

Temat: Środowisko życia mikroorganizmów (czynniki abiotyczne)

Środowisko życia bakterii

Pojęcia stosowane w mikrobiologii środowiskowej

Ekosystem wszystkie żywe organizmy w otoczeniu czynników abiotycznych (np. jezioro las)

Ekosfera hydrosfera litosfera oraz atmosfera jako łącznika między środowiskami

Ekolodzy zajmujących się mikroorganizmami używają terminu **mikrośrodowisko** (microenvironment), dla określenia miejsca w siedlisku gdzie żyje dany mikroorganizm.

Populacja grupa organizmów występujących na danym obszarze i należących do jednego gatunku

Zespół organizmów (community) mieszanin różnych populacji mikroorganizmów występujących na danym obszarze

– grupa fizjologiczna mikroorganizmów różnych taksonów prowadzące podobne procesy lub reakcje np. denitryfikacyjne

Pojęcia stosowane w mikrobiologii środowiskowej cd.

Konsorcjum naturalny związek fizyczny 2 lub większej liczby mikroorganizmów zwykle korzystny dla wszystkich partnerów którzy dopełniają swoje właściwości. Zwykle partnerzy są zbliżonej wielkości

Błona biologiczna – biofilm kolonie mikroorganizmów zagłębione w zewnątrzkomórkowych polimerach (najczęściej polisacharydach), które przytwierdzają je do podłoża stałego zwykle zanurzonego w wodzie lub poddawanego działaniu wody

Mata mikroorganizmów zespoły mikroorganizmów rosnące warstwowo; zwykle w górnej warstwie sinice, potem fototrofy, anoksygenowe i chemoorganoheterotrofy, następnie bakterie redukujące siarczany powstają np. w gorących źródła i w strefie pływów

Każde środowisko bytowania musi spełniać określone warunki aby mikroorganizmy mogły w nim rozwijać się:

Są to czynniki natury: fizycznej, chemicznej, biologicznej

Określane inaczej jako czynniki abiotyczne i biotyczne

Wszystkie organizmy wykazują określony zakres tolerancji wobec zmienności czynników środowiskowych

Na zmienność tą składają się warunki zapewniające rozwój mikroorganizmów: minimalny, maksymalny, optymalny

Rozróżnia się 2 optima:

1. fizjologiczne odnoszące się do reakcji fizjologicznych, które można zmierzyć w warunkach laboratoryjnych w czystych kulturach
2. ekologiczne odnosi się do naturalnych warunków występowania mikroorganizmów (zależy od warunków abiotycznych i biotycznych)

Prawo minimum Liebiga

Całkowita liczba lub biomasa organizmów jest **ograniczona** przez czynnik których w środowisku występuje w **najmniejszym stężeniu**. Czynniki limitującymi SA często **azot i fosfor**.

Prawo tolerancji Shelforda

Występowanie organizmów w środowisku jest **ograniczone przez różne czynniki środowiskowe**, które muszą pozostawać w **zakresie tolerancji** danego organizmu. Jeśli

wartość danego czynnika przekroczy poziom minimalny lub maksymalny to organizm nie jest zdolny do wzrostu (przeżycia)

Zakres tolerancji

Eury szeroki np. eurytermiczny

Steno wąski np. stenotermiczny

File lubiący np. termofile, acidofile

Biont tolerujących np. acidobiont

Phobe nienawidzący np. barofob

Wyróżniamy organizmy:

Eurytopowe (kosmopolityczne, wszędobylskie)

Stenotopowe (wyspecjalizowane) np. stenotermiczne

Nisze ekologiczna obejmuje czynniki (np. światło pokarm miejsce) o które dany gatunek konkuruje z innymi gatunkami w biocenozie. Nisza umożliwia przeżycie odżywianie się rozród stabilność populacji.

Hutchinson rozróżnia pojęcie:

Niszy potencjalnej, w której organizmy mogą egzystować w pewnym zakresie tolerancji

Niszy realnej, która jest wynikiem działania konkurencji i presji środowiskowej

Siedlisko to miejsce (habitat), w którym występuje i zawsze można spotkać odpowiedni: gatunek, grupę fizjologiczną, zespół mikroorganizmów (microbial community)

Czynniki abiotyczne:

1. Temperatura
2. Światło
3. Promieniowanie
4. Aktywność wody
5. Ciśnienie
6. Zasolenie
7. Odczyn
8. Potencjał redox
9. Związki nieorganiczne
10. Związki organiczne

Temperatura wpływa:

Bezpośrednio na:

- szybkość wzrostu
- aktywność enzymów
- skład chemiczny komórek
- Wymagania pokarmowe

Pośrednio na:

- Regulacje rozpuszczalności związków wewnątrzkomórkowych
- Transport jonów
- Dyfuzję substancji chemicznych
- Zmianę właściwości osmotycznych błon komórkowych

Temperatura 1

Bakterie mogą rosnąć i rozmnażać się w całym zakresie temp w którym woda występuje w stanie płynnym (tj. od nieco poniżej zera do $> 100\text{ C}$)

Odkryto jednak bakterie zdolne do wzrostu w temp -23 (*Corynebacterium* bakteria)

(*Sporobolomyces* grzyb) występujące w silnie zasolonych wodach na Antarktydzie oraz w – 121 (archeon szczep 121 a obecność nawet w + 250 C gorące źródła)

Ekstremofile

Środowiska, w których panują warunki **niedogodne** do życia dla ludzi i większości makroorganizmów, a w których mogą żyć niektóre mikroorganizmy w szczególności prokariotyczne, zwane są **środowiskami ekstremalnymi**

Organizmy, które tam żyją zwane są **ekstremofilami**

Do ekstremofili zaliczamy psychrofile, termofile, a w szczególności hipertermofile

Stenotermalne w wąskim zakresie temp

Eurotemalne w szerokim

Każdy organizm może rosnąć rozwijać się w pewnym zakresie temperatur

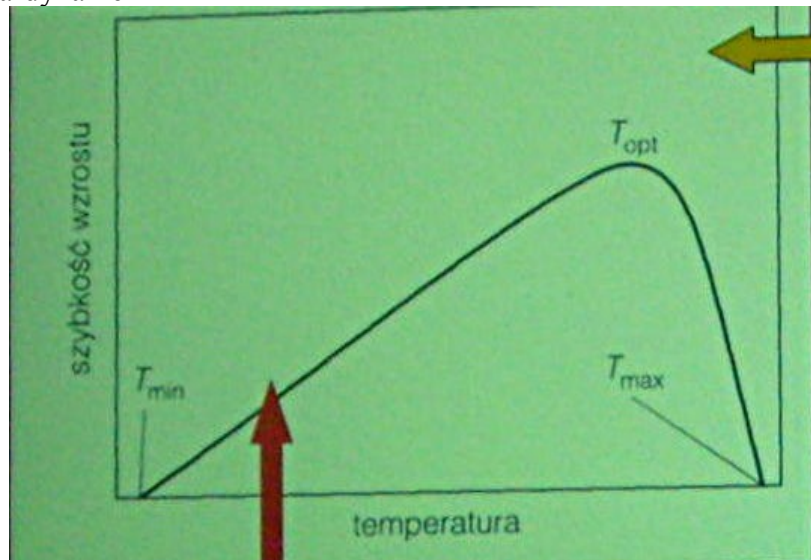
Temperatura minimalna to taka poniżej której organizm nie jest zdolny do wzrostu

Temperatura maksymalna to taka powyżej której nie jest o zdolny do wzrostu

Temperatura optymalna to temperatura, w której organizm rośnie najszybciej

Te trzy temperatury, zwane są temperaturami kardynalnymi

Temperatury kardynalne



TU JEST WYKRES, MOŻE MICHAŚ GO WSTAWI <ŁADNY UŚMIECH MAM> ;)

Tytuł wykresu: Wpływ temperatury na szybkość wzrostu

Różnica między temperaturą minimalną a optymalną wynosi od 10 do 38 °C (średnio 22,9 °C)

Różnica między temperaturą optymalną a maksymalną wynosi od 2 – 24 °C (średnio 9,4 °C)

Podział organizmów na podstawie wartości temperatur optymalnych

- Psychrofile charakteryzuje niski zakres temperatur optymalnych
- Mezofile mają optimum temperatury zlokalizowane między wartościami charakterystycznymi dla psychrofilii i termofilii
- Termofile rosną optymalnie w temperaturach przekraczających 45 °C
- Hipertermofile rosną optymalnie w temperaturach przekraczających 80 °C

Podział prokariotów na podstawie temperatur kardynalnych

	Temperatury kardynalne °C		
	minimalna	optymalna	maksymalna
Psychrofile		15 lub mniej	~20
Micrococcus cryophilus	-4	10	24
Polaromonas vacuolata	0	4	13
Mezofile	15-20	20-45	~45
E. coli	10	37	45
Staphylococcus aureus	6	30-37	46
Termofile		>45	-
Thermus aquaticus	40	70-72	79
Bacillus stearothermophilus	30	60-65	75
Hipertermofile	55 lub więcej	>80	??
Pyrococcus abyssi	67	96	102
Pyrolobus fumarii	90	106	113
„szczep 121”	85	116	121

Psychrofile z optimum 14 -15°C i maksimum 20°C

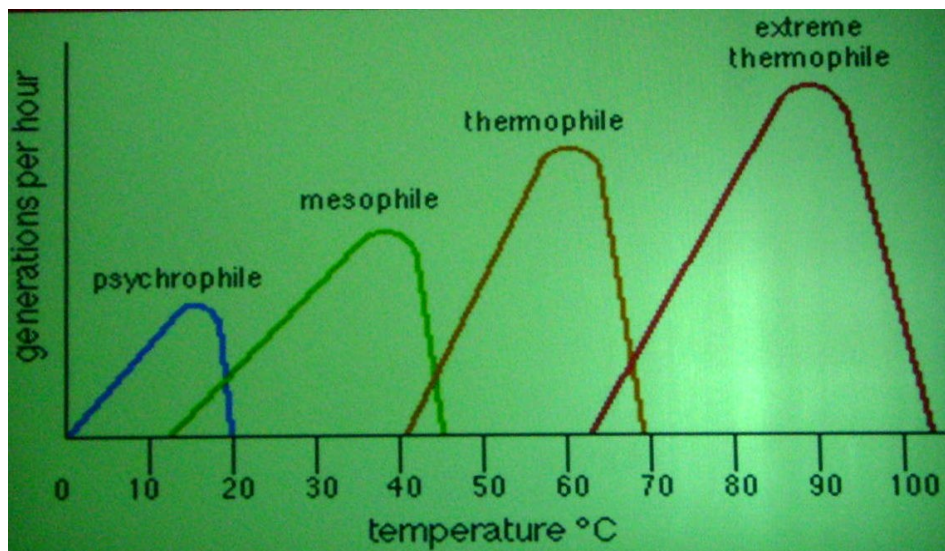
Mezofile z optimum 35 37°C (20 – 45) i maksimum 40 – 41 (ok. 45)°C

Termofile z optimum 55-60°C (>45) i nieokreślonym maximum

Hipertermofile z optimum > 85 (>80)°C i nieokreślonym maximum

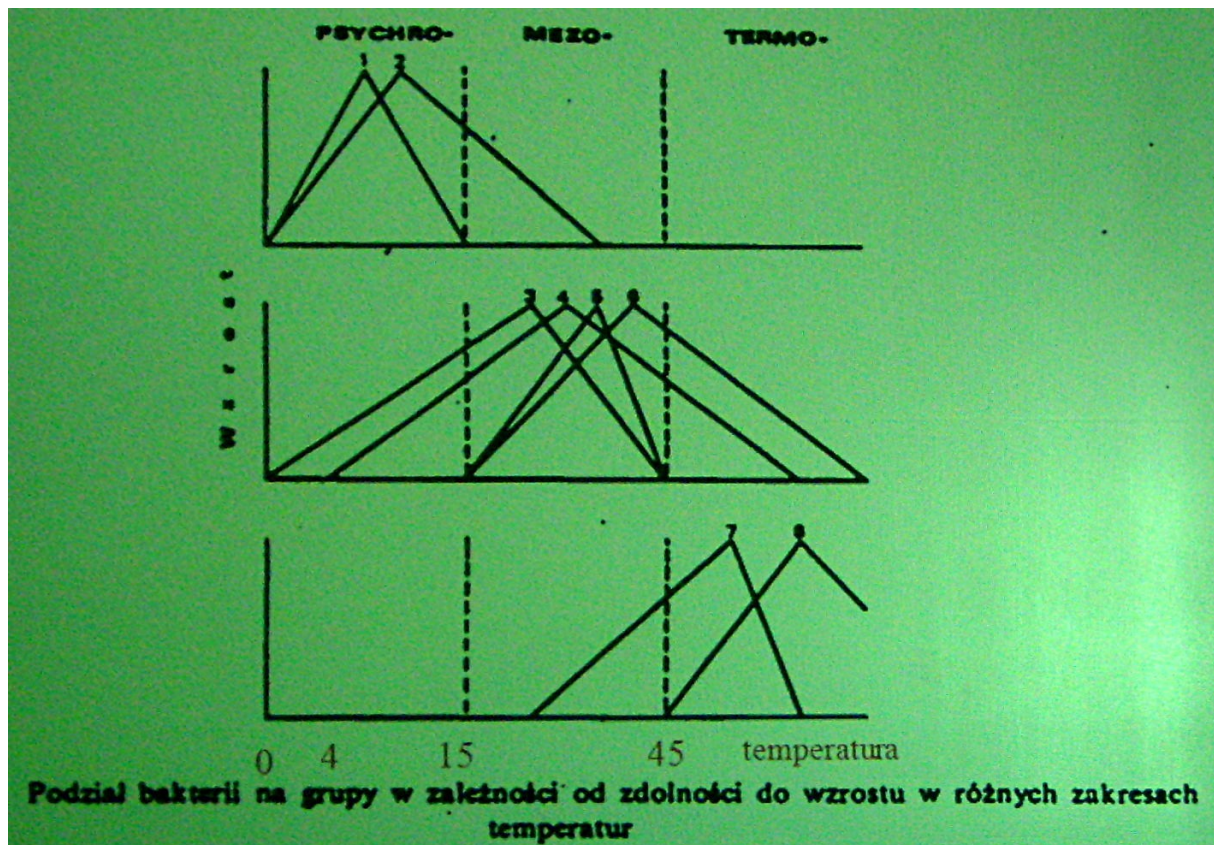
TUTAJ SZALOWY WYKRES, do którego komentarz jest następujący

Liczba generacji jest najmniejsza u psychrofilii, a największa u hipertermofilii



Bakterie można podzielić uwzględniając zdolność wzrostu w temperaturach kardynalnych (min, opt, max)

A TUTAJ MAŁO SZALOWE ALE CHYBA WAŻNE BO DŁUGO ROZKMINIANE



Tytuł wykresów: Podział bakterii na grupy w zależności od zdolności do wzrostu w różnych zakresach temperatur

			t. min	t. opt.	t.max
1	PF	psychrofile			<20
2	PMF	psychromezofile		<18	>20
3	MPF	mezopsychrofile	<15	18-42	<45
4	MEF	mezoeurofile	<15	18-42	>45
5	MF	mezofile	>15	18-42	<45
6	MTF	mezotermofile	>15	>42	
7	TMF	termomezofile	<40	>42	
8	TF	termofile	>40		

Zalety tego podziału

- Podział ten uwzględnia więcej możliwości temperaturowych bakterii
- Opiera się na jednolitych kryteriach
- Obejmuje wszystkie znane gatunki bakterii w tym wciąż odkrywane
- Można uważać go za naturalnych

Według nowego systemu np. w temperaturze 4 °C mogą żyć aktywnie:

- Psychrofile (PF)
- Psychromezofile (PMF)
- Mezopsychrofile (MPF)
- I wyjątkowo mezoeurofile (MEF)

W ekologii mikroorganizmów i w mikrobiologii żywności często używany jest uproszczony schemat:

1. Psychrotolerancy zdolne do wzrostu < 15°C pf, pmf, mpf, meuf
2. Mezotolerancy zdolne do wzrostu w 15- 45°C pmf, mpf, mf, meuf, tmf
3. Termotolerancy zdolne do wzrostu >45°C tf, tmf, mtf, meuf

Psychrofile

- optimum temp 15°C lub mniej;
- maksimum poniżej 20°C
- minimum 0°C lub mniej

Psychrotoleranty (temp minimalna ok. 0°C, temp opt. > 20 (20-25)°C)

Znacznie szerzej rozpowszechnione niż psychrofile są tzw. Psychrotoleranty = psychrofile warunkowe rosną w temperaturach około 0°C, ale są również zdolne do wzrostu w zakresie temperatur 20-40°C

Psychrofile warunkowe (psychrotrofy mezopsychrofile)

1. Można wyizolować z gleby i wody w klimacie umiarkowanym, występują także w produktach spożywczych przechowywanych w lodówce, takich jak przetwory mleczne, mięso, warzywa czy owoce
2. Rosną one najlepiej w temperaturach 20 -25°C, a ich wzrost w temp. Około 0°C jest wolny
3. Niektóre z nich mogą w przechowywaniu w nieodpowiedni sposób jedzeniu namnożyć się w takim stopniu, że stają się zagrożeniem dla zdrowia ludzi. Do takich bakterii należy np. *Listeria monocytogenes*, która wywołuje infekcje jelitowe zwane listeriozami (temp. min – 1°C; temp. opt. 30 -37°C; temp. maks. 45°C)

Psychrofile spotykane są w produktach żywnościowych pochodzenia morskiego
Psychrotrofy spotykane są w nabiale, wędlinach, warzywach i owocach np. *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Bacillus cereus*

Enzymy mikroorganizmów psychrofilnych charakteryzuje termowrażliwość (już 20°C działa na nie niekorzystnie)

Obniżenie temp powoduje:

- zahamowanie wzrostu
- syntezę białek tzw. białka szoku zimna CSP (cold shock proteins) których zadaniem jest przystosowanie do niskich temperatur

Wzrost temperatury powoduje

- zahamowanie wzrostu
- Syntezę białek szoku termicznego HSP (heat shock proteins)

Maksymalna synteza HSP następuje na skutek wzrostu temperatury o 10°C powyżej temperatury optymalnej
Ze środowisk naturalnych częściej niż psychrofile izolowane są psychrotrofy

Przystosowanie do niskich temperatur

1. Enzymy mają w swojej strukturze drugorzędowej więcej **struktur typu α - helisy** daje im to większą plastyczność w niskich temperaturach
2. Enzymy mają **więcej aminokwasów polarnych**, a mniej hydrofobowych, co też im daje większą plastyczność dzięki czemu mogą być aktywne w niskich temperaturach
3. W lipidach błonowych **większa zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych** co umożliwia utrzymanie stanu półpłynnego błony a co za tym idzie nawet w niskich temperaturach zachodzi aktywny transport

Mezofile występują np. w ciałach zwierząt stałocieplnych oraz w glebie i wodach w tej grupie spotykamy organizmy saprofityczne jak i patogenne
Większość gatunków chorobotwórczych jest mezofilami, w tym bakterie wywołujące zatrucia pokarmowe

Typowym mezofilem jest E. coli

Optimum wzrostu na podłożu bogatym i ubogim to odpowiednio 39 i 37°C

Temperatura maksymalna przypada na 48 i 45°C

Temperatura minimalna to 8 i 10°C

Na podłożu minimalny wartości temp maksymalnej i minimalnej mogą się nieco różnić tzn temp. maks. będzie nieco niższa, a temp. min. może być nieco wyższa.

Mezofile Cd

Mezofilami są wszystkie bakterie należące wraz z E.coli do rodziny *Enterobacteriaceae*, a także *Bacillus subtilis*

Bakterie mezofile są wykorzystywane w wielu procesach biotechnologicznych np.

Saccharomyces cerevisiae – drożdże, bakterie fermentacji mlekowej (*Lactobacillus* sp.), bakterie fermentacji octowej

Termofile i hipertermofile

Organizmy, które rosną optymalnie w temperaturze przekraczającej 45°C nazywamy termofilami, a te których optimum temperatury przekracza 80°C hipertermofilami

Hipertermofilami są różnego rodzaju:

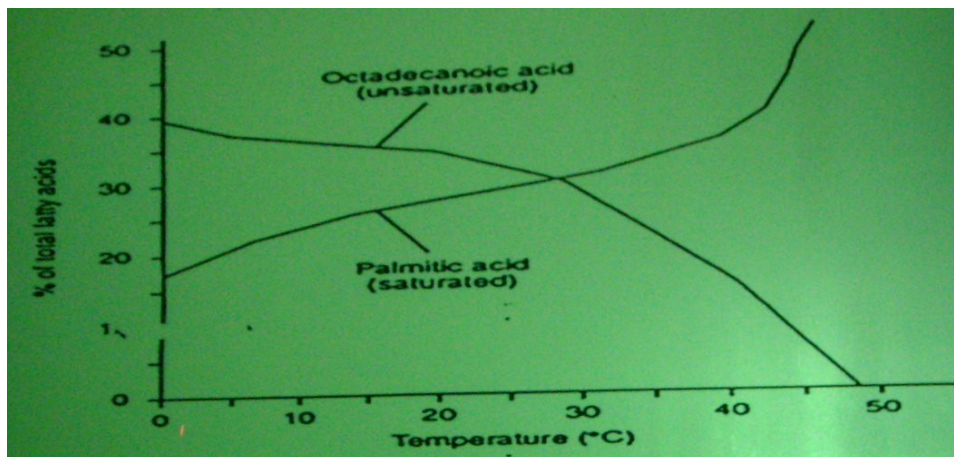
- Archeony w tym wszystkie których nazwy zaczynają się przedrostkiem PYRO (*Pyrococcus furiosus*, *Pyrolobus*, *Pyrobaculum*)
- Bakterie i archeony mające w nazwie: THERM (*Thermus aquaticus*, *Bacillus stearothermophilus*)

Termofile mogą występować:

- W kompostach i kiszonkach (60- 65°C)
- W hałdach górniczych samonagrzewających się
- W urządzeniach grzewczych (55 – 80°C)
- W gorącej wodzie technologicznej
- W gorących źródłach na powierzchni Ziemi i na dnie oceanów

Przystosowanie do wysokich temperatur

1. Białka skład aminokwasowy nie ma w sobie niczego niezwykłego
Zwiększona stabilność białek w wysokich temperaturach wynika:
 - ze sposobu ich zwinięcia
 - zwiększonej liczby wiązań jonowych między różnymi aminokwasami
 - gęstego upakowania hydrofobowego wnętrza białek
 - obecności w cytoplazmie dużej ilości pewnych związków rozpuszczalnych, takich jak **fosforan diinozytolu, fosforan diglicerolu** które chronią białka przed denaturacją cieplną
2. DNA (różne mechanizmy u różnych archeonów)
 - Odwrotna gyraza wprowadza dodatnie superskręty, które czynią DNA opornym na denaturację cieplną („normalna” gyraza wprowadza superskręty ujemne)
 - Cykliczny 2,3 difosfoglicerynian potasu zapobiega zmianom chemicznym np. depurynacji
 - Specyficzne białka niskocząsteczkowe wiążą się z DNA utrzymując jego strukturę dwuniciową
3. Błony mają dużo nasyconych kwasów tłuszczowych co umożliwia ich funkcjonowanie w wysokich temperaturach
 - U hipertermofilnych archeonów błony składają się z pojedynczej warstwy lipidowej (dibifitynytetraeter), która jest znacznie bardziej odporna na denaturację termiczną



Comment: Wraz ze wzrostem temperatury rośnie ilość nasyconych kwasów tłuszczowych

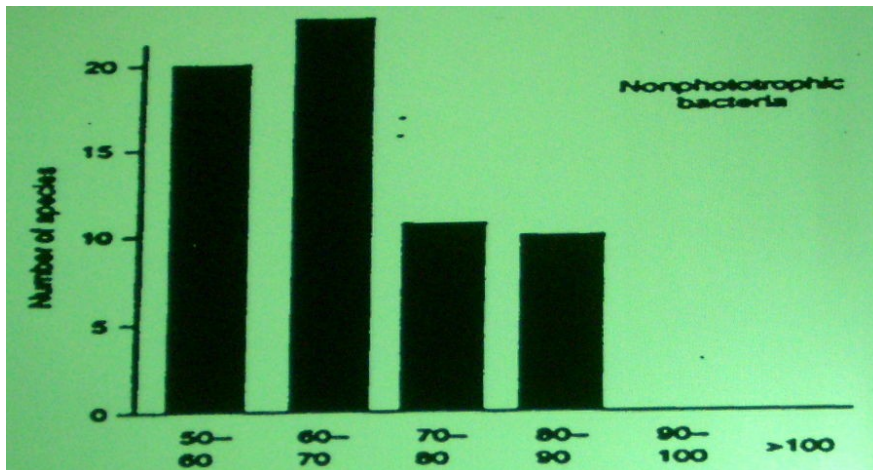
SZALONA TABELA KTOREJ NIE MA SENSU WSTAWIĆ --OK, ale jakby coś jest w fotkach

Najwyższe temperatury w których może żyć różne grupy organizmów

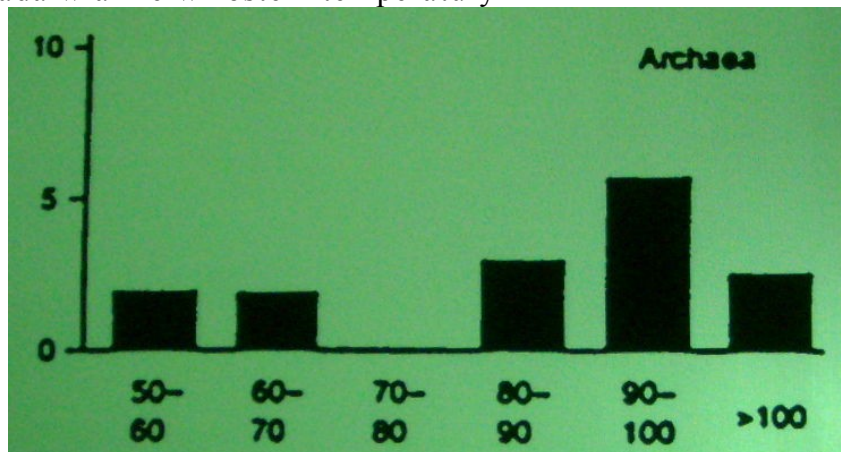
Zwierzęta skorupiaki 49- 50°C; Rośliny Mchy

50°C; Grzyby 60 -62°C, Bakterie(sinice) 70-

74°C; Archeony 121°C



Liczba bakterii heterotroficznych występujących w gorących źródłach
 -Największa liczba gatunków przypada na 50 -70°C, spada wraz ze wzrostem temperatury



Liczba gatunków rośnie wraz ze wzrostem temperatury (ARCHEA)

Przykłady wpływu temperatury na:

1. różnorodność gatunków

- W źródłach gorących największą różnorodność gatunków bakterii obserwuje się przy niskich temperaturach (50 – 70°C)
- W temperaturach powyżej 90°C obserwuje się spadek różnorodności gatunków
- Gdy temperatura nadal rośnie następuje zmiana dominacji w populacji – przeważają przedstawiciele Archea

Przykłady wpływu temperatury na

2. szybkość wzrostu

U zielenic temperaturowa zmiany tolerancji zależą od źródła izolacji np.

- Szczepy Chlorella izolowane z zimnych wód lepiej rosną w niższych temperaturach; mają jednak niższą właściwą szybkość wzrostu

- Szczepy termofilne rosną szybciej w wyższych temperaturach i ich właściwa szybkość wzrostu jest 3x większa niż mezofilnych laboratoryjnych szczepów oraz około 6x większa niż szczepów psychrofilnych

Przykłady wpływu temperatury na:

3. aktywność metaboliczną – współczynnik Q10

Współczynnik Q10 to przyrost aktywności

metabolicznej mikroorganizmów przy zmianie temperatury o 10°C

Jeżeli Q10 = 2.0 to aktywność oddychania

lub fotosyntezy lub redukcji siarczanów

podwaja się przy każdej zmianie temperatury o 10°C

$Q_{10} = \frac{\text{aktywność w temperaturze } T+10^{\circ}\text{C}}{\text{aktywność w temperaturze } T}$