



微生物学 Microbiology

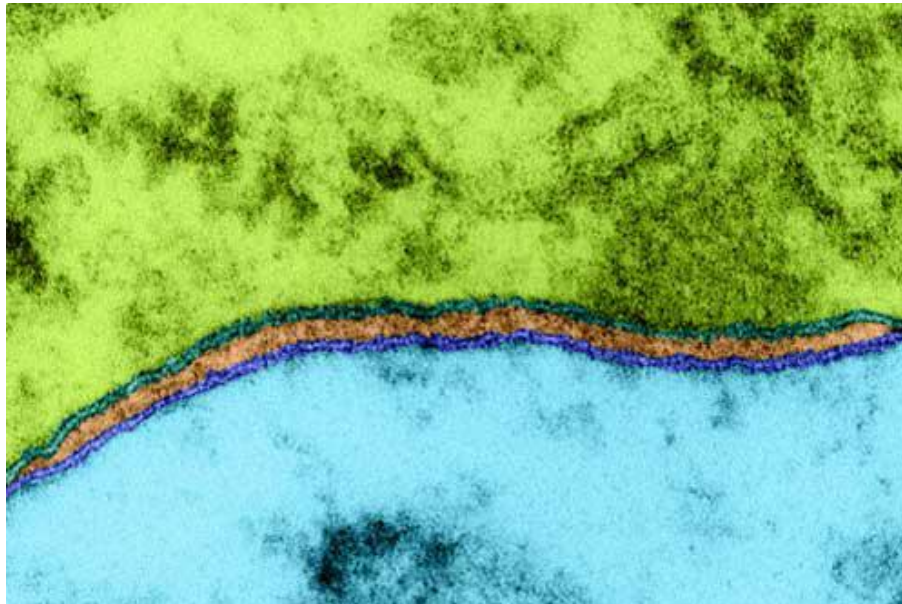
崔恒林

江苏大学食品与生物工程学院



第五章 微生物的营养

Microbial nutrition



概述

- **微生物的营养（nutrition）** ——生物体从外部环境摄取其生命活动所必须的能量和物质，以满足其生长和繁殖需要的一种生理功能。
- **营养物（nutrient）** ——能够满足微生物机体生长、繁殖和完成各种生理活动所需的物质。

5.1 微生物的六种营养要素

5.1.1 碳源（source of carbon）

- 在微生物生长过程中为微生物提供碳素来源的物质。
- 绝大部分碳源物质在细胞内生化反应过程中还能为机体提供维持生命活动所需的能源，因此，碳源物质通常也是能源物质。

5.1.2 氮源 (source of nitrogen)

- 为微生物提供氮素来源的物质。

5.1.3 能源 (source of energy)

- 能为微生物的生命活动提供最初能量来源的营养物或辐射能。各种异养微生物的能源就是碳源。
- 能源谱：
- 化学物质：
 - 有机物——化能异养微生物的能源（同碳源）
 - 无机物——化能自养微生物的能源（不同于碳源）
- 辐射能：光能自养和光能异养微生物的能源

5.1.4 生长因子 (growth factor)

- 微生物生长所必须而且需要量很小，但微生物自身不能合成或合成量不足以满足机体生长需要的有机物。
- 主要包括：维生素、碱基、卟啉及其衍生物、甾醇、胺类、C4~C6的分枝脂肪酸，以及需要量较大的氨基酸。

5.1.5 无机盐 (inorganic salt)

- 微生物生长必不可少的一类营养物质，体内的主要功能是作为酶活性中心的组成部分。持生物大分子和细胞结构的稳定性、调节并维持细胞的渗透压平衡、控制细胞的氧化还原电位和作为某些微生物生长的能源物质。

5.1.6 水（water）

- 水是微生物生长必不可少的营养要素。水在细胞中的生理功能：
 - 1、溶剂
 - 2、参与细胞内的化学反应
 - 3、维持生物大分子的天然构象。
 - 4、比热高，为热的良导体能有效的吸收代谢过程中产生的热并及时将热迅速散发体外。
 - 5、保持充足的水分是细胞维持正常形态的重要因素。
 - 6、微生物通过水合作用与脱水作用控制由多亚基组成的结构，如酶、微管、鞭毛及病毒颗粒的组装与解离。

水活度

- 微生物生长环境中水的有效性常以水活度值（water activity, α_w ）表示；
- 水活度值是指在一定的温度和压力下，溶液的蒸气压力与同样条件下纯水蒸气压力之比，即 $\alpha_w = P_w / P_w^0$ ， P_w 代表溶液蒸气压力， P_w^0 代表纯水蒸气压力。
- 纯水 α_w 为 1.00，溶液中溶质越多， α_w 越小。

水活度

微生物	a_w
一般细菌	0.91
酵母菌	0.88
霉菌	0.80
嗜盐细菌	0.76
嗜盐真菌	0.65
嗜高渗酵母	0.60

5.2 微生物的营养类型

- 由于微生物种类繁多，其营养类型（nutritional types）比较复杂，人们常在不同层次和侧重点上对微生物营养类型进行划分。

微生物营养类型的分类

依据	营养类型	特点
碳源	自养型 (autotrophs)	以CO ₂ 为唯一或主要碳源
	异养型 (heterotrophs)	以有机物为碳源
能源	光能营养型 (phototrophs)	以光为能源
	化能营养型 (chemotrophs)	以有机物氧化释放的化学能为能源
电子供体	无机营养型 (lithotrophs)	以还原性无机物为电子供体
	有机营养型 (organotrophs)	以有机物为电子供体

微生物营养类型

营养类型	电子供体	碳源	能源	举例
------	------	----	----	----

光能自养型

H_2 、 H_2S 、 S
或 H_2O

CO_2

光能

蓝细菌、紫
硫细菌、绿
硫细菌、藻
类

光能异养型

有机物

有机物

光能

红螺细菌

化能自养型

H_2 、 H_2S 、
 Fe^{2+} 、 NH_3
或 NO_2^-

CO_2

化学能
(无机物氧化)

氢细菌、铁
细菌、硝化
细菌、硫化
细菌

化能异养型

有机物

有机物

化学能
(有机物氧化)

绝大多数细
菌和全部真
核微生物

5.3 营养物质进入细胞

- 营养物质能否被微生物利用的一个决定性因素是这些物质能否进入微生物细胞。影响营养物进入细胞的因素有：
 - 1、营养物本身的性质。相对分子质量、溶解性、电负性、极性。
 - 2、微生物所处的环境。温度、pH、离子强度、相关的代谢抑制剂等。
 - 3、微生物细胞的透过屏障（permeability barrier）。原生质膜、细胞壁、荚膜及粘液层。荚膜及粘液层的结构较为疏松，对细胞吸收营养物的影响较小。相对分子量大于10000的葡聚糖难以通过革兰氏阳性细菌的细胞壁。真菌和酵母的细胞壁只能允许相对分子量较小的物质通过。

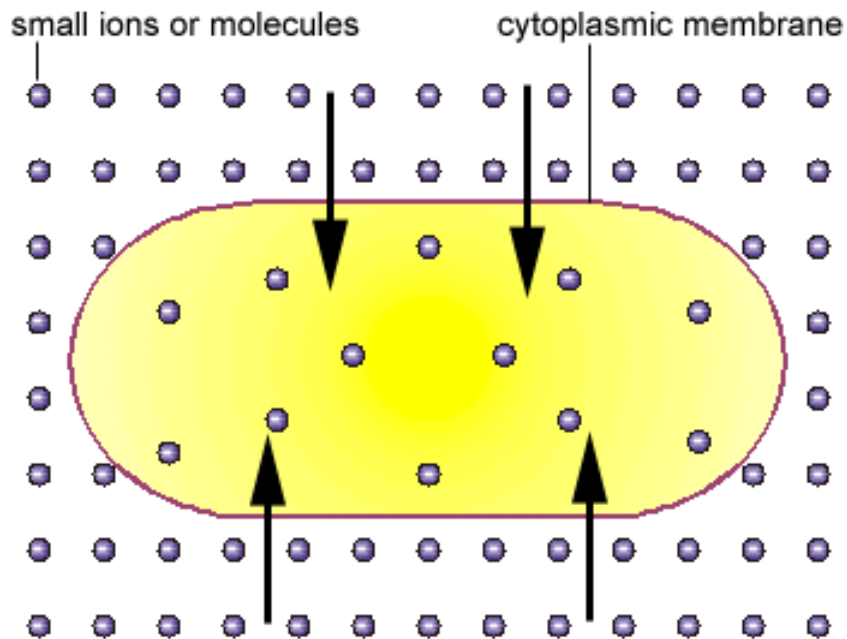
物质的运输方式

- 与细胞壁相比，原生质膜在控制物质进入细胞的过程中起着更为重要的作用。它对跨膜运输（transport across membrane）的物质具有选择性。
- 根据物质运输过程的特点，可将物质的运输方式分为：
 - 单纯扩散；
 - 促进扩散；
 - 主动运输；
 - 基团移位；
 - 膜泡运输。

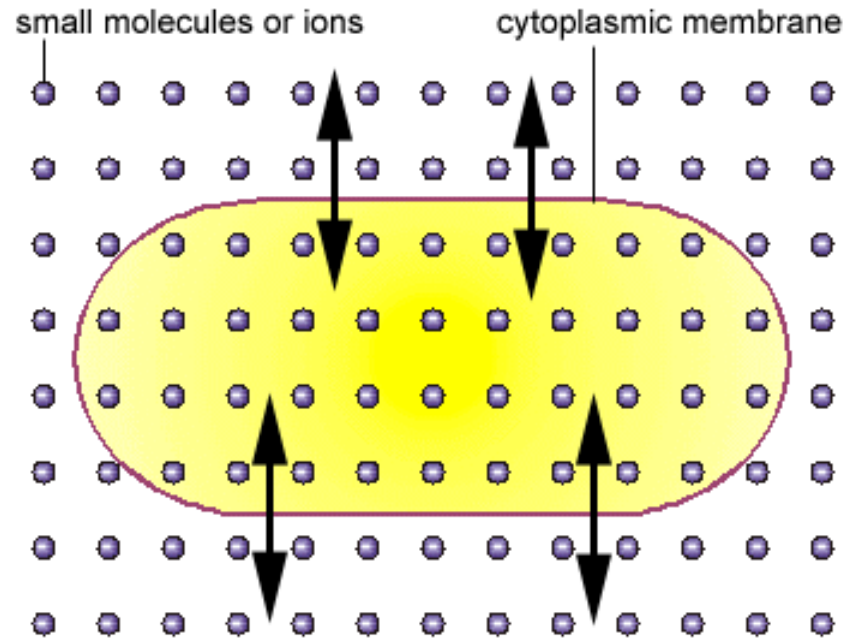
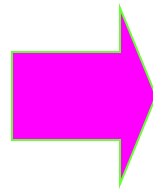
5.3.1 单纯扩散 (Simple Diffusion)

- 细胞膜可以通过物理扩散方式让许多小分子、非电离分子尤其是亲脂性的分子被动地通过即单纯扩散。
- 这类物质的种类不多，主要是：氧、二氧化碳、乙醇和某些氨基酸分子。

单纯扩散 (Simple Diffusion)



The concentration of small molecules or ions is greater outside of the cell so the net flow is into the cell.

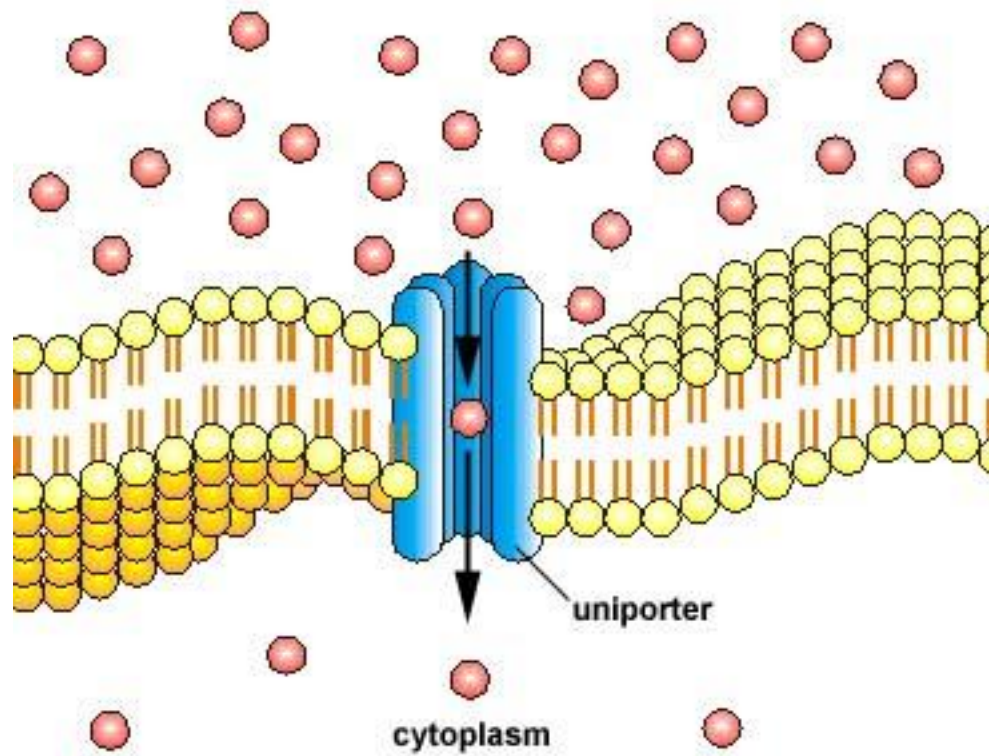


The concentration of small molecules or ions is the same inside and outside of the cell so they flow in and out of cell at the same rate.

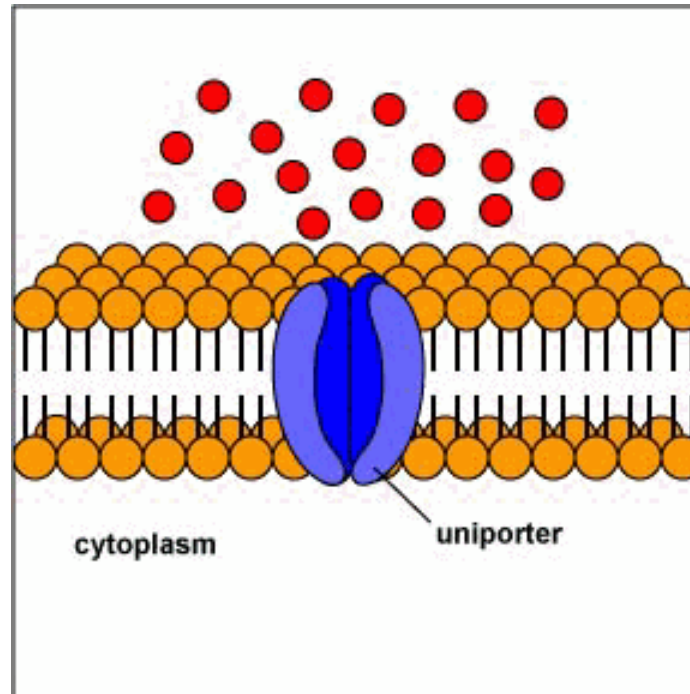
5.3.2 促进扩散（facilitated diffusion）

- 促进扩散（facilitated diffusion）与单纯扩散的主要差别是在溶质的运送过程中，必须借助于膜上底物特异性载体蛋白（carrier protein）的参与。
- 促进扩散只能把环境中浓度较高的分子加速扩散到细胞内，直至膜两侧的溶质浓度相等为止，而绝不能引起溶质的逆浓度梯度运送。只对生长在高营养物浓度下的微生物发挥作用。

Facilitated diffusion



Passive Transport of Substances Across a Membrane

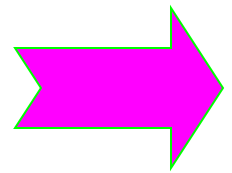
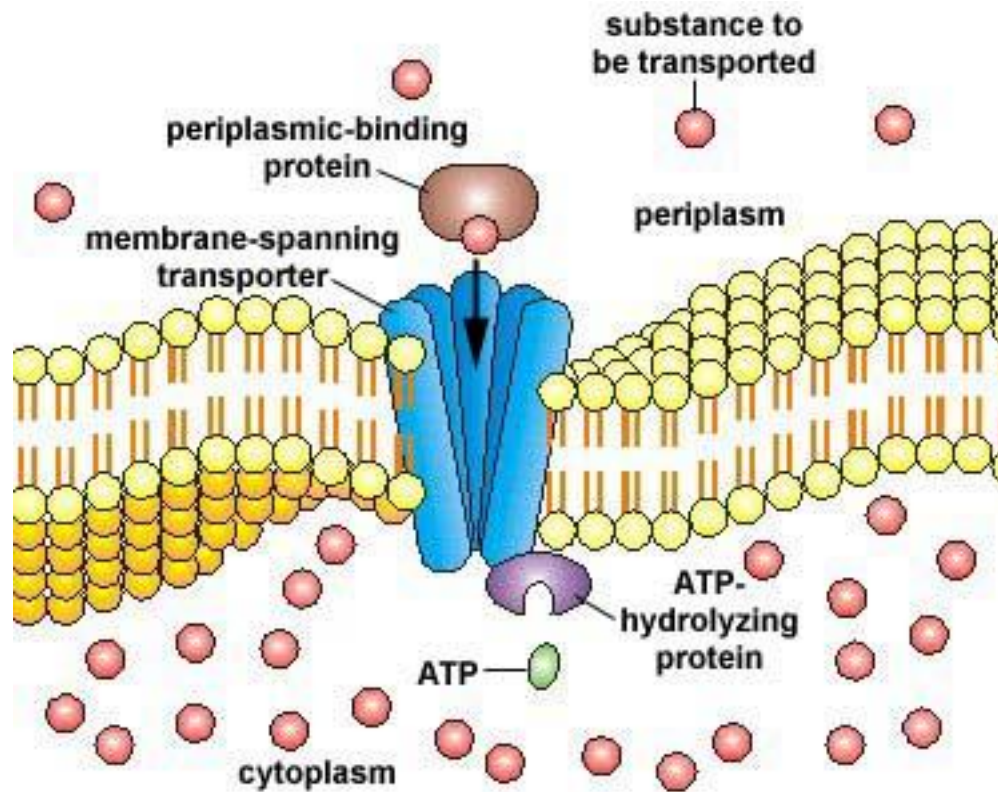


5.3.3 主动运送 (Active Transport)

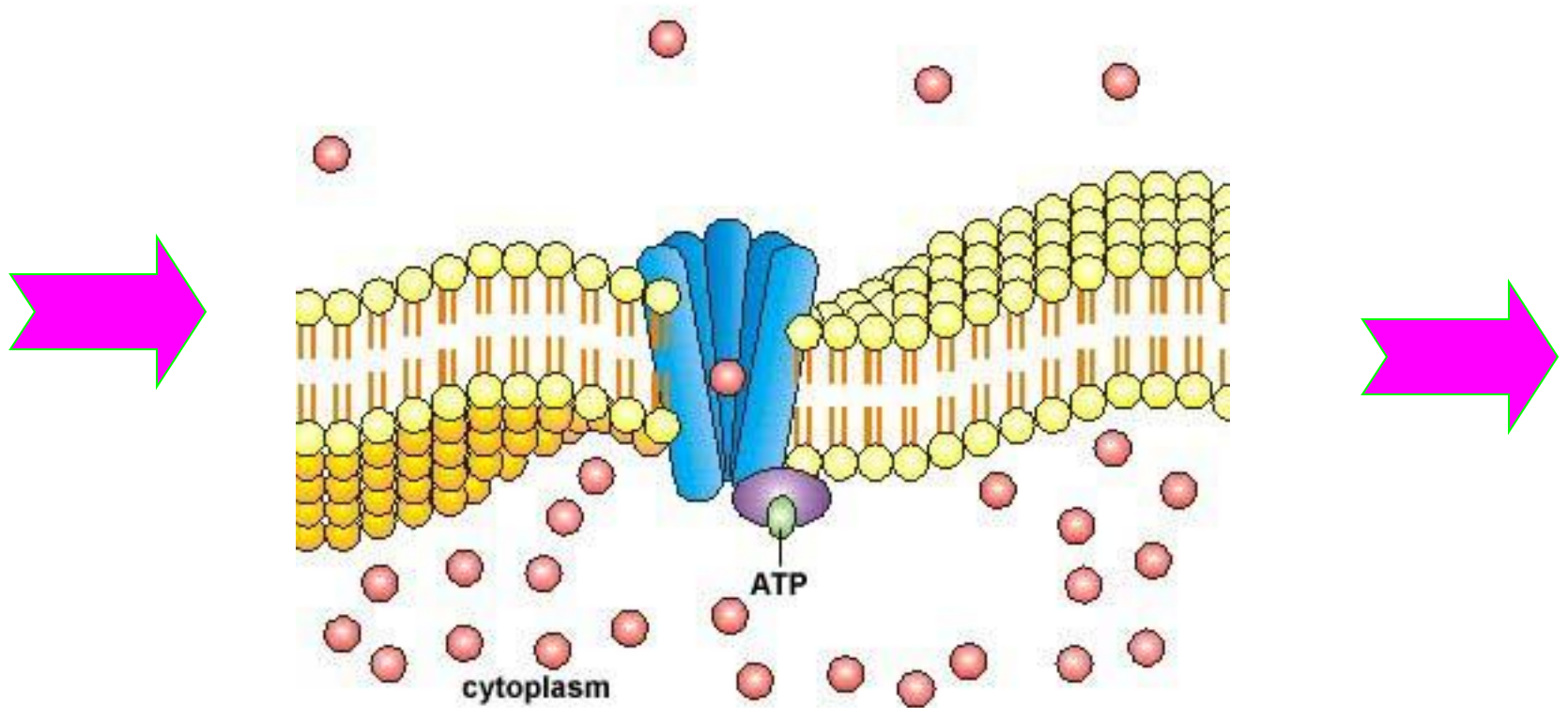
- 主动运送是微生物吸收营养物质的主要机制。
- 特点：
 - 1、需要特异性载体蛋白协助
 - 2、需要提供能量
 - 3、可以逆浓度梯度运送。
- 运送的营养物有：无机离子、有机离子和一些糖类（乳糖、蜜二糖、葡萄糖等）

Active Transport

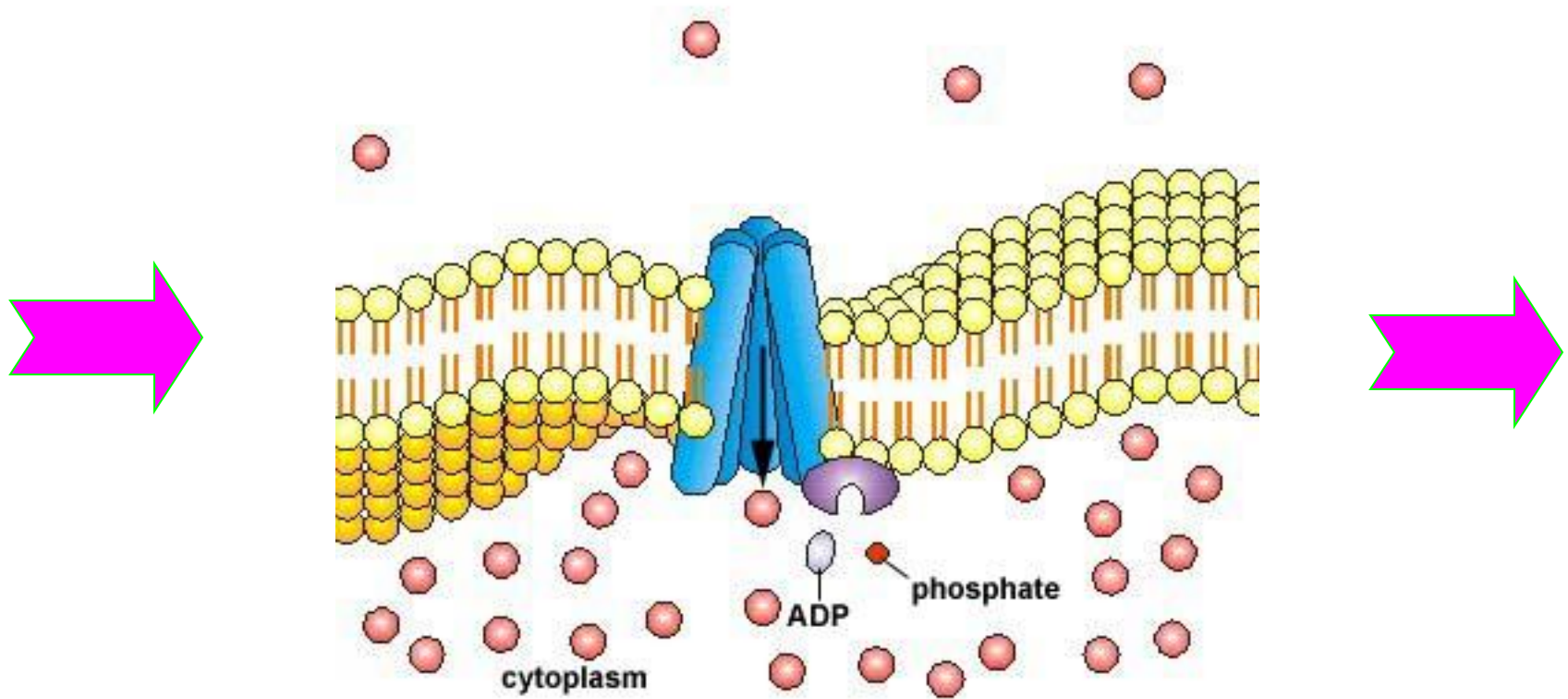
the ATP-binding cassette (ABC) system



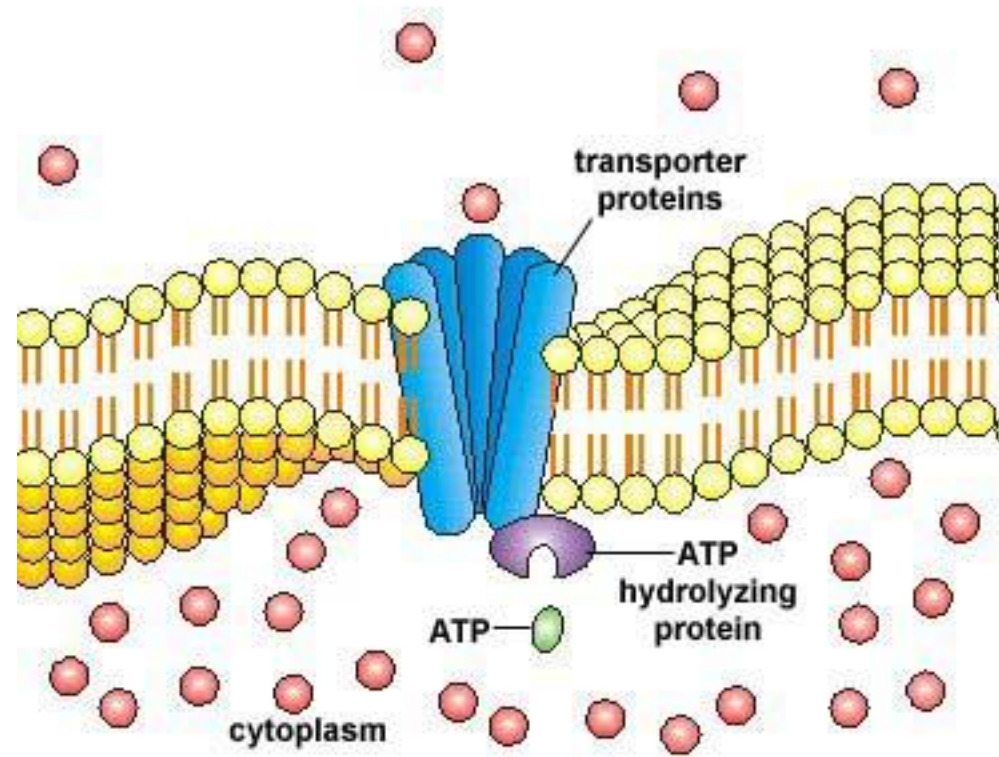
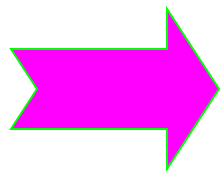
Active Transport



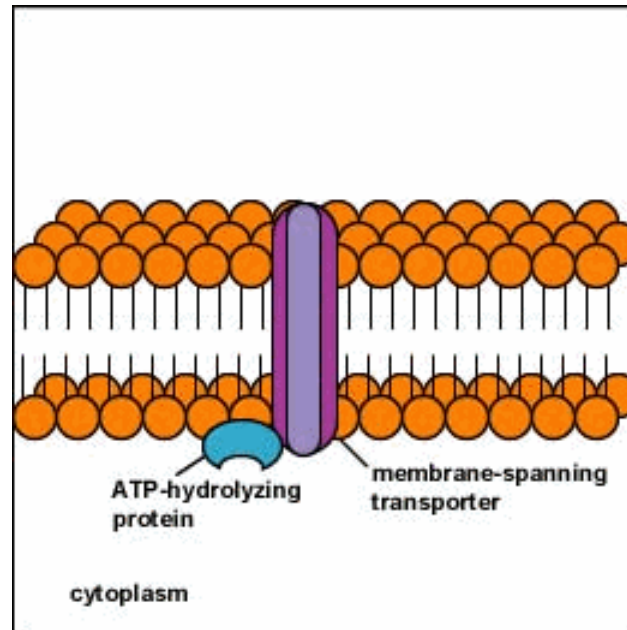
Active Transport



Active Transport



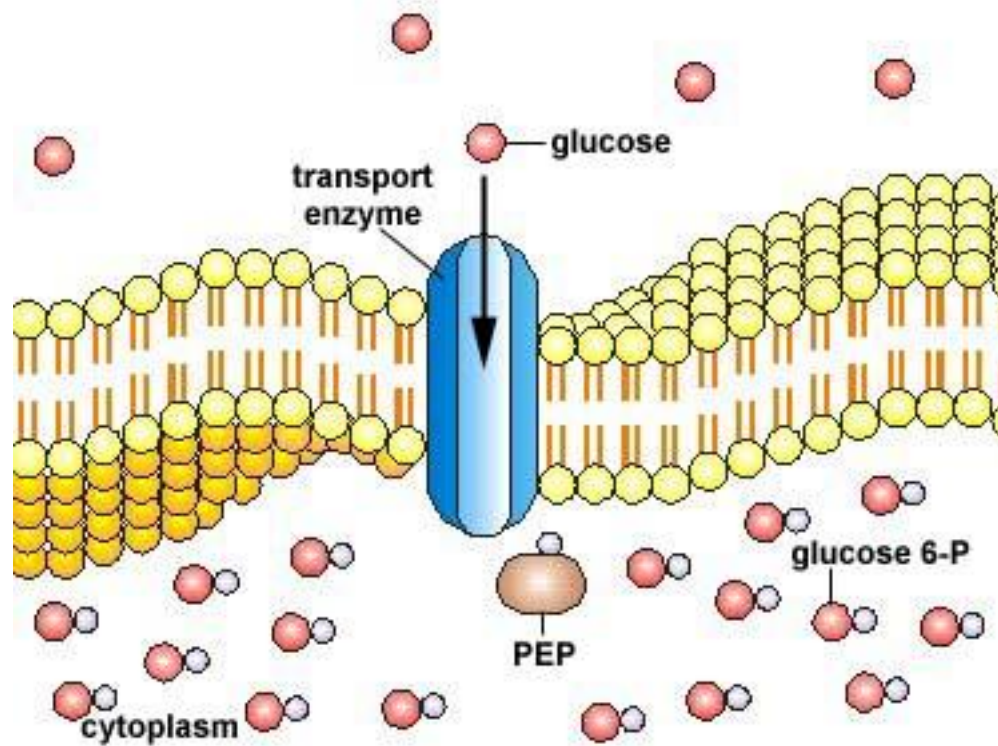
The ATP-Binding Cassette Transport System



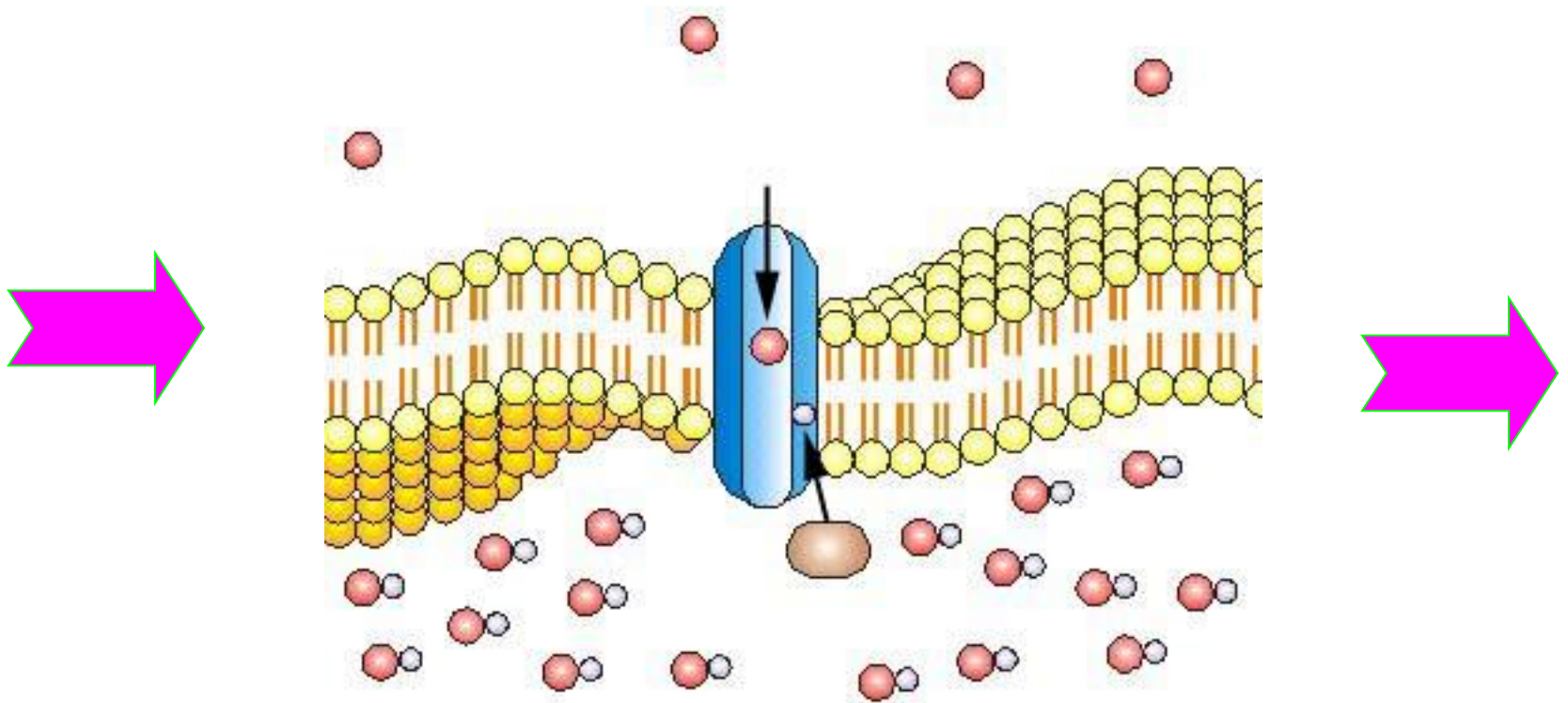
5.3.4 基团移位（Group Translocation）

- 基团移位是一种既需特异性载体蛋白又须耗能的运送方式，但溶质在运送前后会发生分子结构的变化。

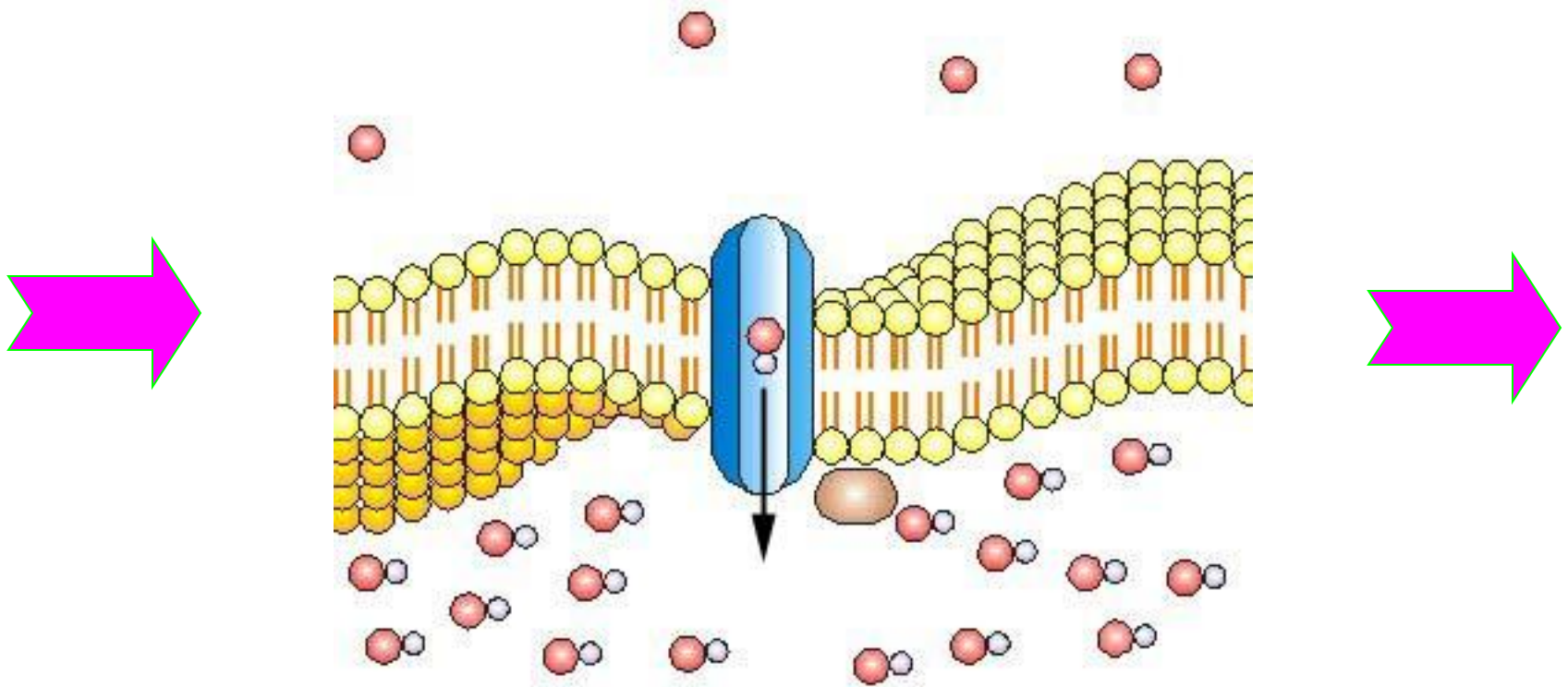
Group Translocation



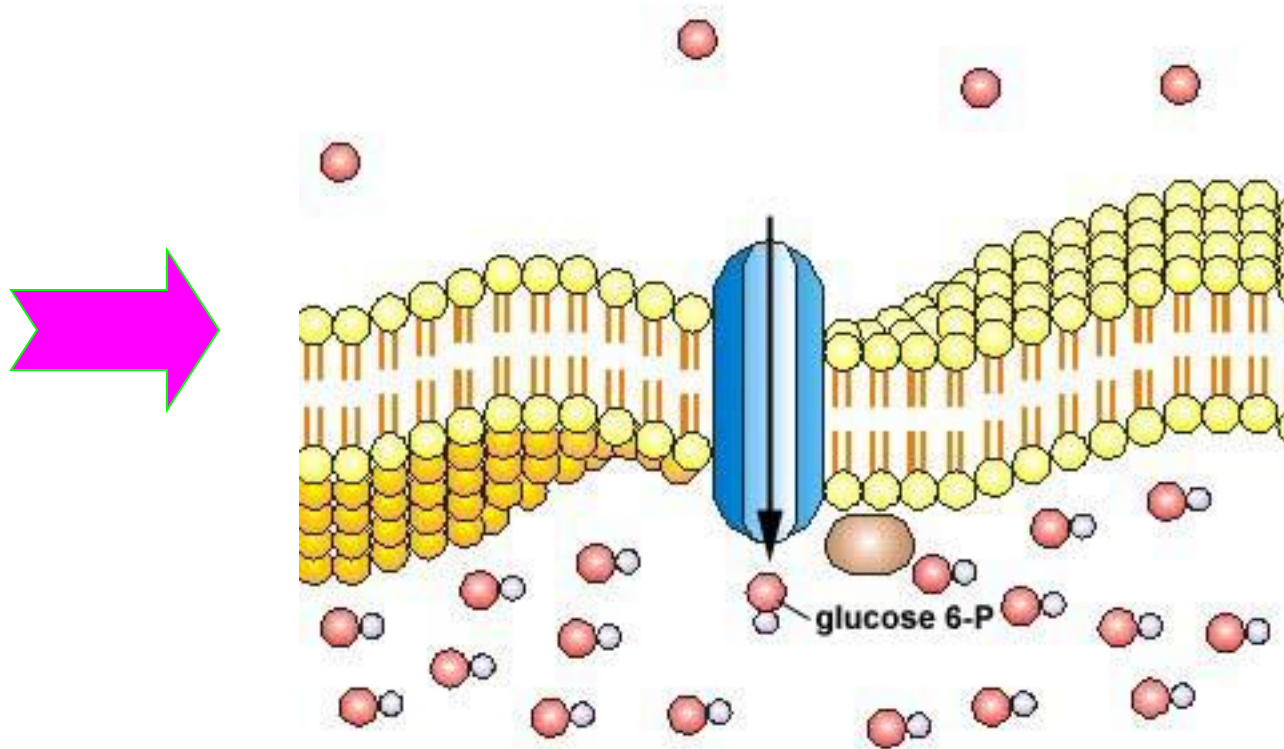
Group Translocation



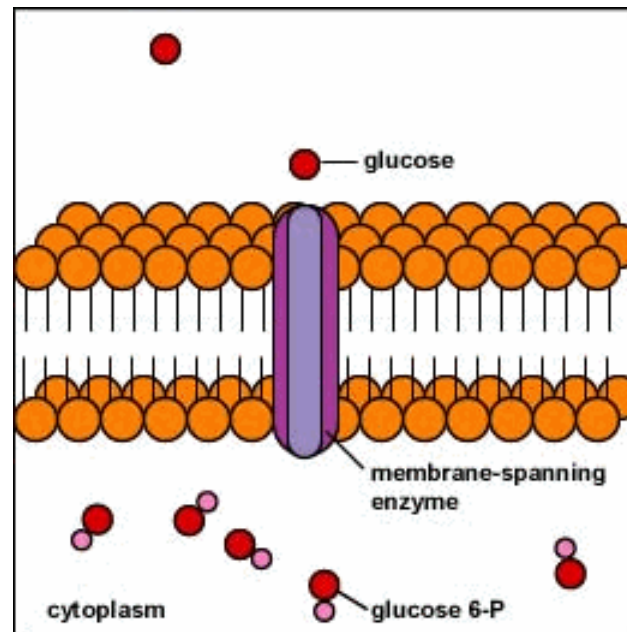
Group Translocation



Group Translocation



Group Translocation

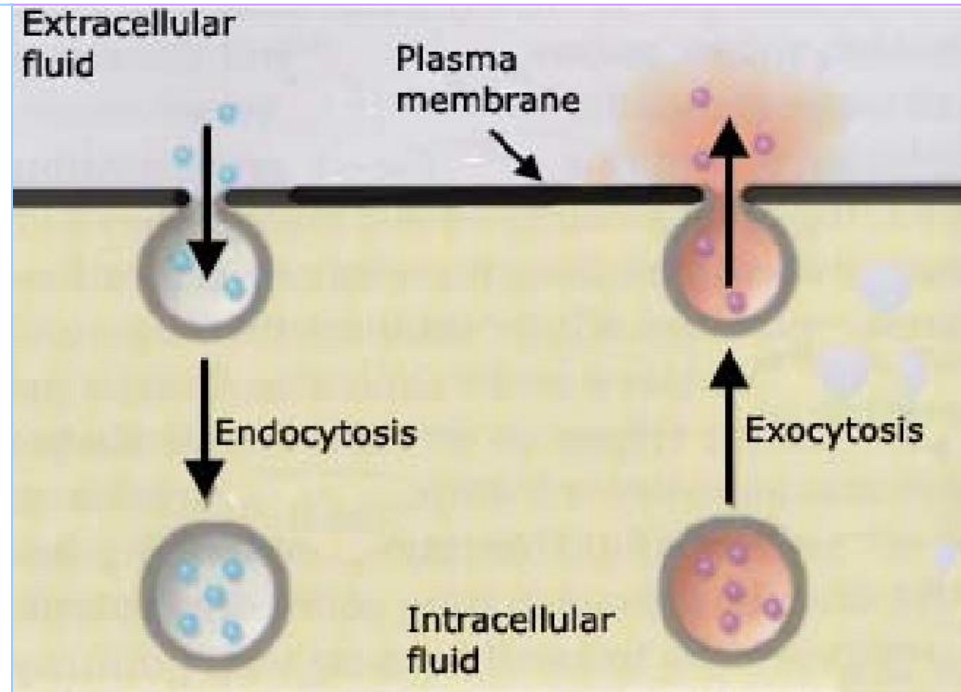
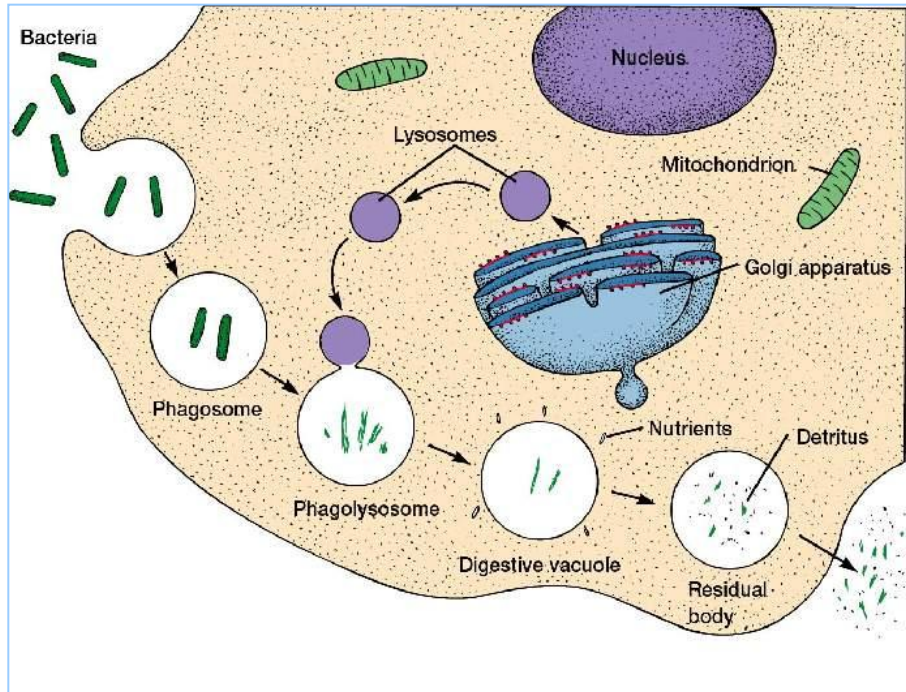


5.3.5 膜泡运输 (membrane vesicle transport)

- 主要存在于原生动物特别是变形虫 (amoeba) 中，是这类微生物的一种营养物质的运输方式。
- 包括：胞吞作用 (phagocytosis)、胞饮作用 (pinocytosis)。

Phagocytosis

Pinocytosis



5.4 培养基（culture medium）

- 培养基是人工配制的，适合微生物生长繁殖或产生代谢产物的营养基质。任何培养基都应具备微生物所需要的六大营养要素，且比例合适。任何培养基一旦配成，必须立即进行灭菌，否则很快引起杂菌丛生，并破坏其固有成分和性质。



5.4.1 配制培养基的原则

- 1、选择适宜的营养物质
- 2、营养物质浓度及配比合适
- 3、控制pH条件
- 4、控制氧化还原电位 (redox potential)
- 5、原料来源的选择
- 6、灭菌处理

5.4.2 培养基的类型及应用

1、按照对培养基成分的了解程度划分

- ①天然培养基 (complex medium)：牛肉膏蛋白胨培养基等。
- ②合成培养基 (synthetic medium)：高氏一号培养基等。
- ③半合成培养基 (semi-defined medium)：马铃薯蔗糖培养基等。

2、根据物理状态划分

- ① 固体培养基 (solid medium) : 琼脂含量 1%~2%。
- ② 半固体培养基 (semi-solid medium) : 琼脂含量 0.2%~0.7%。
- ③ 液体培养基 (liquid medium)

3、根据用途划分

- ①基础培养基 (minimum medium)
- ②加富培养基 (enriched medium)
- ③鉴别培养基 (differential medium)
- ④选择培养基 (selective medium)
- ⑤其他培养基

其他培养基

- 分析培养基 (assay medium) 用于抗生素、维生素的测定或生长谱的测定;
- 还原型培养基 (reduced medium) 用于培养厌氧型微生物;
- 组织培养物培养基 (tissue-culture medium) 含有动植物细胞, 用来培养病毒、衣原体、立克次氏体及某些螺旋体等专性活细胞寄生的微生物。
- 有些病毒和立克次氏体目前还不能利用人工培养基来培养, 需要接种在动植物体内、动植物组织中才能繁殖。常用的培养病毒与立克次氏体的动物有小白鼠、家鼠、豚鼠, 鸡胚也是培养某些病毒与立克次氏体的良好营养基质, 鸡瘟病毒、牛痘病毒、天花病毒、狂犬病毒等十几种病毒也可用鸡胚培养。