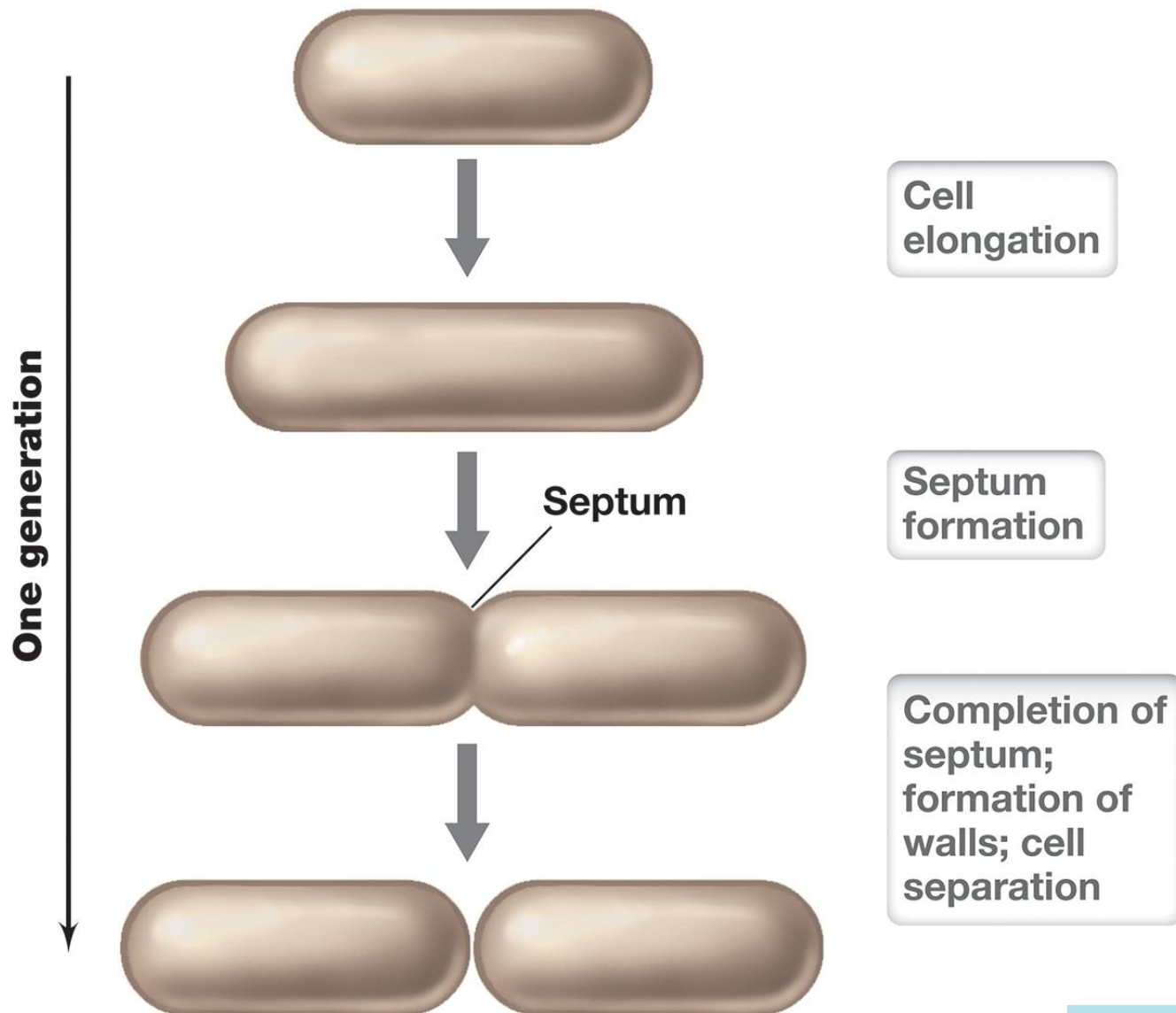
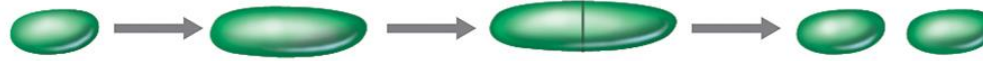


Binary fission



Celdeling in bacteriën

I. Equal products of cell division:



Binary fission: most bacteria

II. Unequal products of cell division:

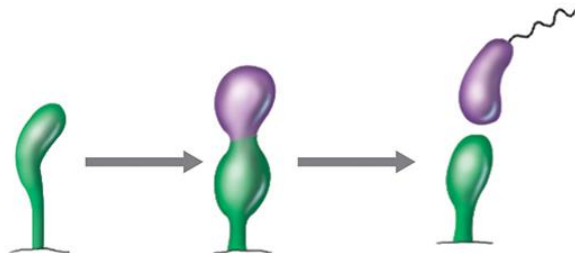
1. Simple budding: *Pirellula*, *Blastobacter*



2. Budding from hyphae: *Hyphomicrobium*, *Rhodomicrobium*, *Pedomicrobium*



3. Cell division of stalked organism: *Caulobacter*



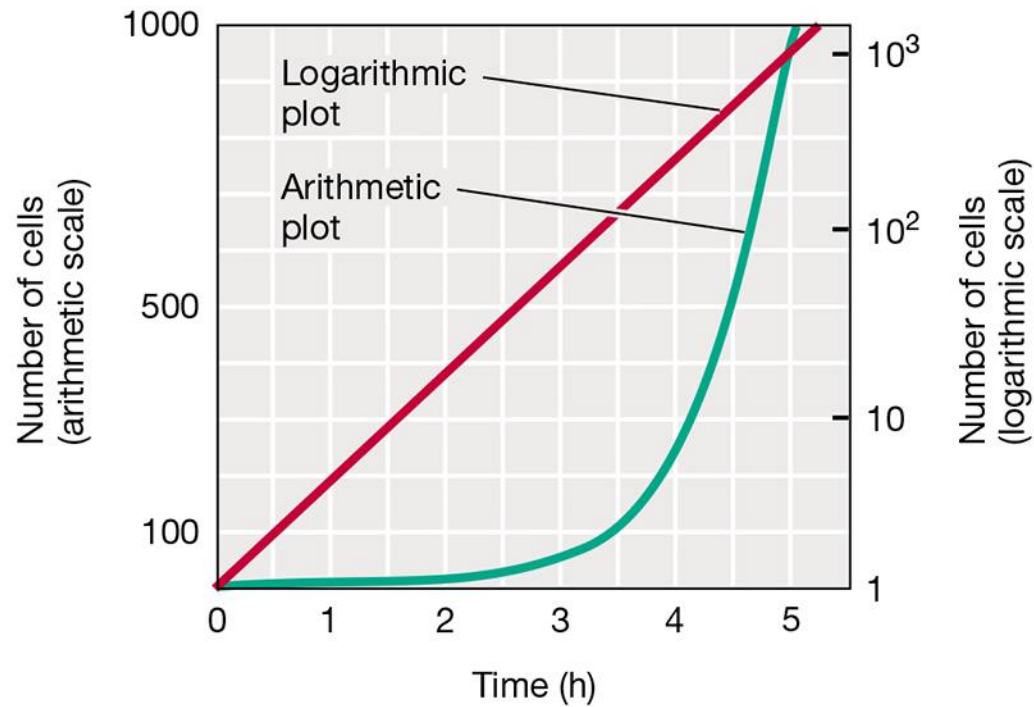
4. Polar growth without differentiation of cell size:

Rhodopseudomonas, *Nitrobacter*, *Methylosinus*



Time (h)	Total number of cells	Time (h)	Total number of cells
0	1	4	256 (2^8)
0.5	2	4.5	512 (2^9)
1	4	5	1,024 (2^{10})
1.5	8	5.5	2,048 (2^{11})
2	16	6	4,096 (2^{12})
2.5	32	.	.
3	64	.	.
3.5	128	10	1,048,576 (2^{20})

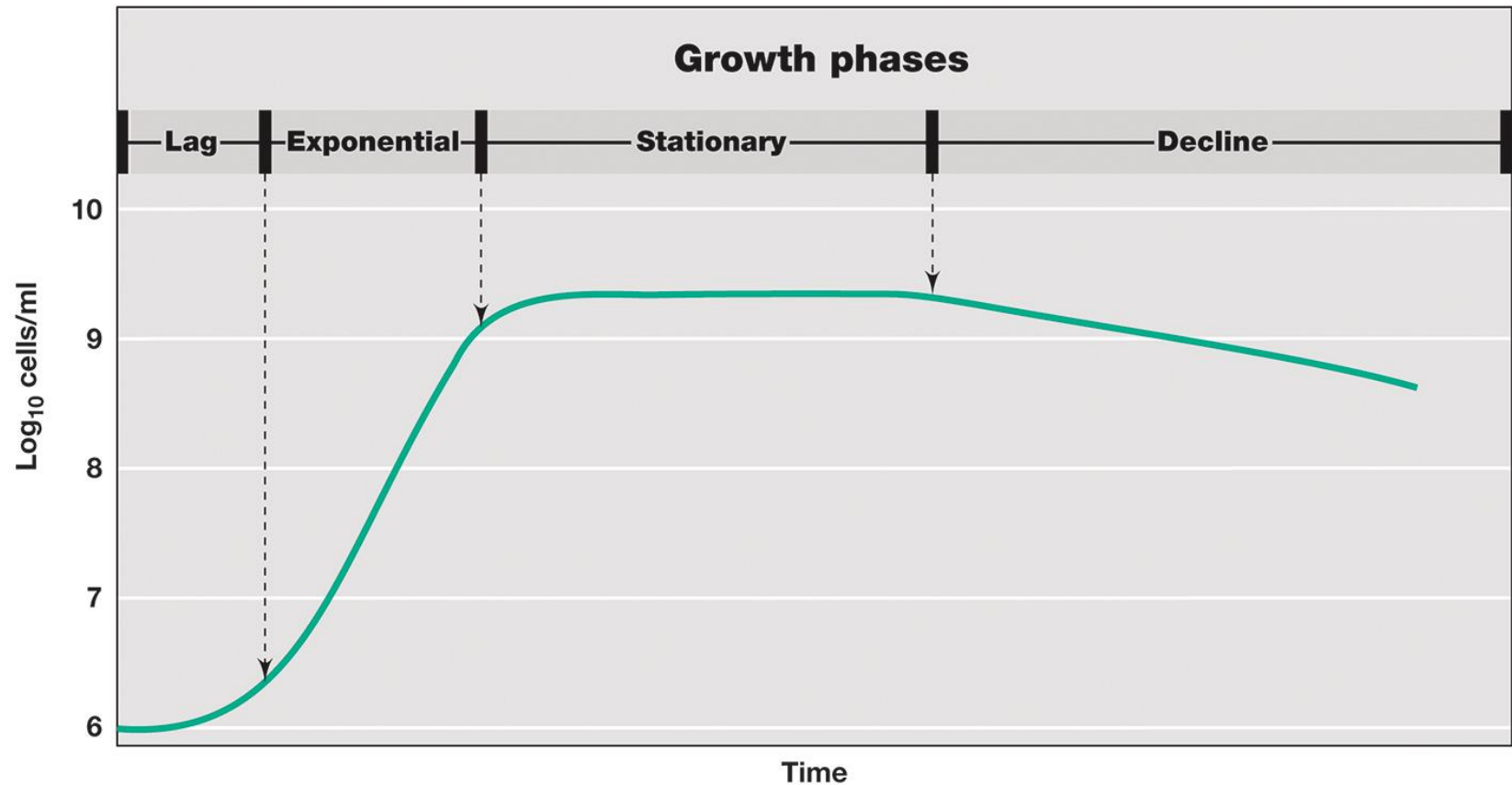
(a)



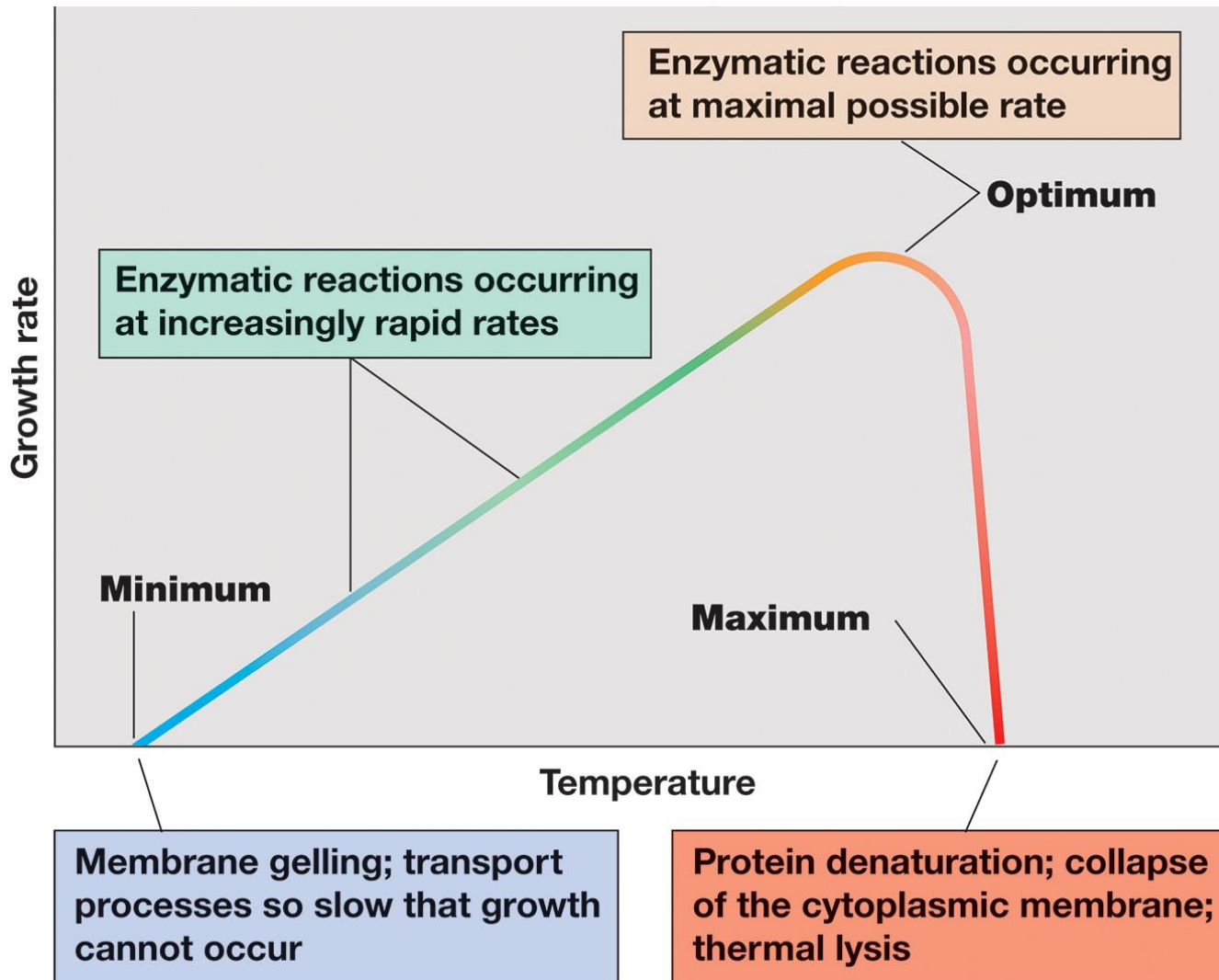
(b)

Groeicurve batch culture

Gesloten systeem met vast volume

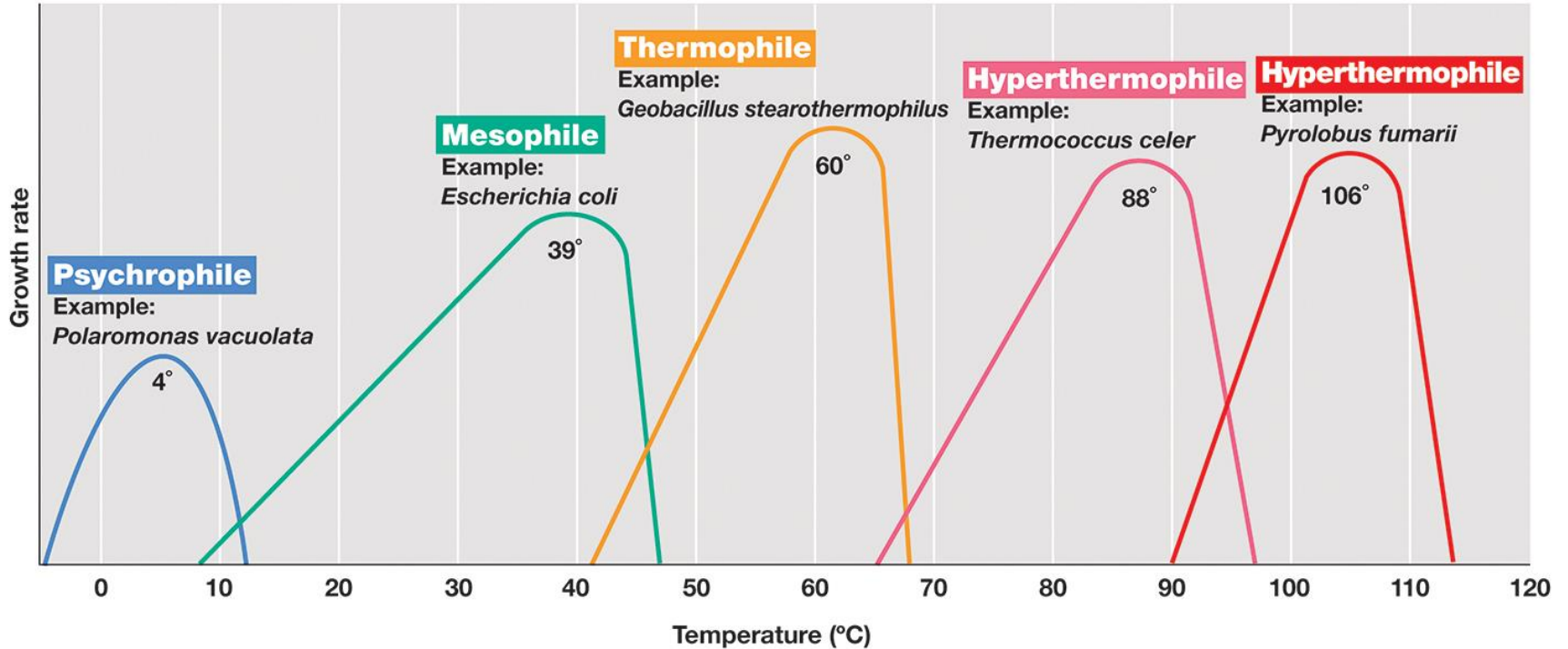


Temperatuur en groei



cardinal
temperatures

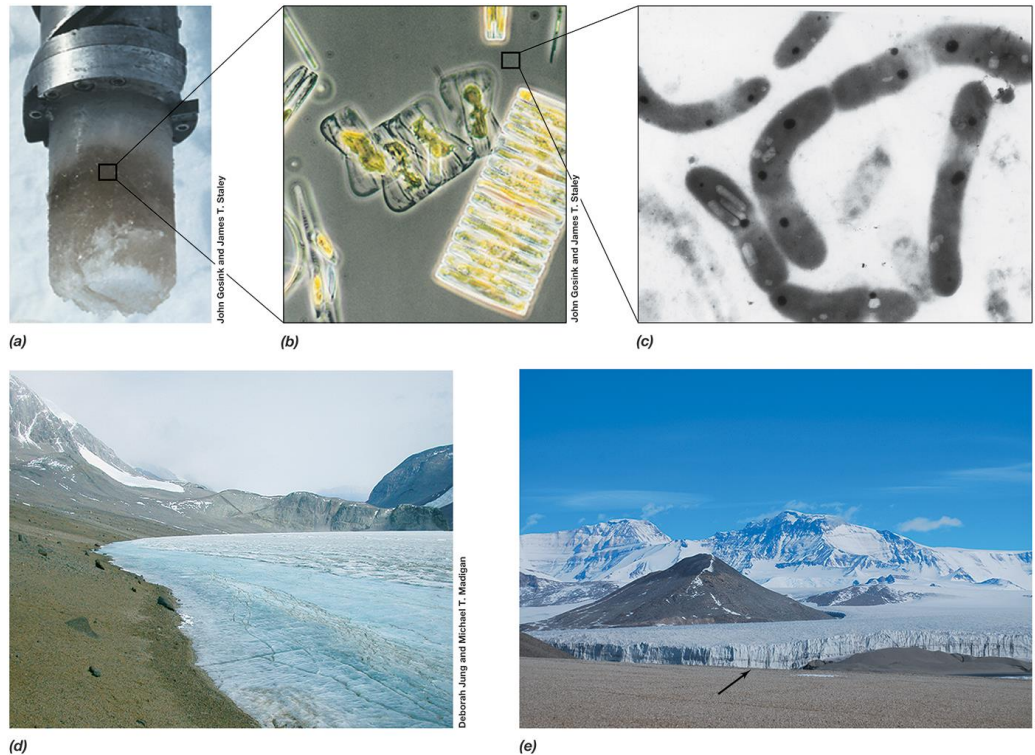
Temperatuur en groei



Psychrofielen en psychrotoleranten

Psychrofielen: optimale groeitemperatuur van 15 °C of lager.

Psychrotoleranten: kunnen bij lage temperaturen groeien (b.v. 0°C of in de koelkast), maar hebben een optimum boven 20 °C



Oefening aanpassingen psychrofielen

- Eiwitstructuur: (t.o.v. mesofielen)
 - meer/~~minder~~ α -helices dan β -sheets → flexibeler
 - meer/~~minder~~ polaire and ~~meer~~/~~minder~~ hydrofobe residuen
 - ~~meer~~/~~minder~~ bindingen zoals waterstofbruggen en ionische bindingen
- Cytoplasmatisch membraan: ~~meer~~/~~minder~~ onverzadigde vetzuren (t.o.v. mesofielen)
- “cold shock” proteins
- cryoprotectants
- soms exopolysaccharide slijm laag aan celoppervlak (ook cryoprotectant)

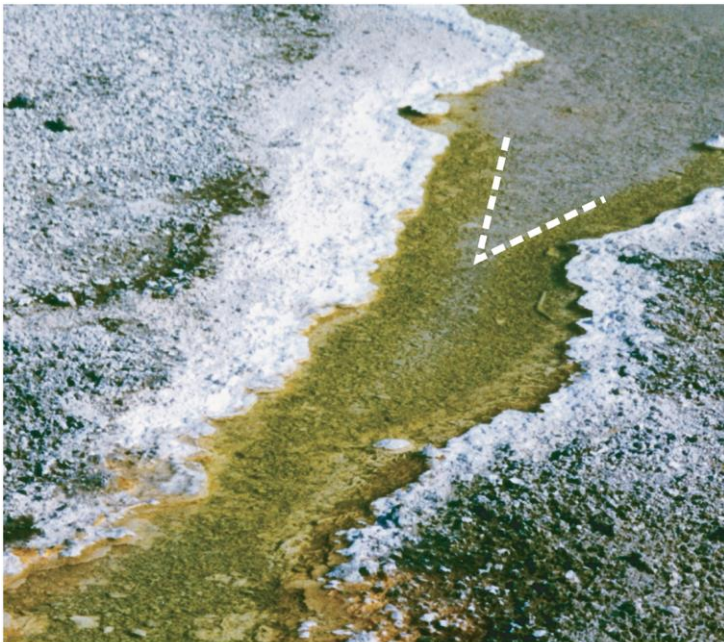
(Hyper)thermofielen

Optimale groeitemperatuur:

- thermofielen 45 – 80 °C
- hyperthermofielen 80 °C of hoger

Bacteria: (bekend) tot 95 °C

Methanopyrus: 122 °C



Nancy L. Spear



T.D. Brock

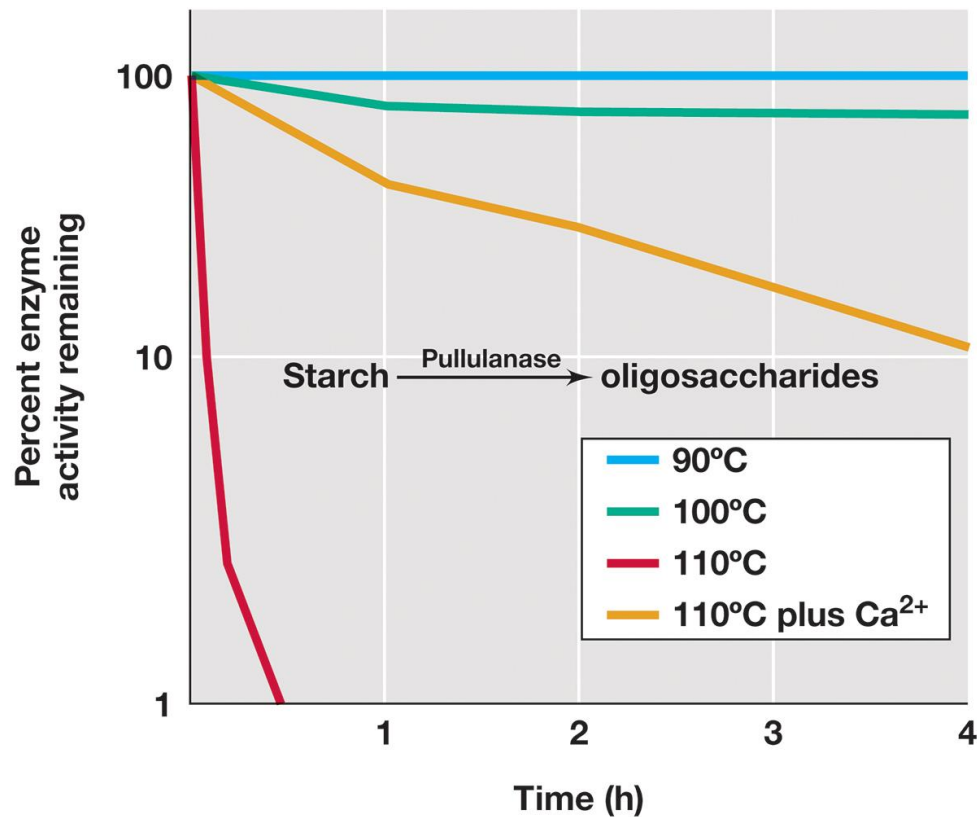
Aanpassingen (hyper)thermofielen

- eiwitten:
 - meer ionische bindingen
 - sterk hydrofobe binnenkant } vaak maar enkele substituties!
- productie van bepaalde moleculen die beschermen tegen denaturatie
- Membranen:
 - *Bacteria*: meer lange, verzadigde vetzuren
 - *Archaea*: lipide monolagen (zie ook college 4)

Eiwitten van (hyper)thermofielen

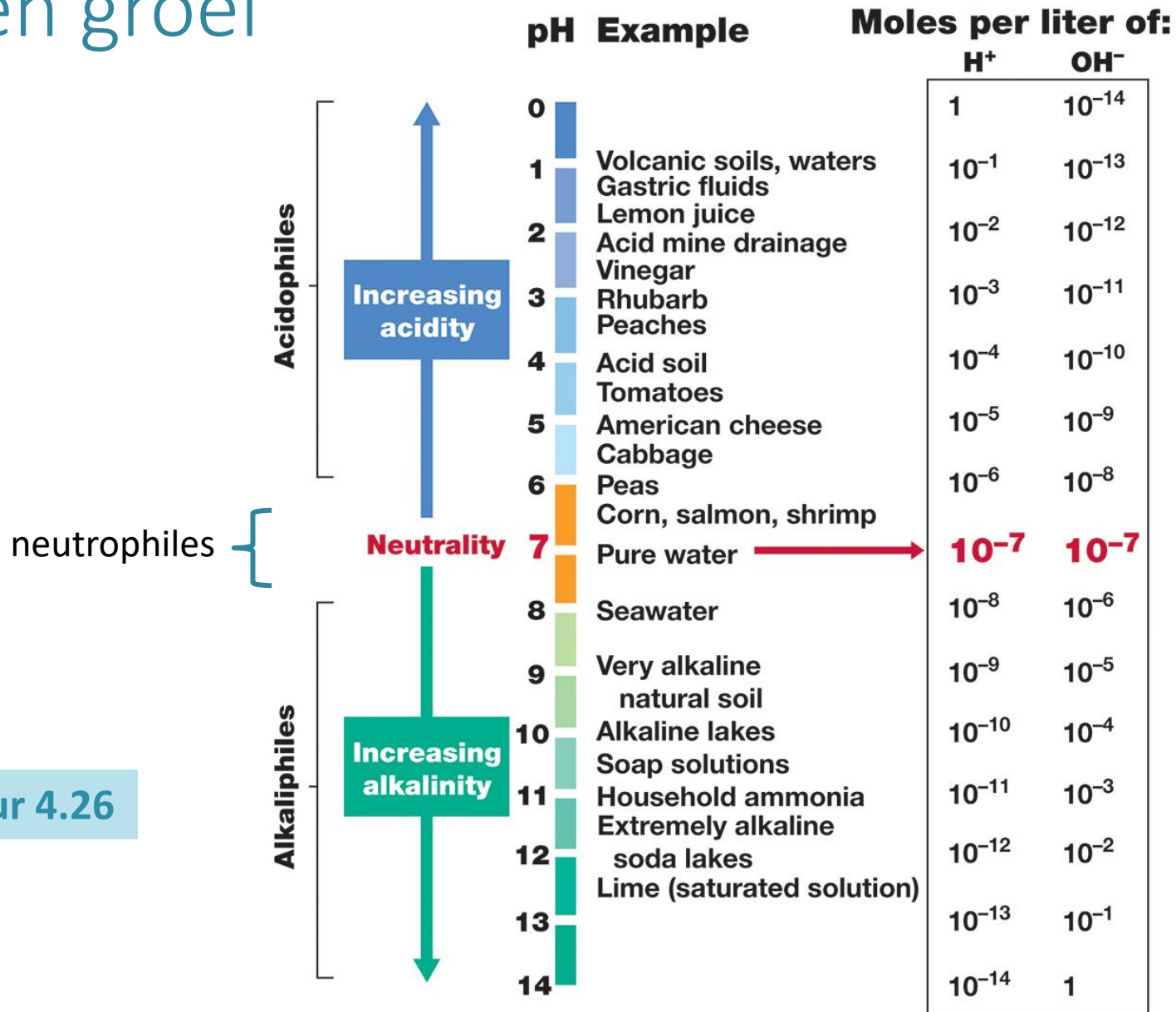
Commerciele toepassingen b.v.:

- Taq polymerase (Thermus aquaticus)
- Industriële toepassingen



(b)

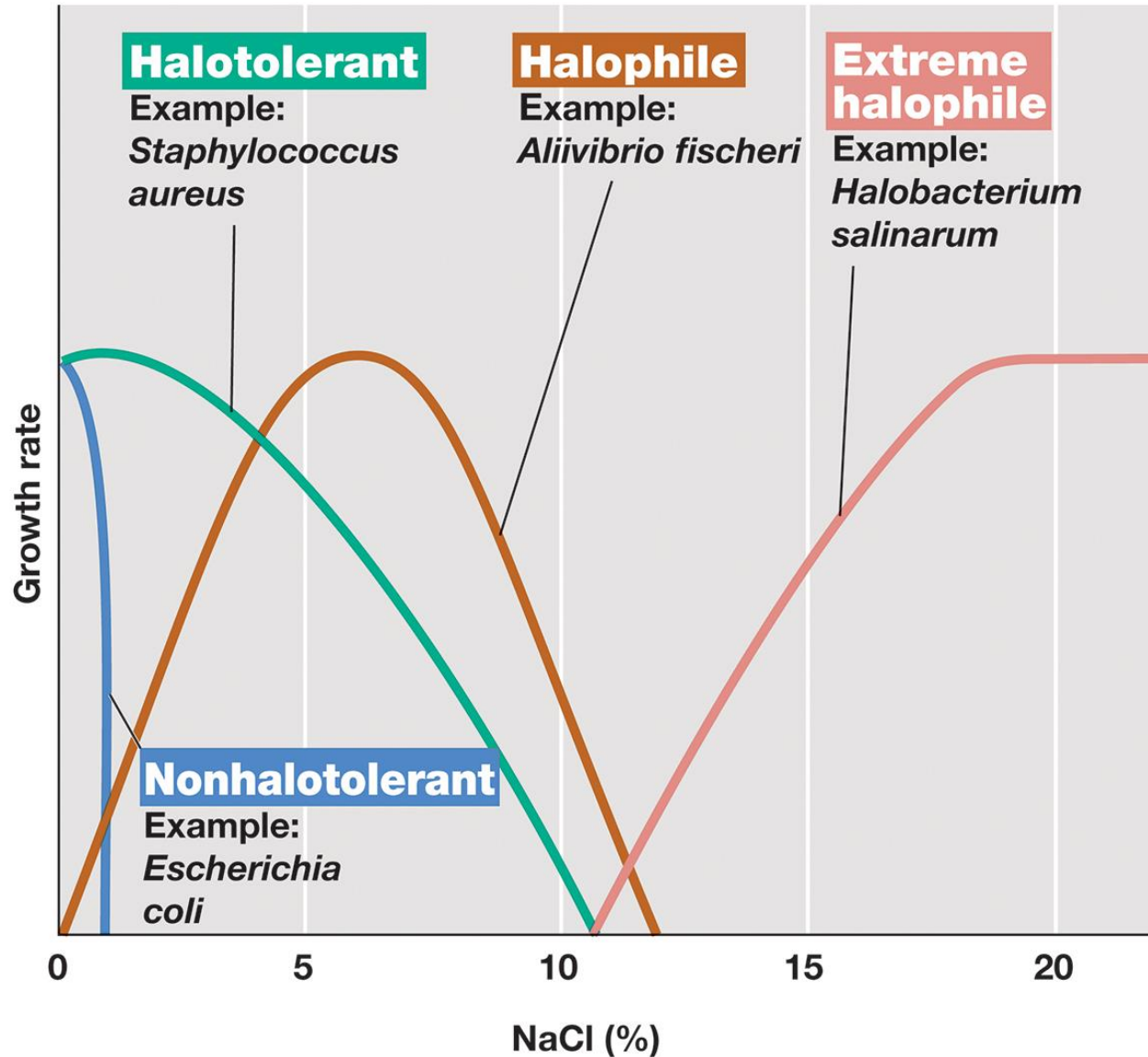
pH en groei



16e: figuur 4.26

LET OP: ook bij acidofielen en alkalifielen is pH in de cel ~neutraal (rond 7)

Halofielen



Osmofielen en xerofielen

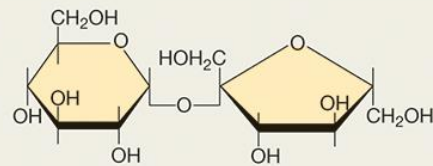
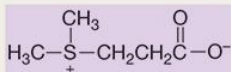
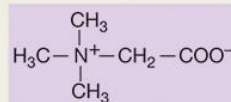
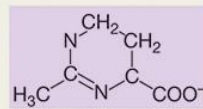
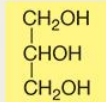
osmofielen:

groeien het best bij hoge suikerconcentraties

xerofielen:

groeien het best onder zeer droge omstandigheden

Compatible solutes

Organism group and example	Major cytoplasmic compatible solute(s)	Minimum a_w for growth ^c
Most nonphototrophic <i>Bacteria</i> (<i>Escherichia</i>) and freshwater cyanobacteria (<i>Anabaena</i>)	Amino acids (mainly glutamate or proline ^a)/ sucrose, trehalose ^b	0.98
		
	Sucrose	
Marine cyanobacteria (<i>Synechococcus</i>)	α -Glucosylglycerol ^b	0.92
Marine algae (<i>Phaeocystis</i>)	Mannitol, ^b various glycosides, dimethylsulfoniopropionate	0.92
		
	Dimethylsulfoniopropionate	
Halotolerant <i>Bacteria</i> (<i>Staphylococcus</i>)	Amino acids	0.90
Salt lake cyanobacteria (<i>Aphanothece</i>)	Glycine betaine	0.75
		
	Glycine betaine	
Halophilic phototrophic purple <i>Bacteria</i> (<i>Halorhodospira</i>)	Glycine betaine, ectoine, trehalose ^b	0.75
		
	Ectoine	
Extremely halophilic <i>Archaea</i> (<i>Halobacterium</i>) and some <i>Bacteria</i> (<i>Salinibacter</i>)	KCl	0.75
Halophilic green algae (<i>Dunaliella</i>)	Glycerol	0.75
		
	Glycerol	
Haloalkaliphilic <i>Archaea</i> (<i>Natrinema</i>)	KCl	0.68
Xerophilic and osmophilic yeasts (<i>Zygosaccharomyces</i>)	Glycerol	0.62 ^d
Xerophilic filamentous fungi (<i>Xeromyces</i>)	Glycerol	0.605 ^d

^aSee Figure 6.27 for the structures of amino acids.

^bStructures not shown. Like sucrose, trehalose is a C₁₂ disaccharide; glucosylglycerol is a C₉ alcohol; mannitol is a C₆ alcohol.

^cTo achieve an osmotic a_w lower than about 0.77, solutes other than just NaCl are necessary; for example, other salts (MgCl₂, MgSO₄, or CaCl₂) or nonsalts, such as glycerol or sucrose. For most organisms listed (other than for the xerophiles), the lower a_w for growth can be extended downward somewhat by additional solutes.

^dGrowth of *Zygosaccharomyces* tested in high-sucrose medium. Germination of *Xeromyces* spores tested using matric water potential.

Zuurstof en groei

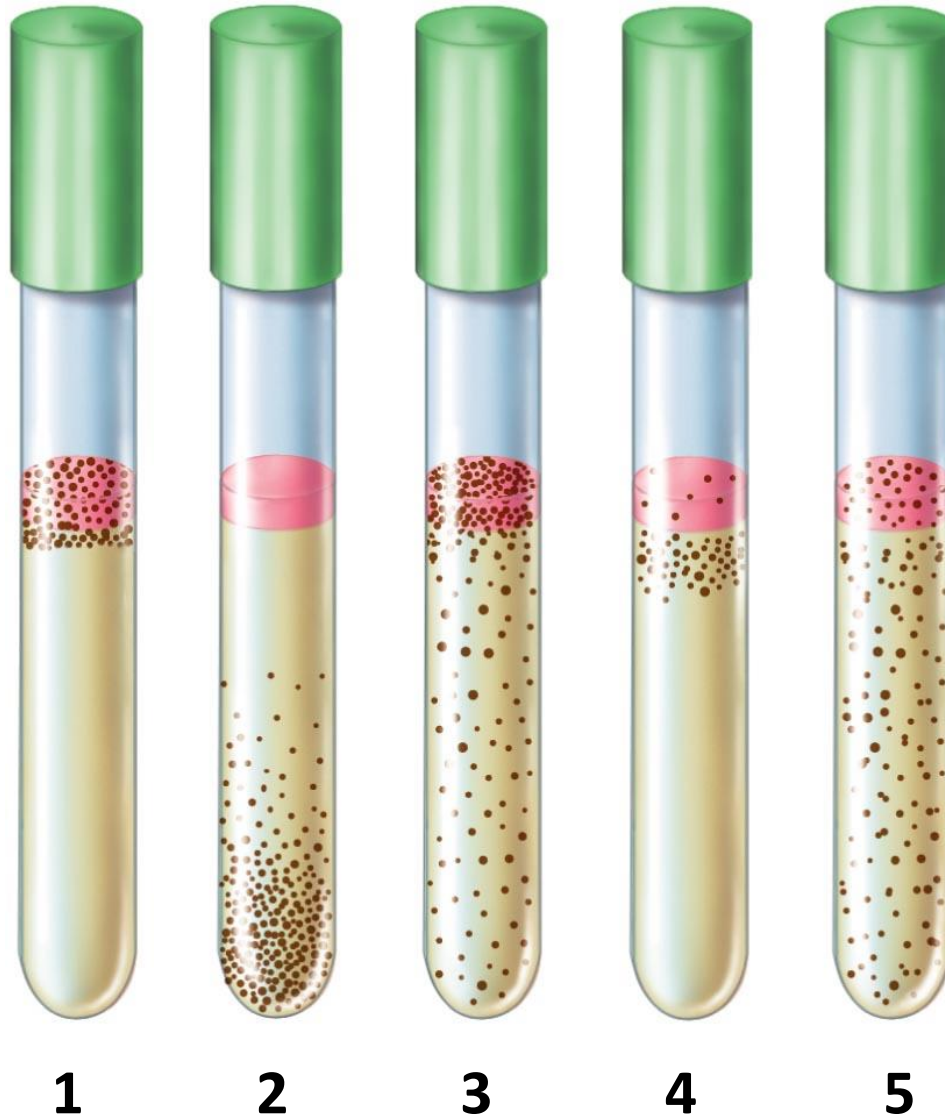
Group	Relationship to O ₂	Type of metabolism	Example ^a	Habitat ^b
Aerobes				
Obligate	Required	Aerobic respiration	<i>Micrococcus luteus</i> (B)	Skin, dust
Facultative	Not required, but growth better with O ₂	Aerobic respiration, anaerobic respiration, fermentation	<i>Escherichia coli</i> (B)	Mammalian large intestine
Microaerophilic	Required but at levels lower than atmospheric	Aerobic respiration	<i>Spirillum volutans</i> (B)	Lake water
Anaerobes				
Aerotolerant	Not required, and growth no better when O ₂ present	Fermentation	<i>Streptococcus mutans</i> (B)	Oral cavity
Obligate	Harmful or lethal	Fermentation or anaerobic respiration	<i>Methanobacterium formicicum</i> (A)	Sewage sludge, anoxic lake sediments

^aLetters in parentheses indicate phylogenetic status (B, *Bacteria*; A, *Archaea*). Representatives of either domain of prokaryotic cells are known in each category. Most eukaryotes are obligate aerobes, but facultative aerobes (for example, yeast) and obligate anaerobes (for example, certain protozoa and fungi) are known.

^bListed are typical habitats of the example organism; many others could be listed.

Facultatief anaeroob = facultatief aeroob

Oefening zuurstof en groei



Thyoglycolate medium

Resazurin kleurt roze als het geoxideerd wordt

Oxic zone

Anoxic zone

Vul in:

Aerotolerant

Obligaat aeroob

Facultatief anaeroob

Obligaat anaeroob

Microaerofiel

Kweek obligaat anaeroben



Deborah O. Jung and M.T. Madigan

(a)



Coy Laboratory Products

(b)

Reductie zuurstof

3 intermediairen tussen zuurstof en water (partieel gereduceerd)

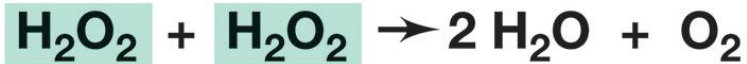
Reactants	Products
$O_2 + e^- \rightarrow$	O_2^- (superoxide)
$O_2^- + e^- + 2 H^+ \rightarrow$	H_2O_2 (hydrogen peroxide)
$H_2O_2 + e^- + H^+ \rightarrow$	$H_2O + OH^\bullet$ (hydroxyl radical)
$OH^\bullet + e^- + H^+ \rightarrow$	H_2O (water)

Outcome:



Als ETK “lekt” kan er partiële reductie ontstaan.

Bescherming tegen zuurstofradicalen



(a) Catalase



(b) Peroxidase



(c) Superoxide dismutase

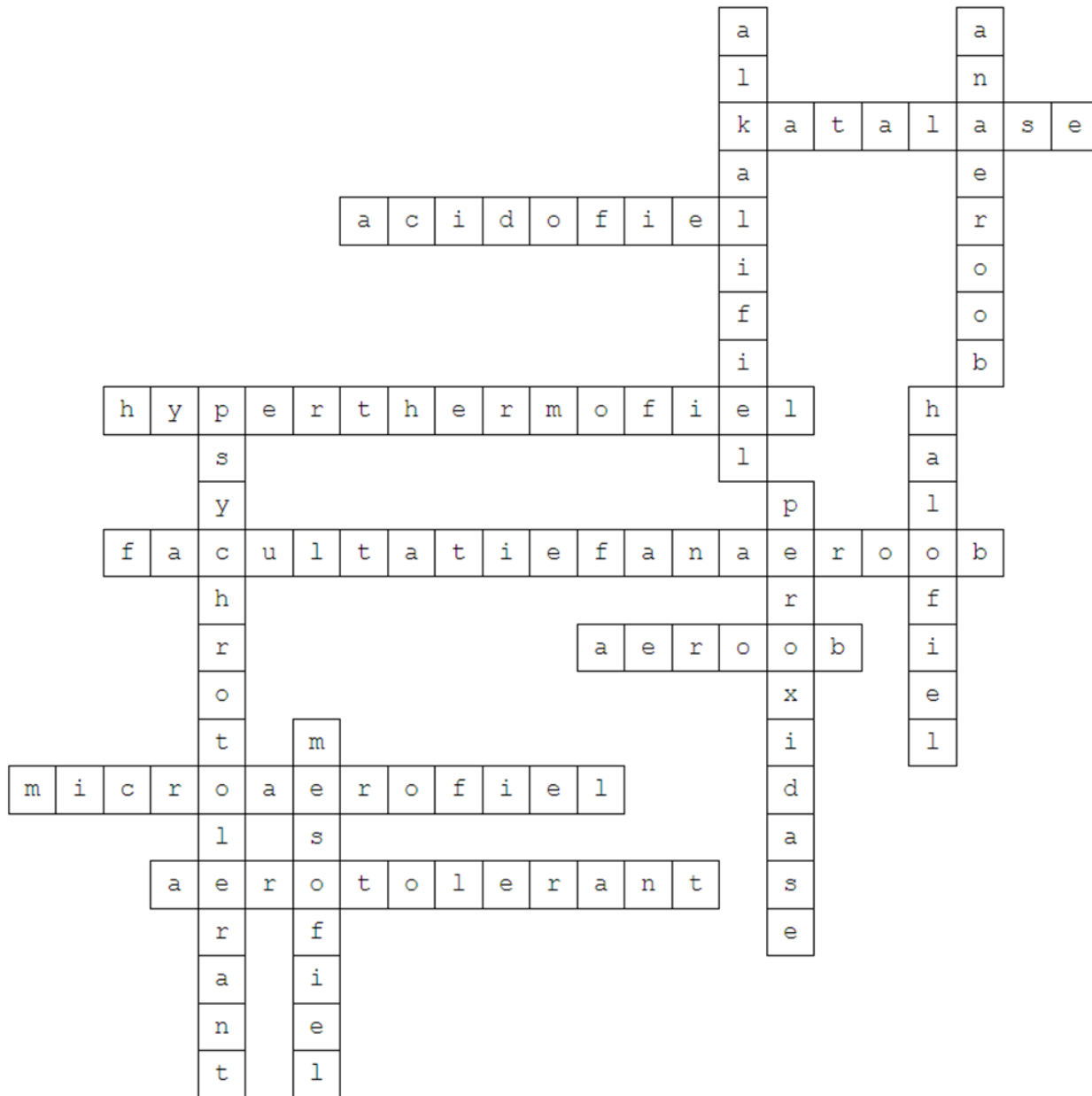


(d) Superoxide dismutase/catalase in combination



(e) Superoxide reductase

Oefening microbiële groei



Planktonic versus sessile growth

Planktonic growth: bacteriën drijven in een oplossing

Voor micro-organismen kan het nuttig zijn om aan een oppervlak te groeien (**sessile**).

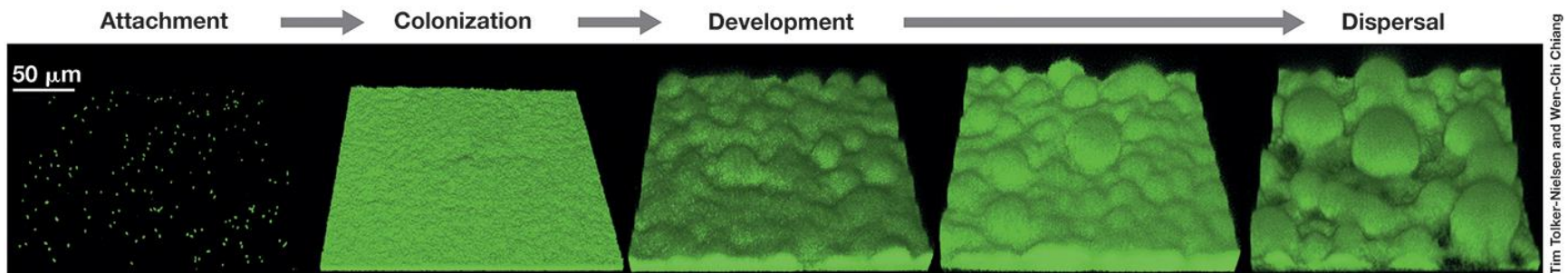
Biofilm: bacteriële cellen gehecht aan een oppervlak, omgeven door een poreuze, plakkerige matrix.

Microbiële matten: extreem dikke biofilms, bestaan meestal uit een complexe gemeenschap van verschillende micro-organismen.

Vorming biofilm

Verloopt in stappen:

1. **Attachment**: aan een oppervlak (b.v. met pili, flagellen of fimbriae)
2. **Colonization**: groei + uitscheiding extracellulaire polysacchariden (EPS)
3. **Development**: metabole differentiatie
4. **Dispersal**: → kolonisatie nieuwe gebieden



Een biofilm kan uit meerdere soorten bestaan

Waarom biofilms?

- Bescherming tegen b.v. fysieke krachten, fagocytose en toxines
- Biofilms 'vangen' nutriënten en voorkomen dat cellen 'weggewassen' worden.
- Helpt om in favoriete niche blijven
- Helpt bacteriën om dicht bij elkaar te leven

Alle figuren in deze PowerPoint zijn eigen werk of afkomstig uit Brock Biology of Microorganisms (16th edition, Pearson) tenzij anders vermeld.