

第五章 微生物的营养

- Ä 第一节 微生物的营养要求
- Ä 第二节 微生物的营养类型
- Ä 第三节 培养基
- Ä 第四节 营养物质进入细胞

营养物质(nutrient): 那些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

营养(nutrition): 微生物获得和利用营养物质的过程

营养物质是微生物生存的物质基础，而营养是生物维持和延续其生命形式的一种生理过程。

微生物细胞的化学组成

微生物细胞中各种有机物和元素的含量(干重%)

成分	细菌	酵母	真菌
碳	48 (46-52)	48 (46-52)	48 (45-55)
氮	12.5 (10-14)	7.5 (6-8.5)	6 (4-7)
蛋白质	55 (50-60)	40 (35-45)	32 (25-40)
糖类	9 (6-15)	38 (30-45)	49 (40-55)
脂类	7 (5-10)	8 (5-10)	8 (5-10)
核酸	23 (15-25)	8 (5-10)	5 (2-8)
灰分	6 (4-10)	6 (4-10)	6 (4-10)
磷		1.0-2.5	
硫、镁		0.3-1.0	
钾、钙		0.1-0.5	
钠、铁		0.01-0.1	
锌、铜、锰		0.001-0.01	

第一节 微生物的营养要求

营养物质的功能:

提供能量;
提供合成原料;
调节代谢活动进行;
提供适宜代谢环境;

6种营养要素:

碳源, 氮源, 能源, 生长因子, 无机盐和水。

一、碳源 (carbon source)

碳源 (carbon source)：凡是可以作为微生物细胞结构或代谢产物中碳架来源的营养物质

(一) 碳源的作用

1. 碳素化合物是构成机体中有机物分子的骨架
2. 碳素化合物是大多数微生物的能源
3. 构成微生物代谢产物的分子骨架

(二) 微生物的碳源

凡必需利用有机碳源的微生物，称为异养微生物
凡能利用无机碳源的微生物，则是自养微生物

表 4-2 微生物利用的碳源物质

种 类	碳 源 物 质	备 注
糖	葡萄糖、果糖、麦芽糖、蔗糖、淀粉、半乳糖、乳糖、甘露糖、纤维二糖、纤维素、半纤维素、甲壳素、木质素等	单糖优于双糖,己糖优于戊糖,淀粉优于纤维素,纯多糖优于杂多糖
有机酸	糖酸、乳酸、柠檬酸、延胡索酸、低级脂肪酸、高级脂肪酸、氨基酸等	与糖类比效果较差,有机酸较难进入细胞,进入细胞后会导致 pH 下降。当环境中缺乏碳源物质时,氨基酸可被微生物作为碳源利用
醇	乙醇	在低浓度条件下被某些酵母菌和醋酸菌利用
脂	脂肪、磷脂	主要利用脂肪,在特定条件下将磷脂分解为甘油和脂肪酸而加以利用
烃	天然气、石油、石油馏分、石蜡油等	利用烃的微生物细胞表面有一种由糖脂组成的特殊吸收系统,可将难溶的烃充分乳化后吸收利用
CO ₂	CO ₂	为自养微生物所利用
碳酸盐	NaHCO ₃ 、CaCO ₃ 、白垩等	为自养微生物所利用
其他	芳香族化合物、氰化物、蛋白质、肽、核酸等	利用这些物质的微生物在环境保护方面有重要作用 当环境中缺乏碳源物质时,可被微生物作为碳源而降解利用

微生物的碳源谱

类型	元素水平	化合物水平	培养基原料水平
有机碳	C · H · O · N · X	复杂蛋白质 核酸等	牛肉膏、蛋白胨 花生饼粉等
	C · H · O · N	多数氨基酸 简单蛋白质	一般氨基酸、明胶等
	C · H · O	糖、有机酸 醇、脂类等	葡萄糖、蔗糖、各种 淀粉、糖蜜等
	C · H	烃类	天然气、石油及其不 同馏份、石蜡油
无机碳	C (?)	—	—
	C · O	CO ₂	CO ₂
	C · H · X	NaHCO ₃ 、CaCO ₃	NaHCO ₃ 、 CaCO ₃

二、氮源 (nitrogen source)

凡能提供微生物生长繁殖所需氮元素的营养源，称为氮源。

(一) 氮源的作用

1. 氮源是构成微生物细胞物质或代谢产物中的氮素来源
2. 氮素一般不提供能源，只有少数例外

(二) 微生物能利用的氮源

包括蛋白质及其不同程度的降解产物(脲、肽、氨基酸等)、铵盐、硝酸盐、分子氮、嘌呤、嘧啶、脘、胺、酰胺、氰化物等。

种类： 无机氮： 铵盐、硝酸盐、亚硝酸盐、尿素、氨、 N_2 等；
有机氮： 牛肉膏、蛋白胨、鱼粉、花生饼粉、黄豆饼粉、玉米浆等。

速效氮源： 很快被微生物利用的物质，有利于菌体生长。如硫酸铵、玉米浆等。用于发酵前期。

迟效氮源： 微生物利用速度较慢的物质，有利于代谢物质形成。如花生饼粉、黄豆饼粉等。用于发酵后期。

微生物的氮源谱

类型	元素水平	化合物水平	培养基原料水平
有机氮	$N \cdot C \cdot H \cdot O \cdot X$	复杂蛋白质、核酸等	牛肉膏、酵母膏、饼粕粉、蚕蛹粉等
	$N \cdot C \cdot H \cdot O$	尿素、一般氨基酸、简单蛋白质等	尿素、蛋白胨、明胶等
无机氮	$N \cdot H$	NH_3 、铵盐等	$(NH_4)_2SO_4$ 等
	$N \cdot O$	硝酸盐等	KNO_3 等
	N	N_2	空气

表 4-3 微生物利用的氮源物质

种类	氮源物质	备注
蛋白质类	蛋白质及其不同程度降解产物(胨、肽、氨基酸等)	大分子蛋白质难进入细胞,一些真菌和少数细菌能分泌胞外蛋白酶,将大分子蛋白质降解利用,而多数细菌只能利用相对分子质量较小其降解产物
氨及铵盐	NH_3 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 等	容易被微生物吸收利用
硝酸盐	KNO_3 等	容易被微生物吸收利用
分子氮	N_2	固氮微生物可利用,但当环境中存在化合态氮源时,固氮微生物就失去固氮能力
其他	嘌呤、嘧啶、脲、胺、酰胺、氰化物	大肠杆菌不能以嘧啶作为唯一氮源,在氮限量的葡萄糖培养基上生长时,可通过诱导作用先合成分解嘧啶的酶,然后再分解并利用嘧啶可不同程度地被微生物作为氮源加以利用

氨基酸自养型生物和氨基酸异养型生物

三、无机盐 (inorganic salt)

指微生物生长必需的金属元素：由硫酸盐、磷酸盐、氯化物等供给。

无机盐的生理功能：

1. 构成微生物细胞的各种组分
2. 作为酶的组成部分
3. 维持酶的活性
4. 调节并维持细胞的渗透压、氢离子浓度和氧化还原电位
5. 有些元素作为某些微生物生长的能源物质等

无机盐及其生理功能

元素	化合物形式(常用)	生理功能
磷	KH_2PO_4 , K_2HPO_4	核酸、核蛋白、磷脂、辅酶及ATP等高能分子的成分, 作为缓冲系统调节培养基pH
硫	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, Mg	含硫氨基酸(半胱氨酸、甲硫氨酸等)、维生素的成分, 谷胱甘肽可调节胞内氧化还原电位
镁	MgSO_4	己糖磷酸化酶、异柠檬酸脱氢酶、核酸聚合酶等活性中心组分, 叶绿素和细菌叶绿素成分
钙	CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	某些酶的辅因子, 维持酶(如蛋白酶)的稳定性, 芽孢和某些孢子形成所需
钠	NaCl	细胞运输系统组分, 维持细胞渗透压, 维持某些酶的稳定性
钾	KH_2PO_4 , K_2HPO_4	某些酶的辅因子, 维持细胞渗透压, 某些嗜盐细菌核糖体的稳定因子
铁	Fe SO_4	细胞色素及某些酶的组分, 某些铁细菌的能量物质, 合成叶绿素、白喉毒素所需。

微量元素与生理功能

元素	生理功能
锌	存在于乙醇脱氢酶、乳酸脱氢酶、碱性磷酸酶、醛缩酶、RNA与DNA聚合酶中
锰	存在于过氧化物歧化酶、柠檬酸合成酶中
钼	存在于硝酸盐还原酶、固氮酶、甲酸脱氢酶中
硒	存在于甘氨酸还原酶、甲酸脱氢酶中
钴	存在于谷氨酸变位酶中
铜	存在于细胞色素氧化酶中
钨	存在于甲酸脱氢酶中
镍	存在于脲酶中，为氢细菌生长所必需

四、生长因子 (growth factor)

生长因子为一类对微生物正常代谢必不可少且不能用简单的碳源或氮源自行合成的有机物。

广义的生长因子包括：维生素、氨基酸、嘌呤和嘧啶碱及其衍生物、卟啉及其衍生物、甾醇、胺类、一些脂肪酸等。

狭义的生长因子：一般仅指维生素。

生长因子的主要功能：

提供微生物细胞重要化学物质、辅因子的组分和参与代谢。

需用牛肉膏、酵母膏或配制专门的营养液。

硫胺素 (B ₁)	乙醛基	焦磷酸硫胺素是脱羧酶、转醛酶、转酮酶的辅基，与 α 酮酸的氧化脱羧和酮基转移有关
核黄素 (B ₂)	氢，电子	黄素核苷酸 FMN 和 FAD 的前体，它们构成黄素蛋白的辅基，转移氢
烟酸 (B ₃)	氢，电子	NAD 和 NADP 的前体，是脱氢酶的辅酶，参与递氢过程以及氧化还原反应
吡哆醇 (B ₆)	氨基	磷酸吡哆醛是氨基酸消旋酶、转氨酶与脱羧酶的辅基，参与氨基酸的消旋、脱羧和转氨
泛酸	酰基	辅酶 A 的前体，乙酰载体的辅基，转移酰基，参与糖和脂肪酸合成
叶酸	甲基	即辅酶 F (四氢叶酸)，参与一碳基的转移，与合成嘌呤、嘧啶、核苷酸、丝氨酸和甲硫氨酸有关
生物素 (H)	羧基	各种羧化酶的辅基，在 CO ₂ 固定、氨基酸和脂肪酸合成及糖代谢中起作用
维生素 B ₁₂	羧基，甲基	钴酰胺辅酶，参与一碳基传递，与甲硫氨酸和胸苷酸的合成和异构化有关

表 4-6 某些微生物生长所需的生长因子

微 生 物	生 长 因 子	需要量/ml ⁻¹
弱氧化醋酸杆菌(<i>Acetobacter suboxydans</i>)	对氨基苯甲酸	0~10 ng
	烟碱酸	3 μg
丙酮丁醇梭菌(<i>Clostridium acetobutylicum</i>)	对氨基苯甲酸	0.15 ng
Ⅲ型肺炎链球菌(<i>Streptococcus pneumoniae</i>)	胆碱	6 μg
肠膜明串珠菌(<i>Leuconostoc mesenteroides</i>)	吡哆醛	0.025 μg
金黄色葡萄球菌(<i>Staphylococcus aureus</i>)	硫胺素	0.5 ng
白喉棒杆菌(<i>Cornebacterium diphtheriae</i>)	β-丙氨酸	1.5 μg
破伤风梭状芽孢杆菌(<i>Clostridium tetani</i>)	尿嘧啶	0~4 μg
	烟碱酸	0.1 μg
	泛酸	0.02 μg
阿拉伯糖乳杆菌(<i>Lactobacillus arabinosus</i>)	甲硫氨酸	10 μg
	叶酸	200 μg
	精氨酸	50 μg
粪链球菌(<i>Streptococcus faecalis</i>)	酪氨酸	8 μg
德氏乳杆菌(<i>Lactobacillus delbruckii</i>)	胸腺核苷	0~2 μg
	生物素	1 ng
干酪乳杆菌(<i>Lactobacillus casei</i>)	麻黄素	0.02 μg

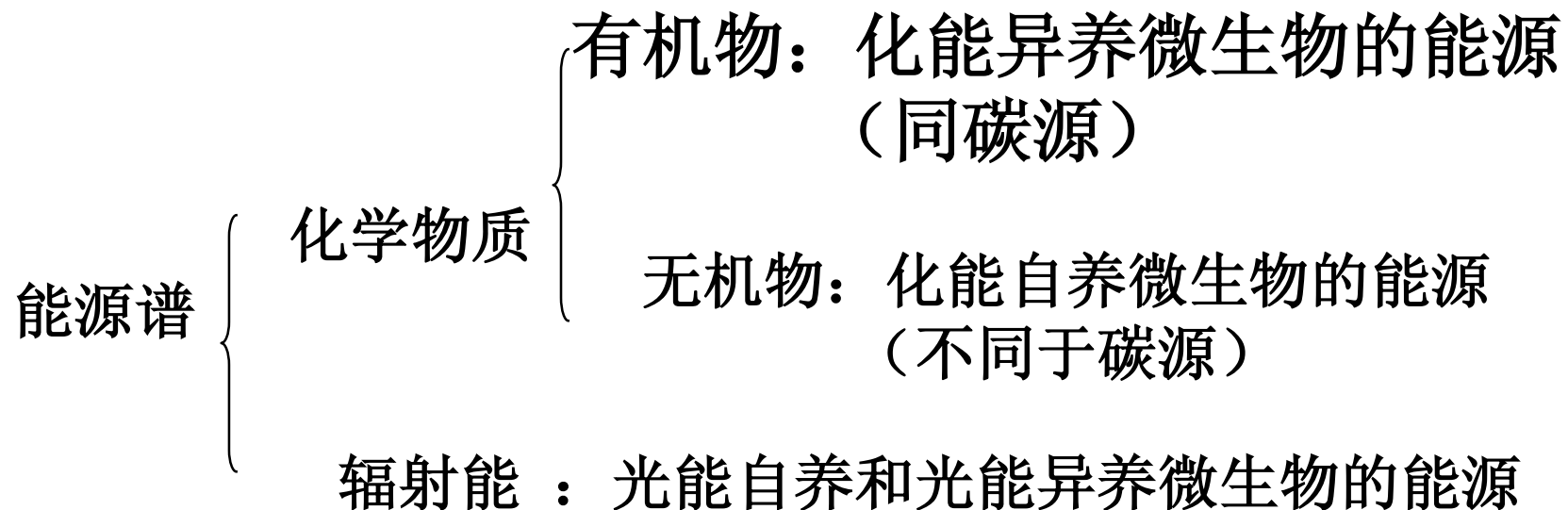
五、水

水在细胞中的生理功能主要有：

1. 微生物细胞的组成成分；
2. 是细胞营养物质和代谢产物的溶剂；
3. 是细胞中各种生化反应的良好介质；
4. 水还能维持微生物细胞的膨压；
5. 水具有较高的比热，稳定细胞内环境温度。

六、能源 (energy source)

能源是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。



第二节 微生物的营养类型

微生物营养类型的分类

分类标准	营养类型
1. 以能源分	光能营养型 (phototroph)
	化能营养型 (chemotroph)
2. 以供氢体分	无机营养型 (lithotroph)
	有机营养型 (organotroph)
3. 以碳源分	自养型 (autotroph)
	异养型 (heterotroph)
4. 以合成氨基酸能力分	氨基酸自养型 (amino acid autotroph)
	氨基酸异养型 (amino acid hetetotroph)
5. 以生长因子分	原养型 (prototroph) (wild type)
	营养缺陷型 (auxotroph)
6. 以摄食方式分	渗透营养型 (osmotroph)
	吞噬营养型 (phagocytosis)
7. 以摄取死或活有机物分	腐生 (saprophytism)
	寄生 (parasitism)

一、分类原则：

按能量来源分

根据微生物生长所需碳源物质的性质分

根据生物合成中供氢体的性质分

二、营养类型:

依据: 能源—氢供体—碳源

- | | |
|-------------------------------|--------------------------|
| 1. 光能无机营养型 (photolithotroph) | 光能自养型 (photoautotroph) |
| 2. 光能有机营养型 (photoorganotroph) | 光能异养型 (photoheterotroph) |
| 3. 化能无机营养型 (chemolithotroph) | 化能自养型 (chemoautotroph) |
| 4. 化能有机营养型 (chemoorganotroph) | 化能异养型 (chemoheterotroph) |

营养类型	电子供体	碳源	能源	举例
光能无机自养型	H ₂ 、H ₂ S、S或H ₂ O	CO ₂	光能	着色细菌、蓝细菌、藻类
光能有机异养型	有机物	有机物	光能	红螺细菌
化能无机自养型	H ₂ 、H ₂ S、Fe ²⁺ 、 NH ₃ 或NO ₂	CO ₂	化学能 (无机物氧化)	氢细菌、硫杆菌、 亚硝化单胞菌属(<i>Nitrosomonas</i>)、硝化杆菌 属(<i>Nitrobacter</i>)、甲烷杆菌属(<i>Methanobacte-</i> <i>rium</i>)、醋酸杆菌属(<i>Acetobacter</i>)
化能有机异养型	有机物	有机物	化学能 (有机物氧化)	假单胞菌属、芽孢杆菌属、乳酸菌属、真菌、 原生动物

第三节 微生物的培养基 (medium)

- Ø 配制培养基的原则
- Ø 培养基的种类



培养基（medium）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。

任何培养基都应该具备微生物生长所需要六大营养要素：

碳源、氮源、无机盐、能源、生长因子、水

一、选用和设计培养基的原则和方法

1、选择适宜的营养物质

培养不同的微生物必须采用不同的培养条件；

培养目的不同，原料的选择和配比不同；

实验室的常用培养基：

细菌： 牛肉膏蛋白胨培养基（或简称普通肉汤培养基）；

放线菌： 高氏1号合成培养基培养；

酵母菌： 麦芽汁培养基；

霉菌： 查氏合成培养基；

一、选用和设计培养基的原则和方法

2、营养物质浓度及配比合适

营养物质的浓度适宜；
营养物质之间的配比适宜；

大多数化能异养菌培养基中各营养物质间的比例：
 $\text{H}_2\text{O} > \text{C}+\text{能源} > \text{N源} > \text{P、S} > \text{K、Mg} > \text{生长因子}$

培养基中各营养物质之间的浓度配比直接影响微生物的生长繁殖和(或)代谢产物的形成和积累，其中碳氮比(C/N)的影响较大。

C/N比：是指微生物培养基中所含的碳源中碳原子的摩尔数与氮源中氮原子的摩尔数之比。

不同微生物要求不同的C/N比

为获得微生物细胞或制备“种子”培养基，C/N比低；

为积累大量生产代谢产物的发酵培养基，C/N比高；

所要代谢产物中含碳量较高，则C/N比高；

所要代谢产物中含氮量较高，则C/N比低。

一、选用和设计培养基的原则和方法

3、物理化学条件适宜

pH;

水活度;

氧化还原电位;

3、物理化学条件适宜

1) pH

培养基的pH必须控制在一定的范围内，以满足不同类型微生物的生长繁殖或产生代谢产物。

通常培养条件：

细菌： pH7.0~8.0

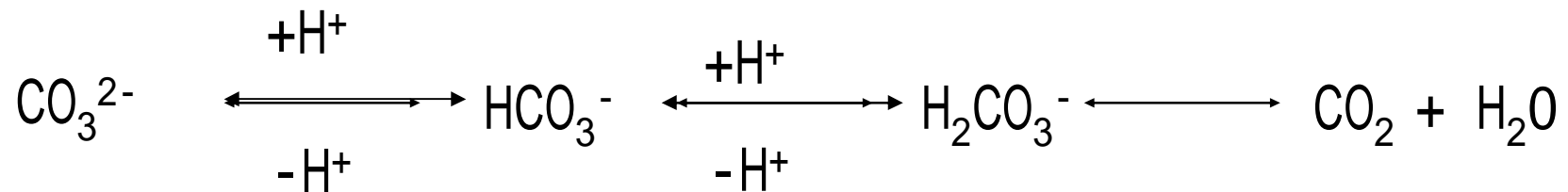
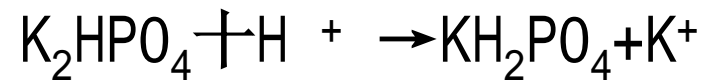
放线菌： pH7.5~8.5

酵母菌： pH3.8~6.0

霉菌： pH4.0~5.8

常用pH缓冲剂:

K_2HPO_4 和 KH_2PO_4 组成的混合物、 $CaCO_3$



3、物理化学条件适宜

2) 水活度

在一定的温度和压力条件下,溶液的蒸汽压力与同样条件下纯水蒸汽压力之比,, 即:

$$\alpha_w = P_w / P_w^0$$

式中 P_w 代表溶液蒸汽压力, P_w^0 代表纯水蒸汽压力。

微生物一般在 α_w 为 0.60~0.99 的条件下生长, α_w 过低时, 微生物生长的迟缓期延长, 比生长速率和总生长量减少。

微生物不同, 其生长的最适 α_w 不同。

3、物理化学条件适宜

2) 水活度

微生物生长的最低 a_w	细菌	一般：0.90~0.98
		嗜盐菌：0.75 (约 5.5mol/L NaCl)
	酵母菌	一般：0.87~0.91
		高渗酵母：0.61~0.65 (低于饱和蔗糖液)
		<i>Saccharomyces rouzii</i> (鲁氏酵母)：0.60
	霉菌	一般：0.80~0.87
耐旱菌：0.65~0.75		
<i>Xeromyces bisporus</i> (双孢旱霉)：0.60		

3、物理化学条件适宜

3) 氧化还原电位

氧化还原电位又称氧化还原电势（redox potential），是度量某氧化还原系统中的还原剂释放电子或氧化剂接受电子趋势的一种指标，其单位是V（伏）或mV（毫伏）。

好氧性微生物：+0.1伏以上时可正常生长，以+0.3~+0.4伏为宜；

厌氧性微生物：低于+0.1伏条件下生长；

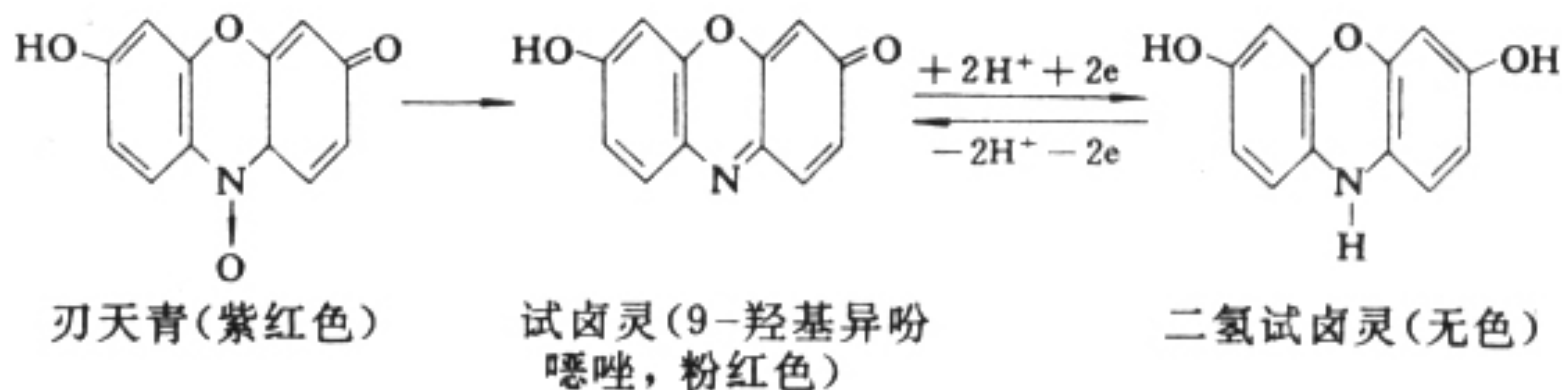
兼性厌氧微生物：+0.1伏以上时进行好氧呼吸，
+0.1伏以下时进行发酵。

3、物理化学条件适宜

3) 氧化还原电位

增加通气量(如振荡培养、搅拌)提高培养基的氧分压，或加入氧化剂，从而增加Eh值；

在培养基中加入抗坏血酸（0.1%）、硫化氢(0.025%)、半胱氨酸(<0.05%)、谷胱甘肽、二硫苏糖醇、庖肉等还原性物质可降低Eh值。



培养基中加入氧化还原指示剂刃天青可对氧化还原电位进行间接测定

4. 根据培养目的

初生代谢产物：一般指通过主要代谢途径产生的结构较简单、产量较高、价值较低的降解产物。

次生代谢产物：一般是指通过复杂合成途径产生的那些结构复杂、产量低、价值高的合成产物。

快速利用的碳源在菌体生长期消耗，
缓慢利用的碳源用来供产物合成期利用。

5. 原料来源的选择

配制培养基时应尽量利用廉价且易于获得的原料作为培养基成份，特别是在发酵工业中，以降低生产成本。

以粗代精

以“野”代“家”

以废代好

以简代繁

以烃代粮

以纤代糖

以无机氮代蛋白

一、选用和设计培养基的原则和方法

6. 灭菌处理

7. 精心设计、试验比较

进行生态模拟，研究某种微生物的培养条件；

文献查阅，设计特定微生物的培养基配方；

试验比较，确定特定微生物的最佳培养条件；

二、培养基的类型及应用

(一) 按成份不同划分

1. 天然培养基 (complex medium)

以化学成分还不清楚或化学成分不恒定的天然有机物组成。如：麸皮培养基、肉浸汁、牛奶等。

优点：取材方便、营养丰富、种类繁多、配制方便；
缺点：确切营养成分不明确、不稳定。

2. 合成培养基(synthetic medium)

是由化学成份完全了解的物质配制而成的培养基，也称化学限定培养基(chemically defined medium)

优点：成分已知、精确、重复性好。

缺点：价格较贵、配制较烦，培养的微生物生长较慢。

培养细菌：葡萄糖铵盐培养基

培养放线菌：淀粉硝酸盐培养基

培养真菌：蔗糖硝酸盐培养基

3. 半合成培养基(semi-defined medium)

由部分天然材料和部分已知的纯化学药品组成的培养基。
如：土豆蔗糖培养基、葡萄糖肉汁培养基等。

特点：是配制方便，成本低，微生物生长良好。

(二) 根据物理状态划分

1. **液体培养基 (liquid medium)**：是指各营养成分按一定比例配制而成的水溶液或液体状态的培养基。

用途广泛，可用于大型生产、科研等。

2. **固体培养基 (solid medium)**：是指液体培养基中加入一定量的凝固剂配制而成的固体状态的培养基。

应用：微生物分离、鉴定、计数、保藏、检验、生物测定及产生大量菌体。

3. **半固体培养基 (semi-solid medium)**：是指琼脂加入量为0.2%~0.5%而配制的固体状态的培养基。

用于细菌动力观察、菌种鉴定、噬菌体效价测定等。

4. **脱水培养基 (dehydrated culture medium)**：预制干燥培养基 (pre-fabricated dried culture medium)。

(三) 根据培养目的划分

1. 种子培养基 (Seed culture medium): 是适合微生物菌体生长的培养基。

2. 发酵培养基 (Fermentation medium) : 用于生产预定发酵产物的培养基。

3. 繁殖和保藏培养基 (**Reproducible medium**)

(四)按用途划分

1.基础培养基(minimum medium)

在一定条件下含有某种微生物生长繁殖所需的基本营养物质的培养基，也称为基本培养基。

2.完全培养基(complete medium)

在一定条件下含有某种微生物生长繁殖所需的所有营养物质的培养基

(四)按用途划分

3.加富培养基和富集培养基(enrichment medium)

在普通培养基（如肉汤蛋白胨培养基）中加入某些特殊营养物质制成的一类营养丰富的培养基。

这些特殊营养物质包括血液、血清、酵母浸膏、动植物组织液等。用来培养营养要求比较苛刻的异养型微生物，如培养百日咳博德氏菌(*Bordetella pertussis*)需要含有血液的加富培养基。

4.选择培养基(selective medium)

用于将某种或某类微生物从混杂的微生物群体中分离出来的培养基

选择性培养的方法主要有两种：

- 一是根据根据某些微生物的特殊营养要求；**
- 二是根据某些微生物的物理和化学抗性。**

4.选择培养基(selective medium)

表 5-19 用于选择性培养基的若干抑制剂

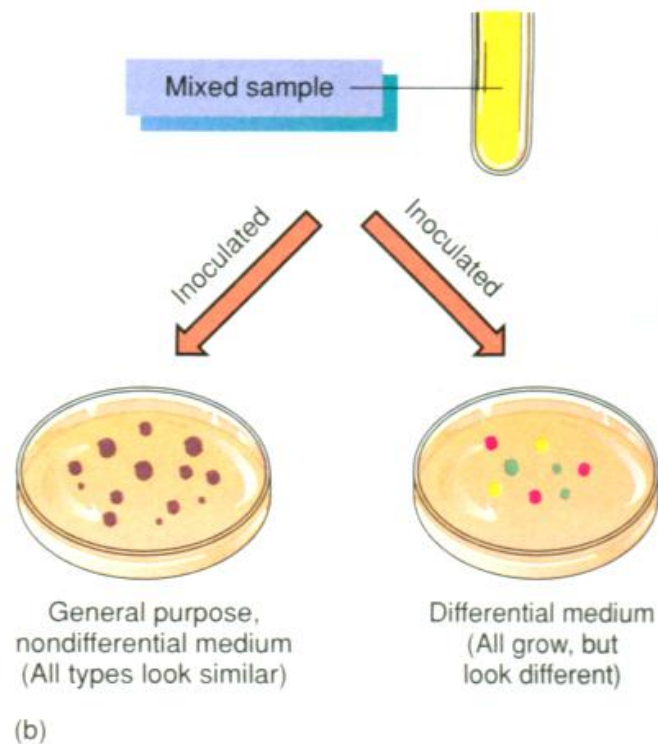
选择对象	抑制剂及其用量 ($\mu\text{g/ml}$)	抑制对象
一般细菌	四环素 (200)	黑曲霉, 酵母
	四环素 (100)	酱油曲霉, 根霉
	放线菌酮 (20)	酵母
	放线菌酮 (50)	酱油曲霉
	放线菌酮 (100)	根霉
	放线菌酮 (200)	黑根霉
	真菌素 (Cubicidin) (100)	酱油曲霉, 酵母
G ⁺ 细菌	多粘菌素 B (5)	G ⁻ 细菌
G ⁻ 细菌	青霉素 (1)	G ⁺ 细菌
乳酸菌	山梨酸 (0.2%, pH6)	芽孢杆菌
	叠氮化钠 (Na ₃ N) (0.005%, pH7)	曲霉
	真菌素 (20)	酵母
肠道细菌	胆汁酸 (1.5~5mg/ml)	G ⁺ 细菌
微球菌	山梨酸 (0.2%)	芽孢杆菌

用于选择性培养基的若干抑制剂

放线菌	放线菌酮 (50) 制霉菌素 (50) 丙酸钠 (4mg/ml)	霉菌 霉菌 霉菌
酵母	丙酸钠 (0.2%) 丙酸钠 (0.1~0.15%) CuSO ₄ · 5H ₂ O (0.05%, pH3.8) 四环素 (50) 氯霉素 (20) 链霉素 (20~100) 青霉素 (50) 金霉素 (100) 真菌素 (200)	曲霉, 根霉, 杆菌 青霉, 微球菌, 醋酸菌 乳酸菌, 乳链球菌 细菌 细菌 细菌 细菌 细菌 细菌
霉菌	氯霉素 (100) 青霉素 (20) 链霉素 (40) 青霉素 (100) 氯霉素 (50) + 放线菌酮 (10)	细菌 细菌 细菌 细菌 细菌, 酵母

5. 鉴别培养基(differential medium)

指含有某种代谢产物指示剂的培养基，可使不同微生物经培养后出现显著差别。如：伊红美兰培养基；糖发酵培养基等。用于快速鉴别微生物。



一些鉴别培养基

培养基名称	加入化学物质	微生物代谢产物	培养基特征性变化	主要用途
酪素培养基	酪素	胞外蛋白酶	蛋白水解圈	鉴别产蛋白酶菌株
明胶培养基	明胶	胞外蛋白酶	明胶液化	鉴别产蛋白酶菌株
油脂培养基	食用油、土温、 中性红指示剂	胞外脂肪酶	由淡红色变成深红色	鉴别产脂肪酶菌株
淀粉培养基	可溶性淀粉	胞外淀粉酶	淀粉水解圈	鉴别产淀粉酶菌株
H ₂ S 试验培养基	醋酸铅	H ₂ S	产生黑色沉淀	鉴别产 H ₂ S 菌株
糖发酵培养基	溴甲酚紫	乳酸、醋酸、丙酸等	由紫色变成黄色	鉴别肠道细菌
远藤氏培养基	碱性复红、亚硫酸钠	酸、乙醛	带金属光泽深红色菌落	鉴别水中大肠菌群
伊红美蓝培养基	伊红、美蓝	酸	带金属光泽深紫色菌落	鉴别水中大肠菌群

第三节 营养物质进入细胞

影响营养物质进入细胞的因素：

一是营养物质本身的性质。

二是微生物所处的环境。

三是微生物细胞的透过屏障(**permeability barrier**)。

一般来说，分子越小、脂溶性越高，极性越小，就越容易通过细胞膜。

营养物质进入细胞的方式：

- 一、单纯扩散(simple diffusion)
- 二、促进扩散(facilitated diffusion)
- 三、主动运输(**active transport**)
- 四、基团转位 (group translocation)

营养物质进入细胞的方式

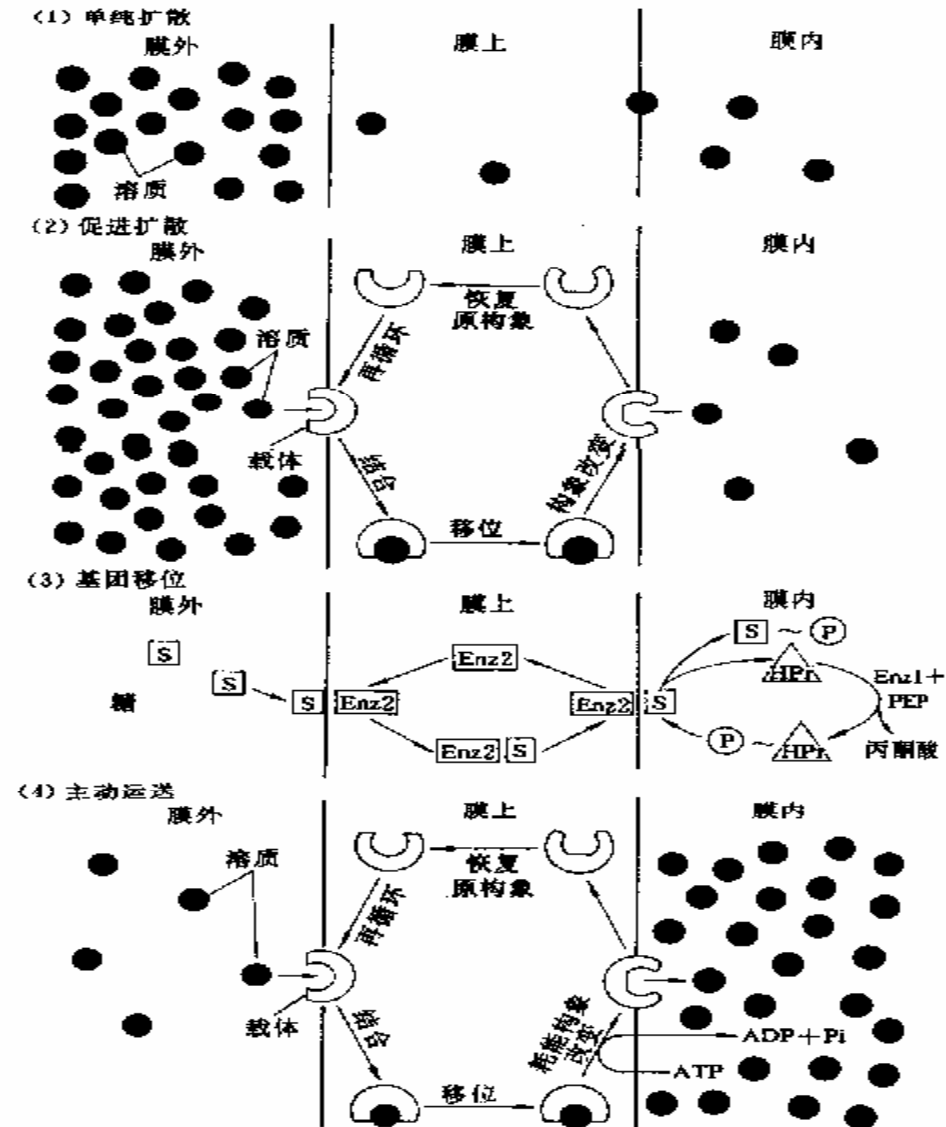
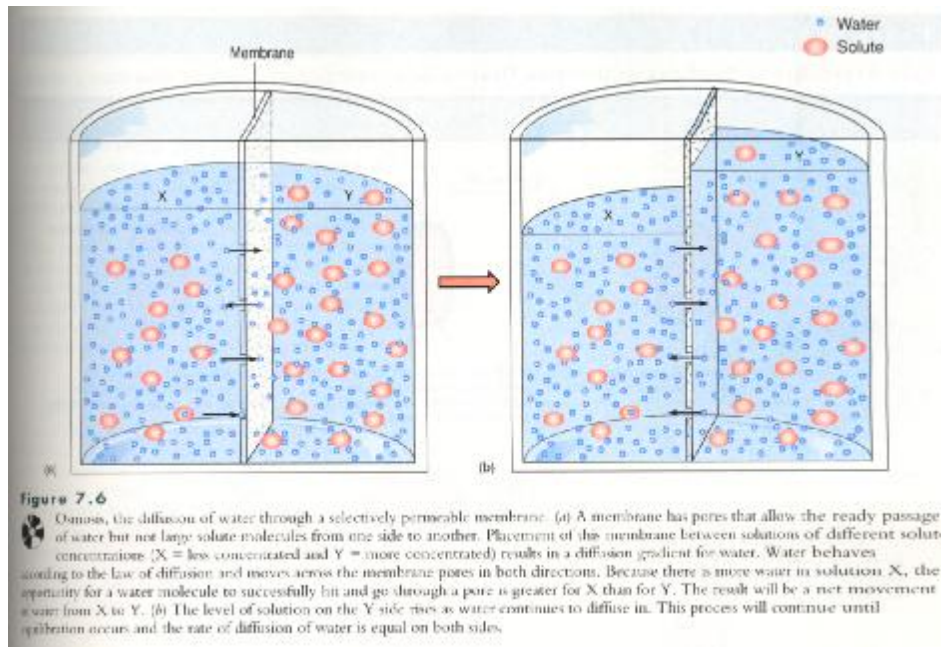


图 5-1 营养物质运送入细胞的四种方式

一、单纯扩散(simple diffusion)

以物质的浓度梯度为动力，而不需要代谢能量穿膜运输方式。不需要载体参与。



物质跨膜扩散的能力和速率与该物质的性质有关,分子量小、脂溶性、极性小的物质易通过扩散进出细胞。

扩散并不是微生物细胞吸收营养物质的主要方式,水是唯一可以通过扩散自由通过原生质膜的分子,脂肪酸、乙醇、甘油、苯、一些气体分子(O_2 、 CO_2)及某些氨基酸在一定程度上也可通过扩散进出细胞。

二、促进扩散(facilitated diffusion)

促进扩散：借助于膜上底物特异性载体蛋白的参与，加快环境中高浓度物质进入细胞，直至膜两侧的溶质浓度相等为止。

通过促进扩散进入细胞的营养物质主要有氨基酸、单糖、维生素及无机盐等。

三、主动运输(active transport)

主动运输是广泛存在于微生物中的一种主要的物质运输方式。在物质运输过程中需要消耗能量，可以进行逆浓度运输。

运输物质所需能量来源：

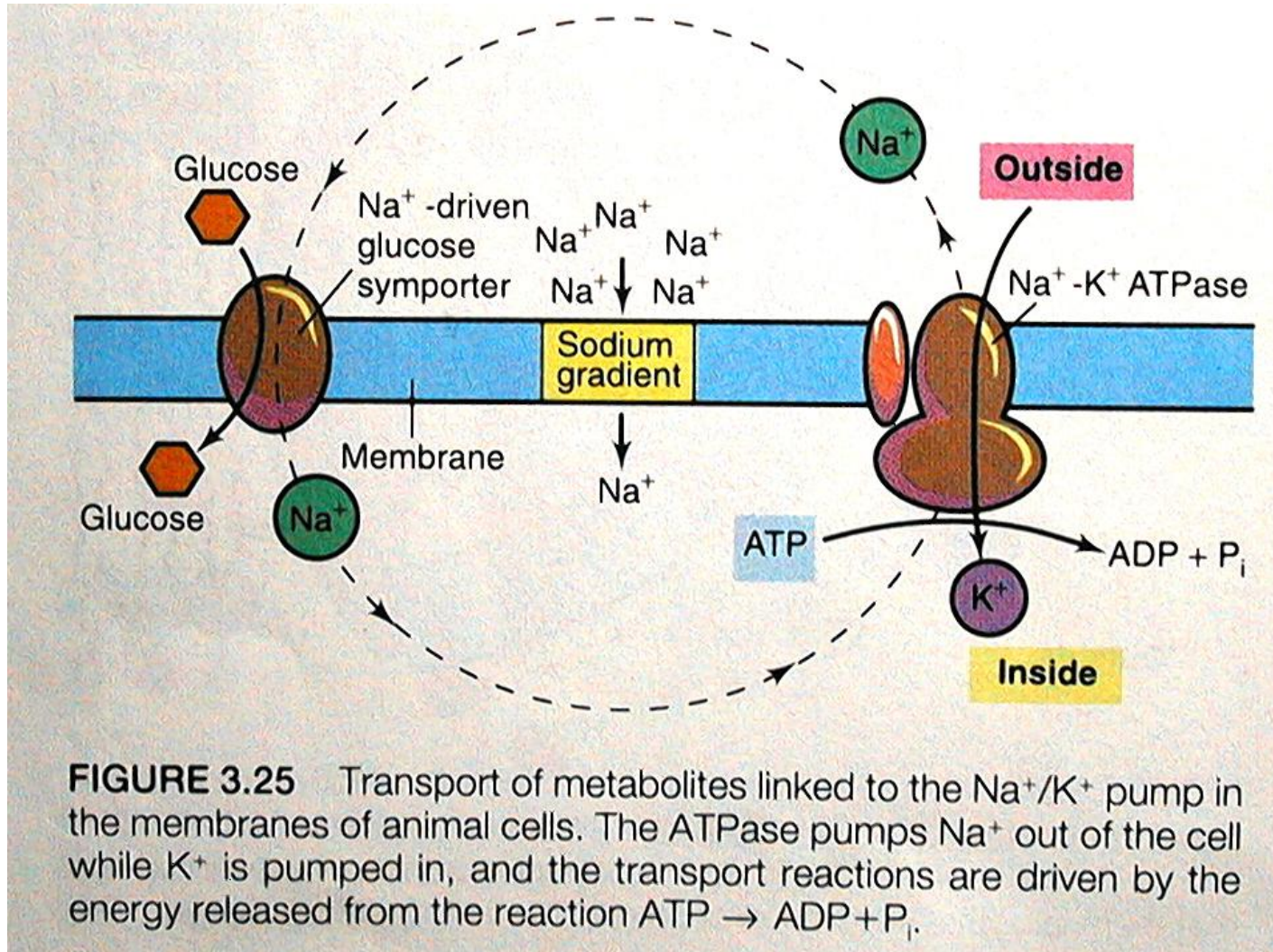
好氧型微生物与兼性厌氧微生物直接利用呼吸能；

厌氧型微生物利用化学能(ATP)；

光合微生物利用光能；

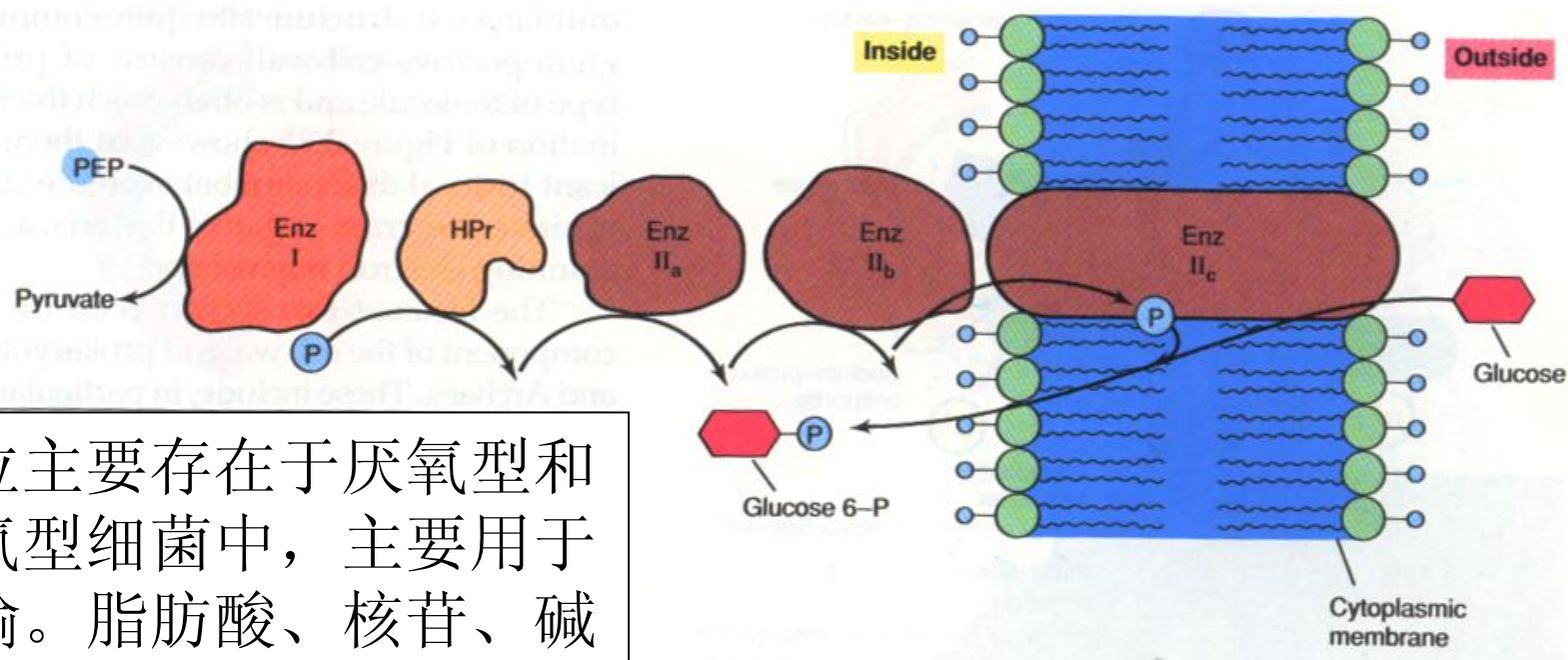
嗜盐细菌通过紫膜(purple membrane)利用光能；

Na⁺, K⁺-ATP酶 (Na⁺, K⁺-ATPase) 系统



四、基团转位(group translocation)

细菌对糖的吸收和积累，需要磷酸转运系统，即转运过程中必须磷酸化，这种物质运转方式称基团移位。该过程中细胞外的糖类在细胞膜上与胞内的磷酸烯醇丙酮酸盐结合，在胞内酶作用下被磷酸化进入胞内。经过基团移位而磷酸化的糖类，不能再透出菌体。所以，菌体内积聚的糖的浓度远远高于胞外。



基团转位主要存在于厌氧型和兼性厌氧型细菌中，主要用于糖的运输。脂肪酸、核苷、碱基等也可通过这种方式运输。

四种运送营养物质方式的比较

比较项目	单纯扩散	促进扩散	主动运送	基团移位
特异载体蛋白	无	有	有	有
运送速度	慢	快	快	快
溶质运送方向	由浓至稀	由浓至稀	由稀至浓	由稀至浓
平衡时内外浓度	内外相等	内外相等	内部浓度高得多	内部浓度高得多
运送分子	无特异性	特异性	特异性	特异性
能量消耗	不需要	不需要	需要	需要
运送前后溶质分子	不变	不变	不变	改变
载体饱和效应	无	有	有	有
与溶质类似物	无竞争性	有竞争性	有竞争性	有竞争性
运送抑制剂	无	有	有	有
运送对象例子	H ₂ O、CO ₂ 、O ₂ 少数氨基酸 盐类、甘油 乙醇、代谢 抑制剂	PO ₄ ³⁻ 、SO ₄ ²⁻ ；糖 (真核生物)	乳糖等糖类 、氨基酸、 Na ⁺ 、Ca ²⁺ 等 无机离子	葡萄糖、甘 露糖、果糖 、脂肪酸、 嘌呤和核苷