

教学园地 Teaching

讲授糖酵解底物的一点体会

郭丽红* 翟书华 王德斌

昆明师范高等专科学校生物系, 昆明 650031

糖酵解是呼吸作用的一个重要途径, 其定义为“淀粉、葡萄糖或其他六碳糖在厌氧状态下分解成丙酮酸的过程”^[1,2]。糖酵解产物丙酮酸在有氧条件下可彻底氧化生成 CO_2 和 H_2O , 而在厌氧条件下可生成乳酸和乙醇, 因此糖酵解是有氧呼吸和厌氧呼吸的共同途径。糖酵解途径是讲授植物呼吸作用过程中的一个教学重点。从糖酵解的定义可知, 糖酵解的底物为淀粉、葡萄糖或其他六碳糖, 在一些参考书中主要以葡萄糖为底物进行讲解, 而对淀粉和其他六碳糖涉及较少^[1,3]。为使糖酵解途径的教学内容更完善, 我们对淀粉和其他六碳糖等底物如何进入糖酵解进行了探讨。

1 淀粉

淀粉是植物中最重要的储存性多糖, 包括直链淀粉和支链淀粉。直链淀粉是由D-葡萄糖通过 α -1, 4-糖苷键缩合而成不分支的同多糖; 支链淀粉由D-葡萄糖通过 α -1, 4-糖苷键及 α -1, 6-糖苷键缩合而成分支的同多糖。大多数植物进行光合作用时, 在叶绿体基质中合成淀粉。淀粉进入糖酵解, 必须分解为六碳糖。其过程涉及多种酶的催化, 其中对于 α -1, 4-糖苷键最主要有3种酶, 即 α -淀粉酶、 β -淀粉酶和淀粉磷酸化酶; 对于 α -1, 6-糖苷键主要由各种脱支酶进行水解的。植物中淀粉分解为六碳糖的过程发生在质体(叶绿体和淀粉体)中, 而呼吸作用的糖酵解是在细胞质基质中进行, 这样就存在淀粉降解产物六碳糖的转移问题。但是事实上六碳糖却很少从叶绿体或淀粉体转移到细胞质, 它们可能首先转化为三碳糖-磷酸(例如: 二羟丙酮磷酸或3-磷酸甘油醛), 然后通过磷酸转运器运出质体, 进入胞质, 即可直接进入糖酵解; 同时, 也可如图1所示, 在细胞质中它们重新合成六碳糖^[4], 重新合成的六碳糖可按其合成的逆方向进入糖酵解。

糖原与淀粉相比, 是动物中最重要的储存性多糖, 但在某些谷物种子中也有发现。由于糖原的结构与支链淀粉相似, 只是分支更多, 其进入

糖酵解的过程与淀粉相似。

2 其他己糖进入糖酵解的途径

2.1 D-果糖 D-果糖是蔗糖的分解产物之一。蔗糖是植物体中光合作用产物的输出形式, 由葡萄糖和果糖通过 α -1, 2-糖苷键缩合而成。蔗糖进入糖酵解必须分解为葡萄糖和果糖。D-果糖进入糖酵解的途径有2条。

途径1是通过己糖激酶催化变成6-磷酸果糖而进入糖酵解途径。



但是己糖激酶对葡萄糖的亲合力比果糖的亲合力高12倍, 因此在葡萄糖存在时形成的6-磷酸果糖很少。只有果糖含量比葡萄糖高时, 才由此酶催化经6-磷酸果糖进入糖酵解途径。

途径2是通过果糖激酶催化果糖生成果糖-1-磷酸, 然后由果糖-1-磷酸醛缩酶断裂成甘油醛和二羟丙酮磷酸, 前者再经丙糖激酶磷酸化成3-磷酸甘油醛而进入酵解途径(图2)。

2.2 D-半乳糖 D-半乳糖是植物体中半纤维素、粘质、琼脂等的组成成分。D-半乳糖要进入糖酵解, 先由半乳糖激酶磷酸化成1-磷酸半乳糖, 然后在1-磷酸半乳糖尿苷酰转移酶的催化下, 1-磷酸半乳糖从二磷酸尿苷葡萄糖(UDP-葡萄糖)得到尿苷磷酸基变成二磷酸尿苷半乳糖(UDP-半乳糖)和1-磷酸葡萄糖。UDP-半乳糖在UDP-半乳糖-4-差向酶的催化下, 转变成为UDP-葡萄糖。它又可以参加转变1-磷酸半乳糖成为1-磷酸葡萄糖的反应。UDP-葡萄糖可以从UDP-半乳糖再生, UDP-葡萄糖在反应中的循环作用, 从而使半乳糖

收稿 2004-08-31 修定 2004-11-11

资助 昆明师范高等专科学校重点学科建设项目(Z-002)。

*E-mail: majiajieglh@163.com, Tel: 0871-6951172

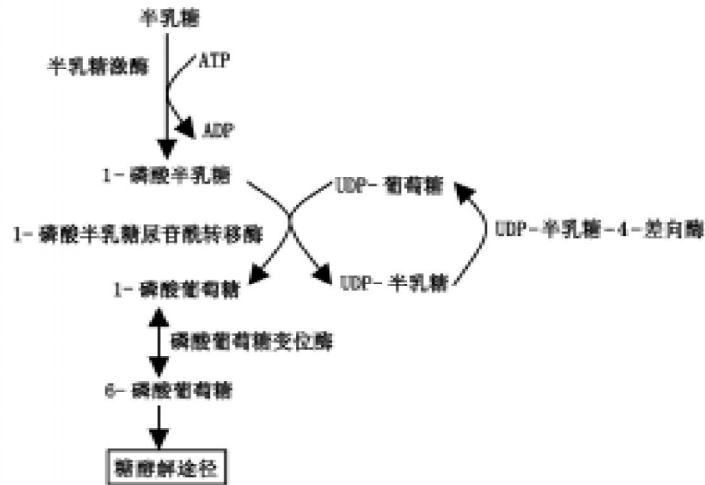


图3 半乳糖-葡萄糖相互转换途径^[5]

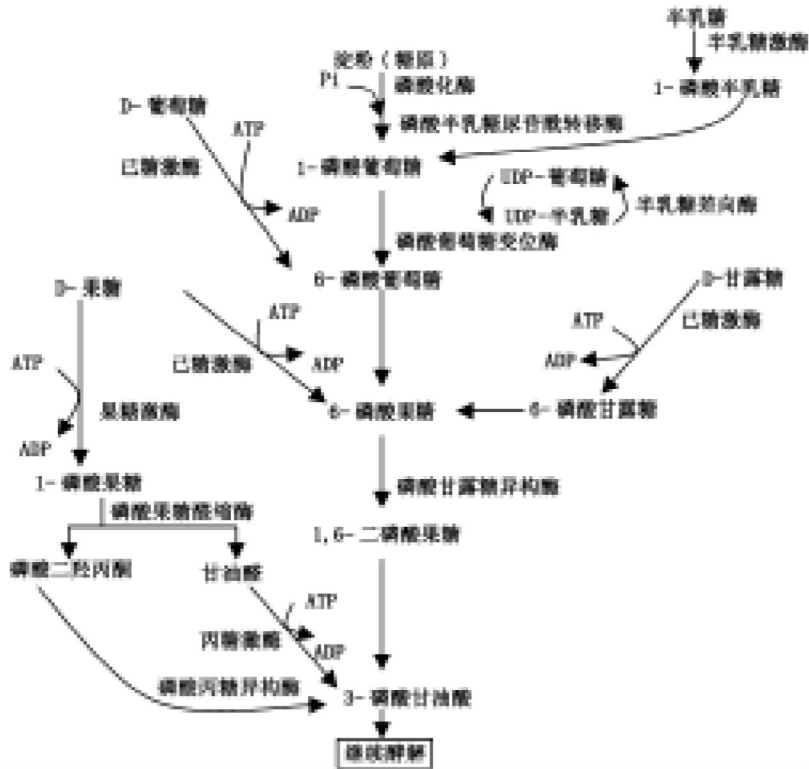


图4 各种己糖进入糖酵解的途径^[6]

化下生成6-磷酸果糖,而后进入酵解途径(图4)^[6]。

各种己糖进入酵解的途径见图4。

以上仅就糖酵解的底物问题作了粗浅的探讨。实践表明,只有把这些问题融入教学中,学生才能深入地理解糖酵解途径,从而比较全面的认识植物呼吸作用的含义。

参考文献

1 潘瑞炽,王小菁,李娘辉. 植物生理学. 第4版. 北京: 高等

教育出版社, 2001. 104~106
 2 曹仪植, 宋占午, 黄祥辉等. 植物生理学. 第1版. 兰州: 兰州大学出版社, 1998. 162~164
 3 萧浪涛, 王三根. 植物生理学. 北京: 中国农业出版社, 2004. 96~98
 4 武维华, 张蜀秋, 袁明等. 植物生理学. 北京: 科学出版社, 2003. 178~179
 5 Hames BD, Hooper NM, Houghton JD著. 王镜岩, 文重, 陆德培等译. 生物化学. 第1版. 北京: 科学出版社, 2000. 232~233
 6 沈同, 王镜岩, 赵邦悌等. 生物化学. 第2版. 北京: 高等教育出版社, 1991. 89~91