

Typy bruzdkowania w różnych grupach zwierząt

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



Typy bruzdkowania w różnych grupach zwierząt

Rozwój zarodkowy bezkręgowca morskiego *Molgula occidentalis* (po lewej) oraz przejrzystki (*Ciona intestinalis*), gatunku żachwy (po prawej).

Źródło: „eLife”, Flickr, licencja: CC BY 2.0.

Początkowo każdy zarodek wygląda podobnie – jest pojedynczą komórką, która zaczyna się intensywnie dzielić. Chociaż rozwój zarodków to ciągły proces, można w nim wyróżnić poszczególne etapy, podczas których zachodzą specyficzne przemiany. Pierwszym z tych etapów jest **bruzdkowanie**.

Twoje cele

- Wyjaśnisz związek bruzdkowania z rozwojem zarodka.
- Rozróżnisz morulę od blastuli.
- Scharakteryzujesz poznane typy bruzdkowania.
- Wymienisz grupy zwierząt, u których występują poznane typy bruzdkowania.

Przeczytaj

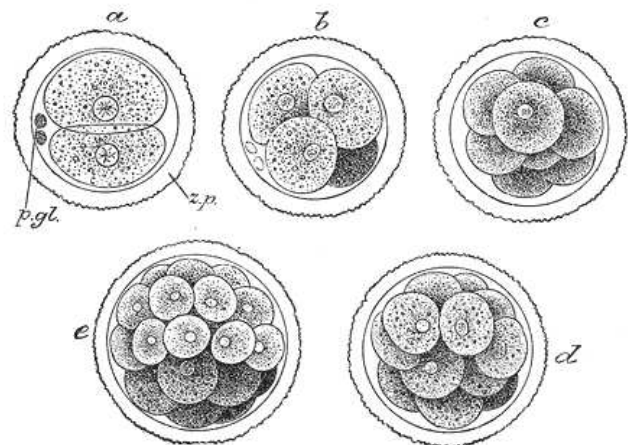
Czym jest bruźdkowanie?

Bruźdkowanie to podziały mitotyczne zachodzące we wstępnym stadium rozwoju zarodka, tuż po zapłodnieniu komórki jajowej lub jej aktywacji w przypadku [partenogenezy](#). Z powstających komórek – **blastomerów** – tworzą się warstwy zarodkowe, z których rozwiną się przyszłe narządy. Bruźdkowanie trwa aż do stadium [blastuli](#). Stadium poprzedzającym jej powstanie jest [morula](#).

Przebieg bruźdkowania jest charakterystyczny oraz stały dla danej grupy zwierząt.

Morula

Morula to stadium średnio zaawansowanego bruźdkowania całkowitego. Morula może (w zależności od grupy zwierząt) składać się z 8, 16, 32, 64 lub 128 blastomerów. Stadium to poprzedza wytworzenie blastuli, a więc nie zawiera jeszcze pierwotnej jamy ciała – [blastocelu](#).



Przebieg procesu bruźdkowania do etapu powstania moruli; a – stadium 2-komórkowe, b – stadium 4-komórkowe, c – stadium 8-komórkowe, d,e – morula.

Źródło: Wikimedia Commons, domena publiczna.



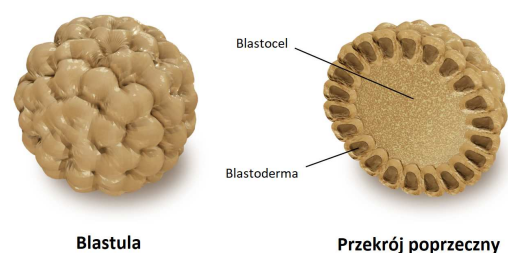
Morula wzięła swoją nazwę od owocu morwy białej (*Morus alba*), którą przypomina wyglądem.

Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Blastula

Blastula to stadium rozwoju zarodkowego powstałe w wyniku bruzdkowania. Budowa blastuli zależy od ilości i rozmieszczenia [żółtka](#) w jajku.

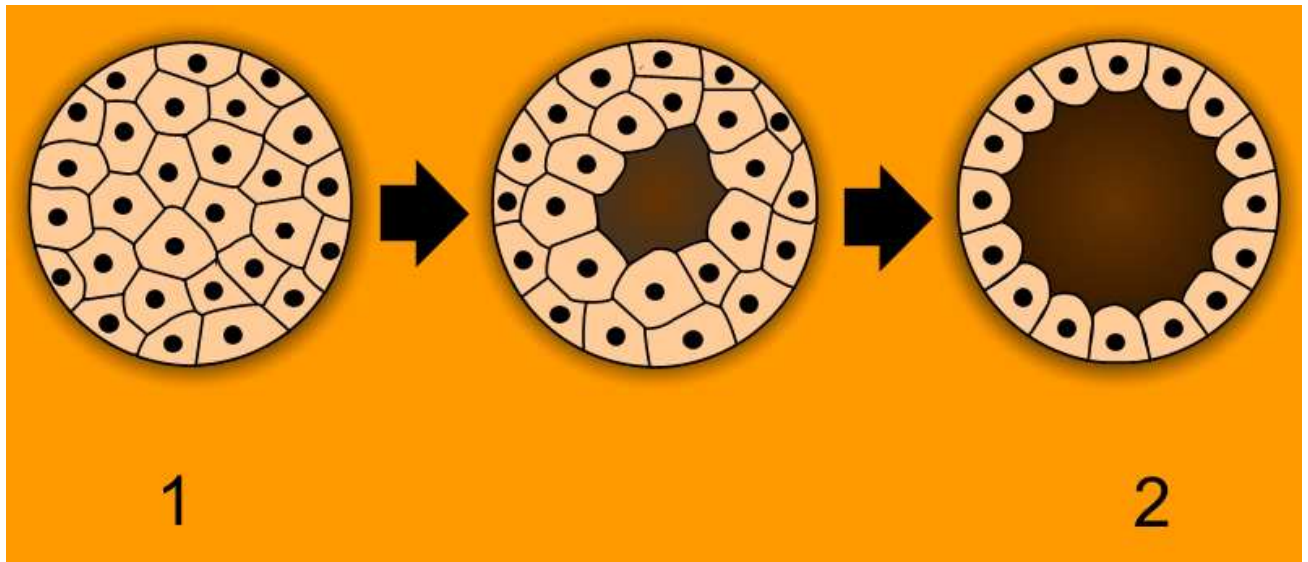
U większości zwierząt ma ona kształt kulistego pęcherzyka (celoblastula). Jego ściana (**blastoderma**) jest zbudowana z jednej lub kilku warstw komórek otaczających jamę blastuli (pierwotną jamę ciała – **blastocel**), która wypełniona jest płynem.



Budowa blastuli.

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

Przeczytaj więcej na ten temat w e-materiale pt. [Typy blastul](#).



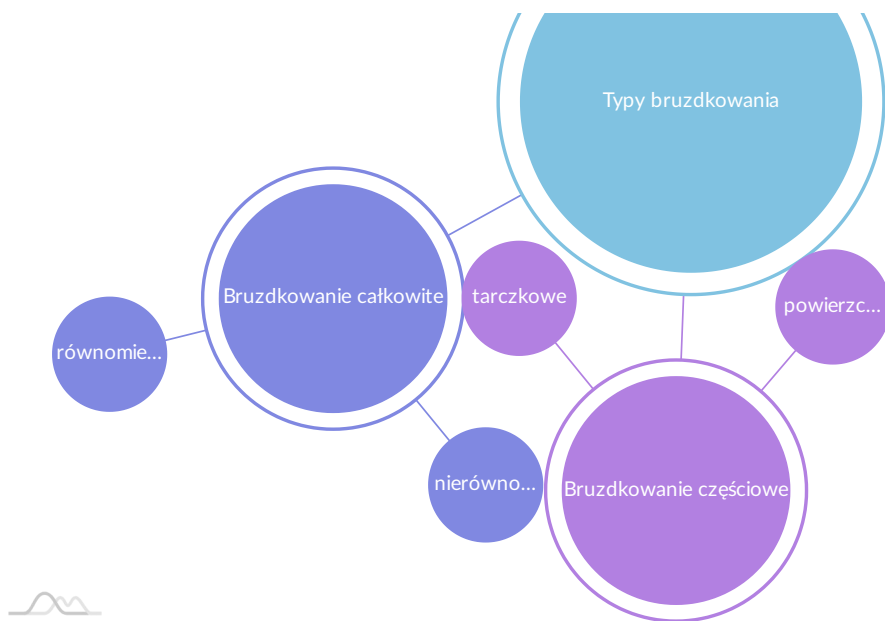
Przekształcanie moruli w blastulę w procesie bruzdkowania.

Źródło: Wikimedia Commons, domena publiczna.

Typy bruzdkowania

Przebieg bruzdkowania zależy od ilości żółtka zawartego w komórce jajowej.

Wyróżniamy następujące typy bruzdkowania:



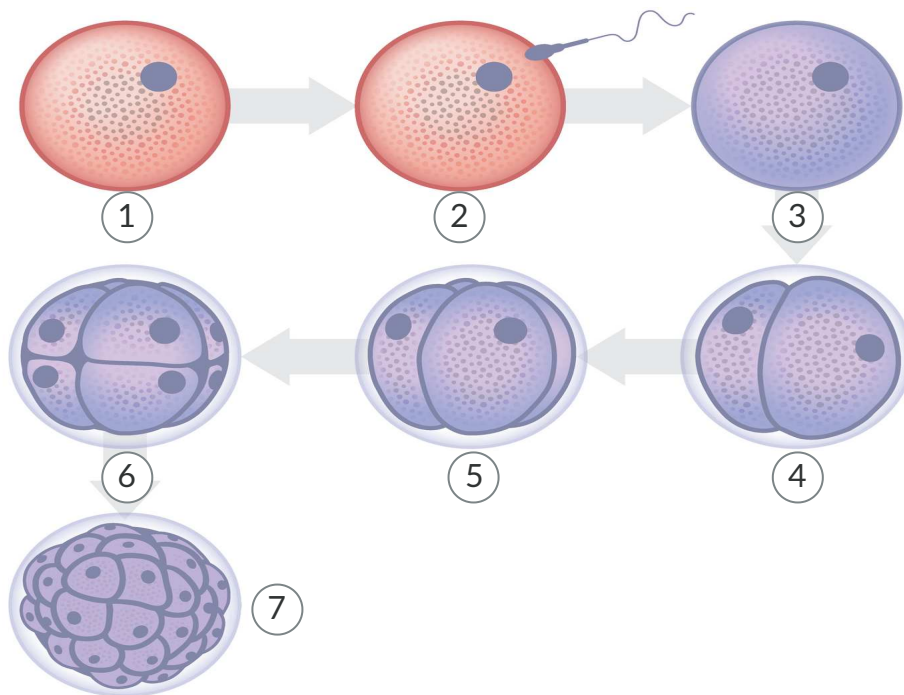
Bruzdkowanie całkowite równomierne

Bruzdkowanie całkowite równomierne zachodzi w przypadku **jaj z małą ilością żółtka**, czyli tzw. skąpożółtkowych. Są to jaja:

- alecycalne – komórka jajowa pozbawiona jest substancji odżywczych (prawie nie zawiera żółtka);
- oligolecycalne – komórka jajowa zawiera niewielką ilość substancji odżywczych (żółtka).

Dzieli się one w całości na jednakowe blastomery (2, 4, 8, 16, 32 itd.), wyraźnie od siebie oddzielone.

Ten typ bruzdkowania występuje u jeźowców, osłonnic, lancetnika i ssaków łożyskowych.



1

Komórka jajowa

2

Zapłodnienie

3

Zygota

4

Stadium
2 blastomerów

5

Stadium 4 blastomerów

6

Stadium 8 blastomerów

7

Morula

Bruzdowanie całkowite równomierne w przypadku jaja oligolecytalnego. Blastomery są równej wielkości.

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

Bruzdowanie całkowite nierównomierne

Bruzdowanie całkowite nierównomierne zachodzi w przypadku **jaj o średniej ilości żółtka** (jaja mezolecytalne), telolecytalnych – z żółtkiem usytuowanym na jednym biegunie (wegetatywnym), natomiast cytoplazmą na drugim biegunie (animalnym), gdzie tworzy się tarczka zarodkowa (mała grupa komórek w kształcie spłaszczonego dysku).

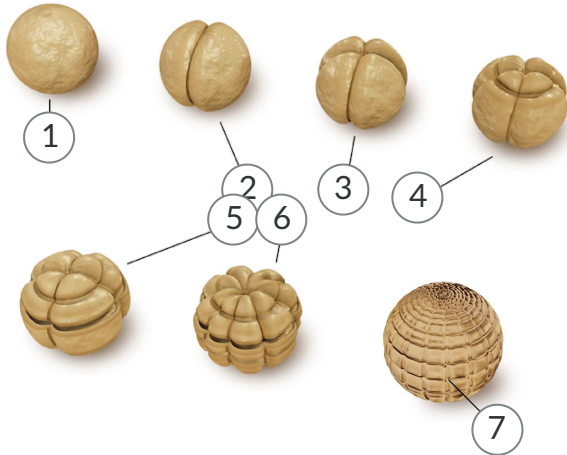


Podczas bruzdkowania część zawierająca żółtko dzieli się wolniej na większe

1

komórki (makromery), a część bez żółtka
szybciej na mniejsze komórki (mikromery).

Ten typ bruzdkowania występuje u płazów
i ryb dwudysznych.



1

Zygota

2

Stadium
2 blastomerów

3

Stadium
4 blastomerów

4

Biegun animalny

2

Biegun wegetatywny

Bruzdowanie całkowite nierównomierne
jaja telolecytalnego. Przy biegunie
animalnym widoczne mikromery, natomiast
przy wegetatywnym – makromery.

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

Stadium 8 blastomerów

5

Stadium 16 blastomerów

6

Stadium 32 blastomerów (morula)

7

Blastula

Przebieg bruzdkowania całkowitego nierównomiernego.

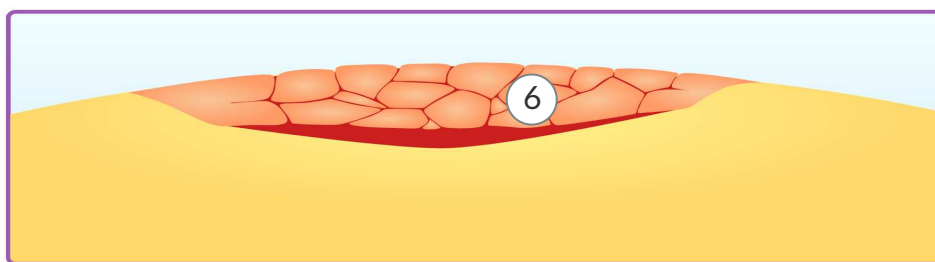
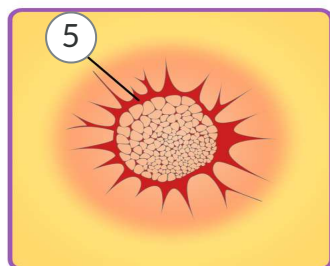
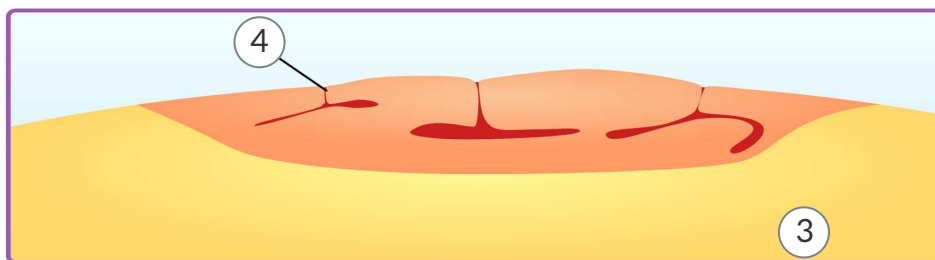
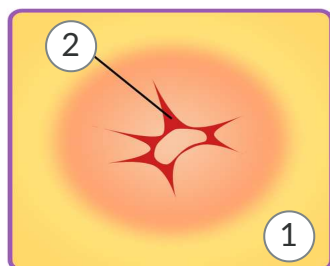
Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Bruzdkowanie częściowe tarczkowe

Bruzdkowanie częściowe tarczkowe zachodzi w przypadku **jaj o dużej ilości żółtka** (polilecytalnych), **telolecytalnych**, czyli charakteryzujących się występowaniem żółtka zgromadzonego na jednym biegunie.

Podczas bruzdkowania częściowego tarczkowego podziałowi ulega tylko tarczka cytoplazmy na biegunie niezawierającym żółtka (animalnym). Masa żółtka jest materiałem biernym, który nie ulega podziałowi.

Ten typ bruzdkowania występuje u ptaków, ryb kostnoszkieletowych, stekowców.



1

Żółtko

2

Bruzda powstała w procesie bruzdkowania

3

Żółtko

4

Bruzda powstała w procesie bruzdkowania

5

Blastula

Tarczka zarodkowa

Przebieg bruźdkowania częściowego tarczowego.

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

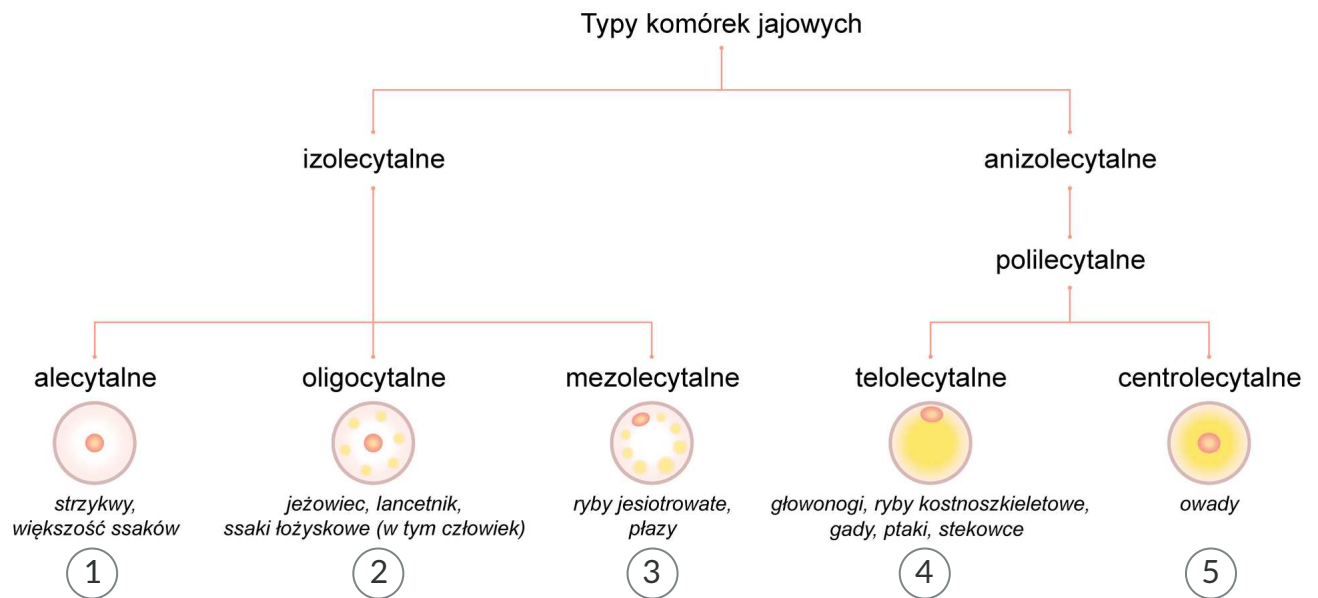
Bruźdkowanie częściowe powierzchniowe

Bruźdkowanie częściowe powierzchniowe zachodzi w przypadku **jaj o dużej ilości żółtka** (polilecycalnych), **centrolecycalnych**, czyli charakteryzujących się występowaniem żółtka zgromadzonego w środku jaja.

Podziałowi ulega tylko część cytoplazmy pozbawiona żółtka, zlokalizowana na powierzchni jaja (obwodzie). Masa żółtka jest materiałem biernym, który nie ulega podziałowi.

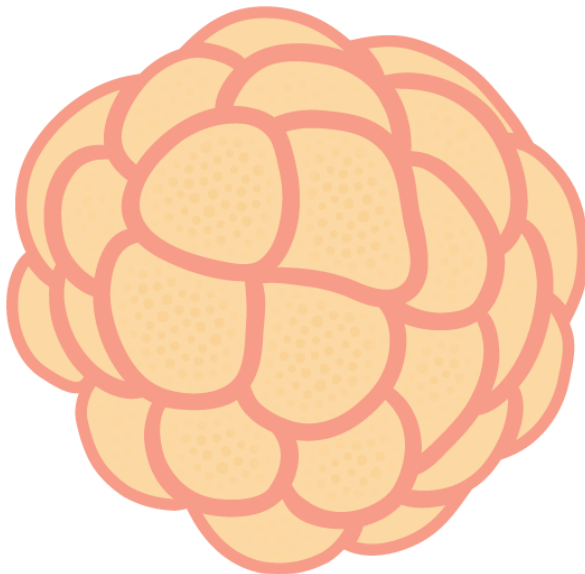
Ten typ bruźdkowania występuje u wielu stawonogów.

Podsumowanie



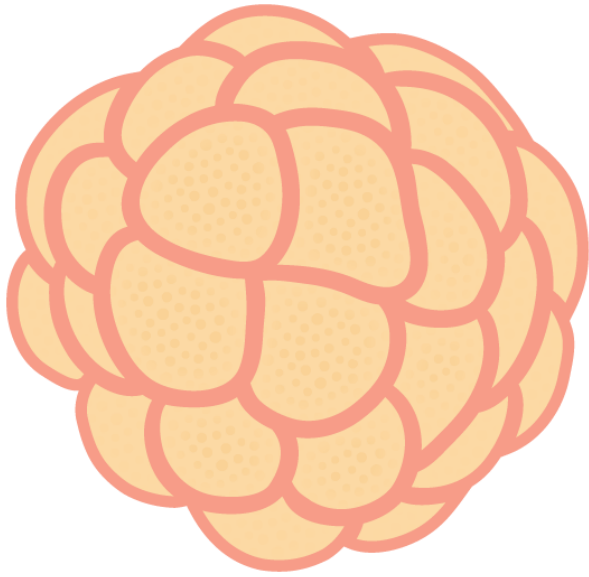
1

Bruzdowanie całkowite równomierne



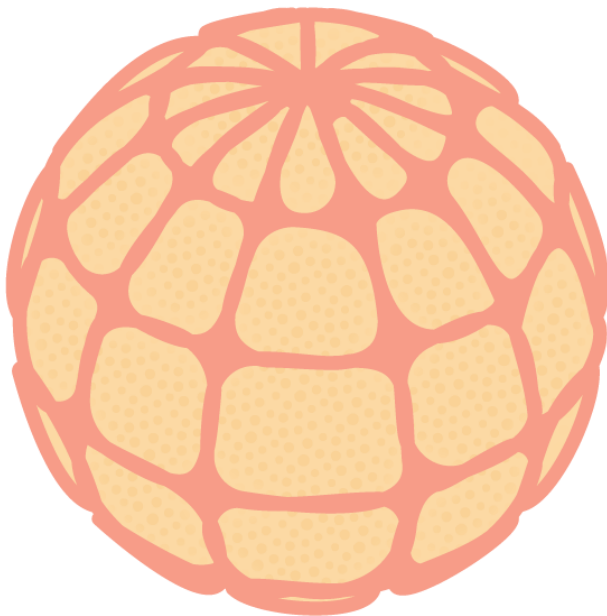
2

Bruzdowanie całkowite równomierne



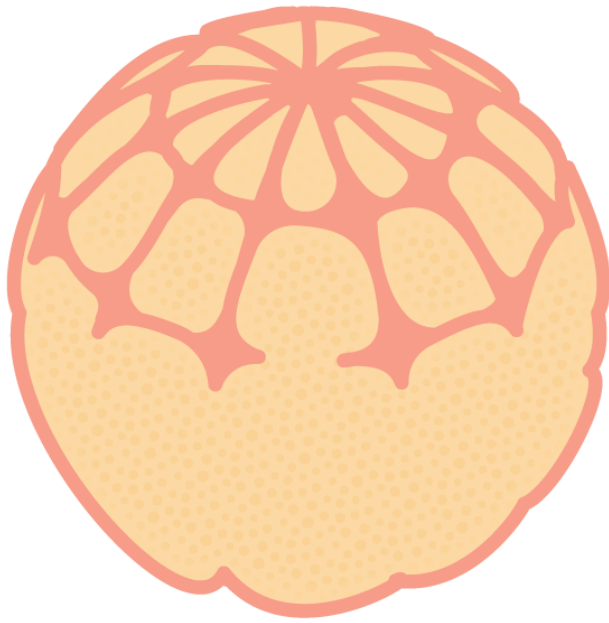
3

Bruzdowanie całkowite nierównomierne



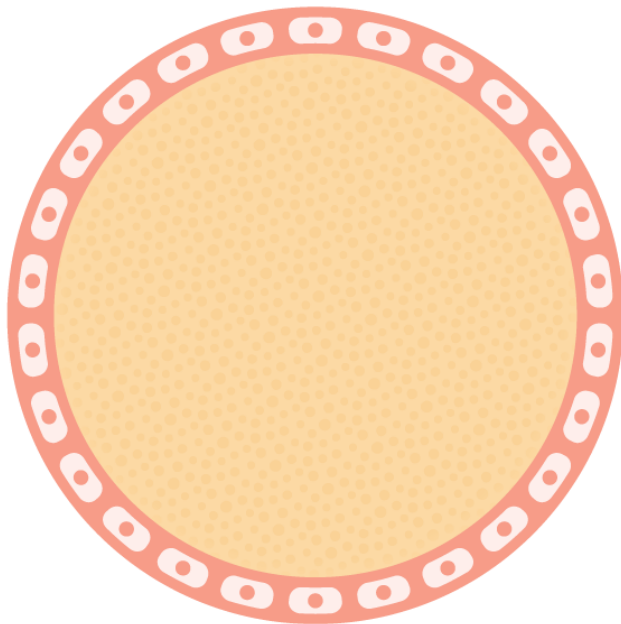
4

Bruzdowanie częściowe tarczkowe



5

Bruzdkowanie częściowe powierzchniowe



Rodzaj bruzdkowania zależy od typu jaja.

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

Więcej na temat klasyfikacji komórek jajowych ze względu na ilość i położenie żółtka przeczytasz w e-materiale [Typy budowy komórek jajowych](#).

Słownik

blastocel

jama blastuli; wypełniona płynem pierwotna jama ciała

blastula

(gr. *skopé* – zarodek, związek) powstaje w końcowym stadium procesu bruzdkowania; u większości zwierząt ma kształt kulistego pęcherzyka (celoblastula), którego ściana (blastoderma) jest zbudowana z jednej lub kilku warstw komórek otaczających jamę blastuli

bruzdkowanie (segmentacja)

seria wielokrotnych podziałów mitotycznych zachodzących w zapłodnionym lub niezapłodnionym jajku, w wyniku których powstają coraz mniejsze komórki – blastomery

morula

stadium średnio zaawansowanego bruzdkowania całkowitego, poprzedza wytworzenie jamy blastuli; w wyniku dalszych etapów bruzdkowania morula przekształca się w blastulę

partenogeneza

(gr. *parthénos* – dziewica, *génesis* – powstanie); odmiana rozmnażania, która polega na rozwinięciu się osobnika potomnego z komórki jajowej bez udziału plemnika

zapłodnienie

proces połączenia gamet (komórki jajowej i plemnika) prowadzący do powstania zygoty

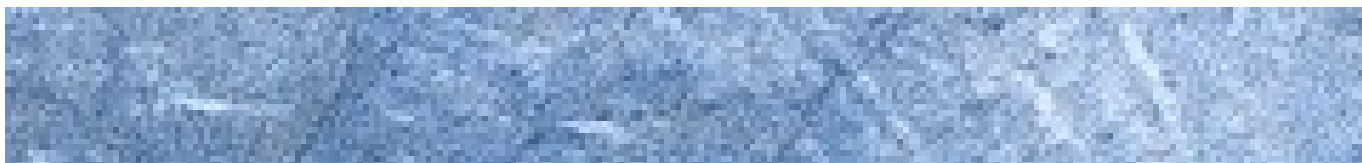
żółtko

substancja zapasowa komórki jajowej umożliwiaingą wzrost i rozwój zarodka

Gra edukacyjna

Polecenie 1

Rozwiąż quiz i sprawdź swoją wiedzę.



Test

Sprawdź swoją wiedzę

Poziom trudności:

łatwy

Limit czasu:

4 min

Twój ostatni wynik:

-

Uruchom

Polecenie 2

Wykaż związek poznanych typów bruźdkowania z budową jaja.

Polecenie 3

Utwórz pytanie testowe dotyczące procesu bruźdkowania w różnych grupach zwierząt i poproś kolegów oraz koleżanki o udzielenie na nie odpowiedzi.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Jaki rodzaj bruzdkowania został przedstawiony na ilustracji poniżej?



- ☐ Bruzdkowanie częściowe powierzchniowe
- ☐ Bruzdkowanie całkowe nierównomierne
- ☐ Bruzdkowanie częściowe tarczowe
- ☐ Bruzdkowanie całkowe równomierne

Ćwiczenie 2



Uporządkuj poszczególne stadia rozwoju zarodkowego ssaków w odpowiedniej kolejności.

Blastocysta



Zygota



Stadium 4 blastomerów



Stadium 16 blastomerów



Stadium 2 blastomerów



Morula



Ćwiczenie 3



Połącz definicje z odpowiednimi terminami.

Partenogeneza

Seria wielokrotnych podziałów mitotycznych, w wyniku których powstają coraz mniejsze komórki – blastomery.

Zapłodnienie

Odmiana rozmnażania, która polega na rozwinięciu się osobnika potomnego z komórki jajowej bez udziału plemnika.

Bruzdkowanie

Proces przebiegający z reakcją akrosomalną, prowadzący do połączenia dwóch gamet.

Ćwiczenie 4



Uzupełnij poniższy tekst, przeciągając podane pojęcia w odpowiednie miejsca.

Blastula to końcowe stadium procesu . U większości zwierząt ma kształt kulistego pęcherzyka (celoblastula). Jej ściana () jest zbudowana z jednej lub kilku warstw komórek otaczających jamę blastuli (), wypełnioną płynem. U organizmów z bruzdkowaniem blastula, zwana tarczą zarodkową lub dyskoblastulą, ma postać płaskiej tarczki leżącej ponad masą żółtka. Blastula ssaków łożyskowych () ma kształt pęcherzyka, którego ścianę tworzy jedna warstwa komórek (trofoblast), a do światła blastocysty zwiesza się węzeł zarodkowy, z którego tworzy się właściwy zarodek.

blastocel

całkowitym nierównomiernym

całkowitym równomiernym

zapłodnienia

bruzdkowania

blastocysta

blastogonium

blastoderma

gastrulacji

morula

tarczowym

Ćwiczenie 5



Połącz schematy przedstawiające różne rodzaje jaj z typem bruzdkowania, które w nich zachodzi.



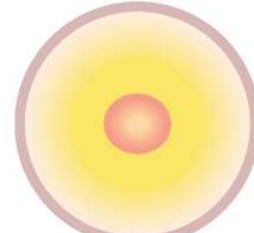
Bruzdowanie
częściowe
tarczowe



Bruzdowanie
częściowe
powierzchniowe



Bruzdowanie
całkowite
równomierne



Bruzdowanie
całkowite
nierównomierne

Ćwiczenie 6



Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń.

	Prawda	Fałsz
W wyniku bruzdkowania częściowego tarczowego powstaje tarczka zarodkowa.	☐	☐
Bruzdowanie całkowite nierównomierne zachodzi w przypadku jaj o dużej ilości żółtka (polilecytalnych), centrolecytalnych.	☐	☐
Bruzdowanie całkowite równomierne zachodzi w przypadku jaj z małą ilością żółtka.	☐	☐
Bruzdowanie to proces wstępnego stadium rozwoju zarodka, który zachodzi wyłącznie po zapłodnieniu komórki jajowej.	☐	☐

Ćwiczenie 7



Scharakteryzuj przebieg bruzdkowania: opisz, na czym ono polega, oraz podaj, jak nazywają się komórki powstałe w tym procesie i jak jest określany zarodek na jego ostatnim etapie.



Na schemacie przedstawiono budowę komórki jajowej. Określ, jaki jest to typ komórki jajowej (uwzględniając ilość i rozmieszczenie żółtka), jaki typ bruzdkowania w niej zachodzi oraz dla jakich grup zwierząt jest ono charakterystyczne.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Typy bruzdkowania w różnych grupach zwierząt

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

Podstawa programowa:

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:

k) porównuje na podstawie schematów etapy rozwoju zarodkowego zwierząt pierwoustych i wtóroustych,

Kształtowane kompetencje kluczowe:

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

Cele operacyjne (językiem ucznia):

- Wyjaśnisz związek bruzdkowania z rozwojem zarodka.
- Rozróżnisz morulę od blastuli.
- Scharakteryzujesz poznane typy bruzdkowania.
- Wymienisz grupy zwierząt, u których występują poznane typy bruzdkowania.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- gra dydaktyczna;
- mapa pojęć.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda;
- arkusze papieru, flamastry.

Przed lekcją:

1. Uczniowie zapoznają się z treścią w sekcji „Przeczytaj”.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy temat lekcji oraz cele zajęć, omawiając lub ustalając razem z uczniami kryteria sukcesu.
2. **Wprowadzenie do tematu.** Nauczyciel zadaje uczniom pytanie:
 - Od czego zależy przebieg bruzdkowania?Wybrana osoba wszystkie odpowiedzi zapisuje na tablicy.

Faza realizacyjna:

1. **Praca w grupach z treścią e-materiału.** Nauczyciel dzieli klasę na cztery grupy. Zespoły na podstawie informacji zawartych w e-materiale opracowują następujące zagadnienia:
 - grupa I i II – bruzdkowanie całkowite;
 - grupa III i IV – bruzdkowanie częściowe.Grupy wybierają po dwóch ekspertów, którzy najlepiej opanowali wiedzę nt. przypisanych zagadnień. Następnie eksperci zamieniają się grupami: I z III, a II z IV. Zadaniem ekspertów jest przekazanie zdobytych informacji. Czas na wykonanie zadania nie powinien przekroczyć 10 min. Po upływie wyznaczonego czasu eksperci wracają do swoich grup.
2. **Mapa pojęć.** Uczniowie, pracując w parach, tworzą mapy pojęć związane z tematem lekcji i na podstawie treści z sekcji „Przeczytaj”.
3. **Utrwalanie wiedzy i umiejętności.** Nauczyciel przechodzi do sekcji „Sprawdź się”. Dzieli klasę na 4-osobowe grupy. Uczniowie rozwiązują następujące zadania na czas: od 1 do 5, od najłatwiejszego do najtrudniejszego. Grupa, która poprawnie rozwiąże zadania jako pierwsza, wygrywa.

Faza podsumowująca:

1. **Praca z multimediami („Gra edukacyjna”).** Uczniowie w tych samych zespołach rozwiązują pytania quizowe. Nauczyciel wraz z uczniami określa zasady rywalizacji i punktowania dobrych odpowiedzi (np. gra na czas lub na liczbę poprawnych odpowiedzi). Przeprowadzenie gry w klasie. Nauczyciel lub wybrany uczeń dba o prawidłowy przebieg quizu zgodnie z wcześniejszymi ustaleniami. Nauczyciel ogłasza zwycięską drużynę.
2. Uczniowie wykonują polecenie nr 3 do gry edukacyjnej: „Wymyśl pytanie testowe dotyczące procesu bruzdkowania w różnych grupach zwierząt i poproś kolegów oraz koleżanki o udzielenie na nie odpowiedzi”.
3. Na koniec zajęć nauczyciel raz jeszcze wyświetla na tablicy interaktywnej lub przy użyciu rzutnika temat lekcji i cele zawarte w sekcji „Wprowadzenie”, w tym kontekście podsumowuje pracę uczniów na zajęciach.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia od 6 do 8 z sekcji „Sprawdź się”.

Materiały pomocnicze:

- Jane B. Reece i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2021.
- „Encyklopedia szkolna. Biologia”, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

Dodatkowe wskazówki metodyczne:

- Nauczyciel może wykorzystać medium zamieszczone w sekcji „Gra edukacyjna” na innych lekcjach dotyczących procesu bruzdkowania.