

# 苹果砧木苗根际微域环境的研究

董淑富 何承顺 黄天栋 束怀瑞

(山东农业大学园艺系, 泰安 271018)

## 摘 要

本文以平邑甜茶 (*Malus hupehensis* Rehd), 平顶海棠 (*M. prunifolia* Bork) 和新疆海棠 (*M. sieversii* Roem) 三种苹果常用砧木苗为试材, 采用分层取样的根际箱法对其根际微域的环境状况进行了研究。结果表明, 根际微域 pH 和氧化还原电位 (Eh) 下降, N、P、K 表现根际亏缺, Ca 和 Mg 在根表积累。根际影响范围多为 2—3mm, 有时可达 4—5mm。果树根际环境状况随砧木不同而变化, 表现出种间差异。

**关键词** 苹果, 砧木苗, 根际, 养分分布

根际是土壤水分、养分进入植物根系的门户, 对土壤养分有效性及其植物根系的吸收利用有直接影响, 并与植物的抗逆性、根系病害的防治以及农业持续发展密切相关<sup>[1-6]</sup>。因此, 这方面的研究受到了国内外的广泛重视, 现已成为多学科研究的热门和重点<sup>[2,4]</sup>。但目前大量的研究工作集中在一年生作物上, 对果树根际微域状况报道不多。为弥补这方面研究资料欠缺, 探讨果树根际环境与树体生长发育的关系, 我们展开了此项研究工作, 就根际微域环境状况、根际动态变化、根际内外相互关系及其影响因素进行了系统研究。由于果树根系庞大, 难于控制, 故我们选用了生产上常用的苹果砧木为试材。本文就苹果砧木苗根际微域的基本状况进行报道。

## 1 材料与方 法

试验于 1993—1994 年进行, 以平邑甜茶 (*Malus hupehensis*)、平顶海棠 (*M. prunifolia*) 和新疆海棠 (*M. sieversii*) 三种苹果砧木苗为试材, 采用分层取样的根际箱 (rhizobox) 法<sup>[7]</sup>, 就其根际微域的 pH、Eh 和养分状况进行了分析。

根据文献 [7], 利用厚度为 1mm 的硬质塑料板和尼龙网制作根际箱 (图 1), 中间留 2mm 栽种植株, 在两侧按需分装数层, 每层 1mm, 其间用尼龙网隔开以便分层取样, 不锈钢螺栓固定。待植株生长一定时期后, 紧靠植株的尼龙网上长满根系, 形成“根表面”, 由此向两侧可以取出距“根表面”不同距离的土样以研究根际特性。中间层土壤里充满根系, 故作“根表土”处理。

供试土壤为棕壤, 有机质含量 16g / kg, 碱解 N 为 150mg / kg, 速效 P 为 35mg / kg, 交换性 K 为

120mg / kg, pH 为 6.95。装箱前先将土壤过 1mm 筛以便均匀装箱。三种砧木种子经低温(0—2℃)层积

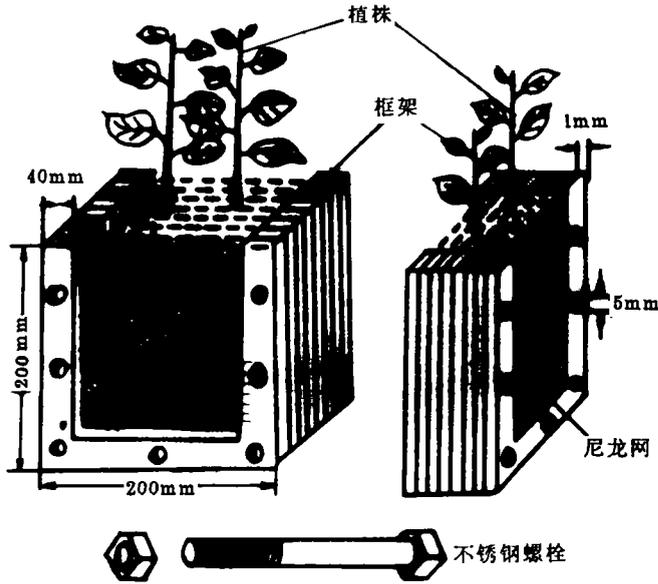


图 1 根际箱结构示意图

Fig.1 Diagram of rhizobox

处理后直播于苗床中, 待长出三片真叶时选生长均一的植株移栽于根际箱中, 4 株 / 箱, 并将根际箱植于土壤中, 根际箱上表面与地面取平, 以确保土壤真实环境。重复 6 次。待植株生长 60 天后取出根际箱, 分层取土样, 测其 pH, Eh,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ , P, K, Ca 和 Mg 等元素。 $\text{NH}_4^+$  和  $\text{NO}_3^-$  用 0.5mol/L  $\text{NaSO}_4$  提取; P 用 0.5mol/L  $\text{NaHCO}_3$  提取<sup>[8]</sup>; K, Ca, Mg 用 1mol / L 中性  $\text{NH}_4\text{Ac}$  提取<sup>[9]</sup>。纳氏比色法测  $\text{NH}_4^+$ ; 酚二磺酸比色法测  $\text{NO}_3^-$ ; 钼蓝比色法测 P; 原子吸收分光光度法测 K; Perkin-elman ICP 等离子体发射光谱仪测定  $\text{Ca}^{2+}$  和  $\text{Mg}^{2+}$ ; pHs-10B 型数字酸度计测定 pH 和 Eh。为防止土壤状态发生变化, 取样后立即测定, pH 用蒸馏水浸提, 水土比为 5:1, 测 Eh 的土样加水少许以使电极与土壤密切接触。

处理后直播于苗床中, 待长出三片真叶时选生长均一的植株移栽于根际箱中, 4 株 / 箱, 并将根际箱植于土壤中, 根际箱上表面与地面取平, 以确保土壤真实环境。重复 6 次。待植株生长 60 天后取出根际箱, 分层取土样, 测其 pH, Eh,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ , P, K, Ca 和 Mg 等元素。 $\text{NH}_4^+$  和  $\text{NO}_3^-$  用 0.5mol/L  $\text{NaSO}_4$  提取; P 用 0.5mol/L  $\text{NaHCO}_3$  提取<sup>[8]</sup>; K, Ca, Mg 用 1mol / L 中性  $\text{NH}_4\text{Ac}$  提取<sup>[9]</sup>。纳氏比色法测  $\text{NH}_4^+$ ; 酚二磺酸比色法测  $\text{NO}_3^-$ ; 钼蓝比色法测 P; 原子吸收分光光度法测 K; Perkin-elman ICP 等离子体发射光谱仪测定  $\text{Ca}^{2+}$  和  $\text{Mg}^{2+}$ ; pHs-10B 型数字酸度计测定 pH 和 Eh。为防止土壤状态发生变化, 取样后立即测定, pH 用蒸

## 2 结果与讨论

### 2.1 根际 pH 和 Eh 分布变化

利用 pHs-10B 型数字酸度计测得根际周围 pH 和 Eh 分布状况(图 2), 结果表明三种实生苗根际 pH 和 Eh 均降低。其中平邑甜茶 pH 下降 0.20 个单位, Eh 下降约 33mV; 平顶海棠 pH 下降 0.32 个单位, Eh 下降 22mV; 新疆海棠 pH 下降 0.22 个单位, Eh 下降约 14mV。根表土壤 pH 平顶海棠最低, 平邑甜茶次之, 新疆海棠最高。根表 Eh 以平邑甜茶最低, 新疆海棠次之, 平顶海棠最高, 但后两者差异不大。根际 pH 变化范围约 3—4mm, Eh 则为 2—3mm, 因砧木种类不同而异。

### 2.2 根际 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{NO}_3^-$ 和 P 的分布变化

测定结果表明(图 3), 根际  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{NO}_3^-$  和 P 均出现亏缺, 其亏缺范围  $\text{NH}_4^+$  和  $\text{NO}_3^-$  约 3—4mm, P 为 1—2mm, 相对亏缺率以 P 最大,  $\text{NO}_3^-$  次之,  $\text{NH}_4^+$  最小。不同砧木种类间有一定差异, 尤以 P 最为明显, 平邑甜茶根际亏 P 最重, 新疆海棠和平顶海棠相对较轻。

### 2.3 根际 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 分布变化

根际  $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  分布变化如图 4。不同砧木之间变化差异较大。根表土中均表现 K 亏缺, 以新疆海棠亏缺最重, 平顶海棠次之, 平邑甜茶最轻;  $\text{K}^+$  亏缺范围新疆

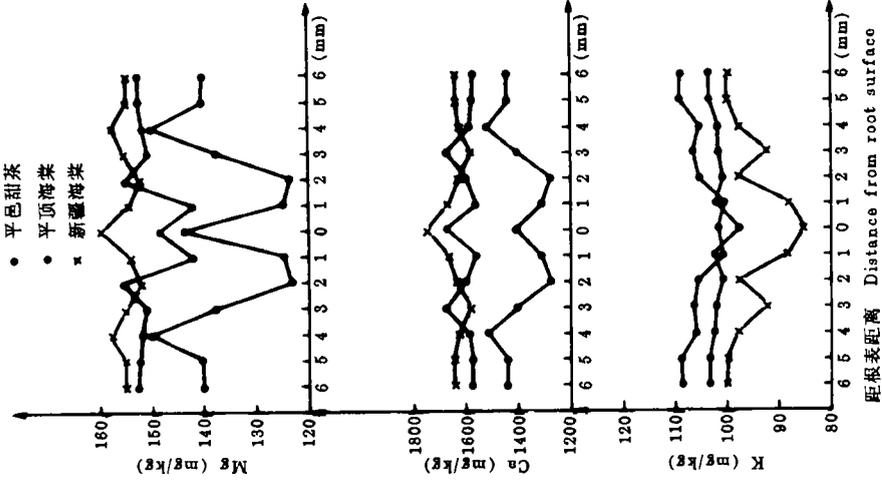


图2 根际周围pH和Eh分布变化  
Fig.2 The changes of pH and Eh in rhizosphere

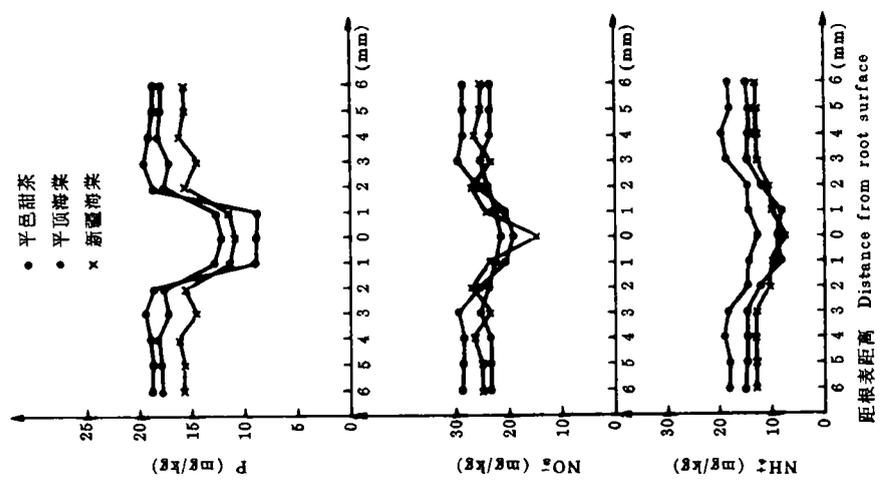


图3 根际周围NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>和P的分布变化  
Fig.3 The changes of NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> and P in rhizosphere

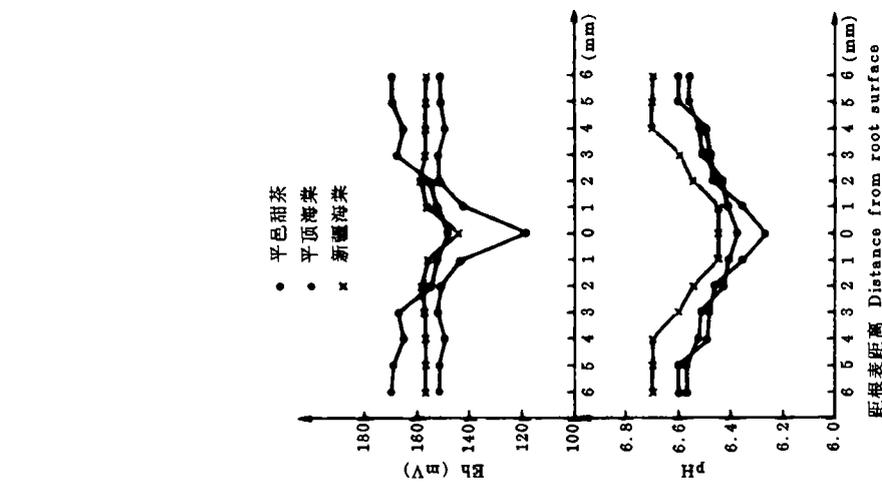


图4 根际周围K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>分布变化  
Fig.4 The changes of K, Ca and Mg in rhizosphere

海棠约为 4—5mm；平顶海棠 2—3mm；5mm 以后无亏缺；平邑甜茶除根表土出现  $K^+$  亏缺外，其它各土层无明显亏缺现象。根际中  $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$  变化趋势一致，根表土中均出现不同程度的积累，随后出现一亏缺区，接着又出现积累。不同砧木间数量变化差异较大，平邑甜茶变化最大，平顶海棠次之，新疆海棠最小。

综上所述可以看出，由于根系生命活动的影响，根际微域环境发生明显改变。根际 pH 和 Eh 下降，N、P、K 表现不同程度的亏缺，Ca 和 Mg 在根表土呈现积累。根系生命活动影响范围多为 2—3mm，有的达 4—5mm，因测定指标不同而异。不同砧木种类表现也不同，存在着种间差异。

本试验结果表明，在正常条件下果树根际 pH 值较根外土体低，根际酸化，有利于提高土壤养分特别是难溶性养分的有效性，改善植株的营养状况。不同树种间根际 pH 不同，存在种间差异，表明不同砧木在挖掘利用土壤养分供给潜力方面有差异。这方面需进一步研究，以便在生产上开发利用。

一般情况下旱作植物根际 Eh 下降<sup>[1,10]</sup>。本试验结果与此相符，果树根际 Eh 较根外低，不同种类间存在一定差异，可能与其根系代谢活力有关。

众所周知，根际微域出现养分的积累或亏缺取决于根对养分的吸收能力和土壤养分供应能力，供大于求时出现积累，供小于求时出现亏缺<sup>[5,11,12]</sup>。本试验结果表明，苹果根际中 N、P、K 出现亏缺，说明土壤供应能力小于根系吸收能力，在生产上应注意施用 N、P、K 肥料以提高土壤供应能力，满足树体生长发育的需要。Ca 和 Mg 在根表土中出现积累，说明土壤供应大于需求，通过改善土壤供应不能解决生产上树体 Ca、Mg 缺乏问题，关键在于提高根的吸收能力。

### 参 考 文 献

1. 王建林、曹志洪, 1993: 根际营养环境与持续农业。植物生理学通讯, 第 29 卷 5 期, 329—336 页。
2. 刘芷宇, 1993: 根际微域环境的研究。土壤, 第 5 期, 225—230 页。
3. 张福锁、曹一平, 1992: 根际动态过程与植物营养。土壤学报, 第 29 卷 3 期, 239—250。
4. 韩振海、沈 隽、王 倩, 1993: 园艺植物根际营养学的研究——文献综述。园艺学报, 第 20 卷 2 期, 116—122 页。
5. Curl, E. A. and Truelove, B., 1986: The Rhizosphere. Springer-verlag Berlin-Heidelberg, pp. 191—234.
6. Nye, P. H., 1986: Acid-base change in rhizosphere. In: Advances in plant nutrition, Volume (2) (Tinker, B. and A. Lauchi Preager eds), pp. 129—153, Preager, New York.
7. Youssef, R. A. and Chino, M., 1988: Development of a new rhizobox system to study the nutrient status in the rhizosphere. Soil Sci. Plant Nutri. 34(3): 461—465.
8. 中国科学院南京土壤研究所编, 1978: 土壤理化分析。439—444 页, 上海科学技术出版社。
9. 南京农学院主编, 1980: 土壤化学分析。90 页, 农业出版社。
10. 马义兵、鄢来斌、张福锁, 1993: 根际土壤化学研究进展。土壤, 第 5 期, 231—233 页。
11. Barber, S. A., 1984: Soil nutrient bioavailability. John Wiley & Sons. pp. 136—159.
12. Pepper, I. L. and D. E. Bezdiek, 1990: Root Microl interactions and rhizosphere nutrient dynamics. In: "Crops as enhancers of nutrient use" (V. C. Baliger and R. R. Duncan eds). pp. 375—410, Academic Press, INC.

## STUDY ON RHIZOSPHERE OF APPLE ROOTSTOCK SEEDLINGS

Dong Shufu    He Chengshun    Huang Tiandong and Shu Huairui

(Shandong Agricultural University, Taian 271018)

### Summary

The environment and nutrient status of the rhizosphere were studied using three apple rootstock seedlings, *Malus hupehensis* Rehd, *M. prunifolia* Bork and *M. sieversii* Roem. The results showed that pH and Eh decreased and N, P and K were depleted in the rhizosphere compared with the bulk soil. Ca and Mg were enriched in the rhizosphere. The rhizosphere range of apple rootstock seedlings was mostly about 2—3mm from root surface, sometimes it might reach to 4—5mm. Results also showed that different species had different environments and nutrient status of the rhizosphere.

**Key words**    Apple, Rootstock seedling, Rhizosphere, Nutrient distribution