

# Chapter 5 Phloem Transport

Long distance transport of organic materials

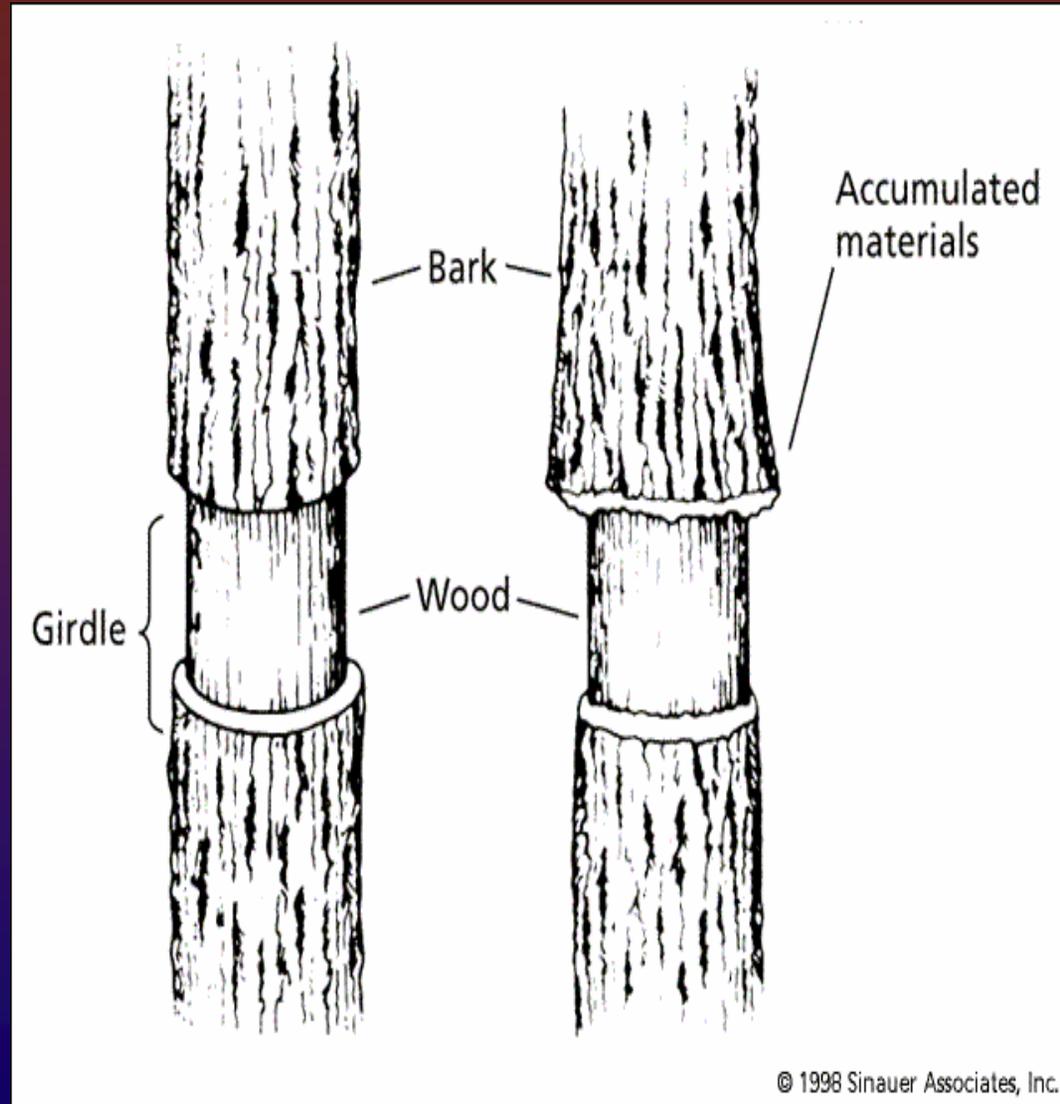
# 韧皮部运输的意义

- ❖ 是植物的生存所必需的：
  - ❖ 可以把有机物质从源运输到库（幼嫩器官和贮藏器官）
  - ❖ 平衡不同部位生长的速度
  - ❖ 同时运输其它的生长调节因子
  - ❖ 参预离子的运输和分配
  - ❖ 与导管一起组成植物根与叶之间的循环系统

# § 1 有机物运输的途径、速度和溶质种类

1. 运输途径：韧皮部

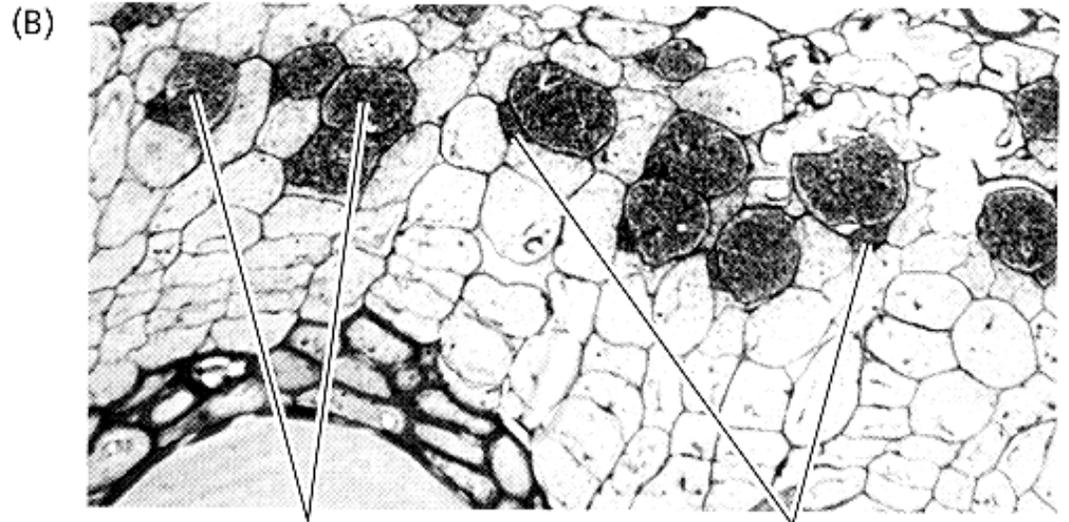
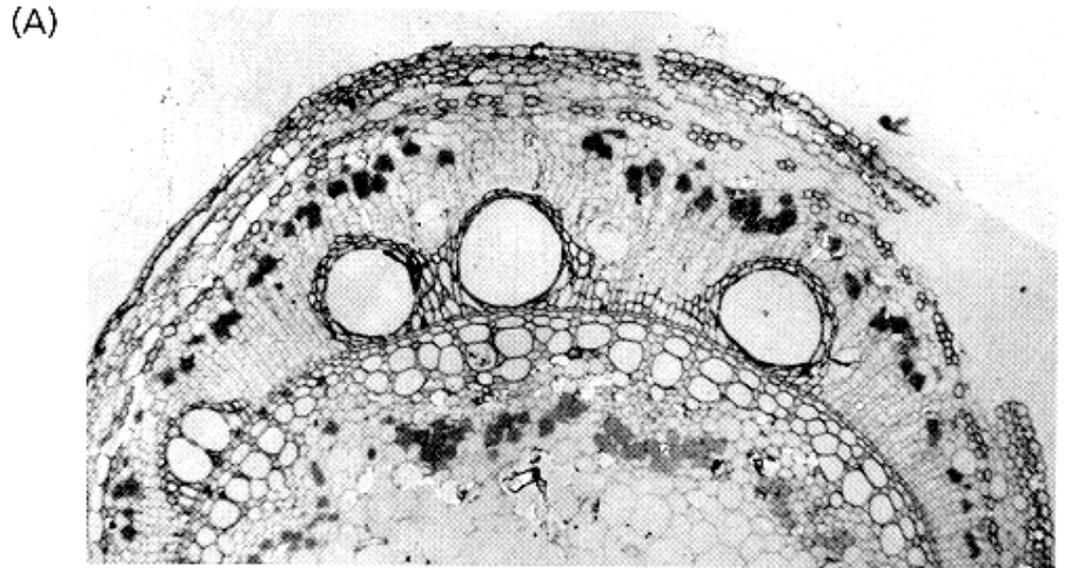
证据1：环割试验：



## 证据2 同位素示踪

### 甜菜茎横切

**silver grains** produced in photographic emulsion by beta particles from  $^{14}\text{C}$  in **radiolabeled sugars**. Localized in **mature sieve elements (large cells)** and **companion cells (small cells)**.



Sieve elements

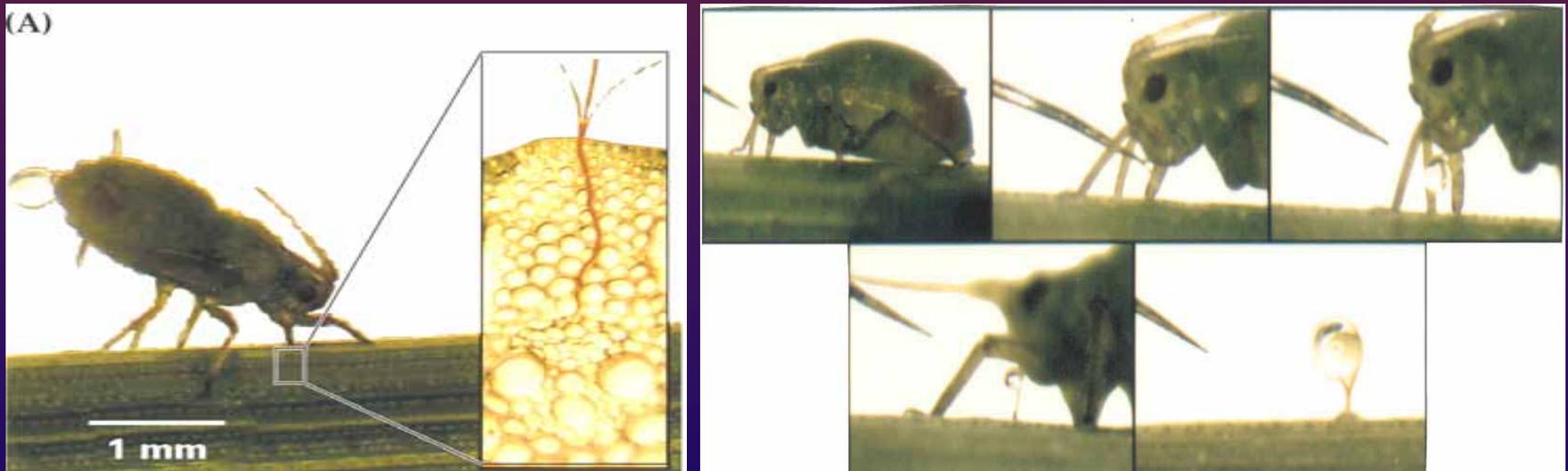
Companion cells

## 2. 运输的速度

❖ 约100cm/h，快于扩散速度，不同植物间有区别。

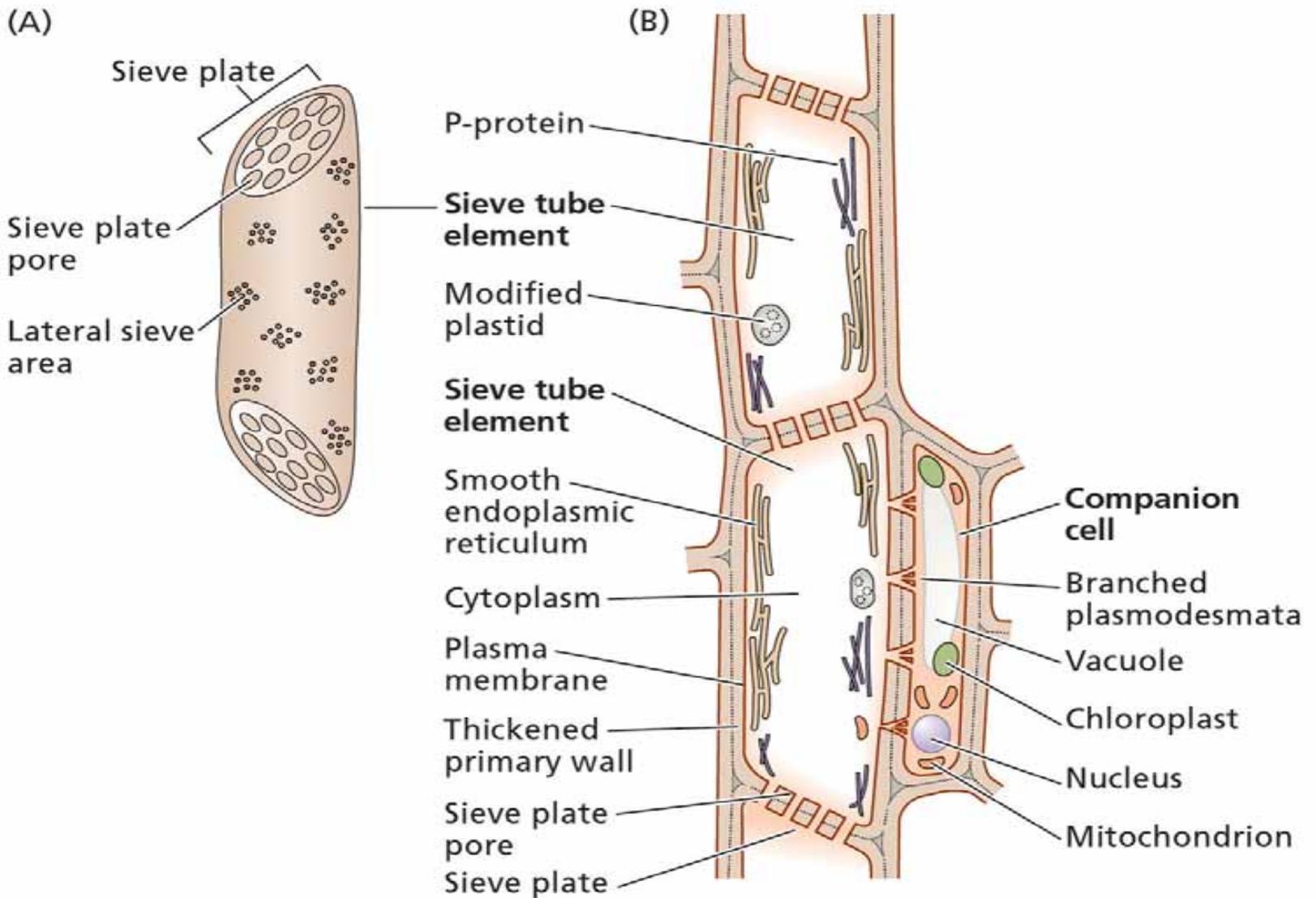
## 3. 运输的物质

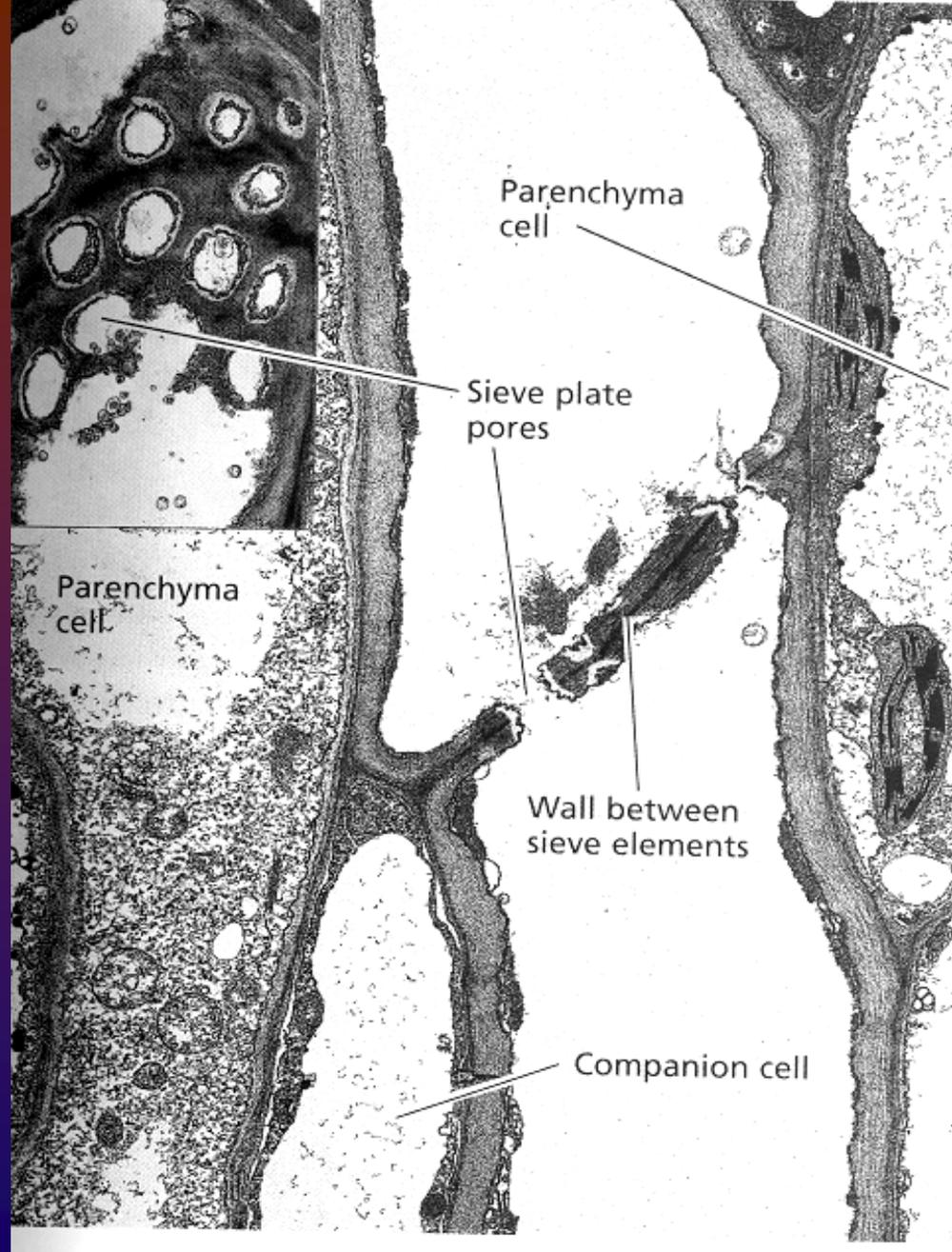
❖ 主要是水，有机物主要是蔗糖，占干物质的90%，另外还有氨基酸和酰胺(Asn,Gln)，少量蛋白，各种激素（eth除外），以及K、P、Cl、Mg等离子。



研究韧皮部运输的方法——蚜虫吻刺法

## § 2 韧皮部筛管的结构





**Figure** Electron micrograph of mature sieve element

- ❖ 在被子植物筛管中含有P蛋白（即韧皮部蛋白），它具有各种形状，其作用可能是当筛管分子受损时者塞筛板孔，以防止韧皮部汁液外流。
- ❖ 筛管分子中还可形成胼胝质(callose)，它是一种（1-3）葡聚糖。当筛管分子受伤或有其它胁迫时（机械刺激、高温等），胼胝质就会形成堵塞筛孔，以把受伤筛管分子与其它组织分开。多年生植物在越冬时也可形成胼胝质，在春天又会重新溶解。

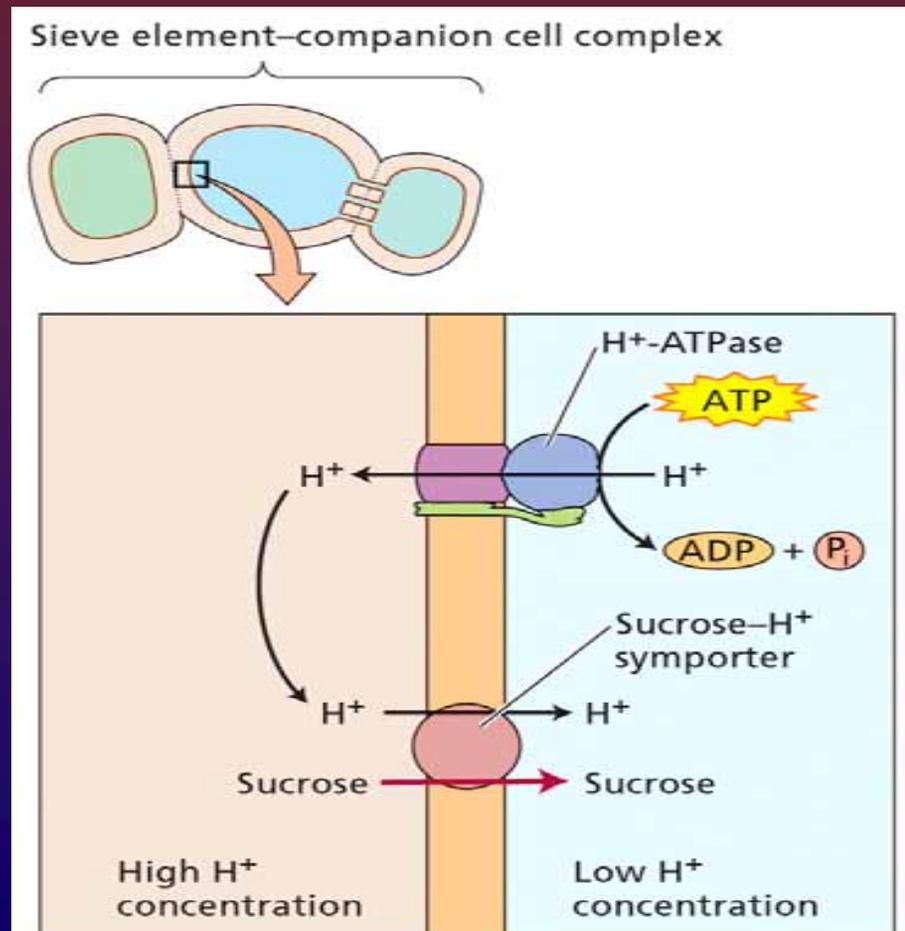
## § 3 韧皮部装载Phloem loading

1. 定义：韧皮部装载是指光合产物（主要是蔗糖）从叶肉细胞运输到筛管分子 - 伴胞复合体（sieve element-companion cell complex）的主动过程。装载需经三步进行：
  - 1) 光合作用中形成的磷酸丙糖从叶绿体运到细胞液中，形成蔗糖。
  - 2) 叶肉细胞的蔗糖从叶肉细胞运到最小的叶脉附近，这一距离大约为2 - 3个细胞直径，也称为短距离运输途径。
  - 3) 蔗糖进入筛分子和伴胞（装载），通过韧皮部运输到库，这称为长距离运输。

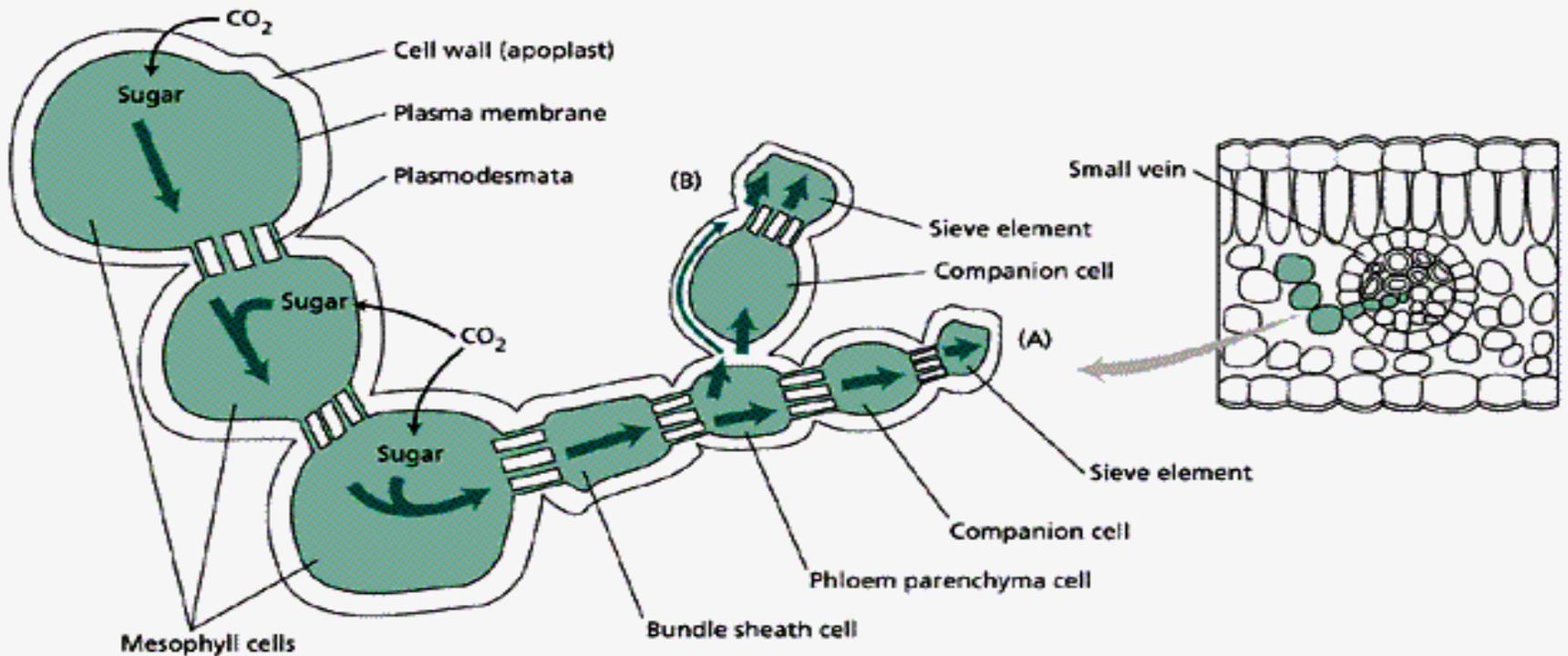
## 2. 韧皮部装载的途径

❖ 韧皮部装载存在二条途径：质外体途径和共质体途径

- 1) 质外体途径：蔗糖从叶肉细胞主动排入质外体，经质外体运输后由质膜上的蔗糖/质子共运体主动吸收到伴胞和筛管分子中。

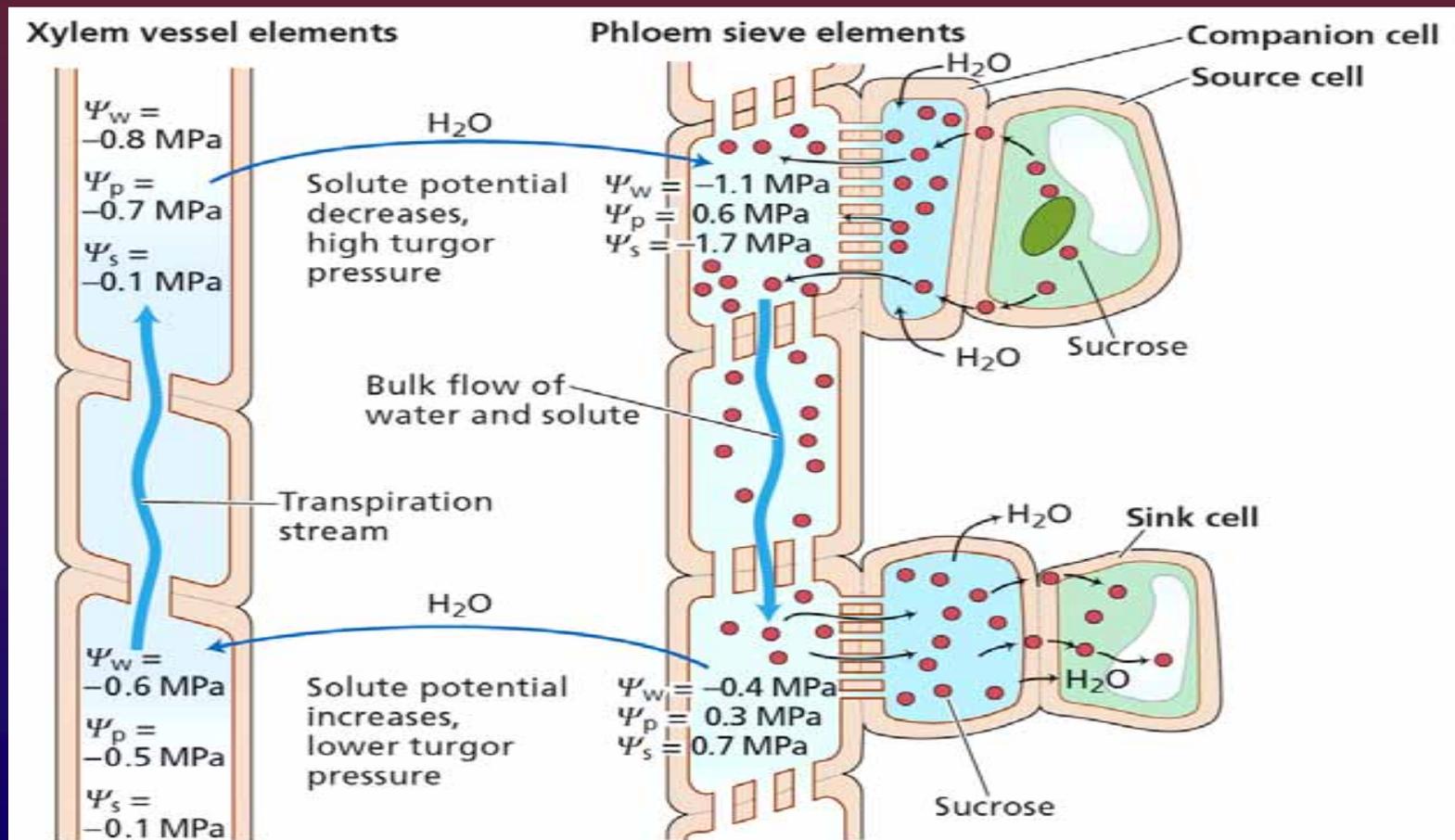


- 2) 共质体途径：叶肉细胞中的蔗糖经胞间连丝而进入伴胞和筛管分子中。



# § 4 韧管运输机理——压力流动学说

1. 压力流动学说(theory of pressure flow)又称为集流学说 ( mass flow theory ),是由德国的Münch于1930年提出的,认为筛管中液体的流动的动力是筛管两端的压力差。



## 2. 根据压力流动学说的模型，应得出下列推论：

- 1) 各种溶质以相似速率运输。
- 2) 在筛管中物质的运输是单向的。
- 3) 筛板孔必须不被堵死，否则会产生巨大阻力。
- 4) 在筛管的库、源两端必须保持足够大的压力梯度
- 5) 因为是被动运输，故运输途中不需消耗大量的能量。

但事实上，前三点与实验结果不符

- 1) 不同物质运输速率不同：同位素标记证明：蔗糖 > 磷酸根 >  $H_2O$
- 2) 荧光染料实验证明，在筛管中存在双向运输。
- 3) 筛板孔有时阻塞。

❖ 因此又产生了一些其它学说，但都不完善。

❖ 胞质泵动学说 cytoplasmic pumping theory

❖ 收缩蛋白学说 contractile protein theory

### 3. 韧皮部运输的度量——比集运量specific mass flow

单位时间内通过单位横截面积的有机物的数量。常用  
单位： $\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{S}$ 、 $\text{g}/\text{cm}^2\cdot\text{d}$

## § 5 筛管的卸载

### 1. 共质体途径 symplastic pathway

在幼叶、幼根等生长器官中，同化产物主要通过共质体途径卸出。

### 2. 质外体途径 apoplatic pathway

在延迟器官（块根、块茎等），同化产物主要通过质外体卸出。在生殖器官（如发育着的种子）中，由于母体与胚性组织间无胞间连丝，故必须经质外体途径卸出。

在质外体途径中，蔗糖经蔗糖/质子反向转运体进入延迟器官的液泡。

# § 6 同化产物的分配规律

## 1. 同化产物的命运

- 1) 代谢掉。
- 2) 合成贮藏化合物如淀粉。
- 3) 合成运输化合物如蔗糖。

## 2. 分配方向

- 1) 就近供应
- 2) 同侧运输

1. 分配规律：光合产物的分配受源的供应能力、库的竞争能力和库源之间运输能力的影响
  - 1) 供应能力
  - 2) 竞争能力
  - 3) 运输能力