

## **Składniki żywności, czyli... co powinien wiedzieć nauczyciel przyrody planu- jąc ciekawą lekcję**

---

**Beata Zdrolik**

Składniki mineralne, z których każdy żywy organizm czerpie energię i materiał do budowania i odbudowy własnych tkanek, określa się jako pożywienie.

Pożywienie jest potrzebne każdemu organizmowi jako źródło energii do wykonywania licznych czynności życiowych (budowania i odnowy tkanek, poruszania się, rozrodu, itp.). Składa się ono z kilkudziesięciu składników. Do najważniejszych należą:

- białka,
- tłuszcze,
- węglowodany,
- woda,
- sole mineralne,
- witaminy.

W przyrodzie występuje wielkie bogactwo pożywienia pochodzenia roślinnego i zwierzęcego. Liczba i różnorodność roślin zależy od gleby i klimatu oraz uwarunkowań tradycji i czynników kulturowych. W Europie podstawowym źródłem białka jest bydło hodowlane i drób. Są jednak regiony gdzie wobec niedoboru białka w pożywieniu jadane są wszystkie żywe stworzenia. Znaczna część pożywienia człowieka nie może być przyswojona w swojej naturalnej postaci, dlatego musi być przetworzona. Najstarszym środkiem służącym do przetwarzania żywności jest ogień, który jest podstawą obróbki termicznej pożywienia w formie gotowania, pieczenia, duszenia, smażenia.

W związku z cyklicznością i sezonowością produkcji rolniczej, a tym samym plonowaniem roślin najczęściej raz w roku oraz koniecznością przechowywania produktów mięsnych, od tysięcy lat znane są także rozmaite metody przechowywania żywności. Metody te doskonalone były stopniowo przez kolejne pokolenia, ale największy postęp dokonał się w ciągu ostatnich 100 lat, dzięki rozwojowi techniki. Jednocześnie postęp cywilizacyjny spowodował niekorzystne zmiany w sposobie odżywiania i wzrost ilości sztucznie barwionej, utwardzanej i konserwowanej żywności w codziennej diecie.

Dlatego obecnie zwraca się coraz większą uwagę na zawartość w żywności wspomnianych wcześniej środków chemicznych, używanych powszechnie do poprawy smaku, trwałości lub innych walorów produktów żywnościowych.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> *Medycyna naturalna* pod red. K.Janickiego i W.Rewerskiego, PZWL Warszawa 1990.

## Charakterystyka składników pokarmowych

### Białka<sup>2</sup>

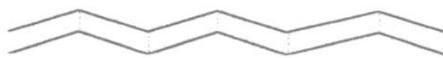
Białka stanowią najważniejszy składnik budowy komórek, a także enzymów i hormonów, mogą też być źródłem energii (jeżeli nie ma innych źródeł energii, organizm rozkłada własne białko, w drodze szeregu skomplikowanych przemian do glukozy, aby podtrzymać życie).

Pod względem chemicznym białka są związkami zawierającymi węgiel, wodór, tlen i azot, a także siarkę i fosfor. Są największymi cząsteczkami występującymi w komórkach i charakteryzują się złożoną i różnorodną budową. Cząsteczki białek zbudowane są z prostszych składników – aminokwasów (powszechnie występuje ich 20 rodzajów).

Wszystkie aminokwasy zawierają w cząsteczkach grupę aminową ( $-NH_2$ ), która nadaje właściwości zasadowe aminokwasowi i pozwala łączyć się z kwasami, oraz zawierają grupę karboksylową ( $-COOH$ ), która nadaje im właściwości kwasowe i pozwala na łączenie się z zasadami. W związku z taką budową aminokwasy i białka wykazują w roztworze właściwości buforowe, przeciwdziałając zmianom pH środowiska.

W cząsteczce białka, pomiędzy grupą aminową jednego aminokwasu a karboksylową innego tworzą się wiązania peptydowe. Ilość cząsteczek aminokwasów wchodzących w skład cząsteczki białka jest ogromna, a kolejność ich ustawienia różna w zależności od rodzaju białka, stąd olbrzymia różnorodność cząsteczek białka<sup>3</sup>. W tej skomplikowanej strukturze wyróżnia się kilka poziomów organizacji<sup>4</sup>:

1. Struktura pierwszorzędowa – określa kolejność aminokwasów w łańcuchu polipeptydowym ( $H_2N-Ala-Gly-Cys-Glu-COOH$ );
2. Struktura drugorzędowa – oznacza ukształtowanie łańcucha polipeptydowego w helixę lub inny regularny układ przestrzenny, stabilizowany wiązaniami wodorowymi;

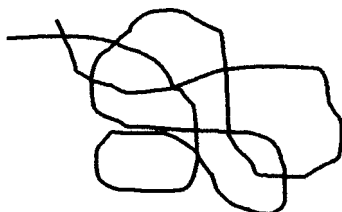


<sup>2</sup> Proponowane doświadczenia: *Wykrywanie białka – reakcja biuretowa, Wykrywanie białka – reakcja ksantoproteinowa, Działanie metali ciężkich na białko, Wysalanie białek*; za opracowaniem: Krystyna Chmieleńska *Laboratorium chemiczne nauczyciela przyrody*, Zakład Dydaktyki Wydziału Chemii Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 2003.

<sup>3</sup> C.A. Villee *Biologia*, PWRiL, Warszawa 1990.

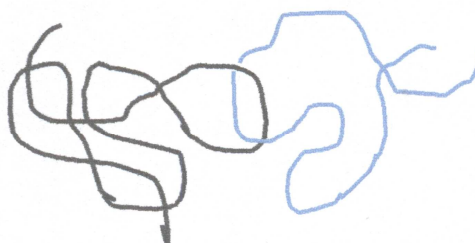
<sup>4</sup> W. Mizerski *Tablice biologiczne*. Wydawnictwo Adamantan, Warszawa 1994.

3. Struktura trzeciorzędowa – sposób pofałdowania i ułożenia łańcucha polipeptydowego w przestrzeni, prowadzący do powstania białek globularnych, (w utrzymaniu tej struktury, podobnie jak przy drugorzędowej ważną rolę odgrywają wiązania wodorowe, a także jonowe, hydrofobowe i kowalencyjne, takie jak –S–S– mostki dwusiarczkowe).



Strukturę tę można zniszczyć poddając białka działaniu np. wysokiej temperatury lub metali ciężkich. Zniszczenie specyficznego pofałdowania zwiniętego helikoidalnie łańcucha polipeptydowego powoduje powstanie przypadkowego ułożenia przestrzennego a tym samym zanik aktywności biologicznej białka. Zjawisko to określa się jako denaturację białka.

4. Struktura czwartorzędowa – układ przestrzenny podjednostek będących oddzielnymi łańcuchami peptydowymi lub grupami niebiałkowymi.



W każdej komórce znajdują się setki różnych białek, a komórki każdego typu charakteryzują się tym, że zawierają pewne białka charakterystyczne jedynie dla nich. W komórkach roślinnych lub zwierzęcych jednego gatunku występują białka różniące się od białek znajdujących się w organizmach innych gatunków. Stopień podobieństwa białka dwóch organizmów, oprócz gatunku zależy bardzo od stopnia ich pokrewieństwa. Organizm człowieka wykazuje zdolność do syntetyzowania niektórych aminokwasów jeżeli komórki dysponują odpowiednimi substancjami wyjściowymi. Te aminokwasy, które nie mogą być wytworzone przez organizm (zarówno człowieka, jak i innych zwierząt), muszą być dostarczane od roślin (rośliny mają zdolność syntetyzowania wszystkich aminokwasów z substancji prostszych), w pożywieniu lub od bakterii żyjących w przewodzie pokarmowym. Aminokwasy, których organizm zwierzęcy nie potrafi syntetyzować, lecz musi je pobierać od roślin nazywane są aminokwa-

sami egzogenicznymi – niezbędnymi, ponieważ są niezbędnym elementem pożywienia. Należy zaznaczyć, że aminokwasy egzogeniczne jednego gatunku nie muszą być niezbędne w pożywieniu innego gatunku.

Białka są składnikami strukturalnymi komórek, składnikami funkcjonalnymi enzymów i pewnych hormonów. Dostając się do organizmu z pokarmem rozszczepiane są na aminokwasy i dopiero w tej postaci wchłaniane do krwioobiegu, następnie krew rozprowadza je do wszystkich części organizmu, gdzie są zużywane do budowania nowych cząsteczek białka – specyficznych dla organizmu konsumenta, lub rozkładane dla uzyskania energii. Produkty o dużej zawartości białka to produkty pochodzenia zwierzęcego i roślinnego, takie jak mięso, ryby, fasola.

### **Tłuszcze<sup>5</sup>**

Tłuszcze pełnią w organizmie zwierzęcym rolę wysokoenergetycznego paliwa. Ich wartość kaloryczna jest dwukrotnie wyższa od wartości kalorycznej węglowodanów i białek. W przeciwieństwie do białek, mogą być magazynowane w organizmie w dużych ilościach i stanowią jego główny materiał zapasowy (u człowieka tłuszcz zgromadzony w tkance tłuszczowej stanowi ok. 17% ciężaru ciała).

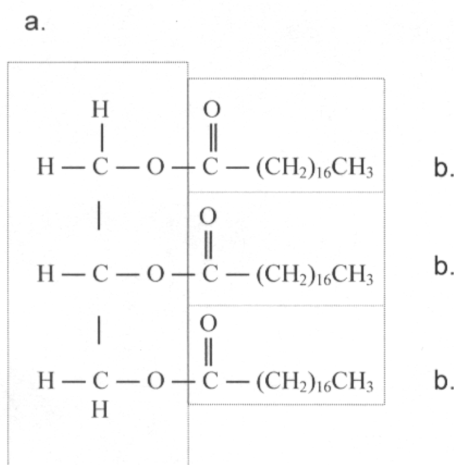
Zapasy tłuszczów chronią narządy wewnętrzne przed uciskiem i uszkodzeniem przez wstrząsy mechaniczne oraz przed nadmierną utratą ciepła przez organizm. Kompleksy tłuszczowo-białkowe zapewniają utrzymanie prawidłowej sprężystości pęcherzyków płucnych. Tłuszcze są niezbędnym składnikiem struktur komórkowych (są istotnym składnikiem błon plazmatycznych, błony jądrowej, osłonki mielinowej otaczającej włókna nerwowe) i zapewniają równowagę koloidową cytoplazmy. Ułatwiają również wchłanianie rozpuszczalnych w tłuszczach witamin (A, D, E, K) i cholesterolu pokarmowego<sup>6</sup>.

Tłuszcze składają się również z węgla, wodoru i tlenu, zawierają jednak znacznie mniej tlenu w stosunku do węgla i wodoru niż węglowodany. Mogą one mieć konsystencję stałą bądź ciekłą w mniejszym lub większym stopniu. Każda cząsteczka tłuszczu jest zbudowana z glicerolu i trzech reszt kwasów tłuszczowych. Wszystkie takie tłuszcze to tłuszcze obojętne, zawierają one glicerol i mogą się różnić wchodzącymi w ich skład kwasami tłuszczowymi (związki o długich łańcuchach nasyconych i nienasyconych, zawierające na jednym końcu grupę karboksylową – COOH).

---

<sup>5</sup> Proponowane doświadczenie: *Odróżnianie tłuszczów nasyconych od nienasyconych*; za opracowaniem: Krystyna Chmieleńska, *Laboratorium chemiczne nauczyciela przyrody*; Zakład Dydaktyki Wydziału Chemii Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 2003.

<sup>6</sup> Za: C.A. Villee *Biologia...*, *op.cit.*



Wzór strukturalny trystearynianu, tłuszczu złożonego z glicerolu (a) oraz trzech cząsteczek kwasu stearynowego (b).

Wszystkie kwasy tłuszczowe występujące w przyrodzie mają parzystą liczbę atomów węgla (masłowy – 4, kapronowy – 6, palmitynowy – 16, stearynowy – 18). Kwasy tłuszczowe zawierające jedno lub więcej wiązanie podwójne, nazywane są “nienasyconymi” kwasami tłuszczowymi.

Niektóre z tłuszczów w temperaturze pokojowej są substancjami stałymi (łój wołowy, tłuszcz wieprzowy), inne zaś mają konsystencje ciekłą (oliwa z oliwek, tłuszcz z wątroby dorsza – tran). Tłuszcze, w których skład wchodzi głównie nienasycone kwasy tłuszczowe, mają zwykle w temperaturze pokojowej płynną konsystencję, natomiast tłuszcze zawierające dużą ilość kwasów nasyconych – konsystencję stałą.

Przemiany tłuszczów regulowane są hormonalnie, dużą rolę odgrywają tu takie hormony, jak insulina, hormon wzrostu, kortykotropina, hormon lipotropowy i tyroksyna. Organizm może przekształcać węglowodany w tłuszcze i gromadzić zapasy pokarmowe w ich postaci. Zwierzęta odkładają tłuszcze w postaci globuli w komórkach tkanki tłuszczowej.

Oprócz tłuszczów właściwych w przyrodzie występuje wiele spokrewnionych z nimi substancji określanych mianem tłuszczy złożonych, które oprócz kwasów tłuszczowych zawierają inne składniki takie jak np. fosfor – fosfolipidy i cukry – glikolipidy. Czerwone i żółte barwniki zawarte w roślinach – karotenoidy, jak również sterydy są włączane do tłuszczołców ze względu na nierozpuszczalność w wodzie i oleistą konsystencję, mimo iż pod względem chemicznym nie są tłuszczami. Karoten znajdujący się w roślinach jest ważnym źródłem witaminy A w diecie człowieka (cząsteczka karotenu rozszczepia się na dwie cząsteczki witaminy A). Natomiast do sterydów ważnych z biologicznego punktu widzenia należy witamina D, hormony płciowe męskie i żeńskie, sole kwasów żółciowych, cholesterol (ważny składnik strukturalny tkanki nerwowej i innych tkanek).

Tłuszcze proste są głównym materiałem energetycznym i zapasowym organizmu, natomiast tłuszcze złożone (przede wszystkim fosfolipidy) stanowią zasadniczy składnik tłuszczu komórkowych. Fosfolipidy znajdują się w każdej komórce zwierzęcej.

Tłuszcze jadalne są pochodzenia zwierzęcego (smalec, słonina, sadło, boczek, masło, śmietana) i roślinnego (oleje jadalne, margaryna). Największą wartość biologiczną mają tłuszcze, które zawierają nienasycone kwasy tłuszczowe i witaminy. Ich źródłem są oleje; słonecznikowy, kukurydziany, sojowy, oliwa z oliwek, masło, śmietana. Masło i śmietana zawierają witaminę A i mają dużą wartość smakową ale są jednocześnie źródłem dużej ilości cholesterolu. Nie należy ich spożywać w nadmiarze, co dotyczy głównie osób z chorobą wieńcową. Średnią wartość odżywczą mają takie tłuszcze jak smalec, słonina, masło roślinne. Najniższą wartość biologiczną mają olej rzepakowy, margaryna.

Ważne jest aby tłuszczyk o wysokiej wartości odżywczej spożywać w postaci surowej, a do smażenia używać oleju rzepakowego i smalcu, pod żadnym pozorem nie wolno używać do smażenia masła i margaryny, ponieważ wytwarzają się wówczas związki szkodliwe dla zdrowia nadtlenki, aldehydy, np. akroleinę i niskocząsteczkowe kwasy<sup>7</sup>.

### Węglowodany<sup>8</sup>

Węglowodany, inaczej cukrowce lub sacharydy, stanowią ważne źródło energii dla wszystkich komórek organizmów, należą do nich m.in. cukry, skrobia, celuloza. Pod względem chemicznym są to związki zbudowane tylko z atomów węgla, wodoru i tlenu, w stosunku zbliżonym do  $C : H_2O$ . Nazwa ogólna wywodzi się z wzorów  $C_nH_{2n}O_n$ , które w połowie XIX wieku zapisywano w postaci "wodzianów węgla"  $(CH_2O)_n$ . W nazewnictwie cukrów nazwy systematyczne nie znajdują zastosowania, gdyż są zbyt długie, a wszystkie monosacharydy mają swoje nazwy zwyczajowe. Węglowodany dostarczają organizmom energii potrzebnej do przebiegu procesów życiowych oraz do ogrzania ciała.

Występujący w większej ilości w organizmie człowieka cukier – glukoza, o wzorze sumarycznym  $C_6H_{12}O_6$  jest monocukrem (monosacharydem, cukrem prostym). Ma ona duże znaczenie biologiczne, występuje normalnie we krwi jako jej niezbędny składnik. Występuje również w tkankach – w stężeniu 0,1 % w stosunku wagowym, jest niezbędna w metabolizmie komórek mózgowych<sup>9</sup>. Wszystkie inne węglowodany dostarczane organizmowi z pokarmem są przekształcane w glukozę przez wątrobę.

Glukoza jest najbardziej rozpowszechnionym związkiem na kuli ziemskiej, zmagazynowanym w komórkach roślinnych w postaci polisacharydów – skrobi i celulozy.

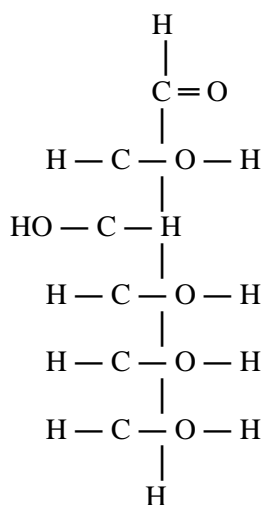
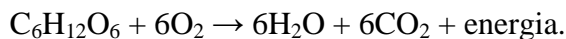
Glukoza, zwana też czasami dekstrozą w komórkach zostaje rozkładana

<sup>7</sup> Za: *Medycyna naturalna* pod red. K.Janickiego i W.Rewerskiego..., *op.cit.*

<sup>8</sup> Proponowane doświadczenie: *Wykrywanie cukrów prostych w miodzie, sokach owocowych i słodzikach*; za opracowaniem: Krystyna Chmieleńska, *Laboratorium chemiczne nauczyciela przyrody*; Zakład Dydaktyki Wydziału Chemii Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 2003.

<sup>9</sup> Za: C.A. Villee *Biologia...*, *op.cit.*

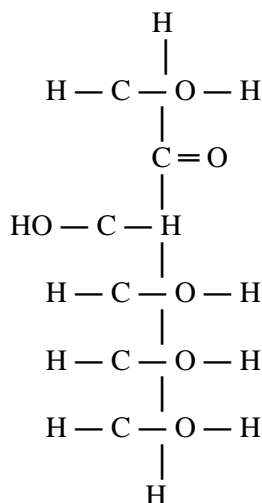
przy udziale tlenu, z uwolnieniem energii, do dwutlenku węgla i wody:



Wzór strukturalny glukozy w postaci łańcuchowej.

Nazwa systematyczna: 2, 3, 4, 5, 6 – pentahydroksyheksanal.

Podobną budowę do glukozy ma inny monosacharyd – fruktoza, o identycznym wzorze sumarycznym  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ , powszechnie występująca w owocach – stąd jej nazwa. Fruktoza jest izomerem glukozy, tzn. że ma inne rozmieszczenie atomów w cząsteczce. Jest to najłagodniejszy z pospolitych cukrów.

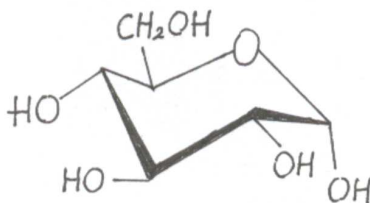


Wzór strukturalny fruktozy w postaci łańcuchowej.

Nazwa systematyczna: 1, 3, 4, 5, 6 – pentahydroksy – 2 – heksanon.

Cząsteczki cukrów prostych w roztworze nie występują w postaci łańcu-

chów, lecz w postaci pierścieni.



Wzór strukturalny glukozy w postaci cyklicznej  
(sześciocząłowy pierścień zawierający 5 atomów węgla i 1 atom tlenu).

Dwie cząsteczki cukrów prostych połączone ze sobą z wydzieleniem cząsteczki wody tworzą cząsteczkę dwucukru (disacharydu). Wszystkie dwucukry mają wzór sumaryczny  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , ale różnią się rozmieszczeniem przestrzennym atomów w cząsteczce i wykazują różnice we właściwościach fizycznych i chemicznych. W trzcinie cukrowej i w burakach cukrowych znajduje się dwucukier – sacharoza. Cząsteczka sacharozy składa się z jednej drobinny glukozy i jednej fruktozy. Hydroliza sacharozy prowadzi do powstania równomolowej mieszaniny glukozy i fruktozy, która nosi nazwę cukru inwertowanego.

Inne dwucukry: maltoza (cukier słodowy) – składa się z dwu cząsteczek glukozy, laktoza (cukier mlekowy, zawarty w mleku ssaków) – zbudowana jest z jednej drobinny glukozy i jednej galaktozy, jest najmniej słodkim cukrem (10 razy mniej słodki niż fruktoza).

Węglowodany, które mają największe cząsteczki to wielocukrowce (polisacharydy), takie jak skrobia i błonnik, zbudowane są z wielu cząsteczek cukrów prostych, połączonych w długie łańcuchy - proste lub rozgałęzione.

Skrobia jest pospolitym polisacharydem, występującym zarówno w komórkach roślinnych, jak i zwierzęcych. Różne typy skrobi różnią się liczbą i rodzajem cząsteczek cukrów prostych oraz właściwościami fizycznymi i chemicznymi. Glikogen – skrobia zwierzęca różni się od skrobi roślinnej tym, że jest związkiem bardziej rozgałęzionym oraz bardziej rozpuszczalnym w wodzie. Ponieważ cząsteczki glukozy są małe i nie mogą być gromadzone w komórkach, gdyż dyfundowałyby na zewnątrz, węglowodany gromadzone są w postaci skrobi u roślin oraz glikogenu – w przypadku zwierząt. Cząsteczki tych związków są większe i mniej rozpuszczalne, przez to nie przechodzą przez błony plazmatyczne. U człowieka glikogen gromadzony jest w wątrobie i przekształcany pod wpływem enzymów w glukozę, która jest rozprowadzana przez krew do wszystkich części organizmu.

W komórkach roślinnych występują ściany komórkowe zbudowane z błonika – polisacharydu, który podobnie jak skrobia składa się z cząsteczek glukozy, lecz cząsteczki te są połączone innego typu wiązaniami ( $\beta$ -glikozydowymi), przez co jest nierozpuszczalny i nie rozkładają go enzymy działające na skrobię. Błonnik jest w pożywieniu człowieka składnikiem niestrawialnym, aczkolwiek



bardzo ważnym, gdyż stanowi tzw. balast wypełniający przewód pokarmowy razem z innymi składnikami pożywienia, ułatwiając przesuwanie się i mieszanie treści pokarmowej.

Niektóre węglowodany występują w połączeniu z białkami, tworząc glikoproteidy lub lipidami, tworząc glikolipidy, które są składnikami strukturalnymi komórek i ścian komórkowych. Pięciowęglowe cukry – ryboza i dezoksyryboza wchodzi w skład cząsteczek kwasów rybonukleinowych (RNA) i dezoksyrybonukleinowych (DNA).

W żywieniu człowieka – w grupie produktów żywnościowych o dużej wartości cukrów znajdują się takie, które często (ale nie zawsze) mają słodki smak, jak np. większość owoców, a także mają smak mączysty, jak np. sama mąka, banany, ziemniaki, groch.

### **Woda**

Woda: H<sub>2</sub>O – wchodzi w skład protoplazmy wszystkich organizmów żywych, jest przetrzymywana przez białka wiązaniami wodorowymi (woda związana), a w organizmach wielokomórkowych wypełnia luki i szczeliny między komórkami i jamami ciała (woda wolna). Zawartość wody w tkankach człowieka waha się w granicach od 10 % (szkliwo zębów) do 98 % (krew), (20% – kości, 85% – komórki mózgu). Stanowi ona około 2/3 ogólnej masy ciała człowieka.

Woda stanowi substancję łącznikową między poszczególnymi partiami organizmu, jest rozpuszczalnikiem, w którym zachodzą reakcje chemiczne, umożliwia rozpad soli, kwasów i zasad na jony – jest ośrodkiem rozdrabniania się substancji w plazmatyczny układ koloidalny. Jako rozpuszczalnik służy też do eliminowania z ustroju substancji zbędnych, pochodzących z przemiany materii. Woda jest nieodzowna w procesie trawienia, ponieważ przy rozszczepianiu białek, węglowodanów i tłuszczów na każdą parę cukru prostego lub aminokwasów zużywana jest cząsteczka wody, a przy rozszczepianiu tłuszczów – trzy cząsteczki wody na każdą cząsteczkę tłuszczu.

Jest ona także stabilizatorem ciepła, ponieważ dzięki dużemu ciepłu właściwemu pochłania jego duże ilości, zapobiegając nagłym zmianom temperatury w komórkach, jak również ochładza powierzchnię ciała na skutek parowania z wydalanego przez organizm potu.

Woda jest stale wymieniana w organizmie, czas potrzebny do jej całkowitej wymiany u człowieka wynosi 4 tygodnie, zależy to od środowiska i stopnia metabolizmu.<sup>10</sup> Dziennie organizm ludzki wydala około 2 litrów wody, co jednak zależy od klimatu i aktywności fizycznej. Ubytek wody musi być w krótkim czasie uzupełniony, aby organizm mógł normalnie funkcjonować (bez wody człowiek może przeżyć zaledwie kilka dni, podczas gdy bez jedzenia – kilka tygodni).

Każdy pokarm zawiera wodę, a najwięcej świeże warzywa i owoce – nawet ponad 95%.

### **Sole mineralne<sup>11</sup>**

<sup>10</sup> Za: *Leksykon biologiczny* pod red Cz. Jury i H. Krzanowskiej... *op.cit.*

<sup>11</sup> Proponowane doświadczenie: *Badanie składu chemicznego kości*; za opracowaniem:

Znanych jest około 15 pierwiastków niezbędnych w pożywieniu w postaci soli. Pierwiastki te mają znaczenie biologiczne, dlatego nazywane są biopierwiastkami. Wchodzą one w skład związków chemicznych, z których zbudowany jest organizm człowieka.

Pewna ilość biopierwiastków niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania i rozwoju organizmu występuje w nim w stosunkowo dużych ilościach, są to głównie pierwiastki budulcowe. Inne są niezbędne w bardzo małych ilościach (w ilościach śladowych). W związku z tym biopierwiastki dzieli się na makroelementy i mikroelementy. Makroelementy stanowią 99% suchej masy ciała, natomiast mikroelementy tylko 0,8%.

Do makroelementów zalicza się: węgiel, wodór, tlen, azot, wapń, fosfor, magnez, sód, potas, chlor, siarkę.

Do mikroelementów: magnez, cynk, żelazo, miedź, mangan, chrom, molibden, kobalt, fluor, selen, jod, krzem, lit.

Dziennie zapotrzebowanie na niektóre sole lub ich składniki przedstawia się następująco: chlorek sodowy – 2-10 g, potas – 1-2 g, magnez – 0,3 g, fosfor – 1,5 g, wapń – 0,8 g (w okresie wzrostu lub ciąży więcej), żelazo – 0,012 g, miedź – 0,001 g, mangan – 0,0003 g, jod – 0,00003 g.<sup>12</sup>

Organizm traci dziennie około 30 g soli mineralnych, wydalając je z moczem, potem, kałem. Ilość ta musi być zrównoważona przez pobranie odpowiedniej ilości biopierwiastków z pokarmem. Niedobór soli mineralnych jest zjawiskiem rzadkim, ponieważ mleko, mięso, jaja, jarzyny, ser zawierają ich dużo. Niemniej jednak niedobory biopierwiastków mogą być przyczyną chorób.

W poniższej tabeli znajduje się zestawienie najważniejszych biopierwiastków<sup>13</sup>

Mikroelementy		
Pierwiastek	Rola biologiczna	Skutki niedoboru
Cynk Zn	Występuje w substancjach uczestniczących w procesie oddychania oraz w metabolizmie węglowodanów (insulina). Wykorzystywany w procesie formowania się tkanki kostnej oraz w regulacji równowagi kwasowo – zasadowej organizmu	Choroby nowotworowe, cukrzyca, zanik mięśni
Żelazo Fe	Składnik hemoglobiny (transport tlenu) mioglobiny (magazynowanie tlenu w mięśniach) i enzymów łańcucha oddechowego	Anemia

Mikroelementy		
Pierwiastek	Rola biologiczna	Skutki niedoboru

Krystyna Chmieleńska, *Laboratorium chemiczne nauczyciela przyrody*; Zakład Dydaktyki Wydziału Chemii Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 2003.

<sup>12</sup> Za: C.A. Vilee *Biologia...*, *op.cit.*

<sup>13</sup> Za: W. Mizerski *Tablice biologiczne...*, *op.cit.*

Mangan Mn	Aktywuje enzymy, współdziała z witaminami grupy B oraz cytochromami, jest konieczny do prawidłowego rozwoju tkanek, zwiększa przyswajanie miedzi	Oslabienie wzrostu, osłabienie tkanki łącznej, deformacje szkieletu
Chrom Cr	Składnik enzymów wykorzystywanych w procesie przyswajania glukozy	Wzrost stężenia cholesterolu we krwi, złe przyswajanie glukozy
Molibden Mo	Konieczny do funkcjonowania licznych enzymów	Oslabienie wzrostu
Kobalt Co	Konieczny składnik witaminy B <sub>12</sub> - udział w procesie tworzenia erytrocytów	Anemia, zaburzenia biosyntezy białek i kwasów nukleinowych
Fluor F	Umożliwia prawidłowy rozwój uzębienia	Próchnica zębów
Selen Se	Stymuluje pracę serca, neutralizuje niektóre toksyny (kadm, rtęć)	Degeneracja mięśni, hemoliza
Jod J	Składnik tyroksyny - hormonu regulującego wiele funkcji organizmu (akcja serca, przemiana materii, pobudliwość układu nerwowego)	Choroby tarczycy
Krzem Si	Prawdopodobnie rola strukturalna	Choroby skóry i włosów, deformacje kości
Lit Li	Obniża pobudliwość komórek nerwowych, działając konkurencyjnie do jonów sodu	Zaburzenia psychiczne (psychoza maniako-depresyjna), zaburzenia wzrostu

Makroelementy	
Pierwiastek	Rola biologiczna
<u>Węgiel, C</u>	Podstawowe składniki związków organicznych ( m.in. węglowodanów, tłuszczów, białek) wchodzących w skład komórek wszystkich organizmów żywych. Tlen i wodór - składniki wody. Tlen - niezbędny do życia.
Wodór, H	
Tlen, O	
Azot, N	Składnik wszystkich białek, zasad azotowych i innych ważnych związków
Siarka, S	Składnik ważnych aminokwasów (cysteiny i metioniny) oraz wielu koenzymów.
Fosfor, P	Składnik kwasów nukleinowych i związków makroergicznych (np. ATP), składnik kości i zębów,
Sód, Na Chlor, Cl Potas, K	Składniki płynów ustrojowych, regulują równowagę osmotyczną komórki, odpowiadają za polaryzację błon biologicznych i przewodzenie impulsów nerwowych. Chlor (w postaci HCl) - składnik soku żołądkowego. Sód pełni główną rolę w utrzymaniu prawidłowego ciśnienia osmotycznego organizmu człowieka. Potas wpływa również na utrzymanie prawidłowego ciśnienia płynów ustrojowych oraz bierze udział w procesach przekazywania nerwowo-mięśniowego, w procesach enzymatycznych sprzyjających uwalnianiu energii, syntezy białek oraz transportu aminokwasów, a także utrzymywaniu równowagi płynu śródmożgowego i rytmu serca.
Makroelementy	

Pierwiastek	Rola biologiczna
Magnez Mg	Występuje w połączeniach z wapniem i fosforem w kościach (60 - 70%), pozostała część znajduje się w tkankach miękkich. Aktywuje liczne enzymy, uczestniczy w replikacji kwasów nukleinowych, bierze udział w przemianie węglowodanów, wpływa na syntezę białek w organizmie. Konieczny do prawidłowego funkcjonowania układu nerwowego (przebieżność nerwowo - mięśniowa). Zmniejsza toksyczność ołowiu i pestycydów. Ochronia układ chromosomalny człowieka przed niekorzystnymi wpływami mutacyjnymi środowiska. <sup>14</sup> Znaczne niedobory powodują podwyższoną pobudliwość nerwowo - mięśniową, bóle głowy, drażliwość oraz zmniejszenie wydolności organizmu do wysiłku
Wapń, Ca	Składnik kości, wielu białek (np. kolagenu), regulator wielu procesów biologicznych (wpływa na krzepliwość krwi, reguluje czynności pracy serca, bierze udział w przebieżności nerwowo-mięśniowej, działa przeciwuczuleniowo i przeciwwysiłkowo;

### Witaminy<sup>15</sup>

Witaminy są to substancje niezbędne do życia organizmów, ale nie mogą być syntetyzowane przez te organizmy i muszą być dostarczane wraz z pokarmem.– dotyczy to organizmów zwierzęcych, ponieważ rośliny mogą syntetyzować witaminy. Zwierzęta często mogą syntetyzować witaminy z prowitamin. Charakterystyczne jest też to, że związek będący witaminą dla pewnych zwierząt nie musi być witaminą dla drugich, np. większość zwierząt ssących nie musi otrzymywać witaminy C, ponieważ same ją wytwarzają jedynie człowiek, małpy i świniki morskie muszą ją pobierać z pokarmem. Zapotrzebowanie na witaminy zmienia się wraz z rozwojem osobniczym. Małe dzieci, pozostające na ograniczonej diecie, muszą dodatkowo otrzymywać witaminy, zwłaszcza A i D. Natomiast człowiek dorosły odżywiający się racjonalnie nie musi uzupełniać witamin dodatkowo.

Witaminy biorą udział w podstawowych reakcjach metabolicznych, są ich biokatalizatorami i koenzymami. Dzięki witaminom organizm może wykorzystać energię zawartą w pożywieniu. Przy braku witamin występują charakterystyczne schorzenia, zwane awitaminozami, które wynikają z zaburzeń określonych szlaków metabolicznych.

Witaminy są związkami organicznymi, mają różny skład chemiczny. Istnieją dwie główne grupy witamin: witaminy łatwo rozpuszczalne w tłuszczach lub rozpuszczalnikach tłuszczowych (wit. A, D, E, K) oraz witaminy rozpuszczalne w wodzie (wit. C i grupy B).

W poniższej tabeli zawarta jest charakterystyka witamin, o dużym znacze-

<sup>14</sup> Za: *Medycyna naturalna* pod red. K. Janickiego i W. Rewerskiego..., *op.cit.*

<sup>15</sup> Proponowane doświadczenie: *Wykrywanie witaminy C w soku kiszzonej kapusty*; za opracowaniem: Krystyna Chmieleńska, *Laboratorium chemiczne nauczyciela przyrody*; Zakład Dydaktyki Wydziału Chemii Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 2003.

niu biologicznym dla człowieka<sup>16</sup>.

Witamina	Znaczenie biologiczne	Objawy niedoboru	Objawy przedawkowania	Produkty, w których występuje
Witaminy rozpuszczalne w tłuszczach (mogą być przyswajane tylko w obecności soli żółciowych)				
A Retinol	Witamina wzrosto- wa i odpornościo- wa, pobudza podział komórek, wpływa na prawidłowy stan nabłonka skóry, rogówki, przewod pokarmowego i oddechowego, jest konieczna do pra- widłowego widzenia - wchodzi w skład purpury wzrokowej siatkówki oka;	- Ślepotą zmierzchowa (kurza ślepotą) — złe widzenie w niedosta- tecznym oświetleniu (niedobór czerwieni wzrokowej); - zwolnienie procesów regeneracji, - uszkodzenie wzrostu nabłonka, jego zwyrod- nienie, nadmierne rogowacenie, - zmniejszona odporność na zakażenia;	- złuszczające zapalenie skóry - pęknięcia warg, - nadmierna, pobu- dliwość, - zaburzenia snu, - osłabienie, - utrata łąknienia, - nudności i wymioty;	masło, tran, jaja, wątroba, śmietana, tłuste sery, W postaci prowitami- ny - karotenu w tkankach roślinnych; Natka pietruszki, marchew, pomidory, kapusta włoska, szpinak;
D Cholekalcy- ferol	Witamina przeciw- krzywicza; Reguluje w organ- izmie przemianę fosforu i wapnia, zwiększa ich wchłanianie z przewodu pokar- mowego i odkłada- nie w kościach i zębach,	- u dzieci: niedorozwój kośćca - krzywica, - u dorosłych: rozmięk- nienie kości,	-zaburzenia żołąd- kowo-jelitowe: nudności, wymioty, biegunka, - utrata łąknienia, - bóle głowy i mięśni, odkładanie wapnia w tkankach miękkich, naczy- niach i nerkach oraz odwapnienie kości;	W tkankach zwierzę- cych i roślinnych postaci w prowitamin, z których pod wpły- wem promieni nadfi- ioletowych powstają witaminy
E Tokoferol	Działa przeciwutle- niająco, ochraniając właściwości innych witamin zawartych w pokarmach; Bierze udział w metabolizmie białek, w procesach utleniania tkanko- wego	- paraliż lub zanik mięśni, - degeneracja nerwów - niekiedy bezpłodność u mężczyzn i poronienia u kobiet;		Kiełki pszenicy, otręby ryżowe, rzeżu- cha, sałata, orzechy, mleko, jaja, mięso, tłuszczach roślinnych i zwierzęcych;
K	Warunkuje praw- idłowe krzepnięcie krwi, uczestniczy w wątrobie w procesie syntezy protrombi- ny i prokonwertyny - składników układu krzepnięcia; Wpływa na procesy oddychania tkan- kowego;	Niedobory występują głównie w skutek zabu- rzeń przyswajania oraz u noworodków zanim rozmnożą się bakterie jelitowe; - krwotoki podczas zabiegów chirurgicz- nych, - skaza krwotoczna;	- zakrzepica;	Kapusta, szpinak, ziemniaki, wątroba; Wytwarzana przez bakterie w przewodzie pokarmowym

Witamina	Znaczenie biologiczne	Objawy niedoboru	Objawy przedawkowania	Produkty, w których występuje
Witaminy rozpuszczalne w wodzie				

<sup>16</sup> Za: *Medycyna naturalna* pod red. K. Janickiego i W. Rewerskiego..., *op.cit.*

C Kwas askorbinowy	Bierze udział w wielu ważnych dla organizmu procesach: przede wszystkim oksydo-redukcyjnych, zwłaszcza utleniania tkanki łącznej, odpornościowych, w przemianie żelaza; Ma działanie odtruwające, zmniejsza i opóźnia odczucie zmęczenia	- kruchość naczyń włosowatych, wylewy podskórne, - zapalenia jamy ustnej, obrzmienie dziąseł, wypadanie zębów (szkorbut-gnilec);	- zaburzenia ze strony układu pokarmowego i moczowego	Występuje powszechnie w jarzynach, owocach i ziołach Witamina ta jest wrażliwa na działanie temperatury – gotowanie produktów spożywczych niszczy zawartą w nich wit. C
B <sub>1</sub> Tiamina, Aneuryna	Wpływa na utlenianie węglowodanów, procesy oddychania tkankowego, prawidłową czynność układu nerwowego, mięśni i serca; Potocznie zwana witaminą układu nerwowego; Wzmaga łaknienie, pobudza przemianę materii;	- zmęczenie, brak apetytu, osłabienie, skurcze mięśni, - degeneracja nerwów połączona z bólem, - uszkodzenie mięśni, paraliż (choroba beri-beri), - u dzieci: niewydolność krążenia;		Drożdże, otręby, warzywa strączkowe, orzeszki ziemne, wątroba, nerki, chude mięso wieprzowe, mleko, jaja; Podobnie jak witamina C wrażliwa na temperaturę;
B <sub>2</sub> Ryboflawina	Bierze udział w przemianie glukozy, aminokwasów i żelaza w komórkowych procesach utleniania;	- obrzmienie i pęknięcie błony śluzowej jamy ustnej, zapalenie języka i warg, zajady - zmiany w narządzie wzroku, - łojotok;		Drożdże, mleko, masło, jaja, pszenica, wątroba, nerki, zielone liście warzyw;
B <sub>6</sub> Pirydoksyna	Bierze udział w przemianie białek, w mniejszym stopniu węglowodanów i tłuszczów; Odgrywa też rolę w procesach odpornościowych i krwiotwórczych organizmu;	- stany zapalne skóry, zwłaszcza twarzy i kończyn, - stany zapalne błon śluzowych, - niedokrwistość, - uczucie ogólnego osłabienia, - zaburzenia nerwowe;		Mięso, ryby, jaja, orzechy, ziarna zbóż, fasola, wątroba, drożdże, kielki pszeniczne;
B <sub>12</sub> Cyjanokobalamina	Bierze udział w przemianie białek, jest niezbędna w syntezie kwasów nukleinowych, krwinek czerwonych, węglowodanów i tłuszczów;	W przypadku braku w soku żołądkowym enzymu apoerytroiny, witamina B <sub>12</sub> nie może być przyswajana i dochodzi do niedokrwistości (megaloblastycznej);		Pokarmy pochodzenia zwierzęcego: wątroba nerka, mięso wołowe, drób, ryby; Mleko, grzyby, drożdże; Wytwarzana także przez bakterie w przewodzie pokarmowym;

Witamina	Znaczenie biologiczne	Objawy niedoboru	Objawy przedawkowania	Produkty, w których występuje
----------	-----------------------	------------------	-----------------------	-------------------------------

Kwas foliowy	Jest czynnikiem wpływającym na ogólnoustrojowy metabolizm; Służy do prawidłowej, krwiotwórczej działalności szpiku; Potocznie nazywany wit. krwiotwórczą;	- zmiany zapalne języka i jamy ustnej, - zaburzenia układu pokarmowego (biegunka, zmniejszenie wchłaniania jelitowego), - niedokrwistość (makrocytarna);		Wątroba, nerki, drożdże, zielone warzywa, owoce;
PP Niacyna-amid kwasu niklotynowego	Bierze udział w procesach utleniania tkankowego; Działa wielokierunkowo, m.in. rozszerza naczynia krwionośne, zmniejszając nieznacznie ciśnienie krwi; Działa korzystnie w niektórych chorobach ośrodkowego układu nerwowego, w miażdżycy, stwardnieniu rozsianym, zapaleniu nerwu trójdzielnego;	- rzadko dziś występująca choroba pelagra (w rejonach, gdzie dominującym pożywieniem jest kukurydza, uboga w tę wit.); Objawy tej choroby: zapalenie skóry, zapalenie błon śluzowych przewodu pokarmowego, biegunka, ośpienie, zapalenie nerwów, porażenia;		Wątroba, nerka, chude mięso, drób, ryba, chleb razowy, drożdże, niektóre jarzyny (pomidory, liście zielone warzyw), orzechy;

### Dozwolone środki chemiczne

Współcześnie producenci żywności stosują powszechnie dodatki syntetyczne do żywności, aby przedłużyć trwałość produktów, poprawić smak, zwiększyć atrakcyjność ich wyglądu, konsystencji, itp. Dodatki te mają charakter syntetycznych związków identycznych w składzie z naturalnymi – występującymi w przyrodzie, np. barwniki, aminokwasy, bądź też są całkowicie syntetyczne, tzn. że analogiczne związki nie występują naturalnie w przyrodzie. Jako dodatki do żywności stosuje się też naturalne substancje, wyodrębnione z naturalnych surowców, np. pektynę, żelatynę, skrobię.

W poniższej tabeli zestawiono wykaz<sup>17</sup> najczęściej stosowanych dodatków do żywności, z podziałem na te, które są dopuszczone do stosowania przez polskie ustawodawstwo oraz te, których nie wolno używać w naszym kraju.

Wykaz substancji dodatkowych stosowanych jako dodatki do środków spożywczych

<sup>17</sup> Z karty pracy ze scenariusza lekcyjnego do lekcji “Koszyk z zakupami”, aut. Wulkiewicz-Flis, nauczyciela przyrody w SP Nr 3 w Kłodzku.

Wykaz środków – substancji dodatkowych dopuszczalnych do stosowania jako dodatki do środków spożywczych	Wykaz szkodliwych dodatków do żywności
<b>Barwniki</b>	
E 100, 102, 110, 124, 132, 140, 141, 150, 151, 160a, 160b, 160c, 160d, 160e, 162, 172, 175	- niebezpieczne: E 102, 123, - zabronione: E 103, 105, 111, 121, 125, 130, 152, - rakotwórcze: E 131, 142;
<b>Konserwanty</b>	
E 200, 201, 202, 203, 210, 211, 214, 215, 216, 217, 220, 221, 222, 223, 224, 250, 251, 252, 280, 281	- rakotwórcze: E 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 239, - zakłócające czynności jelit: E 221, - zakłócające czynności skóry: E 23;
<b>Antyutleniacze</b>	
E 300, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 320, 322	- rakotwórcze: E 338, 340, - zwiększające poziom cholesterolu: E 320, 321, - zakłócające trawienie: E 338, 340,
<b>Emulgatory</b>	
E 412, 430, 466, 471 (wszystkie są dodatkami do lodów)	- zakłócające trawienie: E 407, 450, 465, 477;
<b>Środki spulchniające</b>	
E 401, 406, 407, 410, 413, 414, 440a, 450e	
<b>Związki dodatkowe</b>	
E 170, 260, 270, 326, 327, 330, 331, 332, 333, 334, 339, 341, 35, 450b, 450e, 500, 501, 503, 507, 50, 516, 524, 526, 536, 553a, 558, 572, 578, 621, 901, 905	

## Aneks

Treści dotyczące podstawowych składników pokarmowych oraz związków chemicznych o podstawowym znaczeniu w życiu człowieka znajdują się w programach nauczania, opartych na podstawie programowej (załącznik Nr 1 do Rozporządzenia Ministra Edukacji Narodowej z 15 lutego 1999 r. w sprawie podstawy programowej kształcenia ogólnego (Dz.U. z 23 lutego 1999 r. nr 14, póź. 129).

Treści zawarte w mojej pracy można wykorzystać w realizacji celów edukacyjnych objętych podstawą programową takich jak<sup>18</sup>:

3. Rozumienie zależności istniejących w środowisku przyrodniczym;
4. Poznanie współzależności człowieka i środowiska;
5. Poznanie zachowań sprzyjających bezpieczeństwu ludzi i przyrody.

<sup>18</sup> Numeracja celów, zadań, treści i osiągnięć odpowiada numerom danej pozycji w *Podstawie programowej...*



Jeżeli chodzi o zadania szkoły wyróżnione w podstawie programowej, nauczyciel może wykorzystać informacje zawarte w opracowaniu w realizacji takich zadań, jak:

1. Dostarczanie wiedzy na temat człowieka, udzielanie uczniowi pomocy w rozumieniu samego siebie;
2. Przekazywanie wiedzy na temat budowy i złożoności świata ożywionego [...];
5. Umożliwienie [...] wykonywania prostych eksperymentów i interpretowania ich wyników.

Opracowane przeze mnie wiadomości oraz przytoczone doświadczenia znajdują swoje odniesienie w następujących treściach ogólnych podstawy programowej:

1. Wspólne cechy budowy i czynności organizmów;
14. Czynności życiowe człowieka, [...] zasady higieny;
18. Wpływ człowieka na środowisko przyrodnicze oraz
19. Wpływ środowiska na zdrowie człowieka: a) substancje szkodliwe i ich wpływ na organizm człowieka, [...], a także planowanych osiągnięciach ucznia:
4. rozpoznawanie stanów fizjologicznych organizmu człowieka. Dbłość o zdrowie [...];
8. Obserwowanie i identyfikowanie różnorodnych substancji i procesów chemicznych w najbliższym otoczeniu;
9. Właściwe korzystanie z dostępnych produktów chemicznych.

W programach nauczania na drugim etapie edukacyjnym (w klasach IV-VI szkoły podstawowej) przewidziane są na przykład zajęcia w bloku tematycznym "Człowiek" (program M. i M. Augustyniak, wyd. ROŻAK 1999, nr dop. DKW-4014-49/99) lub "Człowiek i środowisko" (E. Dobrzyńska, W. Stawiński, A. Walosik, wyd. KUBAJAK 1999, nr dop. DKW-4014-164/99).

W pierwszym z wymienionych programów, w rozkładzie materiału dla klasy IV przewidziane są zajęcia w bloku "Człowiek", dotyczące zasad właściwego żywienia, higieny i estetyki sporządzania posiłków. Program ten zakłada m.in. realizację następujących celów nauczania:

- a) na poziomie wiadomości:
  - uczeń pozna podstawowe zasady żywienia;
  - będzie wiedział jakie są skutki spożywania zbyt dużej ilości słodczy;
  - będzie znał podstawowe składniki pokarmowe;
- b) na poziomie rozumienia:
  - uczeń będzie rozumiał: potrzebę spożywania odpowiedniej ilości owoców i warzyw, mleka i jego przetworów, produktów mącznych i kasz oraz produktów mięsnych;
  - uczeń będzie rozumiał potrzebę estetycznego spożywania posiłków;
- c) na poziomie umiejętności:
  - uczeń będzie umiał: przygotować drugie śniadanie z zastosowaniem podstawowych zasad właściwego żywienia

W rozkładzie materiału dla klasy V, w bloku programowym "Człowiek", przewidziane są zajęcia dotyczące głównych czynności życiowych człowieka, w tym również odżywianie. Planowane cele nauczania obejmują m. in.:

- a) na poziomie wiadomości:
  - uczeń będzie wiedział jakie są podstawowe funkcje życiowe człowieka;
  - wie, co jest niezbędne, aby organizm człowieka mógł prawidłowo funkcjonować (tlen, pokarm);
- b) na poziomie rozumienia:
  - uczeń będzie rozumiał znaczenie procesów oddychania, odżywiania, rozmnażania i

- wydalania w życiu człowieka;
- uczeń będzie rozumiał znaczenie tlenu, wody i żywności dla życia;
- c) na poziomie umiejętności:
- uczeń będzie umiał wyróżnić najważniejsze czynniki niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka.

Podczas realizacji wymienionych zagadnień nauczyciel może wykorzystać niektóre z zaproponowanych doświadczeń, szczególnie na zajęciach poświęconych zapoznaniu uczniów ze składnikami pokarmowymi i ich rolą w organizmie. Ciekawą formą urozmaicenia lekcji są również inscenizacje lub inne formy prezentacji niedoboru, czy też nadmiaru witamin i innych składników pokarmowych w organizmie. W Programie nauczania dla klasy VI przewidziane są zajęcia w bloku programowym “Powietrze” i “Woda”, dotyczące zanieczyszczeń, podczas których można wykorzystać przytoczone w pracy doświadczenie “Działanie metali ciężkich na białko”.