

细胞分裂素在离体蒜苔内的运转*

张忠福** 侯林林 章一安 陶国清

(中国科学院植物研究所, 北京 100044)

摘要 离体蒜苔饲喂带 ^3H 标记的6-苄基腺嘌呤(BA)后在暗中 25°C 下放置, 分别在第 3、5、10、15、20天取样, 进行放射性物质的分布分析。结果表明: (1) BA能沿着苔茎大量、长距离地上运, 并在顶端的珠蒜中积累; (2) BA的这种运转具有很强的向顶极性; (3) 这种运转是一个平缓而稳定的过程, 珠蒜中BA的积累与时间成较好的线性关系; (4) 顶端的珠蒜对BA的上运是必不可少的。根据以上结果, 本文对蒜苔内BA的运转机理及意义进行了讨论。

关键词 6-苄基腺嘌呤; 蒜苔; 细胞分裂素运转

TRANSLOCATION OF BENZYLADENINE IN EXCISED GARLIC SCAPE

Zhang Zhong-fu Hou Lin-lin Zhang Yi-an Tao Guo-qing

(*Institute of Botany, Academia Sinica, Beijing, 100044*)

Abstract Excised garlic scapes treated with ^3H -labelled 6-benzyladenine (BA) were stored under 25°C in the dark for respectively 3, 5, 10, 15, and 20 days before they were sampled. By measuring the distribution of the ^3H radioactivity lengthwise along these garlic scapes the following results were obtained. BA could translocate across a long distance to the apical cloves. After 20 days of storage when the scapes were completely senescent, up to 48% of the fed radioactivity accumulated in the cloves. This translocation showed a strong acropetal polarity, which appeared to be caused by the sink effect of the top cloves. The accumulation of ^3H radioactivity in the garlic cloves was a steady progress, linear to the number of days, and synchronous with the senescence of the garlic scapes.

From the above results, the significance and mechanism of BA translocation in garlic scapes were discussed.

Key words Benzyladenine Garlic scapes Cytokinin translocation

• 本文曾得到崔激先生指导, 在此谨表感谢

• 现在地址: 中国科学院成都生物所, 成都610015

迄今为止,文献上报道过的细胞分裂素的长距离运转方式有两种,即木质部中随蒸腾流的极性向上运转[8、10]和韧皮部中的双向运转[9、13、16]。虽然根中合成的细胞分裂素随木质部中的蒸腾流上运到地上部分并在那里调节植物的生长发育的观点已被普遍接受[5、7],但当外源施加细胞分裂素时,其局部的生理效应说明其移动性很差[6、14、15]。尽管大量的证据显示外源的细胞分裂素能够随木质部中的蒸腾流上运,但被运转的细胞分裂素只占施用总量的很小的部分[8、10]。因此,细胞分裂素在植物体内的运转尚不很清楚,有待于进一步的研究。

离体蒜苔是一个研究物质运转的理想系统。在这个系统中,苔茎(俗称苔梗)是提供营养物质的“源”,顶端的珠蒜(俗称苔苞)是接收营养物质的“库”,蒜苔衰老时,苔茎中的营养物质以原生质块团的形式高效地向顶端珠蒜转移以供其生长需要[1、2、3、4]。这种高效率的营养物质运转系统内是否有植物激素如细胞分裂素的运转是个值得研究的问题。为此,我们研究了人工合成的细胞分裂素6-苄基腺嘌呤在离体蒜苔中的运转,以期细胞分裂素在植物体内的运转特别是运转途径和方式提供更多的认识。

材料与方法

实验用蒜苔由北京市丰台蔬菜冷库提供,产地山东。

挑选健壮、均一、不带外伤的蒜苔,切除部分苔茎基部,留取部分等长(40cm)。在每支蒜苔离苔茎基部17.5cm处用微量注射器注射6μl的³H-BA溶液(上海原子能研究所生产),放射总强为0.1μCi。用透明胶带贴封注射口后于暗中25℃下放置,分别在第3、5、10、15、20天收获。

收获的蒜苔,每4支为一组。每5cm长的一段苔茎切成一部分,珠蒜单独作为一部分。各部分材料中的³H放射性强度通过湿氧化法[11]制样后测定。即材料分别置于20ml的具塞刻度试管中,依次加入7ml70%的高氯酸(HClO₃)和5ml30%的H₂O₂溶液,塞上塞子后在通风橱中75—80℃水浴上消化3小时。取出,冷却后记下消化液体积。取此消化液0.3ml(两重复)加入闪烁瓶中,

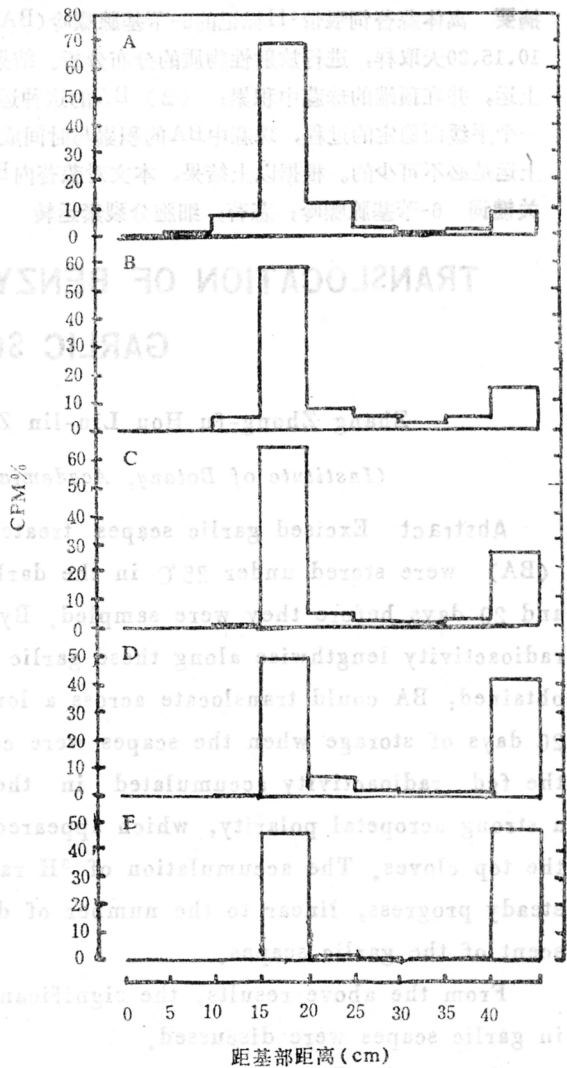


图1 饲喂³H-BA后第3 (A)、5 (B)、10 (C)、15 (D) 和20 (E) 天蒜苔中³H放射性的纵向分布。箭头示饲喂部位, 右边40cm以外的部分为珠蒜。

依次加入3ml乙二醇-乙醚和5ml PPO-甲苯(6g/l)闪烁液, 拧上瓶盖。样品避光过夜后在LKB-1217自动液闪计数仪上计数。各部分材料中的 ^3H 放射性强度根据计数结果及消化液终体积计算得出。

蒜苔中 ^3H -BA的代谢分析采用饲喂 ^3H -BA后第5天的蒜苔。取珠蒜及紧靠珠蒜的5cm长的苔茎, 分别提取 ^3H 物质, 通过硅胶薄层层析的方法进行代谢分析, 具体过程参照M. E. Gordon等(1974)的方法^[8]进行。

实验结果

离体蒜苔注射 ^3H -BA 后于暗中 25°C 下分别放置不同的时间, 然后分析蒜苔内 ^3H 放射性物质的纵向分布, 结果如图1所示。从图中可以看出, 苔茎中部饲喂的BA能沿着苔茎大量地、长距离地向上运转并积累在顶端的珠蒜中。到蒜苔接近完全衰老的第20天, 约有占饲喂总量48%的放射性在珠蒜中积累。从 ^3H 放射性的分布来看, BA的这种运转具有很强的极性, 即基本上只朝上部运输, 而向基部的移动很少。这种趋势在第10天以后的蒜苔中尤为明显。

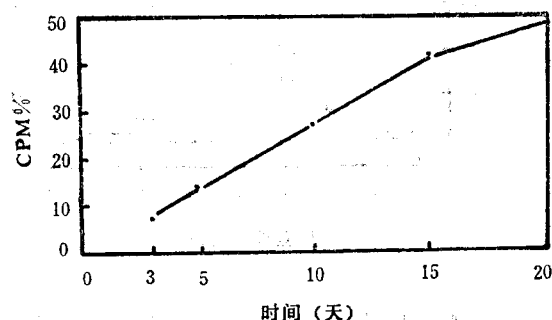


图2 蒜苔饲喂 ^3H -BA后珠蒜中 ^3H 放射性强度的积累

图2表示蒜苔珠蒜中 ^3H 放射性物质的积累。该图显示BA在蒜苔中的运转是一个大致上平缓而稳定的过程, 其在珠蒜中的积累与时间成较好的线性关系, 只是在第15天后蒜苔严重衰老时, 积累的速率才有所降低。

为了了解BA在蒜苔内的运转过程中及在珠蒜中积累后是否发生性质上的变化, 我们进行了苔茎和珠蒜内BA的代谢分析, 结果如图3。该图说明BA经长距离的运输后没有发生其正常代谢范围以外的变化。

蒜苔顶端的珠蒜对BA在蒜苔中的运转起着关键的作用。去除珠蒜后BA的极性上运现象完全消失, 而代之以向上下两个方向的扩散式移动(图4)。这说明蒜苔内BA向顶极性运转的动力来源于顶端的珠蒜。

讨论

离体蒜苔不仅是理想的营养物质运转系统^[1, 2, 3, 4], 在本实验中, 它还是一个较好的细胞分裂素运转系统。细胞分裂素BA在离体蒜苔中的运转具有以下几个特点: 第一, 虽然

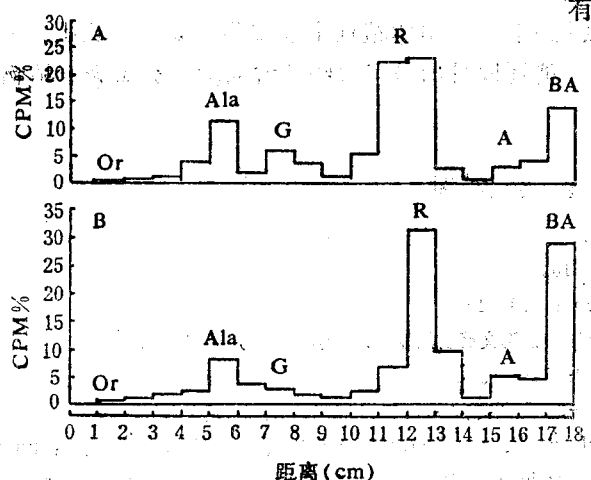


图3 饲喂 ^3H -BA后第5天珠蒜(A)和苔茎(B)中的 ^3H 提取物在薄层层析上的放射性分布。标准标记物如下: BA, 6-苄基腺嘌呤; A, 腺嘌呤; R, BA-核昔; G, BA-葡萄糖苷; Ala, BA-丙氨酸。

运转的距离很长,但 BA 却能大量地运转,而通常情况下外源细胞分裂素在植物材料中的移动性很差[6、8、10、14、15];第二,这种运转具有很强的向顶极性;第三,运转过程中 BA 只发生了一些正常情况下的代谢活动,形成 BA-核苷、BA-葡萄糖苷、腺嘌呤等正常代谢物;第四,蒜苔顶端的珠蒜对 BA 的极性上运起着相当于“库 (Sink)”的动员作用;第五,BA 在蒜苔中的这种运转基本上是与衰老同步的。蒜苔中 BA 的这种长距离运转方式显然与一般情况下细胞分裂素随木质部蒸腾流上运的方式完全不同,因为暗中放置的离体蒜苔内不存在蒸腾流。已知在蒜苔衰老过程中,苔茎组织中的细胞内含物以原生质块团的形式集体高效地向顶端珠蒜转移[1、2、3、4],而且由于本实验中 BA 在珠蒜中的积累与蒜苔的衰老同步,因此我们推测蒜苔内 BA 的运转是伴随着苔茎中细胞内含物的集体向顶运转而进行的,或者说 BA 在蒜苔中运转的“载体”是苔茎中细胞内含物受珠蒜动员而集体向上转移所形成的“物质流”。因此,蒜苔是研究细胞分裂素运转的一个全新的系统,这种运转对阐明细胞分裂素在植物某些发育阶段中的运转及生理功能有重要意义。蒜苔中 BA 的这种大量运转还说明,当整体植株上的蒜苔衰老时,其珠蒜不仅动员了苔茎及植株其它部分的营养物质,可能还同时动员了这些地方的细胞分裂素等植物激素在其内积累。

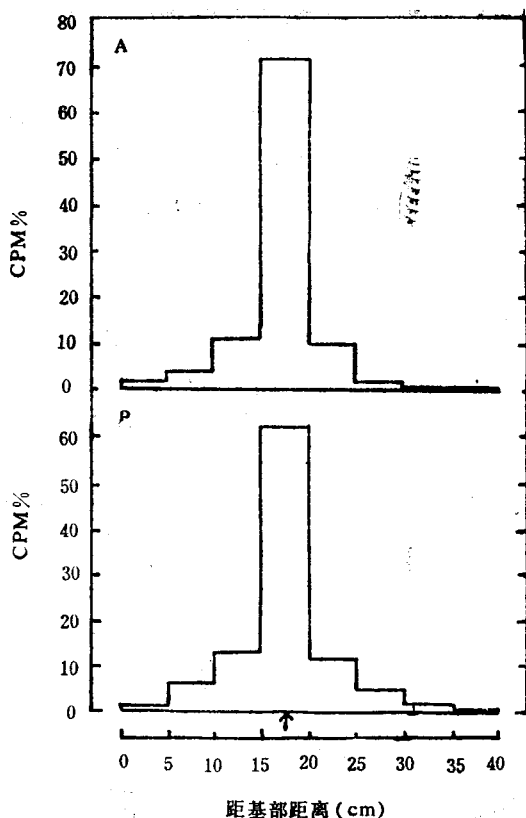


图4 饲喂 ^3H -BA 后第10 (A) 天和第15 (B) 天切除珠蒜后的蒜苔中 ^3H 放射性的纵向分布。箭头示饲喂部位。

参考文献

- [1] 贾志旺、梁峰, 1980, 食品科技, 1: 20—22。
- [2] 黄承祥等, 1982, 北京农业大学学报, 8: 1—16。
- [3] 蔡可、姜成后, 1985, 植物生理学报, 11 (4): 403—408。
- [4] 蔡可等, 1986, 《中国植物生理学会第四次全国会议论文摘要汇编》, 科学出版社, 第313页。
- [5] 陶国清、章一安, 1986, 植物生理生化进展, 4: 74—98。
- [6] Fletcher, R. A., 1969, Planta, 89: 1—8。
- [7] Goodwin, P. B., 1978, in D. B. Lethem, P. B. Goodwin and T. J. V. Higgins (eds.), Phytohormones and Related Compounds—A comprehensive Treatise, Vol. 2, pp. 215—249. Elsevier-North Holland, Amsterdam.
- [8] Gordon, M. E. et al., 1974, Ann. Bot., 38: 809—825。

(下转48页)

表2 小叶章草地凋落物失重率的季节动态 (宝清)

日 期	放置天数	初始重g	残留重g	失重率%	日失重率%	样本数
88年 4月20日	0	5.90±0.21	5.90±0.21	0	0	22
88年 8月30日	133	5.98±0.19	4.11±0.23	30.25±2.61	0.23±0.02	6
88年10月30日	194	5.88±0.13	3.62±0.21	37.97±2.16	0.20±0.05	5
89年 6月15日	422	5.99±0.17	3.57±0.16	40.06±2.84	0.10±0.01	6
89年10月15日	544	5.76±0.20	2.46±0.17	51.22±2.61	0.09±0.01	5

小叶章草地当年凋落物中以枯叶为主, 其次为枯穗(种子已脱落), 直到生长季末植物地上部分全部枯死且有较大的风或降雪时, 才有大量的枯枝条出现在地表面。总的趋势是自8月初始有枯叶及穗脱落(约 $3.54 \pm 0.30\text{g}/\text{m}^2$), 唯量较少, 尔后逐渐增多, 9月中旬约为 $9.10 \pm 0.71\text{g}/\text{m}^2$, 至10月初达草地总立枯量的5%左右。

小叶章草地凋落物的分解速率较高, 而且第一生长季高于第二生长季。日失重率变化在0.09—0.23%之间(详见表2)。该数值高于羊草草地[2, 3]。

生态系统初级生产者枯落物总量的变化可由枯落物(立枯物和凋落物)现存量的变化以及枯落物的消失速率来推测[4]。小叶章草地生长季期间凋落量较少, 且存留地表的时间较短, 加之分解率较低, 所以凋落物在生长季期间的损失量很小。以1989年为例, 从8月初新凋落物始见至10月初, 小叶章草地凋落物损失量仅为 $1.8696\text{g}/\text{m}^2$ 。因此, 在计算小叶章草地净初级生产力时将这一部分忽略不计也不会造成大的误差。有鉴于此, 枯落物总量即可由立枯量加上凋落量直接求得。依笔者测定的结果推算, 小叶章草地全生长季枯落物总量为 $558.98\text{g}/\text{m}^2$, 返青至地上生物量高峰期止, 枯落物总量仅为 $144.86\text{g}/\text{m}^2$ (1989年测定)。

参 考 文 献

- [1] 马克平等, 1991, 中国草地, (2): 4—8。
- [2] 郭继勋、祝廷成, 1988, 植物生态学与地植物学学报, 12(3): 197—203。
- [3] 廖仰南等, 1989, 植物生态学与地植物学学报, 13(4): 359—366。
- [4] Wiegert, R. G. and F. C. Evans, 1964, *Ecology*, 45(1): 49—63。

(上接38页)

- [9] Hall, R. H. et al., 1972, *Planta*, 106: 131—140。
- [10] Hutton, M. J. and J. van Staden, 1982, *Am. J. Bot.*, 49: 701—706。
- [11] Mahin, D. T. and R. T. Lofberg, 1966, *Anal. Biochem.*, 16: 500。
- [12] Mothes, K., 1961, *Photochemistry*, 1: 58—62。
- [13] Philips, I. D. J. and R. Cleland, 1972, *Planta*, 102: 173—178。
- [14] Richmond, A. and A. Lang, 1957, *Science*, 125: 650—651。
- [15] Sachs, T. and K. V. Thimann, 1964, *Nature*, 201: 939—940。
- [16] Van Staden, J., 1982, *Bot. Gaz.*, 143: 201—205。