




Laktacja i jej uwarunkowania fizjologiczne

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Animacja](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Laktacja i jej uwarunkowania fizjologiczne

Ludzie, tak jak pozostałe ssaki, przez pierwszy okres życia odżywiają się mlekiem matki.
Źródło: Flickr, domena publiczna.

Mleko jest pierwszym pełnowartościowym pokarmem ssaków przyjmowanym tuż po urodzeniu. Jego skład oraz ilość zmieniają się podczas laktacji i są dostosowane do fazy rozwoju i aktywności noworodka. Mleko jako niejednorodna mieszanina zawiera różne bioaktywne składniki, m.in. białko, laktozę, lipidy, immunoglobuliny, sole mineralne – czyli składniki niezbędne do prawidłowego rozwoju.

Twoje cele

- Omówisz, jakie makro- i mikroelementy wchodzi w skład mleka.
- Porównasz, jak zmienia się skład mleka kobiecego w różnych fazach laktacji.
- Wskażesz hormony kontrolujące wydzielanie mleka.
- Wyjaśnisz, czym jest laktacja.
- Porównasz skład mleka różnych gatunków ssaków.
- Wyjaśnisz uwarunkowania fizjologiczne laktacji.

Przeczytaj



Charakterystyczną cechą ssaków jest występowanie gruczołów mlekowych u samic. Gruczoły te są zazwyczaj parzyste i wydzielają mleko, które jest pokarmem dla młodych ssaków, np. kociąt.

Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Laktacja

Mleko to pierwszy pokarm ssaków, wydzielany przez gruczoły mlekowe w procesie zwanym laktacją, a jego spożywanie klasyfikowane jest jako żywienie węglowodanowo-lipidowe. U każdego gatunku okres produkcji mleka jest różny. U człowieka trwa on zazwyczaj około sześciu miesięcy od porodu, jednak ze względu na właściwości odżywcze mleka zalecane jest przedłużanie laktacji do 12, a nawet i więcej miesięcy.

Okres wydzielania mleka dzieli się na trzy fazy:

- I faza – pierwszy tydzień po porodzie; wydzielane w tym czasie mleko nazywane jest siarą (łac. *colostrum*) i charakteryzuje się większą zawartością białka oraz mniejszą tłuszczu w porównaniu z mlekiem „dojrzałym”; ze względu na dużą zawartość przeciwciał i czynników wzrostu siara uważana jest za doskonały stymulator rozwoju układu odpornościowego noworodka;
- II faza – trwa przez kolejne trzy tygodnie; mleko wydzielane w tym czasie nazywane jest „przejściowym” lub „niedojrzałym”;
- III faza – począwszy od miesiąca po porodzie; mleko wydzielane określane jest jako „dojrzałe”.

Porównanie wybranych składników siary, mleka niedojrzałego i dojrzałego.

Składnik	Siara	Mleko niedojrzałe	Mleko dojrzałe
Woda [g]	88,2	87,4	87,1
Białko [g]	2,0	1,5	1,3
Tłuszcze [g]	2,6	3,7	4,1
Cukry całkowite [g]	6,6	6,9	7,2
Cholesterol [mg]	31	24	16
Wartość energetyczna [kcal]	56	67	69

Źródło: Jolanta Lis, Magdalena Orczyk-Pawiłowicz, Iwona Kątnik-Prastowska, *Białka mleka ludzkiego zaangażowane w procesy immunologiczne*, Postępy Higieny Medycyny Doświadczalnej, 2013, 67, 529–547.

Mleko



Jako produkt żywnościowy dla człowieka najczęściej stosowane jest mleko krowie.

Mleko jest wieloskładnikową mieszaniną, złożoną przede wszystkim z wody, tłuszczu, białka, laktozy, a także witamin, składników mineralnych i innych biologicznie aktywnych związków chemicznych.

Źródło: Pixabay, domena publiczna.

W mleku wyróżnia się trzy fazy: emulsyjną (tłuszczową), koloidalną (białkową) i molekularną (laktoza i sole mineralne). Skład chemiczny mleka jest wypadkową działania wielu czynników, takich jak m.in. faza laktacji, gatunek, wiek, żywienie/dieta, rasa, użytkowanie (dotyczy zwierząt) oraz stan zdrowia.

Porównanie wybranych składników mleka krowiego i kobiecego.

Substancje odżywcze (w 100g mleka)	Mleko krowie	Mleko kobiece
Tłuszcze [g]	4,1	3,4
Białka [g]	3,2	1,1

Substancje odżywcze (w 100g mleka)	Mleko kobiece	Mleko krowie
Węglowodany [g]	7,4	4,4
Tauryna [mg]	1,8	0,1
Wapń [mg]	33	125
Fosfor [mg]	15	96
Ryboflawina [mg]	0,02	0,19
Witamina C [mg]	3	2

Źródło: Zygmunt Zdrojewicz, Marta Herman, Marta Sałamacha, Ewa Starostecka, *Ludzkie mleko – fakty i mity*, *Pediatr Med Rodz* 2017, 13 (1), 11–20).

Skład mleka

Tłuszcz

Tłuszcz jest głównym składnikiem energetycznym mleka (dostarcza od 45 do 55% energii z mleka), w którym występuje w postaci rozproszonych, drobnych kuleczek tłuszczowych tworzących emulsję. Tłuszcz mlekowy jest mieszaniną tłuszczów: zarówno prostych (trójglicerydy – największy udział, około 98%), jak i złożonych, a także wolnych kwasów tłuszczowych. Zawarte w mleku nasycone kwasy tłuszczowe oprócz funkcji energetycznej wykazują [działanie immunomodulacyjne](#). Z kolei cholesterol jest ważnym składnikiem diety, niezbędnym do syntezy kwasów żółciowych, witamin i niektórych hormonów. Pełni również funkcję stabilizującą błony komórkowe.



Tłuszcz mleczny znany z życia codziennego to masło, czyli otrzymywany ze śmietany z mleka krowiego produkt jadalny, który zawiera od 80% do 90% tłuszczu.

Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Ciekawostka

Tłuszcz zawarty w mleku jest najłatwiej strawnym tłuszczem pochodzenia zwierzęcego.

Białko

Białka stanowią około 1% dojrzałego mleka ludzkiego. Wśród nich wyróżnia się białka serwatkowe (w postaci rozpuszczonej) i kazeinowe (białka nierozpuszczalne). W mleku kobiecym białka serwatkowe stanowią $\frac{3}{4}$ zawartości białka. U zwierząt gospodarskich (bydło, kozy) stosunek ten jest odmienny – ich mleko zawiera znacznie więcej kazein niż białek serwatkowych.

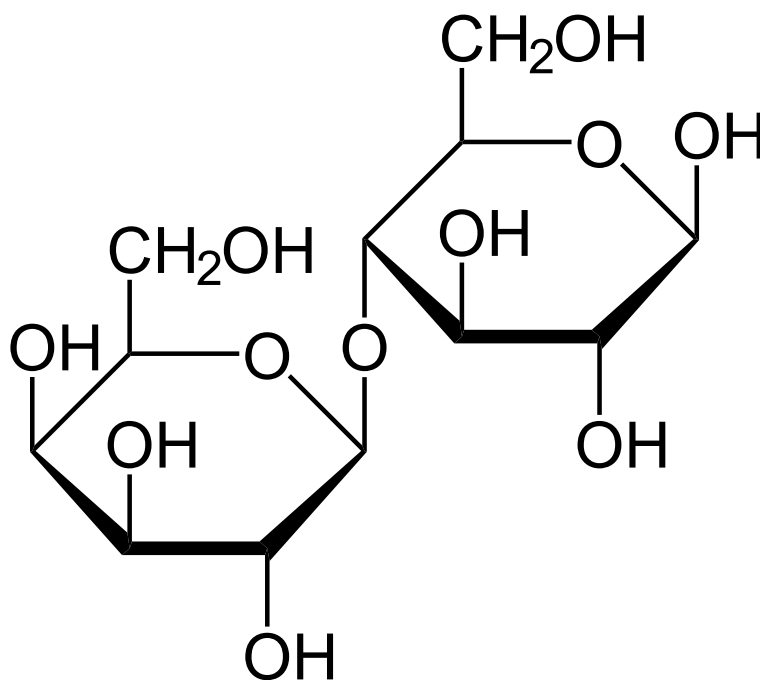
Grupa białek	Białko	Główne funkcje
Białka serwatkowe	α -laktoalbumina	biosynteza laktozy
		wiązanie Ca i Zn
		transport witaminy E do mózgu
	laktoferyna	Wiązanie Fe
		Działanie przeciwbakteryjne, przeciwwirusowe, przeciwnowotworowe
	lizozym	Działanie przeciwbakteryjne
Wiązanie kwasu foliowego		
Zawartość lizozymu wzrasta wraz z długością laktacji		
Kazeiny	kazeina β	Absorbpcja wapnia
	kazeina K	Stymulacja rozwoju mikroflory jelit
	kazeina α S1	Działanie przeciwbakteryjne
		Immunostymulacja
Kazeina α S1 jest głównym białkiem w mleku krowim		

Grupa białek	Białko	Główne funkcje
	kazeina α S2	Nie występuje w mleku kobiecym

W mleku obecne są immunoglobuliny – głównie wydzielnicze IgA (sIgA). Pozostałe: IgM, IgG, IgD, IgE stanowią niewielką część. Wraz z mlekiem przeciwciała przekazywane są noworodkowi, dzięki czemu rozwija on odporność nabytą. W mleku obecne są również czynniki wzrostu, takie jak czynnik wzrostu nabłonka (EGF, ang. *epidermal growth factor*), neurotropowy czynnik pochodzenia mózgowego (BDNF, ang. *brain-derived neurotrophic factor*) oraz glejopochodny czynnik neurotropowy (GDNF, ang. *glial cell-derived neurotrophic factor*). Odpowiedzialne są one za dojrzewanie błony śluzowej oraz rozwój układu nerwowego jelit.

Laktoza

Laktoza jest najważniejszym węglowodanem mleka, syntetyzowanym z zawartej we krwi glukozy. Spośród mleka wszystkich ssaków największą zawartością laktozy charakteryzuje się mleko kobiece. Związane jest to z zapotrzebowaniem energetycznym rosnącego mózgu dziecka. Laktoza nadaje również słodkawy smak mleku oraz pełni funkcje [osmoregulacyjne](#).



Laktoza jest również stymulatorem absorpcji mikro- i makroelementów. Cukier ten stanowi naturalny probiotyk oraz pobudza perystaltykę jelit. Cząsteczka laktozy zbudowana jest z D-galaktozy i D-glukozy, połączonych wiązaniem β -1,4-glikozydowym.

Źródło: Wikimedia Commons, domena publiczna.

Ważne!

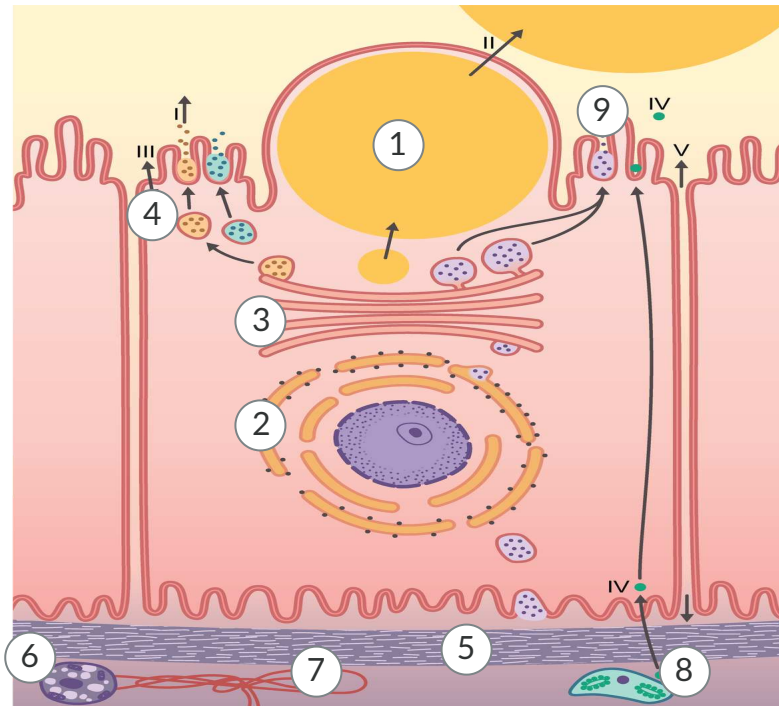
Laktoza jest niezbędna do rozwoju mikroflory jelitowej (*Lactobacillus bifidus* oraz *Lactobacillus acidophilus*).

Witaminy i mikroelementy

Mleko bogate jest także w składniki mineralne takie jak: sód, potas, chlor, wapń, magnez i fosfor. Wpływają one na właściwości fizyczne mleka oraz stabilność jego białek. Ponadto katalizują niektóre reakcje i wpływają na jego smak. W mleku znajdują się także witaminy: zarówno rozpuszczalne w tłuszczach (A, E), jak i w wodzie (B₁, B₂, B₃, B₄, B₆, B₈, B₉, B₁₂ i C). Witaminy D i K powinny być dodatkowo suplementowane u dzieci i dorosłych.

Gruczoł mlekowy i wydzielanie składników mleka

Gruczoły mlekowe powstały na drodze ewolucyjnego przekształcenia gruczołów potowych, a ich budowa wewnętrzna wygląda podobnie u wszystkich ssaków. Gruczoł mlekowy zbudowany jest z nabłonków wydzielniczych tkanki gruczołowej (komórki mlekotwórcze), a także z tkanki łącznej i tłuszczowej. U mężczyzn pod wpływem testosteronu indukowana jest nieodwracalna [nekroza](#) tego gruczołu. Proces wydzielania mleka składa się z dwóch procesów: metabolizmu komórkowego wewnątrz pęcherzyków mlekotwórczych oraz przesączania składników z osocza krwi.



1

Lipidy

2

Retikulum endoplazmatyczne szorstkie (granularne)

3

Aparat Golgiego

4

Pęcherzyk wydzielniczy

5

Błona podstawna

6

Adipocyty

7

Kapilary

8

Plazmocyty

9

Egzocytoza

Schemat powstawania mleka w komórkach nabłonkowych aktywnego gruczołu mlekowego.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o. na podstawie: Jolanta Lis, Magdalena Orczyk-Pawiłowicz, Iwona Kątnik-Prastowska, *Białka mleka ludzkiego zaangażowane w procesy immunologiczne*, *Postepy Hig Med Dosw* (online), 2013; 67: 529-547, licencja: CC BY-SA 3.0.

Procesy oznaczone na ilustracji:

Synteza, transport i wydzielanie białek na drodze egzocytozy.

Wydzielanie powstałych w RE trójacylogliceroli, które wydzielane są wraz z otaczającą je błoną komórkową.

Transport związków niskocząsteczkowych (K^+ , Na^+ , Cl^-) na drodze dyfuzji.

Wytwarzanie wydzielniczych IgA. W procesie tym zsyntetyzowane przez plazmocyty cząsteczki IgA są wiązane przez odpowiednie receptory na jednym biegunie komórek nabłonkowych, a następnie w postaci pęcherzyków wewnątrzcytoplazmatycznych transportowane na ich drugi koniec. Po połączeniu się pęcherzyka z błoną komórki transportowane cząsteczki IgA są uwalniane do mleka. W podobny sposób mogą z osocza do mleka przedostawać się inne białka, hormony oraz czynniki wzrostu.

Sposób przedostawania się składników osoczowych takich jak albumina czy immunoglobuliny. Odgrywa ważną rolę w okresie okołoporodowym.

Kontrola neurohormonalna wydzielania mleka

Czynnikami stymulującymi wzrost i rozwój gruczołu mlekowego są hormony jajnikowe. Najważniejsze z nich to estrogen i progesteron. Estrogen odpowiedzialny jest za wzrost przewodów wydzielniczych, zaś progesteron wpływa na różnicowanie i rozwój pęcherzyków mlekotwórczych. Do rozpoczęcia [laktogenezy](#) niezbędny jest hormon wydzielany przez przedni płat przysadki mózgowej – prolaktyna, która stymuluje wzrost nabłonka pęcherzyków mlekowych. Wydzielanie prolaktyny rozpoczyna się w odpowiedzi na ssanie sutka (lub strzyku u zwierząt).

Pod wpływem ssania brodawek sutkowych do krwioobiegu uwalniana jest oksytocyna. Hormon ten powoduje nie tylko skurcze macicy podczas porodu, ale również umożliwia usuwanie mleka z piersi.

Istotną rolę w laktogenezie odgrywa poziom estrogenów, progesteronu, glikokortykoidów, hormonu wzrostu i lokalnie wydzielanych czynników wzrostu, które kontrolują wydłużanie i rozgałęzianie się pierwotnych kanałów i przewodów pęcherzykowych gruczołu mlekowego. Z kolei hormony nadnerczy i tarczycy pobudzają przemianę materii całego organizmu, bezpośrednio wpływając na laktację. Niedobór tyroksyny i trójiodotyroniny może powodować zmniejszenie produkcji mleka oraz hamować odpowiedź oksytocyny na ssanie piersi przez dziecko. Z kolei nadmiar tych hormonów może odpowiadać za wczesne wydzielanie mleka oraz zaburzać działanie oksytocyny i prolaktyny. Stres i przemęczenie, których skutkiem może być wydzielanie hormonów nadnerczy adrenaliny i kortyzolu, może negatywnie wpływać na laktację.

Słownik

adipocyty

komórki tkanki tłuszczowej; wyróżnia się komórki tłuszczowe jednopęcherzykowe tkanki tłuszczowej żółtej (większe, zawierające pojedynczą kroplę tłuszczu) oraz komórki tłuszczowe wielopęcherzykowe tkanki tłuszczowej brunatnej (mniejsze, z licznymi kropelkami tłuszczu)

działanie immunomodulacyjne

działanie stymulujące układ odpornościowy do regulacji odpowiedzi immunologicznej przeciwko patogenom, za pomocą cząsteczek zwanych immunomodulatorami – mogą one pobudzać lub hamować układ odpornościowy

funkcje osmoregulacyjne

funkcje umożliwiające zachowanie prawidłowego ciśnienia osmotycznego w płynach ustrojowych przez regulację stężenia elektrolitów i objętości wody w tych płynach

kapilary

naczynia włosowate; zbudowane ze śródbłonna naczynia krwionośne lub chłonne, docierające do każdej komórki

laktogeneza

proces wzrostu i rozwoju gruczołu mlekowego oraz syntezy składników mleka

nekroza

miejscowe obumarcie komórek, tkanek, a nawet narządu w wyniku działania czynników wewnętrznych lub zewnętrznych, jak np. niedokrwienie (np. mięśnia sercowego po zawale), oparzenia, odmrożenia, uszkodzenia mechaniczne, działanie związków chemicznych (kwasów, zasad, toksyn, w tym jadów zwierzęcych i bakteryjnych)

plazmocyty

komórki układu odpornościowego produkujące przeciwciała

siara

u człowieka mleko wydzielane w pierwszym tygodniu po porodzie, charakteryzuje się większą zawartością białek, przede wszystkim czynników wzrostu oraz przeciwciał, dzięki czemu stymuluje rozwój układu immunologicznego noworodka

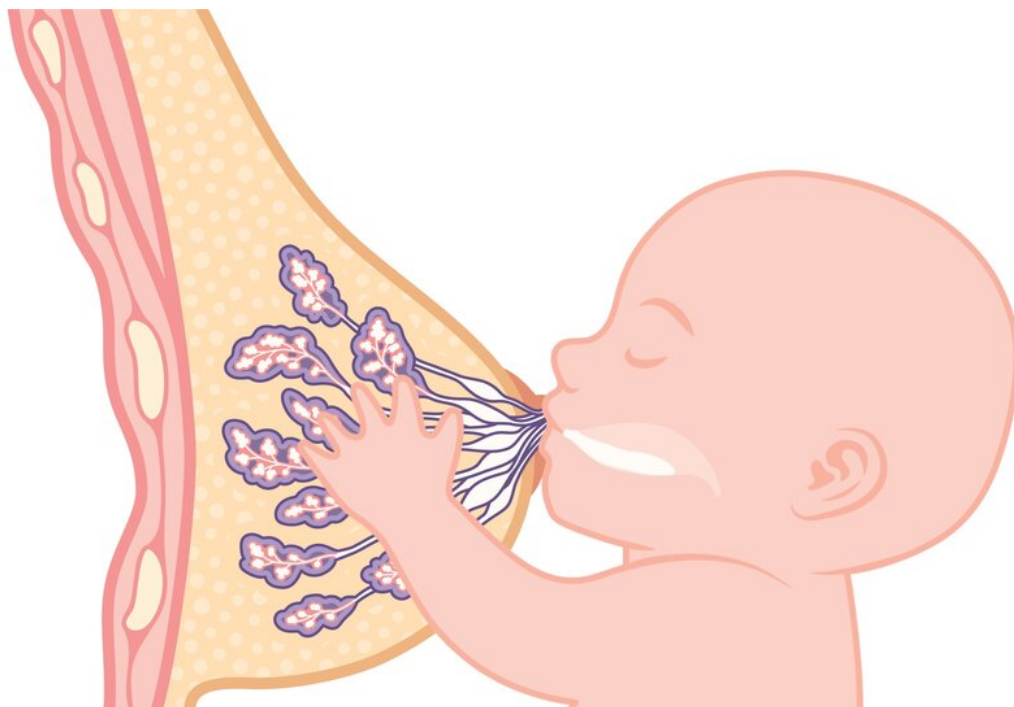
sekrecja (wydzielanie)

wytwarzanie przez komórki wydzielnicze i wyprowadzanie poza ich obręb wydzielin regulujących czynność komórek i narządów własnego organizmu

wydzielanie apokrynowe

typ wydzielania polegającego na tym, że wydzielina gromadzi się w szczytowej części komórki, która odrywa się, uwalniając wydzielinę

Animacja



Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1IZoXkomjr3T>

Laktacja i jej uwarunkowania fizjologiczne.




Źródło: reż. Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Film nawiązujący do treści materiału pod tytułem: Laktacja i jej uwarunkowania fizjologiczne.

Polecenie 1

Polecenie 2

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



Ćwiczenie 5



Ćwiczenie 6



Ćwiczenie 7



Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 8



Składnik	Mleko ludzkie, stężenie [g/l]	Mleko krowie, stężenie [g/l]
Białka kazeinowe	7	26,4
Kazeina β	4,7	9,6
Kazeina κ	1,4	3,4
Kazeina α S1	0,9	10,6
Kazeina α S2	-	2,8
Białka serwatkowe	7,28	5,24
Laktoglobulina β	-	3,1
Laktoglobulina α	3	0,9
Albuminy surowicy	0,5	0,3
Laktoferyna	2	0,1
Lizozym	0,5	0,0004
Osteopontyna	0,14	0,02
IgG	0,04	0,63
IgA	1	0,1
IgM	0,1	0,09

Dla nauczyciela

Autor: Daria Reczyńska

Przedmiot: biologia

Temat: Laktacja i jej uwarunkowania fizjologiczne

Grupa docelowa: uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

V. Budowa i fizjologia człowieka.

3. Odporność. Uczeń:

2) opisuje sposoby nabywania odporności swoistej (czynny i bierny);

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XI. Funkcjonowanie zwierząt.

2. Porównanie poszczególnych czynności życiowych zwierząt, z uwzględnieniem struktur odpowiedzialnych za ich przeprowadzanie.

9) Rozmnażanie i rozwój. Uczeń:

q) przedstawia przebieg ciąży z uwzględnieniem funkcji łożyska; analizuje wpływ czynników wewnętrznych i zewnętrznych na przebieg ciąży; wyjaśnia istotę i znaczenie badań prenatalnych,

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii;
- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne:

Uczeń:

- omawia skład mleka kobiecego;
- porównuje skład mleka kobiecego z mlekiem innych gatunków ssaków;
- wyjaśnia, czym jest laktacja;
- wskazuje hormony kontrolujące produkcję i wydzielanie mleka;
- przedstawia rolę mleka w żywieniu noworodków;
- ocenia konieczność karmienia noworodków ssaków mlekiem matki.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm;
- WebQuest.

Metody i techniki nauczania:

- burza mózgów;
- praca z materiałem źródłowym z e-materiału;
- ćwiczenia przedmiotowe;
- mapa myśli;

- drzewo decyzyjne.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w grupach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- animacja;
- ćwiczenia przedmiotowe;
- drzewo decyzyjne;
- szary papier;
- flamastry;
- magnesy.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Nauczyciel rozpoczyna burzę mózgów, mówiąc: „Człowiek jest przedstawicielem ssaków. Jakie są cechy charakterystyczne tej gromady w odniesieniu do opieki nad potomstwem? Co jest pierwszym pokarmem tych zwierząt?”
2. Nauczyciel przedstawia uczniom temat i cele lekcji.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel dzieli uczniów na czteroosobowe grupy. Każda z nich otrzymuje arkusz szarego papieru i flamastry. Na podstawie tekstu zamieszczonego w sekcji

„Przeczytaj” uczniowie wykonują mapę myśli, której centralne miejsce zajmuje hasło „mleko”. Pytania pomocnicze:

- W jaki sposób wydzielane jest mleko?
- Jakie są fazy wydzielania mleka i czym się one charakteryzują?
- Jaki jest skład mleka?
- Jakie fazy występują w mleku?
- Co zawierają poszczególne fazy mleka?
- W jaki sposób hormony wpływają na wydzielanie mleka?

2. Zespoły kolejno prezentują wyniki swojej pracy. Nauczyciel w razie potrzeby dopowiada potrzebne informacje lub koryguje błędy.
3. Wybrane osoby wskazują różnice w składzie mleka kobiecego i krowiego.
4. Nauczyciel rozdaje grupom drzewa decyzyjne. Uczniowie rozwiązują problem „Czy mleko krowie zaspakaja potrzeby noworodka ludzkiego?”.
5. Chętni uczniowie przedstawiają swoje odpowiedzi. Nauczyciel w razie potrzeby dopowiada potrzebne informacje lub koryguje błędy.
6. Uczniowie zapoznają się z animacją pt. „Laktacja i jej uwarunkowania fizjologiczne” zawartą w e-materiale, a następnie wykonują polecenia 1 („Obejrzyj animację, a następnie wskaż i opisz różnice pomiędzy siarą a „dojrzałym” mlekiem”) i 2 („Omów rolę oksytocyny i prolaktyny w laktacji”).

Faza podsumowująca:

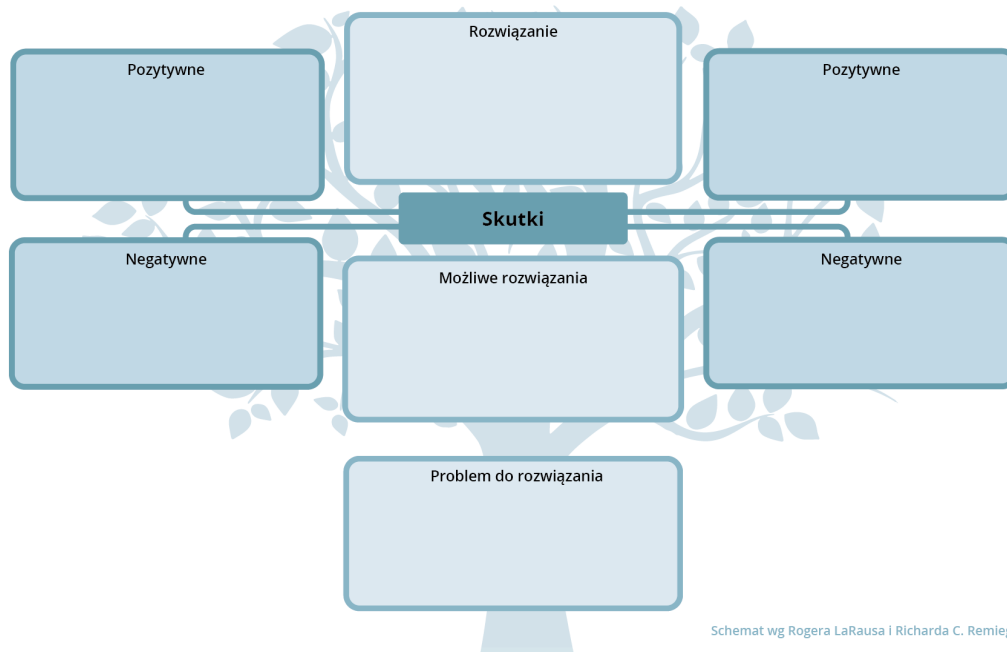
1. Uczniowie odpowiadają na pytania podsumowujące lekcję:
 - Co to jest laktacja?
 - Jaka jest różnica w składzie mleka kobiecego i krowiego?
 - Jakie hormony biorą udział w kontrolowaniu procesu laktacji?
2. Nauczyciel ocenia pracę uczniów podczas lekcji.

Praca domowa:

Uczniowie wykonują ćwiczenia 7 (dotyczące zmian kaloryczności mleka) i 8 (dotyczące różnic w zawartości białek w mleku kobyecym i krowim) zawarte w e-materiale. Przygotowują uzasadnienia poprawnych odpowiedzi.

Materiały pomocnicze

- drzewo decyzyjne:



Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania animacji:

Animacja może zostać wykorzystana w fazie przygotowującej do lekcji.