

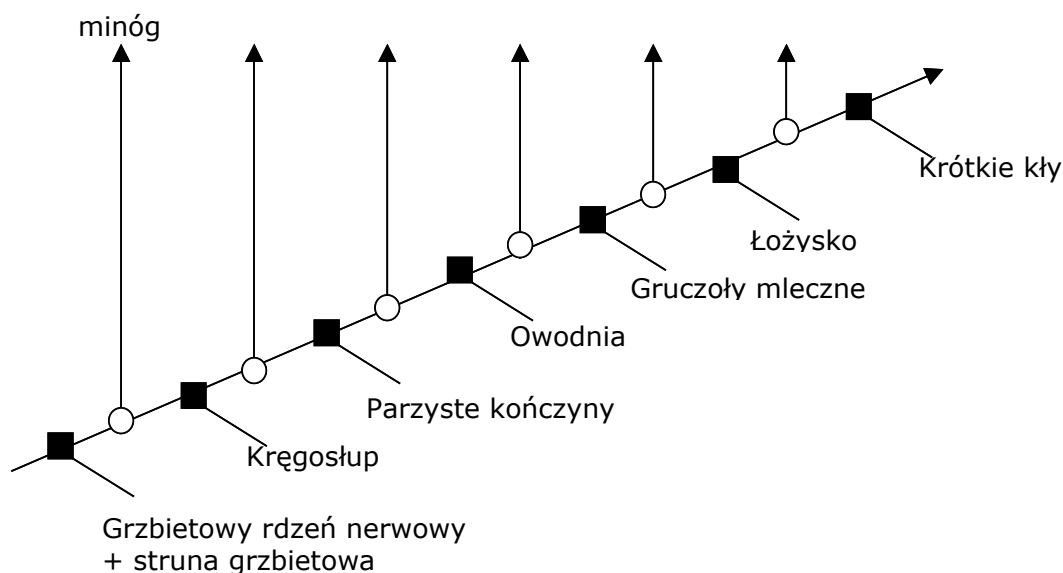
## Rysowanie kladogramów

Kladogramy służą do graficznego przedstawienia pokrewieństwa między organizmami. Można je tworzyć na podstawie dowolnych danych umożliwiających porównanie organizmów, jak dane morfologiczne, czy dane biochemiczne – jak porównywanie sekwencji nukleotydowych DNA lub porównywanie struktur białkowych. Jeśli kladogramy powstałe na podstawie niezależnych danych – np. anatomicznych oraz molekularnych, pokrywają się, mamy większe prawdopodobieństwo, że uzyskany wynik nie jest przypadkowy. Im bardziej niezależne źródła danych do tworzenia kladogramu, tym większa pewność, że ewolucyjne zależności, które kladogram przedstawia, są poprawne.

1. Kladogram poniżej ma przedstawiać pokrewieństwo wybranych zwierząt na podstawie cech anatomicznych. Wpisz nad strzałkami nazwy zwierząt: człowiek, żaba, kangur, żółw, makak (rezus), tuńczyk, zgodnie z ich cechami anatomicznymi.

Dla ułatwienia, najpierw uzupełnij:

- Grzbietowy rdzeń kręgowy i strunę grzbietową posiadają:
- Kręgosłup posiadają wszystkie wymienione zwierzęta, oprócz:
- Parzyste kończyny mają:
- Owodnię mają:
- Gruczoły mleczone są charakterystyczne tylko dla:
- Łóżysko posiadają:
- Otwór wielki czaszkowy (warunkujący dwunożność) jest charakterystyczny tylko dla:



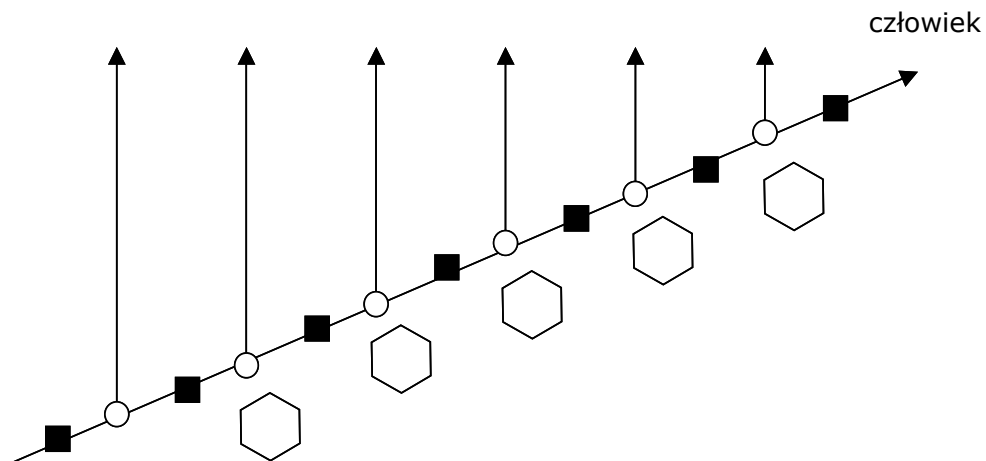
2. Cytochrom c jest białkiem występującym w mitochondriach wszystkich organizmów eukariotycznych jako jeden z przenośników elektronów w łańcuchu oddechowym. Porównaj sekwencje aminokwasowe cytochromu c człowieka z sekwencjami makaka, kangura, żółwia, żaby (amerykańskiej), tuńczyka. Policz różnice w porównywanych sekwencjach aminokwasowych i wpisz je poniżej.

Np. ilość różniących się aminokwasów u człowieka i psa = 10.

a. Liczba aminokwasów różniących sekwencję cytochromu c człowieka od sekwencji

- makaka =
- kangura =
- żółwia =
- żaby =
- tuńczyka =

b. W poniższym kladogramie wpisz w romby liczbę różnic aminokwasowych w sekwencji cytochromu c (policzone w pyt. 2.), a nad strzałkami umieść nazwy zwierząt.



- A. Czy kladogramy uzyskane na podstawie danych anatomicznych i molekularnych są takie same, co to znaczy?
- B. Czy można by przedstawić wiarygodne pokrewieństwo małych człekokształtnych na podstawie porównania sekwencji histonu H4?
- C. Co lepiej porównywać – sekwencje nukleotydowe czy aminokwasowe?

**SEKWENCJE AMINOKWASOWE CYTOCHROMU C 20 RÓŻNYCH GATUNKÓW**

	10								20								30								40								50																										
Numer aminokwasu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9										
Człowiek	-	-	-	-	-	-	-	-	G	D	V	E	K	G	K	K	I	F	I	M	K	C	S	Q	C	H	T	V	E	K	G	G	K	H	K	T	G	P	N	L	H	G	L	F	G	R	K	T	G	Q	A	P	G	Y	S	Y	T	A	A
Makak	-	-	-	-	-	-	-	-	G	D	V	E	K	G	K	K	I	F	I	M	K	C	S	Q	C	H	T	V	E	K	G	G	K	H	K	T	G	P	N	L	H	G	L	F	G	R	K	T	G	Q	A	P	G	Y	S	Y	T	A	A
Koń	-	-	-	-	-	-	-	-	G	D	V	E	K	G	K	K	I	F	V	Q	K	C	A	Q	C	H	T	V	E	K	G	G	K	H	K	T	G	P	N	L	H	G	L	F	G	R	K	T	G	Q	A	P	G	F	T	Y	T	D	A
Świnia, krowa, owca	-	-	-	-	-	-	-	-	G	D	V	E	K	G	K	K	I	F	V	Q	K	C	A	Q	C	H	T	V	E	K	G	G	K	H	K	T	G	P	N	L	H	G	L	F	G	R	K	T	G	Q	A	P	G	F	T	Y	T	D	A
Pies	-	-	-	-	-	-	-	-	G	D	V	E	K	G	K	K	I	F	V	Q	K	C	A	Q	C	H	T	V	E	K	G	G	K	H	K	T	G	P	N	L	H	G	L	F	G	R	K	T	G	Q	A	P	G	F	S	Y	T	D	A
Wieloryb	-	-	-	-	-	-	-	-	G	D	V	E	K	G	K	K	I	F	V	Q	K	C	A	Q	C	H	T	V	E	K	G	G	K	H	K	T	G	P	N	L	H	G	L	F	G	R	K	T	G	Q	A	V	G	F	S	Y	T	D	A
Królik	-	-	-	-	-	-	-	-	G	D	V	E	K	G	K	K	I	F	V	Q	K	C	A	Q	C	H	T	V	E	K	G	G	K	H	K	T	G	P	N	L	H	G	L	F	G	R	K	T	G	Q	A	V	G	F	S	Y	T	D	A
Kangur	-	-	-	-	-	-	-	-	G	D	V	E	K	G	K	K	I	F	V	Q	K	C	A	Q	C	H	T	V	E	K	G	G	K	H	K	T	G	P	N	L	H	G	L	F	G	R	K	T	G	Q	A	P	G	F	T	Y	T	D	A
Kura, indyk	-	-	-	-	-	-	-	-	G	D	I	E	K	G	K	K	I	F	V	Q	K	C	S	Q	C	H	T	V	E	K	G	G	K	H	K	T	G	P	N	L	H	G	L	F	G	R	K	T	G	Q	A	E	G	F	S	Y	T	D	A
Pingwin	-	-	-	-	-	-	-	-	G	D	I	E	K	G	K	K	I	F	V	Q	K	C	S	O	C	H	T	V	E	K	G	G	K	H	K	T	G	P	N	L	H	G	I	F	G	R	K	T	G	Q	A	E	G	F	S	Y	T	D	A
Kaczka	-	-	-	-	-	-	-	-	G	D	V	E	K	G	K	K	I	F	V	Q	K	C	S	Q	C	H	T	V	E	K	G	G	K	H	K	T	G	P	N	L	H	G	L	F	G	R	K	T	G	Q	A	E	G	F	S	Y	T	D	A
Żółw...	-	-	-	-	-	-	-	-	G	D	V	E	K	G	K	K	I	F	V	Q	K	C	A	Q	C	H	T	V	E	K	G	G	K	H	K	T	G	P	N	L	N	G	L	I	G	R	K	T	G	Q	A	E	G	F	S	Y	T	E	A
Żaba	-	-	-	-	-	-	-	-	G	D	V	E	K	G	K	K	I	F	V	Q	K	C	A	Q	C	H	T	C	E	K	G	G	K	H	K	V	G	P	N	L	Y	G	L	I	G	R	K	T	G	Q	A	A	G	F	S	Y	T	D	A
Tuńczyk	-	-	-	-	-	-	-	-	G	D	V	A	K	G	K	K	T	F	V	Q	K	C	A	Q	C	H	T	V	E	N	G	G	K	H	K	V	G	P	N	L	W	G	L	F	G	R	K	T	G	Q	A	E	G	Y	S	Y	T	D	A
Mucha	-	-	-	-	G	V	P	A	G	D	V	E	K	G	K	K	I	F	V	Q	R	C	A	Q	C	H	T	V	E	A	G	G	K	H	K	V	G	P	N	L	H	G	L	F	G	R	K	T	G	Q	A	A	G	F	A	Y	T	N	A
Ćma	-	-	-	-	G	V	P	A	G	N	A	E	N	G	K	K	I	F	V	Q	R	C	A	Q	C	H	T	V	E	A	G	G	K	H	K	V	G	P	N	L	H	G	F	Y	G	R	K	T	G	Q	A	P	G	F	S	Y	S	N	A
Pszenica	A	S	F	S	E	A	P	P	G	N	P	D	A	G	A	K	I	F	K	T	K	C	A	Q	C	H	T	V	D	A	G	A	G	H	K	Q	G	P	N	L	H	G	L	F	G	R	Q	S	G	T	T	A	G	Y	S	Y	S	A	A
Grzyb (Neurospora)	-	-	-	-	G	F	S	A	G	D	S	K	K	G	A	N	L	F	K	T	R	C	A	E	C	H	G	E	G	G	N	L	T	Q	K	I	G	P	A	L	H	G	L	F	G	R	K	T	G	S	V	D	G	Y	A	Y	T	D	A
Drożdże piekarnicze	-	-	-	-	T	E	F	K	A	G	S	A	K	G	A	T	L	F	K	T	R	C	E	L	C	H	T	V	E	K	G	P	H	K	V	G	P	N	L	H	G	I	F	G	R	H	S	G	Q	A	Q	G	Y	S	Y	T	D	A	
Drożdże (Candida)	-	-	P	A	P	F	E	0	G	S	A	K	K	G	A	T	L	F	K	T	R	C	A	E	C	H	T	I	E	A	G	G	P	H	K	V	G	P	N	L	H	G	I	F	S	R	H	S	G	Q	A	Q	G	Y	S	Y	T	D	A

	60								70								80								90								100								110												
Numer aminokwasu	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2
Człowiek	N	K	N	K	G	I	I	W	G	E	D	T	L	M	E	Y	L	E	N	P	K	K	Y	I	P	G	T	K	M	I	F	V	G	I	K	K	K	E	E	R	A	D	L	I	A	Y	L	K	K	A	T	N	E
Makak	N	K	N	K	G	I	T	W	G	E	D	T	L	M	E	Y	L	E	N	P	K	K	Y	I	P	G	T	K	M	I	F	V	G	I	K	K	K	E	E	R	A	D	L	I	A	Y	L	K	K	A	T	N	E
Koń	N	K	N	K	G	I	T	W	K	E	E	T	L	M	E	Y	L	E	N	P	K	K	Y	I	P	G	T	K	M	I	F	A	G	I	K	K	K	T	E	R	E	D	L	I	A	Y	L	K	K	A	T	N	E
Świnia, krowa, owca	N	K	N	K	G	I	T	W	G	E	E	T	L	M	E	Y	L	E	N	P	K	K	Y	I	P	G	T	K	M	I	F	A	G	I	K	K	K	G	E	R	E	D	L	I	A	Y	L	K	K	A	T	N	E
Pies	N	K	N	K	G	I	T	W	G	E	E	T	L	M	E	Y	L	E	N	P	K	K	Y	I	P	G	T	K	M	I	F	A	G	I	K	K	T	G	E	R	A	D	L	I	A	Y	L	K	K	A	T	K	E
Wieloryb	N	K	N	K	G	I	T	W	G	E	E	T	L	M	E	Y	L	E	N	P	K	K	Y	I	P	G	T	K	M	I	F	A	G	I	K	K	K	G	E	R	A	D	L	I	A	Y	L	K	K	A	T	N	E
Królik	N	K	N	K	G	I	T	W	G	E	D	T	L	M	E	Y	L	E	N	P	K	K	Y	I	P	G	T	K	M	I	F	A	G	I	K	K	K	D	E	R	A	D	L	I	A	Y	L	K	K	A	T	N	E
Kangur	N	K	N	K	G	I	I	W	G	E	D	T	L	M	E	Y	L	E	N	P	K	K	Y	I	P	G	T	K	M	I	F	A	G	I	K	K	K	G	E	R	A	D	L	I	A	Y	L	K	K	A	T	N	E
Kura, indyk	N	K	N	K	G	I	T	W	G	E	D	T	L	M	E	Y	L	E	N	P	K	K	Y	I	P	G	T	K	M	I	F	A	G	I	K	K	K	S	E	R	V	D	L	I	A	Y	L	K	D	A	T	S	K
Pingwin	N	K	N	K	G	I	T	W	G	E	D	T	L	M	E	Y	L	E	N	P	K	K	Y	I	P	G	T	K	M	I	F	A	G	I	K	K	K	S	E	R	A	D	L	I	A	Y	L	K	D	A	T	S	K
Kaczka	N	K	N	K	G	I	T	W	G	E	D	T	L	M	E	Y	L	E	N	P	K	K	Y	I	P	G	T	K	M	I	F	A	G	I	K	K	K	S	E	R	A	D	L	I	A	Y	L	K	D	A	T	A	K
Żółw	N	K	N	K	G	I	T	W	G	E	E	T	L	M	E	Y	L	E	N	P	K	K	Y	I	P	G	T	K	M	I	F	A	G	I	K	K	K	A	E	R	A	D	L	I	A	Y	L	K	D	A	T	S	K
Żaba	N	K	N	K	G	I	T	W	G	E	D	T	L	M	E	Y	L	E	N	P	K	K	Y	I	P	G	T	K	M	I	F	A	G	I	K	K	K	G	E	R	Q	D	L	I	A	Y	L	K	S	A	C	S	K
Tuńczyk	N	K	S	K	G	I	V	W	N	N	D	T	L	M	E	Y	L	E	N	P	K	K	Y	I	P	G	T	K	M	I	F	A	G	I	K	K	K	G	E	R	Q	D	L	V	A	Y	L	K	S	A	T	S	-
Mucha	N	K	A	K	G	I	T	W	Q	D	D	T	L	F	E	Y	L	E	N	P	K	K	Y	I	P	G	T	K	M	I	F	A	G	L	K	K	P	N	E	R	G	D	L	I	A	Y	L	K	S	A	T	K	-
Ćma	N	K	A	K	G	I	T	W	G	D	D	T	L	F	E	Y	L	E	N	P	K	K	Y	I	P	G	T	K	M	V	F	A	G	L	K	K	A	N	E	R	A	D	L	I	A	Y	L	K	E	S	T	K	-
Pszenica	N	K	N	K	A	V	E	W	E	N	T	L	Y	D	Y	L	E	N	P	K	K	Y	I	P	G	T	K	M	V	F	P	G	L	K	K	P	Q	D	R	A	D	L	I	A	Y	L	K	K	A	T			