判断提供理论依据。

关键词: 缺素; 番茄; 幼苗

中图分类号: S 641.206⁺.2 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-0009(2015)06-0040-03

番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill.)是世界范围内广泛栽培的蔬菜之一, 其含有丰富的维生素、糖类、番茄红素和胡萝卜素, 在我国农业生产中也占有非常重要的地位, 但在番茄栽培过程中, 常因缺乏某种营养元素而造成发育不良、产量下降和品质降低。一般情况下, 植物在缺乏营养元素时可通过形态特征观察、土壤分析、植株测定等方法进行判断, 根据其特有症状在发生初期补充所缺乏的营养元素^[1]。目前许多学者对植物缺素症状做了一些研究^[2-3], 但在番茄方面的研究还很少, 且缺乏系统的研究。该研究则通过营养液栽培试验, 探讨番茄品种“佳粉 17 号”在植物必需营养元素 N、P、K 缺乏条件下植株形态特征和部分生理指标的变化, 为番茄缺素症状的诊断和营养管理提供一定的参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试番茄品种“佳粉 17 号”由北京市农业科学院蔬菜研究中心培育, 为无限生长类型, 生长势强, 高抗青枯病、病毒病, 耐热, 适应性强, 是北方地区番茄主栽品种之一。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 试验采用 4 个处理 3 次重复的完全随机试验设计, 4 个处理设为: 缺钾(-K)、缺磷(-P)、缺氮(-N)、全营养液(NPK), 其中每处理培养 50 株幼苗, 同时每个处理 3 次重复。其中营养液配制方法按李玲等^[4]方法配制。

第一作者简介: 穆俊祥(1981-), 男, 内蒙古四子王旗人, 硕士, 副教授, 现主要从事土壤肥料等研究工作。E-mail: tlmjx@sina.com.

基金项目: 内蒙古自治区高等学校科研资助项目(NJZY14301); 集宁师范学院教学改革与研究课题资助项目(JGKT2013021)。

收稿日期: 2014-11-18

1.2.2 培养处理 试验在集宁师范学院园艺实训基地温室内进行, 2012 年 9 月 17 日开始播种育苗, 10 月 16 日番茄生长到两叶一心时将幼苗移栽到装有不同营养液的塑料杯中, 进行培养处理。在培养过程中, 每隔 6 d 更换全部营养液, 且每次更换营养液时将 pH 调至 5.8 左右。所有处理在移栽 25 d 后缺素症状明显, 开始观察症状和测量幼苗的形态指标, 移栽 49 d 后于 12 月 15 日统一收获。

1.3 项目测定

对移植后 25(第 1 次)、31(第 2 次)、37(第 3 次)、43(第 4 次)、49 d(第 5 次)的番茄幼苗进行形态指标测定。包括植株株高(cm)、地上部分和地下部分的鲜重(g), 然后计算根冠比。其中根冠比是称量供试番茄幼苗植株的地上部分和地下部分的鲜重而计算。对移栽 49 d 后番茄幼苗进行叶绿素含量的测定, 参照沈伟其^[5]的方法, 并根据公式分别计算叶绿素浓度(mg/g), 在测定时每次选用每个处理中的 10 株植株进行指标测定。

1.4 数据分析

所得数据通过 SPSS 18.0 和 EXCEL 2007 软件进行试验设计及数据的统计与分析。

2 结果与分析

2.1 缺素症状观察

与全营养相比, 缺素处理在移栽后 15 d 开始表现出一定症状, 到移栽后 25 d 症状明显, 其中缺氮处理植株形态表现出植株矮小、瘦弱, 茎秆失绿, 叶小色淡, 分枝少, 老叶失绿现象明显, 地上部分受影响严重症状明显; 缺磷处理表现为整株暗绿、矮小且茎细, 老叶枯黄, 老叶泛起微微红色, 植株生长缓慢; 缺钾处理表现为植株矮小, 中下部叶片起皱并向下卷曲, 老叶上有少量褐斑, 叶缘焦枯, 主根明显增长。各种缺素症状在生产实践中可

以用做番茄营养缺乏症的诊断。

2.2 缺素培养对番茄幼苗形态的影响

2.2.1 不同缺素处理对番茄幼苗形态的影响 缺素培养后第49天时番茄幼苗形态指标如表1所示,多重比较结果表明,不同缺素培养对番茄幼苗株高影响差异显著,且除缺磷和缺钾间无显著差异外,其它处理间均有极显著差异,其幼苗株高大小依次为 $\text{NPK} > -\text{K} > -\text{P} > -\text{N}$;不同缺素和全营养液处理的番茄幼苗主根长度表现为 $\text{NPK} > -\text{K} > -\text{P} > -\text{N}$,除缺磷和缺钾间无显著差异外其它处理间差异显著,且不同处理番茄苗的鲜重和根冠比分别表现为 $\text{NPK} > -\text{K} > -\text{P} > -\text{N}$ 和 $-\text{N} > -\text{K} > -\text{P} > \text{NPK}$,除缺磷和缺钾间无显著差异外,其它处理间差异极显著,全素培养番茄幼苗根冠比最小且植株根冠生长比例协调,植株生长旺盛、高大健壮、鲜重最大,而缺氮植株的根冠比最大,且根冠生长比例失调,茎叶生长受到抑制,植株矮小瘦弱,鲜重最小。缺磷和缺钾除株高外其它指标差异均不显著,这实际上是光合产物在分配方向上的强度随着营养水平的改变而改变,根冠比越大根系越发达,根系与外界环境的接触面越大,越有利于吸收营养,而过分发达的根系又抑制地上部分的生长。张延红等^[6]在进行党参缺素培养时亦报道了类似的研究结果。

表1 缺素培养对番茄幼苗形态指标的影响

Table 1 Effect of different element deficiencies on morphology of tomato seedlings

处理 Treatment	株高 Plant height/cm	幼苗主根长 Seedling main root length/cm	鲜重 Fresh weight/g	根冠比 Root-shoot ratio
NPK	27.65±0.24 aA	17.09±0.44 aA	17.06±0.31 aA	0.38±0.02 cC
-N	13.11±0.63 dC	11.91±0.50 cB	8.97±0.44 cC	1.07±0.92 aA
-P	17.21±0.28 cB	14.68±0.10 bA	13.01±0.31 bB	0.72±0.04 bB
-K	18.38±0.48 bB	15.46±0.89 bA	13.46±0.13 bB	0.78±0.01 bB

注:表中数据为移栽49 d时的测定值(平均值±标准误),其中不同大、小写字母分别表示不同处理在0.01和0.05水平上的差异显著性。

Note: The data in this table is measured in the 49 days after trans-planting (Means±SE), and the different letters show that there is significant difference at 0.01 and 0.05 levels under different treatments.

2.2.2 缺素条件下番茄幼苗株高的变化趋势 如图1所示,随着培养时间的延续,不同处理的番茄幼苗株高变化明显,其中全素培养处理株高由移植后25 d(第1次测定)的13.07 cm增加到49 d(第5次测定)的27.65 cm,植株伸长生长的日平均增长量为0.6075 cm/d;缺氮处理由第1次测定的8.15 cm增至第5次测定的13.11 cm,植株伸长生长的日平均增长量为0.2067 cm/d,缺磷和缺钾处理番茄幼苗株高分别由第1次测定的9.17、10.17 cm增加至第5次测定的17.21、18.38 cm。可见,移栽后全素培养植株生长明显较缺素植株快,培养第

42~49天,全素植株仍在快速生长,但缺素植株生长量明显减弱,缺素处理与全素株高差异显著增大。移栽第49天株高大小依次为 $\text{NPK} > -\text{K} > -\text{P} > -\text{N}$ 。全素植株最高,缺氮植株最矮,这说明缺素培养时间越长对幼苗机体及各种生理功能的影响越大,在外观形态上表现为植株生长缓慢、矮小、瘦弱、缺素症状表现典型。移栽49 d后缺素植株基本都已停止生长而全素植株仍保持快速生长,说明此时缺素培养对番茄幼苗生长的抑制作用已达到最大。缺氮植株在第1次到第3次测定期间生长速度与其它缺素相当,但从第3次测定后生长速度明显较其它处理慢,最后株高仅为13.11 cm,这说明缺氮对番茄植株的生长影响最大。

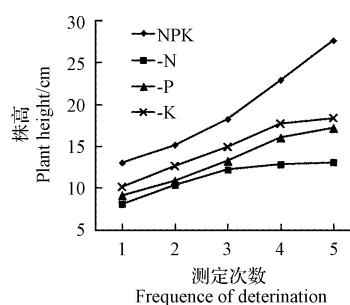


图1 缺素对番茄幼苗株高变化的影响

Fig. 1 Effect of different element deficiencies on plant height of tomato seedlings

2.2.3 缺素条件下番茄幼苗根冠比的变化趋势 由图2可以看出,不同缺素营养液培养的番茄幼苗根冠比大小存在显著差异表现,全素培养的番茄幼苗根冠比维持在0.3左右,且随着培养天数增加有逐渐变小的趋势,说明植株根冠生长比例协调,植株生长旺盛、高大健壮。而缺氮培养的番茄幼苗根冠比随着培养天数的明显增加,到移植第49天根冠比已达到1.07,这主要是因为植株缺氮时促进根系生长以便充分吸收但素营养。缺磷和缺钾培养也会使番茄幼苗根冠比增加,到移栽后第49天分别为0.72和0.77,但增加的程度低于缺氮的番茄幼苗,这是由于在营养生长阶段氮素营养起主要作用所致。

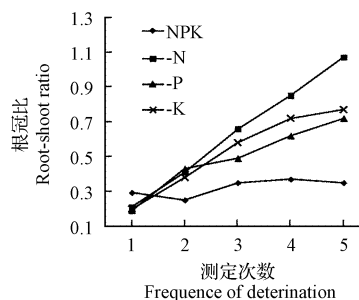


图2 缺素对番茄幼苗根冠比的影响

Fig. 2 Effect of different element deficiencies on root-shoot ratio of tomato seedlings

2.3 缺素培养对番茄幼苗叶绿素的影响

叶绿素是植物进行光合作用的细胞器,在一定范围内,光合速率随叶绿素含量的增加而升高。从图3可以看出,不同缺素处理叶片叶绿素含量大小依次为NPK>-P>-K>-N,其中全素植株叶绿素含量最高为1.58 mg/g,缺氮植株最低,其中全素和缺氮、缺磷、缺钾培养的叶绿素含量间有极显著差异,而缺氮和缺钾培养的叶绿素含量间无显著差异,这说明N和P对叶绿素的合成都有重要作用。其中N素是叶绿素的重要组成部分,缺氮会严重影响叶绿素的合成,该试验的结果也证明了这一理论,对于K素和叶绿素的关系则需进一步研究。

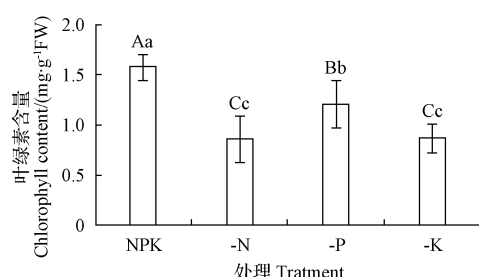


图3 不同缺素处理对番茄幼苗叶绿素含量的影响

Fig.3 Effect of different element deficiencies on chlorophyll content of tomato seedlings

3 结论与讨论

N、P、K是植物生长必需营养元素,参与植物的生长发育。该试验结果表明N、P、K3种营养元素缺乏对番茄幼苗形态指标和生理指标均有显著影响,缺素对番茄幼苗生长发育初期影响较小,但移栽后随着培养时间的延续影响逐渐增加,在移栽后42~49 d达到最大,在此之后缺素植株基本停止生长而全素植株仍保持快速

生长,说明此时缺素培养对番茄幼苗生长的抑制作用已达到最大。相比之下N素缺乏时番茄幼苗表现尤其明显,这说明缺氮对番茄植株的生长影响最大,这与前人有关缺素的研究结果相符^[6-7],可为今后番茄的增产创收提供参考依据。

在不同缺素处理条件下,番茄幼苗叶绿素含量与全素相比极显著降低,但缺氮和缺磷培养又为最低,这说明N和P对叶绿素的合成都有重要作用,这可能由于N素是叶绿素组成成分之一,而K素对于光合作用的每个环节都有促进作用,对于缺P则造成叶片中无机磷的含量减少,从而抑制ADP和Pi在光能及酶催化作用下合成,影响RuBP的再生和磷酸甘油酸的还原,而磷酸甘油酸积累会降低叶绿体间质的pH值,导致RuBPCase活性受到抑制在一定程度上也会降低叶绿素的含量^[7],所以在番茄生长的幼苗期应合理施用,尤其是N素和K素的合理配合。

参考文献

- [1] 曾秀成,王文明,罗敏娜,等. 缺素培养对大豆营养生长和根系形态的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2010,16(4):1032-1036.
- [2] 王敏艳,吴良欢,俞信英,等. 菊科花卉常见缺素症及植株养分含量变化探讨[J]. 植物营养与肥料学报,2008,14(5):1001-1007.
- [3] 司东霞,胡树文,陈清,等. 控释肥料不同用量对黄瓜幼苗生长及养分吸收的影响[J]. 园艺学报,2009,36(1):53-58.
- [4] 李玲,李娘辉,蒋素梅,等. 植物生理学模块实验指导[M]. 1版. 北京:科学出版社,2009:8-12.
- [5] 沈伟其. 测定水稻叶片叶绿素含量的混合液提取法[J]. 植物生理学通讯,1988(3):62-64.
- [6] 张延红,晋玲,高素芳,等. N、P、K缺素培养对党参幼苗形态特征和生理特性的影响[C]//海峡两岸暨CSNR全国第10届中药及天然药物资源学术研讨会论文集,2012:308-311.
- [7] 阿不都外力·卡力阿不都,夏依买尔旦·艾白都力,李烨,等. 氮、磷、钾、钙营养胁迫对加工番茄幼苗光合色素及光合特性的影响[J]. 新疆农业科学,2013,50(1):71-76.

Effect of N,P,K Element Deficiency on Growth of Tomato Seedlings

MU Jun-xiang, CAO Xing-ming, LIU Shuan-cheng

(Department of Biology, Jining Normal University, Wulanchabu, Inner Mongolia 012000)

Abstract: Taking tomato variety of 'Fenjie No. 17' as material, a hydroponic culture was carried out to study the element deficiency symptoms, plant biomass, morphology and root-shoot ratio of tomato seedlings on N, P and K element deficiency treatment. The results showed that the element deficiencies had significant effect on growth of tomato seedlings. Plant height, taproot length and plant biomass were obviously decreased under the different element deficiency treatments, but root-shoot ratio of tomato seedlings was increased significantly. Both shoots and roots of plants showed the specific symptoms under the different element deficiencies. The results could provide a theoretical basis for rational fertilization in tomato cultivation.

Keywords: element deficiency; tomato; seedling