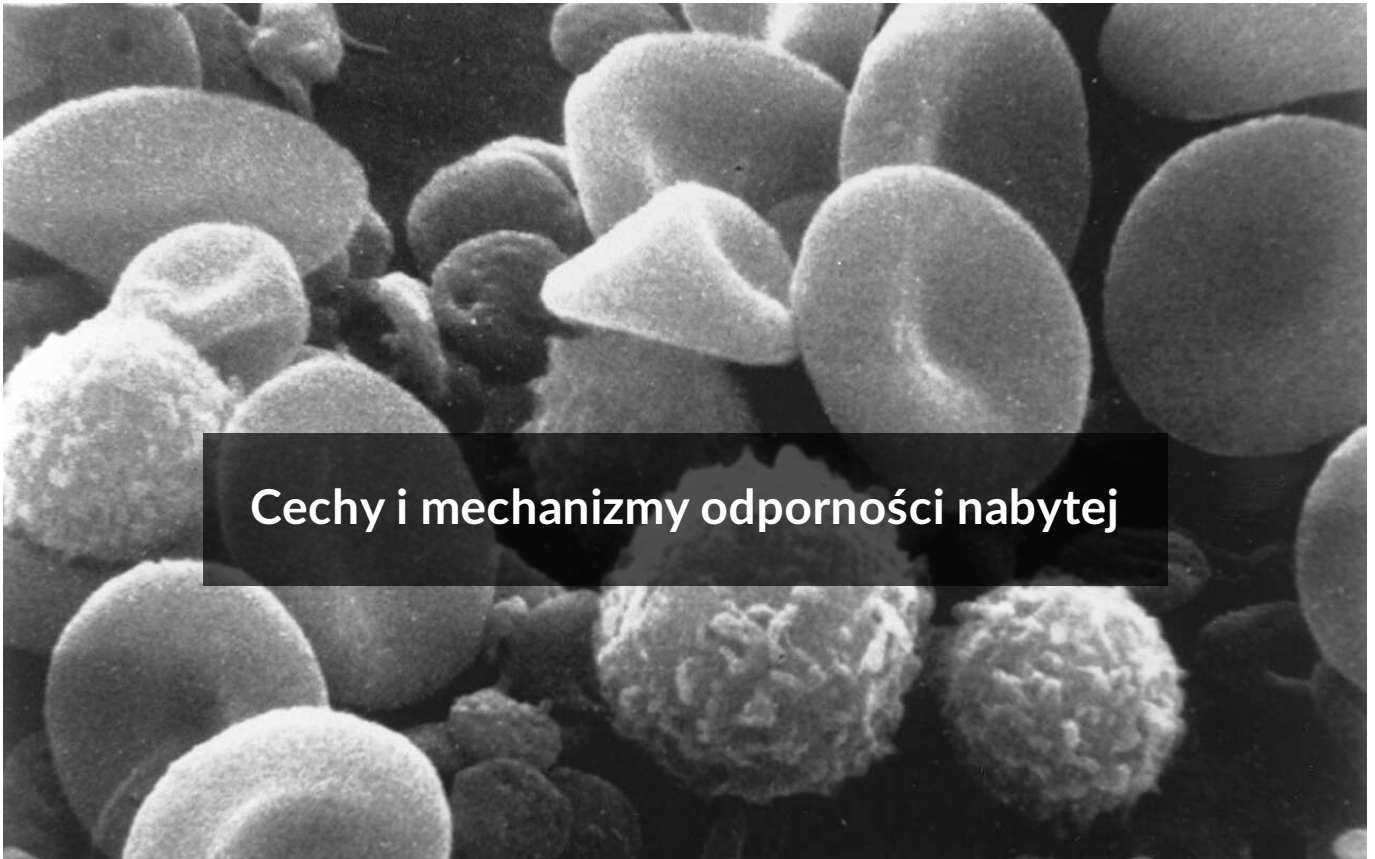


## Cechy i mechanizmy odporności nabytej

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



## Cechy i mechanizmy odporności nabytej

Limfocyty – komórki układu odpornościowego – występują we krwi człowieka. Tu obserwowane wraz z erytrocytami pod skaningowym mikroskopem elektronowym. Powiększenie 2000×.

Źródło: Bruce Wetzel , Harry Schaefer, National Cancer Institute, [visualsonline.cancer.gov](http://visualsonline.cancer.gov), domena publiczna.

Odporność organizmu to stan jego niepodatności na działanie drobnoustrojów chorobotwórczych. Może być ona wrodzona (nieswoista) lub nabyta (swoista). Odporność wrodzona to taka, którą osobnik dysponuje w chwili urodzenia. Jest ona pierwszą linią obrony przed wnikaniem do organizmu wszelkich patogenów (stąd określenie „nieswoista”) i obejmuje wszystkie naturalne bariery ochronne organizmu. Odporność nabyta to odporność swoista, skierowana przeciwko konkretnemu patogenowi i wykształcona dopiero po kontakcie z nim. Odporność swoistą możemy nabyć dwiema drogami – w sposób bierny lub czynny.

### Twoje cele

- Wyjaśnisz, czym jest odporność nabyta.
- Przedstawisz cechy i mechanizmy odporności nabytej.
- Rozróżnisz odporność wrodzoną (nieswoistą) i nabytą (swoistą) oraz komórkową i humoralną,

# Przeczytaj

---

## Mechanizmy odporności nabytej (swoistej)

W wyniku kontaktu z [antygenem](#) zostaje uruchomiony szereg reakcji obronnych (odpowiedź immunologiczna). W trakcie ich przebiegu organizm rozpoznaje antygeny ciała obcego, odróżniając je od antygenów własnych komórek i tkanek, oraz uruchamia mechanizmy zwalczające te antygeny.

Na odporność swoistą składają się dwa dość złożone mechanizmy: odpowiedź komórkowa, związana z działalnością [limfocytów T](#), oraz odpowiedź humoralna, realizowana przez przeciwciała produkowane przez [limfocyty B](#).

- Odporność nabyta
  - komórkowa
    - limfocyty T
    - makrofagi
  - humoralna
    - limfocyty B
      - przeciwciała

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

## Odporność komórkowa

Odporność immunologiczna oparta na wytwarzaniu różnych rodzajów limfocytów T nosi nazwę odporności komórkowej.

Limfocyty T powstają w szpiku kostnym, a następnie przechodzą do [grasicy](#) (stąd ich druga nazwa, limfocyty grasiczozależne). Tam stopniowo dojrzewają i stają się zdolne do rozpoznawania ciał obcych (patogenów) na podstawie obecnych na ich powierzchni antygenów – są to wówczas tzw. [komórki immunokompetentne](#). Te z limfocytów T, które nie potrafią rozpoznawać antygenów, ulegają zniszczeniu.

Limfocyty grasiczozależne krążą nieustannie między krwią, limfą i naczyniami chłonnymi. Żyją przeciętnie ok. pięciu lat, ale są i takie, które dożywają dziesięciu.

W zainicjowaniu odporności swoistej uczestniczą makrofagi (przekształcone monocyty o dużych zdolnościach do fagocytozy). Zachowują się one jak zwiadowcy i pochłaniając komórkę wroga, eksponują na swojej powierzchni jej fragment z antygenami. Dają w ten sposób znać limfocytom, jak wygląda „wizytówka obcego”. Limfocyty zaczynają dzielić się (proliferować) i w ten sposób powstaje cały klon identycznych limfocytów potomnych specyficznych dla danego antygeny, który pobudził je do podziału.

Limfocyty T mogą zachowywać się jak „snajperzy” i zabijać zainfekowane komórki – takie limfocyty nazywamy limfocytami cytotoksycznymi Tc. Mogą też stać się limfocytami pomocniczymi Th i rozsyłać po całym polu walki informacje, kim jest „wróg” (antygen). Informacje te mają postać polipeptydów zwanych [cytokinami](#).

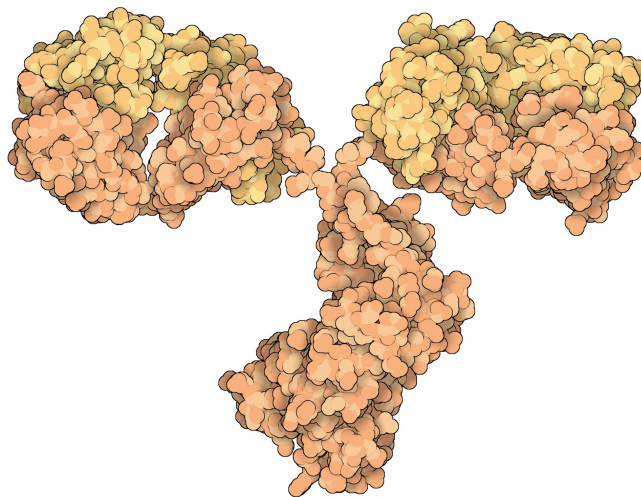
Reakcja odpornościowa w ciągu kilku dni od infekcji: limfocyty T współpracują z tzw. komórkami dodatkowymi, którymi są m.in. komórki żerne – makrofagi.

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

Limfocyty T niszczą komórki zaatakowane przez bakterie lub wirusy oraz komórki nowotworowe.

Odporność związana z działalnością przeciwciał, wytwarzanych przez limfocyty B, nosi nazwę odporności humoralnej.

[Limfocyty B \(szpikozależne\)](#) dojrzewają w szpiku kostnym. Żyją krótko: od 5 do 10 dni. Występują w śledzionie i środkowej części węzłów chłonnych. Swoicie przekształcone limfocyty B produkują i przekazują do osocza białka z grupy immunoglobulin zwane [przeciwciałami](#), które mają zdolność do wiązania się z [antygenami](#) i ich niszczenia. W ciągu 1 sekundy jeden limfocyt jest w stanie wyrzucić do osocza 2 tys. jednakowych przeciwciał.



Limfocyty B wytwarzają przeciwciała.

Źródło: David S. Goodsell, RCSB Protein Data Bank, Wellcome Collection, licencja: CC BY 4.0.

Reakcja odpornościowa w ciągu kilku dni od infekcji. Wiązanie się przeciwciał z antygenem jest reakcją swoistą. Każdy antygen powoduje uwolnienie specyficznego, charakterystycznego tylko dla niego przeciwciała (np. przeciwciała ospy nie zwalczają antygenów wywołujących odrę).

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

Limfocyty B zwalczają bakterie i wirusy znajdujące się poza komórką. Odpowiedź humoralna jest powiązana z odpowiedzią komórkową, ponieważ jednym z efektów działania cytokin wytwarzanych przez limfocyty Th jest pobudzanie limfocytów B do podziałów i różnicowania się. W ten sposób powstaje duża liczba komórek odpornościowych zdolnych do produkcji przeciwciał. Więcej na ten temat przeczytasz [tutaj](#).

**Podział odporności nabytej (swoistej)**

Niewielką liczbę przeciwciał lub ich całkowity brak stwierdza się u płodów i noworodków, które trafiając do nowego środowiska, narażone są na wiele czynników chorobotwórczych. Dlatego też otrzymują one gotowe przeciwciała krążące we krwi matki, za pośrednictwem łożyska lub z pierwszym mlekiem (tzw. siarą) podczas karmienia piersią. W ten sposób organizmy nabywają [odporność bierną naturalną](#).

Podawanie gotowych przeciwciał np. osobie, która została ukąszona przez żmiję, stanowi [odporność bierną sztuczną](#).

W celu wywołania [odporności czynnej sztucznej](#) osobom zdrowym podaje się szczepionki, czyli swoiste substancje zawierające osłabione lub zabite drobnoustroje chorobotwórcze bądź uwalniane przez nie osłabione toksyny. Szczepionka zwiększa liczbę [komórek pamięci immunologicznej](#) i powoduje produkcję przeciwciał, tym samym mobilizując układ odpornościowy i przygotowując go do następnego kontaktu z tym samym drobnoustrojem chorobotwórczym.

Natomiast przejście choroby wywołanej danym [antygenem](#), np. ospy wietrznej, prowadzi do wykształcenia [odporności czynnej naturalnej](#).

## Słownik

### antygeny

białka lub glikolipidy znajdujące się na powierzchni drobnoustrojów chorobotwórczych lub produkty ich metabolizmu wywołujące w organizmie, do którego wniknęły, odpowiedź immunologiczną

### cytokiny

peptydy lub białka, najczęściej glikoproteiny, regulujące wiele procesów zachodzących w komórkach organizmu; wytwarzane są przez różne komórki i tkanki, głównie układu odpornościowego, limfocyty i makrofagi; większość cytokin wykazuje działanie plejotropowe (wielokierunkowe), wpływając na różne

komórki o różnorodnych funkcjach; do cytokin należą m.in.: interferony, interleukiny i czynniki wzrostu

### **epitop**

fragment struktury antygeny determinujący swoistość w procesie rozpoznawania immunologicznego

### **grasica**

narząd układu limfatycznego i dokrewnego, w którym dojrzewają limfocyty T

### **interleukiny**

zaliczane do cytokin białka (glikoproteiny) o charakterze cząsteczek sygnałowych (hormonów tkankowych), wytwarzane i wydzielane przez różne typy komórek kręgowców; działają na inne komórki i regulują ich wzrost i różnicowanie oraz uczestniczą w odpowiedziach immunologicznych związanych z infekcjami bakteryjnymi, stanami zapalnymi lub uszkodzeniami tkanek; działają poprzez specyficzne receptory błonowe

### **komórka immunokompetentna**

komórka układu odpornościowego swoście rozpoznająca antygen

### **komórki APC**

(ang. *antigen presenting cells*); komórki prezentacji antygenów, głównie monocyty i makrofagi, które „pokazują” limfocytom, jakie zmiany w strukturze własnych antygenów zgodności tkankowej, rozpoznawanych przez wszystkie limfocyty T, nastąpiły pod wpływem „dodatkowo” prezentowanego antygeny – w ten sposób z wielozadaniowej populacji limfocytów T są rekrutowane limfocyty swoście rozpoznające prezentowany antygen

### **komórki pamięci**

komórki limfocytarne mające swoiste receptory dla danego antygeny, na który organizm reagował; po przebytych zakażeniach komórki pamięci są przygotowane do wytworzenia wielu przeciwciał w krótkim czasie, jeśli w organizmie ponownie pojawi się ten sam rodzaj chorobotwórczego drobnoustroju

### **komórki plazmatyczne**

plazmocyty; komórki tkanki łącznej stanowiące końcowy etap różnicowania się limfocytów B; wytwarzają i wydzielają globuliny  $\gamma$  (immunoglobuliny); występują licznie w błonie śluzowej przewodu pokarmowego i narządach limfatycznych

### **limfocyty B (szpikozależne)**

komórki układu odpornościowego; dojrzewają w szpiku kostnym, wytwarzają przeciwciała

### **limfocyty T (grasiczozależne)**

komórki układu odpornościowego; dojrzewają w grasicy; są zdolne do rozpoznawania ciał obcych i niszczenia zainfekowanych komórek; wyróżnia się 2 odrębne subpopulacje limfocytów T: limfocyty Th (limfocyty T pomocnicze), z ang. *helper*, pełniące funkcję komórek regulujących odpowiedź immunologiczną i limfocyty Tc (limfocyty T cytotoksyczne) z ang. *cytotoxic*, które są odpowiedzialne za niszczenie antygenów na drodze cytotoksyczności komórkowej

### **makrofagi**

przekształcone w tkankach monocyty; zdolne do pełzakowatego ruchu i o dużych zdolnościach do fagocytozy

### **odporność bierna naturalna**

rodzaj odporności swoistej uzyskiwanej dzięki otrzymaniu gotowych przeciwciał od matki, za pośrednictwem łożyska lub z mlekiem w okresie karmienia piersią

### **odporność bierna sztuczna**

rodzaj odporności swoistej powstałej po otrzymaniu surowicy (osocza krwi pozbawionego fibrynogenu) z gotowymi przeciwciałami

### **odporność czynna naturalna**

wytworzenie przeciwciał w wyniku kontaktu z antygenem na skutek przebycia choroby

### **odporność czynna sztuczna**

wytworzenie przeciwciał w wyniku kontaktu z antygenami osłabionych lub zabitych drobnoustrojów chorobotwórczych podanych w formie szczepionki

### **paratop**

fragment przeciwciała, który wiąże się bezpośrednio z [epitopem](#) na danym antygenie

### **przeciwciała**

białka należące do gamma-globulin produkowane przez limfocyty B w odpowiedzi na wniknięcie antygeny do organizmu; wyróżniane są klasy przeciwciał: IgA (chronią przed kolonizacją patogenów w błonach śluzowych), IgG (chronią przed patogenami w tkankach i we krwi), IgM (uwalniane jako pierwsze w reakcji odpornościowej), IgD (pełnią rolę receptorów na powierzchni limfocytów B) oraz IgE (odpowiedzialne za zwalczanie pasożytów i reakcje alergiczne)

# Film

---

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DDAPFKPIs>

Cechy i mechanizmy odporności nabytej

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

Film nawiązujący do treści materiału

---

## Polecenie 1

Obejrzyj film, a następnie wyjaśnij, czym jest odporność swoista.

## Polecenie 2

Wymień rodzaje przeciwciał i opisz ich funkcję.

## Polecenie 3

Po obejrzeniu filmu zaproponuj schemat obrazujący przebieg odpowiedzi immunologicznej swoistej. Przedyskutuj zaproponowany schemat z kolegą/koleżanką.

# Sprawdź się

---

Pokaż ćwiczenia:   

## Ćwiczenie 1



Wskaż poprawne dokończenie zdania.

Limfocyty T...

- powstają i dojrzewają w szpiku kostnym.
- powstają i dojrzewają w grasicy.
- powstają w grasicy, a dojrzewają w szpiku kostnym.
- powstają w szpiku kostnym, a dojrzewają w grasicy.

## Ćwiczenie 2



Uzupełnij zdanie.

antygenów, bierna naturalna, bierna sztuczna, czynna sztuczna, czynna naturalna,  
przeciwciał

Odporność ..... powstaje dzięki otrzymaniu gotowych .....  
od matki za pośrednictwem łożyska.

### Ćwiczenie 3



Podane przykłady przyporządkuj do odpowiedniego rodzaju odporności.

kichanie, łzawienie, surowica przeciwtężcowa, budowa skóry, szczepienie przeciwko grypie, zachorowanie na świnkę, przeciwciała anty-WZW typu B w mleku matki

<b>Odporność wrodzona</b>	
<b>Odporność nabyta czynna naturalna</b>	
<b>Odporność nabyta czynna sztuczna</b>	
<b>Odporność nabyta bierna naturalna</b>	

Odporność nabyta bierna sztuczna	
----------------------------------	--

#### Ćwiczenie 4



Które z poniżej wymienionych komórek pełnią funkcje komórek prezentujących antygen? Zaznacz wszystkie poprawne odpowiedzi.

- makrofagi
- komórki dendrytyczne
- limfocyty B
- limfocyty T
- limfocyty NK
- erytrocyty

#### Ćwiczenie 5



Zaznacz stwierdzenie, które dotyczy reakcji odporności komórkowej.

- wytwarzanie przeciwciał rozpuszczonych w płynach ciała
- niszczenie komórek zaatakowanych przez bakterie

#### Ćwiczenie 6



**Informacja do ćwiczeń 7 i 8**

W 1890 r. Emil von Behring wspólnie z Kitasato Shibasaburo opublikowali pracę, w której po raz pierwszy opisano terapie przeciwko tężcowi i błonicy. Prowadzili oni badania na świnkach morskich, kozach i koniach, którym podawali toksyny – błoniczą i tężcową. Po wykształceniu przez te zwierzęta odporności pobierali ich surowicę, która leczyła i chroniła przed chorobą nieimmunizowane zwierzęta.

## Ćwiczenie 7



## Ćwiczenie 8



Źródło: wikipedia.org, domena publiczna.

Korzystając z informacji zawartych w tekście i na schemacie oraz własnej wiedzy, opisz sposób działania przeciwciał.

# Dla nauczyciela

---

**Autor:** Zuzanna Szewczyk

**Przedmiot:** biologia

**Temat:** Cechy i mechanizmy odporności nabytej

**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:

- 1) rozróżnia odporność wrodzoną (nieswoistą) i nabytą (swoistą) oraz komórkową i humoralną;
- 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.

2) Odporność. Uczeń:

- a) rozróżnia odporność wrodzoną (nieswoistą) i nabytą (swoistą) oraz komórkową i humoralną,
- b) opisuje sposoby nabywania odporności swoistej (czynny i bierny),

**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, czym jest odporność nabyta.
- Przedstawisz cechy i mechanizmy odporności nabytej.
- Rozróżnisz odporność wrodzoną (nieswoistą) i nabytą (swoistą) oraz komórkową i humoralną,

**Strategie nauczania:**

- konstruktywizm;
- konektywizm.

### **Metody i techniki nauczania:**

- z użyciem komputera;
- rozmowa kierowana;
- dyskusja;
- ćwiczenia interaktywne;
- praca z filmem;
- prezentacja;
- analiza tekstu źródłowego.

### **Formy pracy:**

- praca indywidualna;
- 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.

### **Przed lekcją:**

1. Uczniowie przypominają sobie informacje na temat układu odpornościowego człowieka oraz podziału odporności.

### **Przebieg lekcji**

#### **Faza wstępna:**

1. Nauczyciel, odwołując się do wiedzy uczniów zdobytej na wcześniejszych zajęciach, pyta, jakie elementy tworzą układ odpornościowy człowieka i jaka jest ich rola. Następnie zadaje uczniom pytanie, czy pamiętają, według jakich kryteriów dokonuje się klasyfikacji odporności. Nauczyciel uzupełnia wypowiedzi uczniów, koryguje ewentualne błędy.
2. Nauczyciel prosi wybranego ucznia o odczytanie tematu i wprowadzenia do e-materiału, a następnie stawia tezę: „Odporność nabyta czynna jest długotrwała, a odporność nabyta bierna – krótkotrwała”. Prosi uczniów o znalezienie w toku lekcji argumentów za lub przeciw tej tezie.
3. Nauczyciel przedstawia cele lekcji i określa kryteria sukcesu.

#### **Faza realizacyjna:**

1. Uczniowie indywidualnie zapoznają się z treścią z sekcji „Przeczytaj” i zapisują w zeszyte minimum pięć pytań do tekstu – każde z pytań musi rozpoczynać się od słowa „dlaczego”.
2. Nauczyciel wyświetla film pt. „Cechy i mechanizmy odporności nabytej”. Następnie prosi uczniów, aby rozwiązali polecenie nr 1 (w którym mają za zadanie wyjaśnić, czym jest odporność swoista) i polecenie nr 2 (w którym mają za zadanie wymienić rodzaje przeciwciał i opisać ich funkcję) oraz spróbowali odpowiedzieć na utworzone przez siebie pytania.
3. Nauczyciel dzieli uczniów na cztery grupy. Każda z nich – na podstawie e-materiału i dostępnych źródeł internetowych – przygotowuje prezentację na jeden z następujących tematów:
  - o grupa I – rola limfocytów w odpowiedzi odpornościowej nabytej;
  - o grupa II – przebieg odpowiedzi komórkowej;
  - o grupa III – przebieg odpowiedzi humoralnej;
  - o grupa IV – podział odporności nabytej.
4. Grupy prezentują wyniki swojej pracy, nauczyciel uzupełnia brakujące informacje, koryguje ewentualne błędy.
5. Nauczyciel prosi uczniów o ustosunkowanie się do tezy postawionej na początku lekcji: „Odporność nabyta czynna jest długotrwała, a odporność nabyta bierna – krótkotrwała”. Uzasadniają swoją odpowiedź (ćwiczenie nr 6 w sekcji „Sprawdź się”).
6. Uczniowie tworzą niewielkie, 3- lub 4-osobowe zespoły i wykonują ćwiczenie nr 7 (w którym mają za zadanie wyjaśnić, dlaczego podanie surowicy immunizowanego zwierzęcia leczyło zwierzęta zakażone tężcem lub błonicą) oraz ćwiczenie nr 8 (w którym mają za zadanie opisać sposób działania przeciwciał), odnoszące się do tekstu źródłowego. Następnie wskazany zespół prezentuje przygotowane odpowiedzi. Klasa ocenia ich poprawność. Nauczyciel wyjaśnia ewentualne wątpliwości.

#### **Faza podsumowująca:**

1. Uczniowie odpowiadają na pytania sformułowane na początku lekcji.
2. Nauczyciel ocenia pracę uczniów na lekcji.

#### **Praca domowa:**

Wykonaj ćwiczenia interaktywne od 1 do 5.

#### **Materiały pomocnicze:**

- Neil A. Campbell i in., *Biologia Campbella*, tłum. K. Stobrawa i in., Rebis, Poznań 2019.
- *Encyklopedia szkolna. Biologia*, red. M. Stęplewska, R. Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

#### **Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania filmu:**

Film może być wykorzystany także na lekcji traktującej ogólnie o odporności człowieka.