

Katabolizm puryn i biosynteza kwasu moczowego

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



Katabolizm puryn i biosynteza kwasu moczowego

Puryna jest związkiem organicznym. Buduje guaninę i adeninę – dwie z czterech zasad azotowych, wchodzących w skład kwasów nukleinowych DNA i RNA.

Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Wszystkie organizmy prowadzą metabolizm związków azotowych. Zbędny azot może być wydalany w postaci różnych cząsteczek, w tym kwasu moczowego. Zwierzęta urikoteliczne: ptaki, większość gadów, niektóre owady i ślimaki lądowe, wydalają do 90 proc. zbędnego azotu właśnie w formie kwasu moczowego. U człowieka związek ten jest produktem rozkładu zasad purynowych, pochodzących z pokarmu i syntezy endogennej.

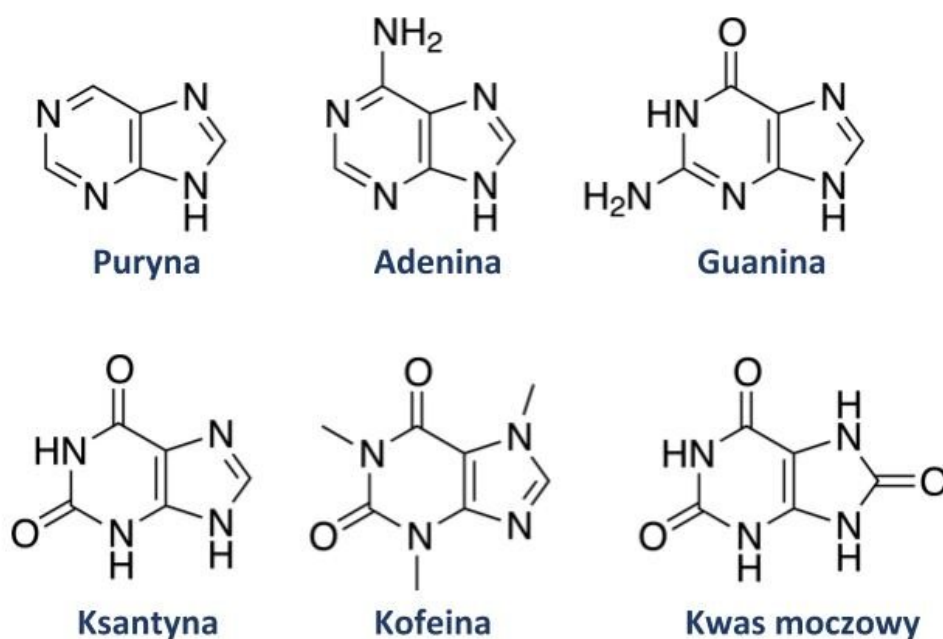
Twoje cele

- Scharakteryzujesz organizmy, które wydalają kwas moczowy jako końcowy produkt przemian azotowych.
- Opiszysz sposób powstawania kwasu moczowego.

Przeczytaj

Czym są puryny?

Puryny to heterocykliczne związki tworzące pierścienie aromatyczne, zbudowane ze skoncentrowanych pierścieni **pirymidyny** i **imidazolu**. Są bazą do syntezy wielu związków pochodnych, takich jak zasady azotowe (adenina i guanina), które budują nukleotydy wchodzące w skład DNA i RNA. Puryny wchodzą także w skład NADH, koenzymu A, kofeiny i **kwasu moczowego**. Pochodne puryn są powszechnie występującymi w przyrodzie związkami azotowymi.



Wzory strukturalne przykładowych pochodnych puryn.

Źródło: Wikimedia Commons, domena publiczna.

Dlaczego zwierzęta urikoteliczne wydalają kwas moczowy?

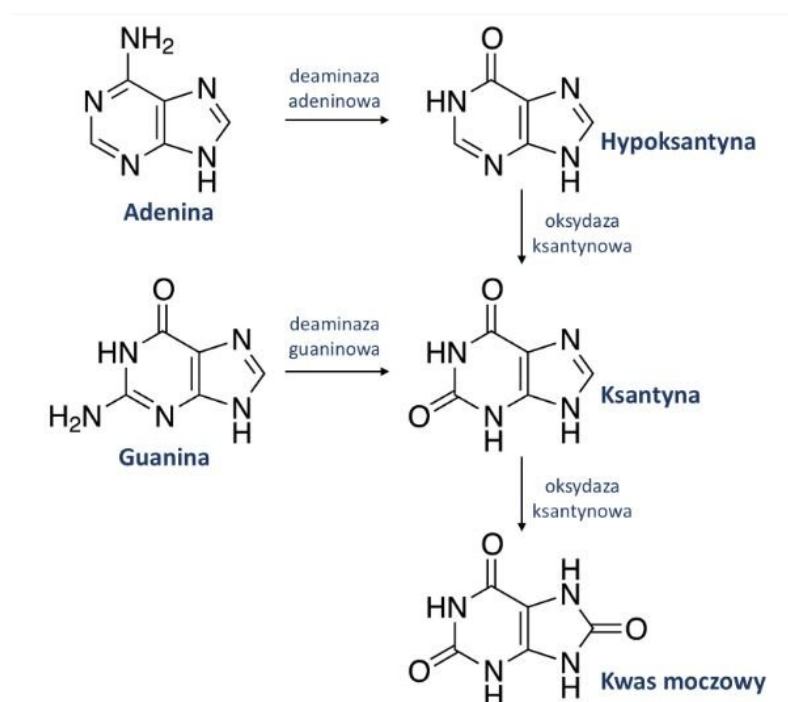
Kwas moczowy jest związkiem bardzo mało toksycznym, jednak jego wytwarzanie wymaga dużych nakładów energii. Jego istotną właściwością jest łatwe wytrącanie się z wody w postaci kryształów, co umożliwia odzyskanie wody i ponowne jej wykorzystanie. Kwas

moczowy wydają **zwierzęta urikoteliczne**, które mają ograniczoną dostępność do wody i muszą prowadzić oszczędną gospodarkę wodną.

Zwierzęta, które nie muszą oszczędzać wody, częściej wydają z organizmu związki azotowe w postaci amoniaku lub mocznika. Związki te są bardziej toksyczne od kwasu moczowego, jednak zwierzętom je wydającym rzadziej grożą niedobory wody i mogą je usuwać z organizmu w postaci rozcieńczonej.

Rozkład puryn do kwasu moczowego

U człowieka ostatecznym produktem **katabolizmu** puryn jest kwas moczowy. Adenina, w wyniku działania **deaminazy adeninowej**, jest przekształcana do hypoksantyny, która przy udziale **oksydazy ksantynowej** jest metabolizowana do **ksantyny**, a następnie do kwasu moczowego. Ksantyna może być również produkowana z **guaniny** przez **deaminazę guaninową**. Reakcje te zachodzą w wątrobie, powstały kwas moczowy jest transportowany do nerek, z których jest usuwany do moczu, a z nim wydany poza organizm.



Schemat syntezy kwasu moczowego z puryn (adeniny i guaniny).

Źródło: Inga Wójtowicz, grafika przygotowana na podstawie: *Uric acid in plants and microorganisms: Biological applications and genetics*, licencja: CC BY-SA 3.0.

Słownik

deaminaza adeninowa

enzym z klasy hydrolaz. Katalizuje reakcję odłączania grupy aminowej ($-NH_2$) od adeniny (zasady azotowej)

deaminaza guaninowa

enzym z klasy hydrolaz. Katalizuje reakcję odłączania grupy aminowej ($-NH_2$) od guaniny (zasady azotowej)

dna moczanowa

choroba spowodowana zaburzeniami metabolizmu kwasu moczowego

guanina

zasada purynowa, obok adeniny i zasad pirymidynowych, główny składnik kwasów nukleinowych – DNA i RNA

imidazol

1,3-diazol, związek heterocykliczny o pięcioczłonowym pierścieniu zawierającym dwa atomy azotu

katabolizm

grupa reakcji chemicznych, w wyniku których złożone związki chemiczne są rozkładane na prostsze cząsteczki

ksantyna

2,6-dihidroksypuryna, jedna z zasad purynowych będąca bezpośrednim prekursorem kwasu moczowego

kwas moczowy

2,6,8-trihidroksypuryna, jeden z końcowych produktów przemiany związków azotowych w organizmach żywych. Ma postać białych kryształów trudno rozpuszczalnych w wodzie

oksydaza ksantynowa

flawoproteina zawierająca w centrum aktywnym jony molibdenu i żelaza. Utlenia hipoksantynę do ksantyny, a następnie do kwasu moczowego (u ludzi stanowi on końcowy produkt rozpadu puryn i jest wydalany z moczem), jednocześnie tlen cząsteczkowy jest redukowany do nadtlenu wodoru. Występuje u zwierząt i roślin, ma bardzo niską specyficzność substratową, utlenia wiele aldehydów i ketonów

pirymidyna

1,3-diazyna, $C_4H_4N_2$, związek heterocykliczny o cząsteczce zawierającej dwa atomy azotu

puryna

$C_5H_4N_4$, organiczny związek heterocykliczny, którego cząsteczka, złożona z pierścienia pirymidyny skondensowanego z pierścieniem imidazolu, zawiera cztery atomy azotu

zwierzęta urikoteliczne

łac. *acidum uricum* – kwas moczowy, zwierzęta wydalające większość azotu w postaci kwasu moczowego

Film samouczek

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DaUFQSwq6>

Katabolizm puryn i biosynteza kwasu moczowego.

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

Film dotyczący katabolizmu puryn i biosyntezy kwasu moczowego.

Polecenie 1

Obejrzyj film i wymień, w jakiej formie związki azotowe mogą być usuwane z organizmów.

Polecenie 2

Wyjaśnij, w jaki sposób powstaje kwas moczowy.

Polecenie 3

Wyjaśnij jaka jest przyczyna dny moczanowej i jakie są jej objawy?

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Spośród podanych poniżej zaznacz nieprawidłowy opis puryn:

- ☐ stanowią bazę do syntezy związków pochodnych, takich jak adenina i tymina
- ☐ to heterocykliczne związki tworzące pierścienie aromatyczne
- ☐ do puryn zaliczane są adenina, tymina, NADH, koenzym A, kofeina i kwas moczowy
- ☐ zbudowane są ze skoncentrowanych pierścieni pirymidyny i imidazolu

Ćwiczenie 2

Zaznacz poniżej organizmy wydalające kwas moczowy, jako główny produkt metabolizmu związków azotowych. 



Źródło: pixabay.com, domena publiczna.

Ćwiczenie 3

Źródło: wikipedia.org, domena publiczna.



Ćwiczenie 4



Podaj miejsce w organizmie, gdzie jest syntetyzowany kwas moczowy w wyniku katabolizmu puryn. Określ, dlaczego właśnie tam zachodzą te reakcje.

Ćwiczenie 5



Wyjaśnij, co jest przyczyną wydalania przez organizmy urikoteliczne głównie kwasu moczowego, jako produktu metabolizmu związków azotowych.

Informacje do ćwiczeń 6, 7 i 8:

Dna moczanowa jest rodzajem poważnego zapalenia stawów, spowodowanego hiperurykemią (nadmierną ilością kwasu moczowego we krwi). Wywar Karapxa (KD) jest tradycyjnym lekiem ugarskim (Ujgurowie to grupa etniczna pochodzenia tureckiego, jedna z 55. mniejszości etnicznych uznanych oficjalnie w Chińskiej Republice Ludowej) stosowanym w zapaleniu wątroby, zapaleniu pęcherzyka żółciowego, bólach żołądka, obrzękach, dnie moczanowej i bólach stawów. Ze względu na rzekomy wpływ na dnę, jego działanie badano na myszach laboratoryjnych z hiperurykemią wywołaną pastą z ekstraktu drożdżowego lub oksonianem potasu. Oceniano także jego zdolność do usuwania wolnych rodników w warunkach *in vitro*. Allopurinol to z kolei lek, który jest potwierdzonym inhibitorem oksydazy ksantynowej, czyli enzymu uczestniczącego w przekształcaniu hipoksantyny w ksantynę i ksantyny w kwas moczowy.

inhibicja_oksydazy_ksantynowej_% : 3.12

kd : 25

inhibicja_oksydazy_ksantynowej_% : 6.25

kd : 57

inhibicja_oksydazy_ksantynowej_% : 12.5

kd : 67

inhibicja_oksydazy_ksantynowej_% : 25

kd : 72

inhibicja_oksydazy_ksantynowej_% : 50

kd : 82

inhibicja_oksydazy_ksantynowej_% : 100

kd : 92

Wykres 1. przedstawia inhibicję oksydazy ksantanowej u badanych myszy poddanych działaniu wywaru Karapxa (KD).

inhibicja_oksydazy_ksantynowej_% : 3.12

ap : 12

inhibicja_oksydazy_ksantynowej_% : 6.25

ap : 22

inhibicja_oksydazy_ksantynowej_% : 12.5

ap : 35

inhibicja_oksydazy_ksantynowej_% : 25

ap : 49

inhibicja_oksydazy_ksantynowej_% : 50

ap : 55

inhibicja_oksydazy_ksantynowej_% : 100

ap : 75

Wykres 2. przedstawia inhibicję oksydazy ksantanowej u badanych myszy poddanych działaniu allopurinolu (AP).

Ćwiczenie 6



Odnosząc się do wyników doświadczenia, porównaj działanie wywaru Karapxa i allopurinolu na inhibicję oksydazy ksantanowej.

Ćwiczenie 7



Na podstawie tekstu określ, która próba jest próbą kontrolną w przeprowadzonym doświadczeniu. Swoją odpowiedź uzasadnij.

Ćwiczenie 8



Na podstawie wyników doświadczenia i własnej wiedzy wyjaśnij, dlaczego wywar Karapxa może wykazywać działanie przeciwdziałające dnie moczanowej.

Dla nauczyciela

Scenariusz lekcji

Autor: Agnieszka Pieszalska

Przedmiot: biologia

Temat: Katabolizm puryn i biosynteza kwasu moczowego

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

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

III. Energia i metabolizm.

3. Oddychanie komórkowe. Uczeń:

5) przedstawia na podstawie analizy schematu znaczenie utleniania kwasów tłuszczowych, glukoneogenezy, glikogenolizy w przemianach energetycznych komórki.

V. Budowa i fizjologia człowieka.

5. Wydalanie i osmoregulacja. Uczeń:

2) przedstawia istotę procesu wydalania oraz wymienia substancje, które są wydalone z organizmu;

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

III. Energia i metabolizm.

5. Pozyskiwanie energii użytecznej biologicznie. Uczeń:

7) analizuje na podstawie schematu przebieg utleniania kwasów tłuszczowych, syntezy kwasów tłuszczowych, glukoneogenezy, glikogenolizy i wykazuje związek tych procesów z pozyskiwaniem energii przez komórkę.

XI. Funkcjonowanie zwierząt.

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

4) Wydalanie i osmoregulacja. Uczeń:

b) przedstawia istotę procesu wydalania oraz wymienia substancje, które są wydalone z organizmu,

c) wykazuje związek między środowiskiem życia zwierząt i rodzajem wydalanego azotowego produktu przemiany materii,

Kształtowane kompetencje kluczowe:

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

Cele operacyjne

Uczeń:

- określa organizmy wydalające kwas moczowy jako końcowy produkt przemian azotowych;
- opisuje sposób powstawania kwasu moczowego.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- analiza tekstu źródłowego;
- s-z-s;
- gwiazda pytań.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

- komputery z dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- arkusz papieru A3 z narysowaną gwiazdą pytań.

Przebieg zajęć

Faza wstępna

1. Nauczyciel prosi uczniów o zapoznanie się ze wstępem w e-materiale.
2. Nauczyciel zadaje pytania:
 - W jaki sposób może być wydalany azot?
 - Co to jest puryna?
3. Nauczyciel podaje cele lekcji i formułuje jej temat.

Faza realizacyjna

1. Nauczyciel prosi uczniów o zapoznanie się z tematem „Katabolizm puryn i biosynteza kwasu moczowego” znajdującym się w e-podręczniku.
2. Praca samodzielna (s) – studiowanie literatury, pozyskiwanie informacji.
3. Nauczyciel dzieli uczniów na 4 grupy.
4. Praca zespołowa (z).
5. Grupy otrzymują arkusz papieru A3 z ilustracją gwiazdy. Zadaniem grup jest umieszczenie na ramionach gwiazdy pytań dotyczących zagadnienia znajdującego się wewnątrz gwiazdy „Katabolizm puryn i biosynteza kwasu moczowego”. Maksymalna ilość pytań: 5.
6. Grupy po napisaniu pytań przekazują gwiazdę innej grupie zgodnie z kierunkiem ruchu wskazówek zegara. Zadaniem grup jest udzielenie odpowiedzi na pytania w oparciu o wiadomości znajdujące się w e-podręczniku. Odpowiedzi zapisują na otrzymanym arkuszu papieru A3.
7. Po upływie wyznaczonego czasu grupy prezentują swoje gwiazdy. Nauczyciel w razie potrzeby uzupełnia informacje.
8. Praca samodzielna (s) – uczniowie zapoznają się z multimediami bazowym i wykonują do niego polecenia.
9. Nauczyciel sprawdza poprawność wykonanych poleceń.

Faza podsumowująca

1. Nauczyciel podsumowuje prace grup.
2. Nauczyciel prosi grupy o odpowiedzi na pytania 1–5 zawarte w e-materiale.
3. Nauczyciel sprawdza poprawność odpowiedzi.

Praca domowa

Uczniowie wykonują ćwiczenia interaktywne 6–8 zawarte w e-materiale.

Materiały pomocnicze:

- Neil A. Campbell i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Rebis, Poznań 2019.
- „Encyklopedia szkolna. Biologia”, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania filmu samouczka

Film samouczek może być wykorzystany przez ucznia podczas lekcji powtórzeniowej