第6卷第2期 生态农业研究 Vol.6 No.2
1998年6月 ECO-AGRICULTURE RESEARCH June, 1998

34-36 Q946

根系分泌物

刘素萍
(福建省农业科学院植物保护研究所 福州 350013)
杨之为
(西北农业大学 杨陵 712100)

摘 要 概述了根系分泌物的产生、收集与分析方法及其影响因素和根系分泌物组分。阐明了根系分泌物与根际土壤微生物的相互关系。

关键词 根系分泌物 根际 生态效应

Plant root exudates. Liu Suping (Institute of Plant Protection, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou 350013), Yang Zhiwei (Northwest Agricultural University, Yangling 712100). *EAR*, 1998, 6(2): 34~36.

Abstract Collection and analysis methods of plant root exudates as well as the factors influencing the secretion of root exduates and the composition of exudates are summarized. The interaction between plant root exduates and rhizosphere microorganisms is discussed.

Key words Plant root exduates, Rhizosphere, Ecological effects

根系分泌物是指植物根系释放到周围环境中的各种物质。Rovira(1979)把植物根系释放到根际环境的物质分为渗出物、分泌物、植物粘液、胶质和裂解物。包含了健康组织有机物的释放及衰老表面细胞和细胞内含物的分解，植物根系直接分泌作用及微生物修饰的及其自身的产物。目前许多学者侧重于研究植物根系分泌物中的可溶性分泌物，而实际许多植物产生的不溶性分泌物大大超过可溶性分泌物，因此应全面研究根系分泌物。

1 根系分泌物产生途径

根系分泌物产生途径有代谢途径和非代谢途径。代谢途径产生的分泌物又可分为初生代谢和次生代谢。初生代谢为植物生长、发育和繁殖提供物质、能量及信息，部分物质在代谢过程中以根系分泌物形式释放至根际；次生代谢相对初生代谢而言，其产物不直接参与植物生长、生育和繁殖，而用于适应不良环境，次生代谢产生的根系分泌物很大部分是相克物质。Francisco(1991)等在分析野燕麦(*Avena fatua* Linn)根系分泌物时发现含有莨菪亭、阿魏酸、咖啡酸和丁香酸等物质。

2 根系分泌物收集与分析方法

根系分泌物收集方法一是种子消毒后催芽，将无菌幼苗移至无菌蒸馏水或植物营养液中，种植一定时间后分析培养液，确定根系释放物质；二是将植物种植在固体基物上(如

收稿日期：1997-04-17 改回日期：1997-05-20

土壤、砂、人造土壤等），将根系和基物中的冲洗物或滤出物用标准色谱和生化程序分析。根生长进入基物时的机械阻力使其分泌作用较在液体中培养的旺盛；三是将植物种植在土壤或其他固体基物上，将气生部分暴露在放射性同位素中，可检测基物滤出物中根系释放的各种放射性物质。

根系分泌物研究材料一般来源于无菌培养下短期生长的植株幼苗。而很少田间培养。其原因一是微生物对根系分泌物组分的吸收和利用；二是微生物在根际合成代谢物质，为确定根系分泌物的真实特性，首先需从培养系统中除掉微生物，以避免其代谢产物与分泌物成分混淆。因此，其结果尚不能代表自然土壤生长状况。放射性标记技术可用于研究根际微生物对根系分泌物的影响。

根系分泌物的研究通常是分析不同植物根系分泌物的化学组分及其对根际微生物活性的潜在影响。根系分泌物分析方法主要有生物测试和生化测试，生物测试是对根系分泌物定性半定量测定，利用某些细菌、真菌和植物幼苗等生物对分泌物中特定成分的敏感性来确定；生化测试是利用根系分泌物中物质化学反应特性测定。随着现代分析技术不断发展及各种检测设备日趋完善，使鉴别复杂微量根系分泌物成分成为可能。

3　根系分泌物的影响因素

根系分泌物种类和数量的主要影响因素有植物种类及其发育时期、土壤中各种物理应力因素、植物营养、机械损伤或病虫害损伤、微生物活动及叶面喷施的化学物质等。不同植物根系分泌物差异很大。Rovira[3]指出燕麦与豌豆根系分泌物的性质和数量均不同。光、温是植物光合作用的关键因子，光、温变化影响光合作用效果及光合产物的定位，作为光合作用产物的根系分泌物亦受影响。营养因素可能影响细胞渗透性。自然土壤大麦根系分泌物中铁螯合物和铁氧化物比溶液培养高得多，根际土壤湿度、pH 值和介质颗粒性质对根系分泌物有影响。微生物通过影响根细胞的通透性、根代谢及其对某些分泌物的吸收作用、改变营养对植物的有效性等途径而影响根系分泌物。

4　根系分泌物组分

表 1　根系分泌物组分及研究常用植物

Tab. 1　The compositions of plant root exudates and plant for study

混合物种类 Mixtures	根系分泌物组分 Compositions	研究常用植物 Plants for study
糖　类 Saccharides	葡萄糖、果糖、蔗糖、麦芽糖、半乳糖、鼠李糖、核糖、木糖、低聚糖、棉子糖、阿拉伯糖	大麦、小麦、菜豆、松树
氨　化　物 Amide	天冬酰胺、α-丙氨酸、谷酰胺、天冬氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、丝氨酸、氨基丁酸、甘氨酸、胱氨酸、半胱氨酸、酪氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸、缬氨酸、腺氨酸、色氨酸、β-丙氨酸、精氨酸、高丝氨酸、胱硫醚	小麦、玉米、燕麦、豌豆、水稻、棉花、禾草、车前草、番茄、松树、刺槐
有　机　酸 Organic acids	酒石酸、草酸、柠檬酸、苹果酸、乙酸、丙酸、丁酸、琥珀酸、延胡索酸、戊酸、丙二酸、羟基丁酸	小麦、玉米、菜豆、番茄、芥属植物、松树、刺槐
脂肪酸和固醇 Fatty acids and sterols	软脂酸、硬脂酸、油酸、亚油酸、胆固醇、菜油固醇、豆甾醇、谷甾醇	菜豆、花生
生长物质 Growth substance	生物素、尼克酸、维生素 B_1、泛酸、胆碱、肌醇、吡哆酸、甲酸、p-氨基苯、6-甲基辛酸	小麦、芦草、菜豆、豌豆、车前草、苜蓿、棉花
核苷酸、黄酮和酶 Nucleotides, anthoxanthin, enzyme	黄酮、腺嘌呤、鸟嘌呤、尿嘧啶、胞嘧啶、磷酸酶、转氨酶、淀粉酶、蛋白酶、多聚半乳糖醛酸酶	小麦、玉米、豌豆、车前草
其他化合物 Other chemical compounds	植物生长素、香豆素、荧光物、豆甙酸、糖苷、皂角苷、有机磷化物、线虫胞囊或卵孵化物、线虫吸引物、真菌菌丝生长促进物及抑制物、游动孢子吸引物、孢子和菌核萌发促进物和抑制物、细菌促进和抑制物、寄生种子植物萌发促进物	燕麦、苜蓿、车前草、豌豆、番茄、莴苣、草莓、野芭蕉、玉米

根系分泌是由种类繁多、数量各异的糖、氨基酸、有机酸等初生代谢物和酚类等次生代谢物以及一些未知名的代谢物组成的混合物(见表1)[4]。根系分泌物中至少已鉴定出10种糖和5种氨基酸。有机酸是很好的金属螯合物,在营养元素吸收和运输中起重要作用。此外,West[5]发现无菌培养液中生长的亚麻幼苗能分泌大量维生素B_1和生物素。Lundegardh和Stenlid(1944)发现小麦根尖能分泌葡萄糖、黄烷酮和核苷酸,而豌豆只分泌葡萄糖和核苷酸。Timonin(1951)发现亚麻根能分泌氢氰酸,对镰刀菌及蠕孢菌具有抑制作用。Rogers(1942)等研究认为,玉米和番茄根冠下一定数量的完整细胞能分泌一种胞外酶,将磷酸甘油和核酸中的P释放出来。

5 根系分泌物对根际土壤微生物的影响

5.1 根系分泌物对致病菌的影响

植物根系分泌物作为寄主自身抗病性的第一阶段(侵染前阶段)起着不可忽视的作用。许多报道表明作物感病品种的根系分泌物能刺激病原菌孢子萌发,而抗病品种的根系分泌物则抑制孢子萌发。这是植物体自身防御作用的机理之一,一般发生在病原物侵入寄主之前,即为体外抗病性。

5.2 根系分泌物对非致病菌的影响

根系分泌物还影响根际其他微生物种群,同一种植物的变种或品种间的微生物群体亦有差异,因此,植物可在一定程度上控制根际微生物环境,促进一些微生物生长,而限制另一些微生物类群生长。Sulochana(1962)研究结果表明不同棉花品种根系分泌物中氨基酸和维生素变化影响根际细菌种群变化,而与土壤类型无关。Meshkov和Khodokova(1954)在用营养液培养细菌的研究中发现豌豆和燕麦根系更有利于无芽孢细菌生长。植物生长对土壤细菌形态和种类平衡作用很大,根际革兰氏阴性菌和不产芽孢的杆菌数量比土壤中多,革兰氏阳性菌、产芽孢的杆菌和球菌、多形态的杆菌(尤其是好氧者)以及产芽孢的细菌在植物附近较少。根系分泌物还对微生物代谢、生长和发育有一定影响。玉米根系分泌物可刺激微生物,增加生长素、赤酶素和激动素产量。

植物根系生理生态功能极其重要。根系分泌物在生物与生物、生物与环境的相互作用中起重要作用,根系分泌物及其生态效应的研究将为植物病虫害生物防治开拓新思路和开辟新途径。

参 考 文 献

1 北京农业大学植保系植物生态病理教研室编译. 植物根际生态学与根病生物防治进展. 北京:中国人民大学出版社,1990.

2 吴 辉,郑师章. 根系分泌物及其生态效应. 生态学杂志,1992,11(6):42~47.

3 Rovira A. D. Plant root excretions in relation to the rhizosphere effect. Plant and Soil,1956,36(2):178~194.

4 Rovira A. D. Plant root exudates and their influence on soil microorganisms. Plant and Soil,1965,49(2):170~186.

5 West P. W. Excretion of thiamin and biotin by the roots of higher plants. Nature,1939,144(4155):1291~1296.