

文章编号:1000-8551(2005)01-072-03

乙酰胆碱、LatA 和 FAA 对萝卜韧皮部同化物运输的影响

杨重军^{1,2} 张 萍³ 郭玉海¹

(1. 中国农业大学农学与生物技术学院, 北京 100094; 2. 山东聊城大学农学院, 山东 聊城 252000; 3. 中国农业科学院原子能利用研究所, 北京 100094)

摘 要:利用乙酰胆碱 (Ach)、微丝解聚剂 (LatA) 和维管束固定剂 (FAA) 处理萝卜的韧皮部, 以叶片中可溶性糖和淀粉含量以及¹⁴C-同化物从叶片中的输出量为指标, 研究 3 种药剂对韧皮部同化物运输的调控作用。结果表明, 低浓度的 Ach 可有效地促进¹⁴C-同化物向肉质根的运输, 而 LatA 和 FAA 处理则有效抑制¹⁴C-同化物向肉质根的运输。

关键词:韧皮部; 同化物运输; 乙酰胆碱; LatA; FAA

THE EFFECT OF ACETYLCHOLINE, LatA AND FAA ON PHLOEM ASSIMILATES TRANSLOCATION OF *Raphanus sativus* L.

YANG Chong-jun^{1,2} ZHANG Ping³ GUO Yur-hai¹

(1. College of Agronomy and Biotechnology, CAU, Beijing, 10094;

2. College of Agronomy of Liaocheng University, Liaocheng, Shandong, 252000;

3. Institute for Application of Atomic Energy, CAAS, Beijing, 100094)

Abstract: The petiole phloem of *Raphanus sativus* L. is treated with the medicaments of acetylcholine (Ach, the expansionist material of protoplasm), latrunculin A (LatA, the dissolubility of microfilament) and FAA (the regularization of phloem). The effects of treatments are measured by the accumulated content of dissoluble sugar and starch in the leaves, and ¹⁴C-labelled assimilates. The regulating role of three medicaments on the translocation of assimilates in the phloem of *Raphanus sativus* L are investigated. The results indicate that low Ach improves assimilates translocation while LatA and FAA inhibit it in petiole phloem of *Raphanus sativus* L.

Key words: phloem; assimilates translocation; Ach; LatA; FAA

同化产物的运输, 是保证机体生长发育的命脉, 在植物的一生中占主导地位^[1]。人们试图通过“扩库、增源、畅流”的途径来获得高产^[2], 其中“畅流”指运输通道的畅通无阻。用一定的手段调节运输通道, 是农业生产中获取较高收益所不可缺少的。我们研究了乙酰胆碱 (Ach)、微丝解聚剂 (LatA) 和维管束固定剂 (FAA) 处理萝卜韧皮部对其同化物运输的调控作用。

1 材料与方法

萝卜 (*Raphanus Sativas* L.) 于 7 月上旬播种, 株距 40cm, 行距 50 cm, 9 月中旬用作试验材料。试验在中国农业大学 (西校区) 科学园进行。试验地为轻壤土, 肥力中等。

收稿日期: 2003-11-27

作者简介: 杨重军 (1972 -), 山东高唐人, 讲师, 在读博士, 主要从事作物生理研究工作。郭玉海为通讯作者, E-mail: yhguo @cau.edu.cn

模式系统由萝卜叶和肉质根两种器官构成。在距肉质根 5cm 的叶柄处,实施叶柄环剥处理,长度 2 ~ 4cm,去掉叶肉及其它组织,仅留一根维管束,由此构成了一个理想的源—通道—库模式系统^[3]。

用乙酰胆碱(Ach)、微丝解聚剂(LatA)和维管束固定剂(FAA)3种药剂分别处理,浓度为 Ach:0.1、0.05、0.01mmol/L;LatA:20mmol/L;FAA:70%酒精 冰醋酸 甲醛=16 1 1。对照用蒸馏水。方法是:在田间选择生长一致的萝卜植株,及长出时间和大小长势一致的叶片挂牌标记。剥离叶柄维管束后让叶片恢复稳定 2d。用细棉线绕在剥离出的维管束部位,用移液枪将药剂均匀的注射在棉线上,每株萝卜的药剂用量为 20 μ l,3次重复。药剂通过渗透作用进入韧皮部筛管。每株萝卜为一处理,处理在每天傍晚(18 00左右)进行,每天1次,处理2次后于第3天上午(10 30—11 30)饲喂¹⁴C,每张叶片引入 4000~6000cpm。饲喂后的当天傍晚再处理1次,于次日上午取样。取样后,将植株分为:饲喂叶和肉质根,烘干,制样,用BH1216型低本底测定装置测定样品¹⁴C的放射性活度,并计算¹⁴C放射性活度占引入量的百分比。药剂处理后,分别测定萝卜源叶中可溶性糖^[4]和淀粉^[5]的含量,源叶、肉质根中¹⁴C-同化物的放射性活度。

取10个叶柄,测定其韧皮部面积^[3],取其平均值,用于比集运量(specific mass transport, SMT)的计算。

2 结果

2.1 Ach 对萝卜叶片中可溶性糖和淀粉含量的影响

由表1可以看出,不同低浓度的Ach处理萝卜叶柄韧皮部,叶片中可溶性糖含量减少。说明同化物由叶片向根中输出量增多。0.1、0.05和0.01mmol/L Ach处理后,叶片可溶性糖含量分别比对照降低2.57%、2.95%和5.31%。经方差分析和F测验表明,0.01mmol/L Ach处理与对照相比,叶片可溶性糖含量达到极显著水平,0.05mmol/L Ach处理,也达到显著水平。

由表2可以看出,不同浓度Ach处理对萝卜叶片中淀粉含量的累积效果不同。随着浓度的降低,淀粉的积累量减少,说明同化物在叶片中滞留少,向根中输出增多。0.1、0.05和0.01mmol/L Ach处理,叶片中淀粉含量分别比对照降低0.12%、0.29%和0.51%。与对照相比,0.05mmol/L Ach处理达到显著水平,0.01mmol/L Ach处理达到极显著水平。

2.2 LatA 及 FAA 对萝卜叶片中可溶性糖和淀粉含量的影响

由表3可以看出,LatA及FAA处理萝卜叶柄韧皮部后,叶片中可溶性糖分别比对照高5.71%和10.26%,两处理都促进了叶片中可溶性糖的积累。可溶性糖含量高,说明同化物由叶片向根输出量减少。经方差分析和F测验表明,两处理与对照相比,可溶性糖含量都达到极显著水平。

由表4可以看出,LatA及FAA处理萝卜叶柄韧皮部,促进了叶片中淀粉的积累。淀粉含量升高,说明同化物在叶片滞留的多,向根输出的少。LatA处理比对照高0.47%,FAA处理比对照高0.81%,且都达到极显著水平。

表1 Ach处理对萝卜叶片可溶性糖含量的影响

Table 1 The effect of acetylcholine treatment on dissolved sugar in leaf of *Raphanus L.*

Ach 处理 Ach treatment (mmol/L)	可溶性糖含量 dissolved sugar content (%)	差异显著性 significance of difference	
		0.05	0.01
0	12.98	a	A
0.1	10.39	a	A
0.05	10.02	b	A
0.01	7.67	b	B

注:数值为3次测定的平均值。差异显著性比较为SSR测验。小写字母表示在0.05水平上差异显著,大写字母表示在0.01水平上差异显著。以下同。

Note: data are given as a mean of 3 samples. The significance test is SSR test, minuscule and capital letters represent significance of difference at 0.05, and 0.01 level. The same as following tables.

表2 Ach处理对萝卜叶片中淀粉含量的影响

Table 2 The effect of acetylcholine treatment on starch in leaf of *Raphanus L.*

Ach 处理 Ach treatment (mmol/L)	淀粉含量 starch content	差异显著性 significance of difference	
		0.05	0.01
0	1.91	a	A
0.1	1.79	a	A
0.05	1.62	b	A
0.01	1.40	b	B

表3 LatA 和 FAA 处理对萝卜叶片中
可溶性糖含量的影响Table 3 The effect of LatA and FAA treatment
on dissolved sugar in leaf of *Raphanus* L.

处理 treatment	可溶性糖含量 dissolved sugar content (%)	差异显著性 significance of difference	
		0.05	0.01
对照 control	12.98	a	A
LatA20 mmol/L	18.69	b	B
FAA	23.24	b	B

表4 LatA、FAA 处理对萝卜叶片中淀粉含量的影响

Table 4 The effect of LatA and FAA treatment on
starch in leaf of *Raphanus* L.

处理 treatment	淀粉含量 starch content (%)	差异显著性 significance of difference	
		0.05	0.01
对照 control	1.91	a	A
LatA 20mmol/L	2.38	b	B
FAA	2.72	b	B

2.3 Ach、LatA 及 FAA 对萝卜根和叶片中¹⁴C 同化物放射性活度的影响

用萝卜肉质根和叶片中¹⁴C 放射性活度可表示药剂处理通道对同化物运输的效应,结果如表5。

表5 Ach、LatA 及 FAA 处理对萝卜肉质根中¹⁴C 同化物运输的影响Table 5 The effects of Ach, LatA and FAA on ¹⁴C-assimilates translocation of *Raphanus* L.

处理 treatment	饲喂叶 ¹⁴ C 残留量		¹⁴ C 由叶向根的输出量		¹⁴ C 总引入量 total ¹⁴ C in feed leaf (cpm)	SMT (cpm·mm ⁻² · min ⁻¹)
	¹⁴ C remained in feed leaf (cpm)	(%)	¹⁴ C output from leaf to root (cpm)	(%)		
对照 control	86187.59 ±11091.91	72.58 ±1.95	32348.85 ±1168.48	27.42 ±1.95	118543.12 ±12201.73	1791.03 ±64.66
Ach 0.1mmol/L	77616.88 ±11468.04	67.86 ±1.68	36536.27 ±2735.70	32.14 ±1.68	114153.15 ±14167.57	2023.21 ±151.34
0.05mmol/L	76278.80 ±16034.88	63.69 ±2.43	42991.71 ±5569.35	36.31 ±2.43	119270.51 ±21401.46	2380.44 ±308.23
0.01mmol/L	88209.63 ±2129.21	64.27 ±1.97	49056.84 ±3005.48	35.73 ±1.97	137266.47 ±915.54	2782.89 ±895.00
LatA 20mmol/L	94368.22 ±9544.60	82.00 ±1.65	22593.59 ±1025.32	18.02 ±1.67	117121.82 ±7156.00	1250.44 ±71.45
FAA	187652.82 ±10785.00	93.41 ±1.34	13173.64 ±2226.84	6.59 ±1.29	200827.47 ±8958.37	729.44 ±123.26

注:数值为3次测定平均值±标准差。比集运量 SMT = ¹⁴C 输出量 (cpm)/韧皮部面积 (mm²)·时间 (min),韧皮部面积按测定平均值 0.301mm² 计算,时间为从饲喂到取样时间。

Note: data are given as a mean ±standard error, number of samples was 3. SMT = ¹⁴C output (cpm)/the surface area of phloem (mm²)·time (min). Mean of the surface area of phloem is 0.301mm², time is calculated from feeding to sampling.

从表5可以看出,0.1、0.05和0.01mmol/L Ach 处理萝卜韧皮部后,¹⁴C 同化物向肉质根的运输明显增加。以肉质根中的¹⁴C 放射活度占引入叶片中的总放射性活度的百分比,表示¹⁴C 同化物从叶片输出的数量,3种处理分别高出对照4.72%、8.89%和8.31%。表明不同浓度的Ach对同化物运输的促进效应不同,0.01和0.05mmol/L Ach 处理效果更好。而LatA和FAA处理韧皮部后,¹⁴C 同化物向肉质根的运输明显降低,分别比对照低8.99%和10.42%,表明LatA和FAA处理抑制¹⁴C 同化物向肉质根的运输,FAA处理的抑制效应更强。

从3种药剂对比集运量的影响来看,0.1、0.05及0.01mmol/L Ach 处理后,比集运量分别为对照的1.13、1.33和1.55倍,而LatA和FAA处理后,比集运量仅为对照的69.82%和40.74%。

3 结论与讨论

乙酰胆碱是动物神经传导中重要的神经递质,它在植物中也普遍存在并具有一定的生理调控功能^[6],高浓度乙酰胆碱处理萝卜韧皮部可以抑制同化物由叶片向根运输。本试验结果表明:低浓度乙酰胆碱处理萝卜韧皮部可促进同化物由叶片向根中的运输,尤其以0.05~0.01mmol/L 处理效果明显。说明不同浓度乙酰胆碱处理萝卜韧皮部对同化物由叶片向根的运输效应不同,低浓度乙酰胆碱可促进同化物由叶片向根中的运输,而高浓度乙酰胆碱则抑制运输。LatA是从红海海绵中提取的大环内酯类毒素,以低于细胞分裂素的浓度破坏微丝,抑制其生理活动^[7]。FAA可使维管束的活性几乎全部丧失。从试验结果看出,LatA和FAA处理萝卜韧皮部明显抑制同化物由叶片向根的运输,但仍然由少量的同化物

(下转第61页)

蚀部位主要集中在坡面中段,并存在向坡面下部移动的趋势,主要与各时段的径流强度有关。利用 REE 示踪法不仅可以准确地测定坡面不同地形部位的相对侵蚀量,对次降雨侵蚀过程样的分析,还可较为客观揭示降雨侵蚀过程中坡面各部位相对侵蚀量的时空变化趋势。

3.3 需要指出的是,虽然在次降雨过程中,由于侵蚀过程的复杂性和影响因子的多样性,坡面侵蚀产沙的时空变化表现的较为复杂,但它真实的反映了全坡长小区相对侵蚀量的变化趋势和变化幅度,为深入研究侵蚀产沙的内在机制和侵蚀过程的研究提供了可靠的科学依据。

参考文献:

- [1] 朱显谟. 黄土区土壤侵蚀的分类. 土壤学报, 1956, 4(2): 99 ~ 115
- [2] 罗来兴. 划分晋西、陕北、陇东黄土区域沟间地与沟谷地的地貌类型. 地理学报, 1956, 22(3): 201 ~ 222
- [3] 田均良, 周佩华, 刘普灵, 吴普特, 等. 土壤侵蚀 REE 示踪法研究初报. 水土保持学报, 1992, 6(4): 23 ~ 27
- [4] Tian JunLiang et al. INAA determination of major tracer elements in loess plateau and precipitation layers in a Pleistocene loess section, China J Radioanal Nucl Chem, 1987, 110(1): 261 ~ 274
- [5] 琚彤军, 田均良, 刘普灵, 等. REE 示踪条带释放法研究坡面土壤侵蚀垂直分布规律. 核农学报, 1999, 13(6): 347 ~ 352

(上接第 74 页)

从叶片输入根。因此, LatA 和 FAA 可能作用于微丝而影响到同化物的运输, 3 种药剂对维管束生理的影响机制有待进一步研究。

本研究结果证明了韧皮部同化物运输的主动性, 另一方面对类似于萝卜的作物而言, 0.01 ~ 0.05mmol/L Ach 在同化物的定向调控中可以作为一个参考浓度范围, 为这类作物的增产提供了理论依据。

参考文献:

- [1] 娄成后. 高等植物的命脉——维管束之谜. 余叔文主编: 植物生理与分子生物学. 北京: 北京科学出版社, 1998, 665 ~ 680
- [2] 杨守仁, 张龙步, 王进民. 水稻理想植株型育种的理论和方法初论. 中国农业科学, 1984, 3: 6 ~ 14
- [3] 杨重军, 汤飞宇, 张萍, 等. 乙酰胆碱对板蓝根¹⁴C-同化物运输的影响. 核农学报, 2004, 18(6): 489 ~ 490
- [4] Tretyn A, Kendrick R E. Acetylcholine in plants: presence, metabolism and mechanism of action. Plant Sci, 1991, 57: 33 ~ 37
- [5] 张振清. 植物材料中可溶性糖的测定. 上海植物生理学会编: 植物生理学实验手册. 上海: 上海科学技术出版社, 1985, 134 ~ 138
- [6] 徐昌杰, 陈文峻, 陈昆松, 等. 淀粉含量测定的一种简便方法——碘显色法. 生物技术, 1998, 8(2): 41 ~ 43
- [7] Spector I, Shochet N R, Blabarger D, et al. Latrunculins: novel macrolides that disrupt microfilament organization and affect cell growth: I. Comparison with cytochalasin D. Cell Motility and the Cytoskeleton, 1989, 13: 127 ~ 144