3-2 韌皮部的有機養分運輸

韌皮部的構造

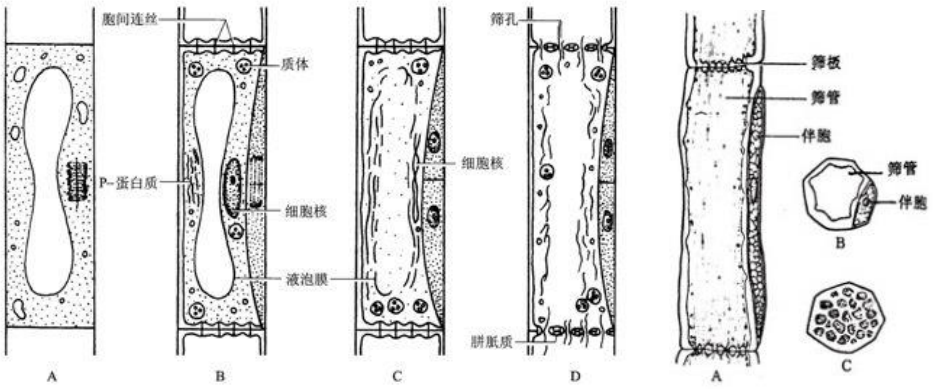
一、功能：運輸光合作用或其他代謝作用所產生的有機養分。

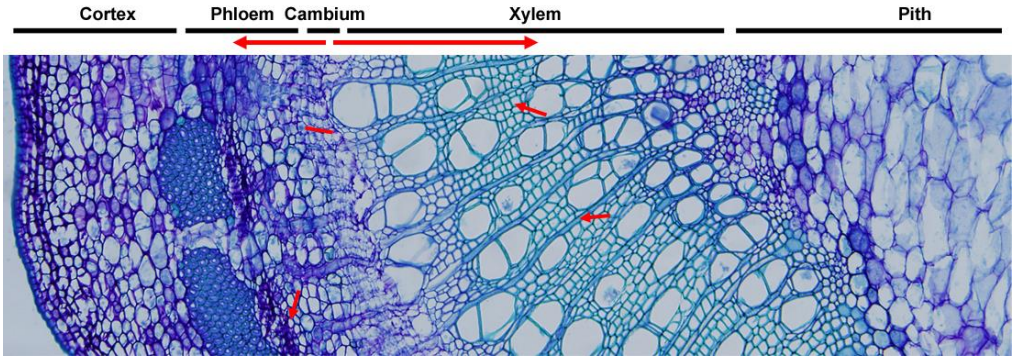
二、植物養分形式

1. 光合作用產物為_____，在細胞質中可轉變成_____形式運輸，再代謝為_____、脂質或蛋白質形式儲存。
2. 少數植物可以蔗糖形式儲存，如甘蔗、甜菜。
3. 若植物光合作用旺盛時，葡萄糖也可在_____中轉變成澱粉暫時儲存。

三、組成細胞

1. 篩管細胞
   a. _____的活細胞。
   b. 上下細胞壁不均勻增厚形成_____，篩板上的小孔稱為_____，可由此藉_____連接縱向細胞。
   c. 篩板或篩孔上會逐漸有醣或蛋白質累積，使篩管逐漸失去運輸功能。
   →多年生植物可利用維管束形成層新生_____
2. 伴細胞
   a. 緊鄰篩管細胞，與篩管細胞長度相近。
   b. 細胞壁薄，具細胞核及濃稠細胞質。
   c. 藉由原生質絲與篩管相連，維持篩管滲透壓，並提供養分及能量。
   d. 伴細胞可與篩管結合成篩管細胞—伴細胞複合體。
3. 薄壁細胞
   a. 具有儲存養分的功能。
   b. _____：部份薄壁細胞的細胞壁與細胞膜向內折疊形成褶皺，具有較大的表面積可以協助韌皮部運輸。
4. 韌皮纖維
   a. 為_____的死細胞。
   b. 細胞壁木質化程度較木質纖維低，又被稱為_____。
   →可用以製作紡織品

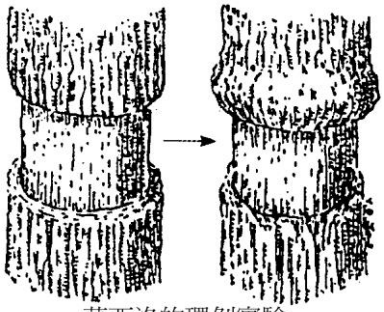




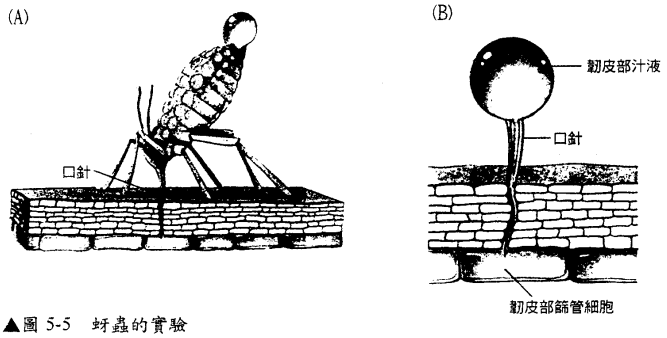
有機養分運輸實驗

一、環狀剝皮實驗

1. 方法：將_____以外（含韌皮部）的部份剝除。
2. 結果：韌皮部運輸路徑被切斷→養分運輸受阻，無法向下運輸→環狀剝皮_____處腫大→_____缺乏養分而死亡→水分無法運輸→_____枯死→植物體死亡。
3. 結論：植物的有機養分由韌皮部運輸。



莫西洛的環剝實驗



▲圖 5-5 蚜蟲的實驗
(A)蚜蟲的口針正插入韌皮部的篩管
(B)將口針切斷，韌皮部的汁液從針口流出。

二、蚜蟲實驗

1. 實驗對象：蚜蟲
   a. 具有細長的口器，會插入植物韌皮部篩管以吸食養分。
   b. 部份液體會由蚜蟲尾部流出成為蜜露。
2. 方法：利用乙醚麻醉正在吸食汁液的蚜蟲→切斷口器→收集由口器流出的汁液。
   →可藉此測知篩管內運輸的物質種類、方向與速率。
3. 結果
   a. 韌皮部運輸的物質以醣類（蔗糖）為主，另有胺基酸、礦物質及激素等物質。
   b. 在葉脈韌皮部內的汁液含醣量高、流速較快。
      儲存器官韌皮部汁液含醣量低、流速較慢。
      →韌皮部內液體流動與_____有關
   c. 韌皮部內液體流速約每小時一公尺。
      →比導管液體流速慢，比擴散作用及原生質流快

韌皮部養分運輸

※短距離運輸：利用細胞間的_____供應鄰近的細胞
長距離運輸：_____運輸

一、細胞質流

1. 定義：細胞中的細胞質沿著細胞壁內緣流動，速率較擴散作用快。
2. 流動方式：細胞質流由細胞骨架的_____控制，需_____。
3. 流動方向：二相鄰細胞的細胞質流動方向相反，並藉原生質絲流通物質。
4. 觀察：細胞質透明無色→無法直接觀察細胞質流。
   可見葉綠體沿細胞壁內側流動→得知細胞進行細胞質流。

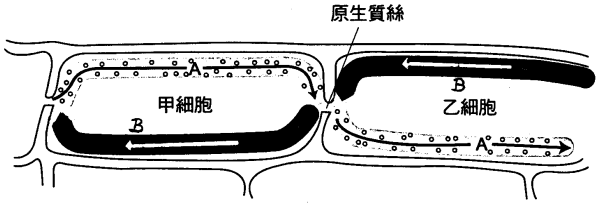
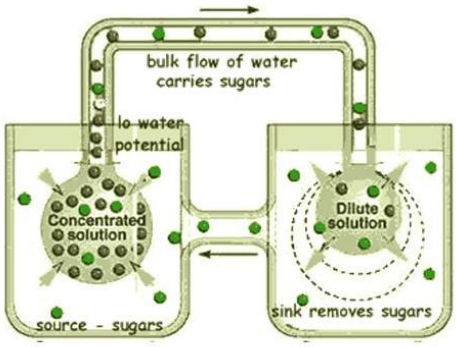


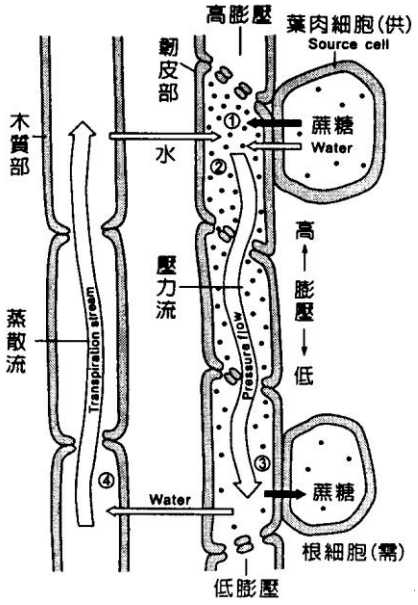
圖 5-5 植物的細胞質流：
A. 物質藉細胞質流從甲細胞輸送到乙細胞
B. 物質藉細胞質流從乙細胞輸送到甲細胞



二、壓力流假說

1. 1930 年德國植物學家閔希（Ernst Munch）提出。
2. 過程
   a. 供給處：光合作用產生的醣類經過質體外運輸或共質體運輸進入維管束→
      經過伴細胞主動運輸進入篩管細胞內，使篩管溶質濃度提高→
      水利用滲透作用進入篩管細胞內，產生膨壓。
   b. 需求處：篩管內的醣類移出以合成大分子儲存或分解利用→
      篩管溶質濃度降低，水滲出細胞外，膨壓降低。
   c. 在上下成串的篩管中，液體由_____的部位流動。
   →韌皮部液體運輸方向：供給處流向需求處

		供給處	需求處
定義		製造及供應養分的部位	消耗或儲存養分的部位
舉例	種子萌芽	胚乳	胚芽及胚根
	幼苗生長	成熟的葉子	幼葉、根
	開花結果	成熟的葉子、儲存根	花、果實
特徵		1. 供給處、需求處隨生長時期不同而改變 →故韌皮部內養分可雙向運輸 2. 養分分配原則 a. 優先提供給生長、代謝快速處 b. 就近供應、同側運輸 c. 功能葉之間無養分供應關係	



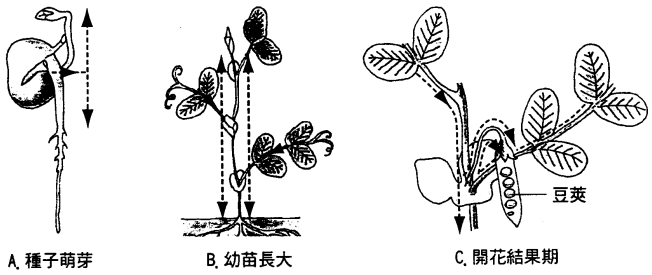


圖 5-4 植物因生長、開花及結果，而影響韌皮部物質的運輸方向。

蔗糖和其他有機養分在韌皮部的輸導作用

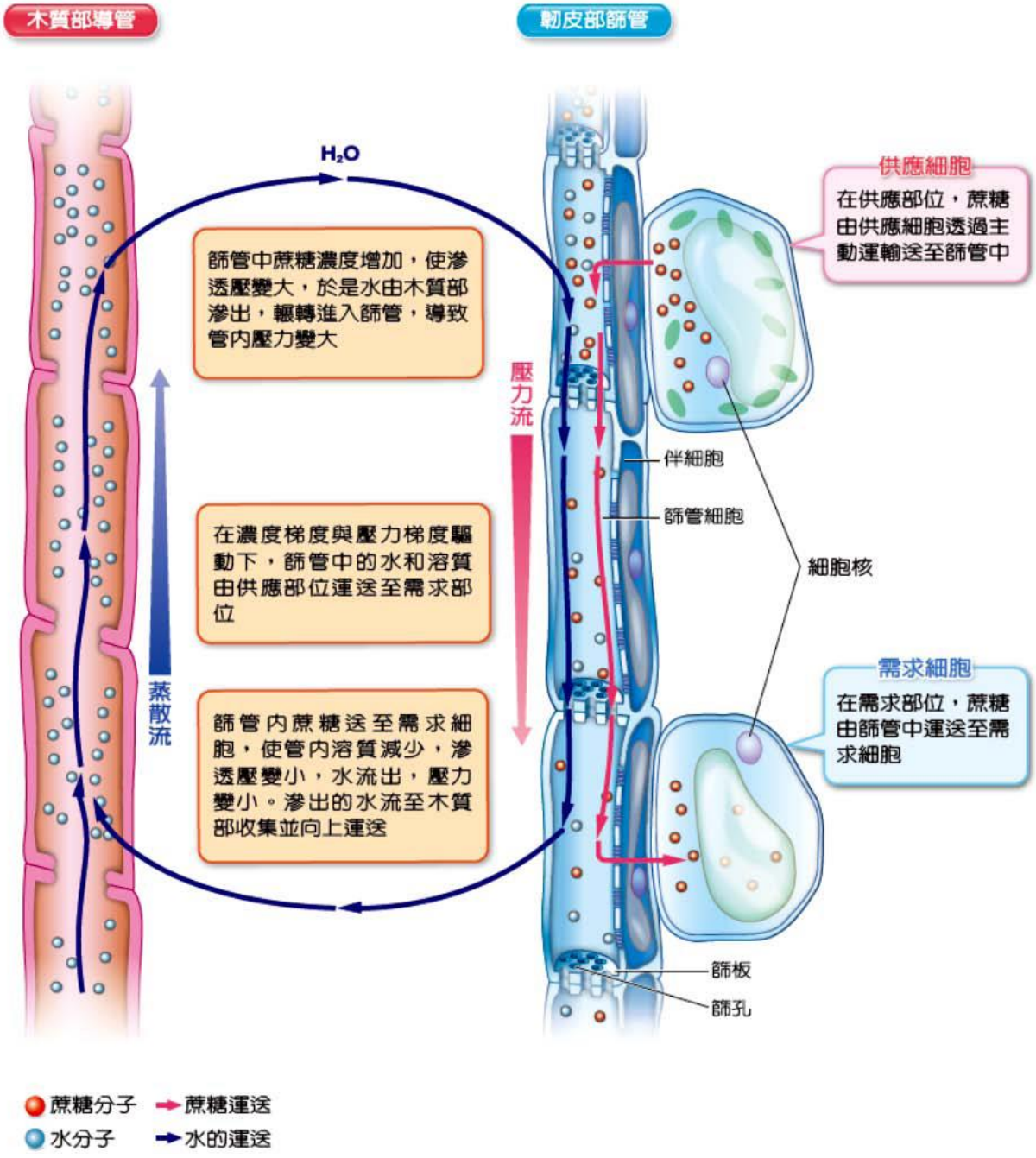
①在葉部，伴細胞將光合作用所產生的蔗糖等有機養分，以主動運輸方式運送到篩管內，使蔗糖濃度增高，滲透壓增大，於是水便由其他細胞滲透進入篩管內

②篩管內的蔗糖等有機養分，靠濃度梯度和壓力，由蔗糖濃度高、壓力大的葉部，向蔗糖濃度低、壓力小的根部輸送

③在根部，蔗糖等有機養分，靠主動運輸由篩管抽出運送到薄壁細胞儲存使篩管內的蔗糖濃度降低，壓力減小

④根部篩管內的蔗糖濃度下降，滲透壓變小，於是，水便由篩管逸出到根部細胞，再經由木質部運輸到莖和葉

3. 能量消耗
   a. 醣類進入篩管細胞需消耗能量→伴細胞_____蔗糖
   b. 單一篩管運輸不消耗能量→由_____移動
   ※整體韌皮部的運輸需消耗能量
4. 運輸方向
   a. 單一篩管僅能_____運輸。
   b. 整體韌皮部可_____運輸。


木質部導管
韌皮部篩管
H_2O
篩管中蔗糖濃度增加，使滲透壓變大，於是水由木質部滲出，輾轉進入篩管，導致管內壓力變大
在濃度梯度與壓力梯度驅動下，篩管中的水和溶質由供應部位運送至需求部位
篩管內蔗糖送至需求細胞，使管內溶質減少，滲透壓變小，水流出，壓力變小。滲出的水流至木質部收集並向上運送
蒸散流
壓力流
供應細胞
在供應部位，蔗糖由供應細胞透過主動運輸送至篩管中
伴細胞
篩管細胞
細胞核
需求細胞
在需求部位，蔗糖由篩管中運送至需求細胞
篩板
篩孔
蔗糖分子
水分子
蔗糖運送
水的運送