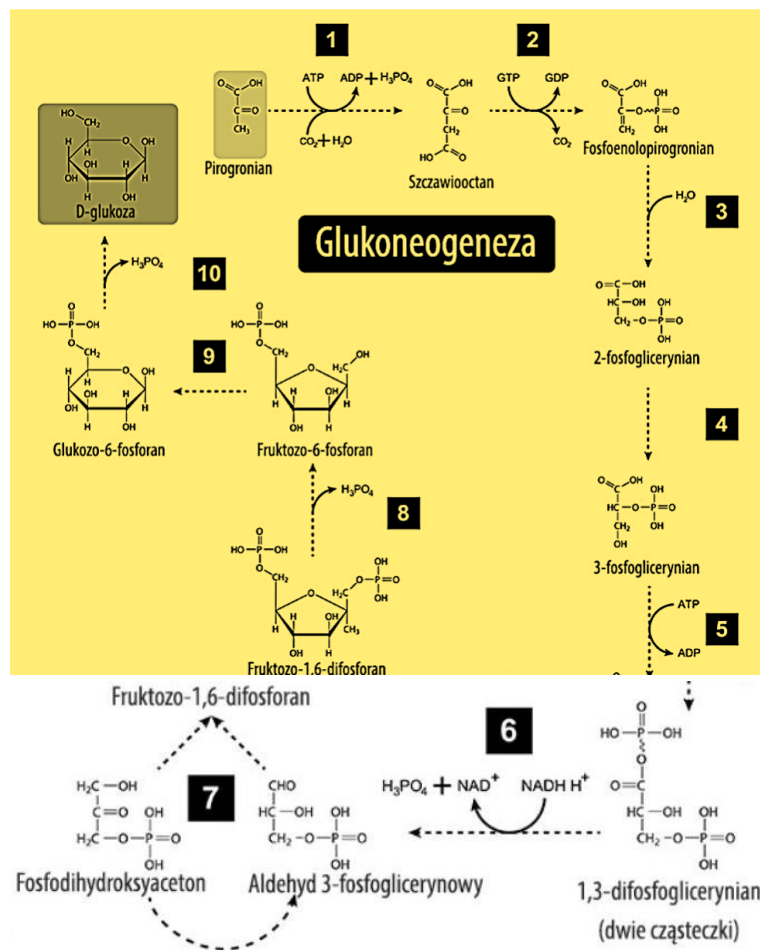
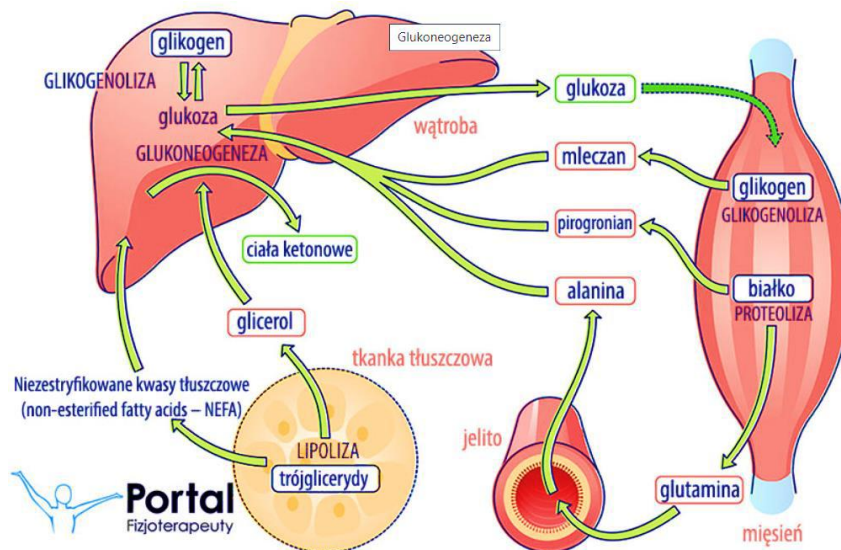


1. Glukoneogeneza

- Nie jest prostym odwróceniem glikolizy
- Miejsce: wątroba (90%) i kora nerki (10%)
- Glukokortykoidy oraz glukagon pobudzają ten proces
- Insulina hamuje glukoneogenezę



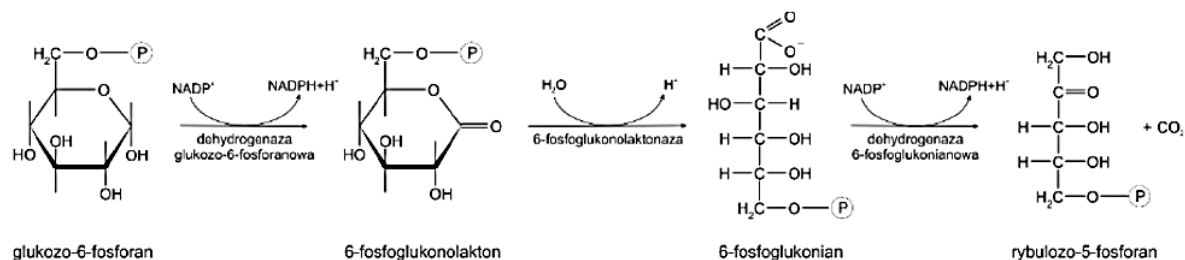
- Zachodzi w cytoplazmie oraz w mitochondriach i retikulum endoplazmatycznym
- Zachodzi w wątrobie i nerkach, w mniejszym stopniu natomiast w mózgu



2. Szlak pentozofosforanowy

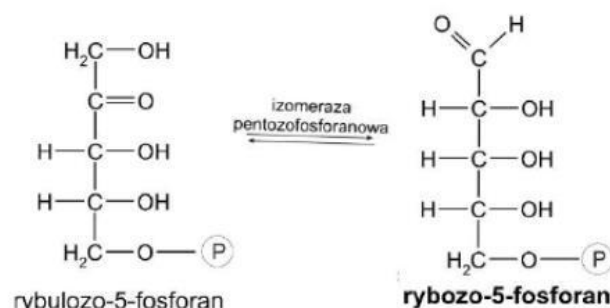
- Następuje w nim rozkład glukozy; zlokalizowany jest w cytozolu
- Niezwiązany bezpośrednio z potrzebami energetycznymi komórki
- Jego enzymy wykazują największą aktywność w wątrobie, tkance tłuszczowej, gruczole mlecznym, korze nadnerczy, tarczycy i jądrach
- Dostarcza zredukowanego NADPH – dawca elektronów i protonów w reakcjach biosyntezy np. kwasów tłuszczowych, cholesterolu, neurotransmiterów, nukleotydów
- Źródło rybozo – 5 – fosforanu – składnika nukleotydów
- Cytoplazma komórki – faza OKSYDACYJNA

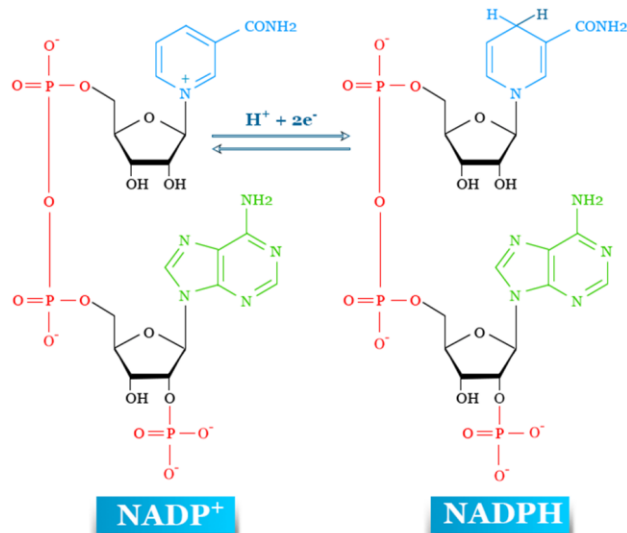
Utlenienie glukozy – 6 – fosforanu w rybulozę – 5 – fosforan z wytworzeniem 2 NADPH



Faza NIEOKSYDACYJNA

Substrat do biosyntezy nukleotydów; lub w metabolity glikolizy i glukoneogenezy

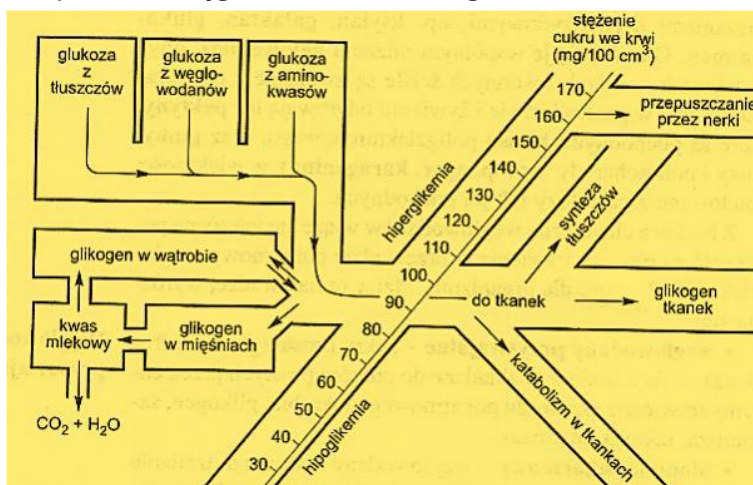




3. Bilans szlaku pentozofosforanowego

- $6 \text{ glukoza-6-fosforan} + 12 \text{ NADP}^{++} + 7\text{H}_2\text{O} \rightarrow 5 \text{ glukoza-6-fosforan} + 6\text{CO}_2 + 12 \text{ NADPH} + 12\text{H}^{++} + \text{Pi}$
- NADPH
 - Udział w procesach biosyntezy kwasów tłuszczowych i steroidów
 - Udział w redukcji nadtlenku wodoru (no peroksydaza glutationowa / rektuktaza glutationowa)
 - Udział w reakcjach detoksykacji np. hydroksylacji
 - Udział w procesach fagocytozy (oksydaza NADPH)
- Niedobór NADPH
 - Spowodowany wrodzonym niedoborem dehydrogenazy glukoza-6-fosforanowej.
 - Krwinki pozbawione NADPH są podatne na hemolizę, ze względu na obniżoną zdolność neutralizacji RTF (reaktywne formy tlenu)

4. Gospodarka węglowodanami w organizmie



Normy mierzone na czczo

POZIOM GLUKOZY	INTERPRETACJA
Od 70 do 99 mg/dL(od 3.9 do 5.5 mmol/L)	Prawidłowy poziom glukozy
Od 100 do 125 mg/dL(od 5.6 do 6.9 mmol/L)	Nieprawidłowy poziom glukozy na czczo (stan przedcukrzycowy)
Co najmniej 126 mg/dL (7.0 mmol/L) w co najmniej dwóch pomiarach	Cukrzyca

5. Regulacja metaboliczna stężenia glukozy

- Trzustka
 - A – glukagon
 - B – insulina
 - D – somatostatyna – hamuje wydzielanie soku żołądkowego, trzustkowego i żółci
 - F – trzustkowy polipeptyd zmniejsza wydzielanie trzustkowe i pobudza wydzielanie żołądkowe, a także opóźnia opróżnianie żołądka
- Insulina – obniża poziom glukozy we krwi
 - Zwiększa wychwyt aminokwasów i magazynowanie białka przez komórki
 - Zwiększa wychwyt glukozy i jej magazynowanie w postaci glikogenu w mięśniach i w wątrobie
 - Pobudza lipogenezę i magazynowanie trójglicerydów
 - Hamuje lipolizę
- Glukagon – podwyższa poziom glukozy we krwi
 - Aktywuje proteolizę w mięśniach, a uwolnione aminokwasy zostają wykorzystane do syntezy glukozy
 - Pobudza glikogenolizę oraz glukoneogenezę w hepatocytach
 - W adipocytach wzmacnia lipolizę i uwalnianie FFA które są następnie metabolizowane w wątrobie

6. Cukrzyca

- Efekt niedoboru insuliny lub zmniejszonej wrażliwości tkanek na działanie tego hormonu
- Cukrzyca typu I – brak insuliny jako efekt autoimmunologicznego procesu uszkodzającego wyspy Langerhansa trzustki
- Cukrzyca typu II – zmniejszona wrażliwość tkanek na insulinę; przyczyny genetyczne lub uwarunkowane środowiskowo
- Objawy:
 - Podwyższony poziom glukozy we krwi

7. Test doustnego obciążenia glukozą (OGTT)

- Druga próbka jest pobierana po 2h od spożycia płynu z 75g glukozy

POZIOM GLUKOZY	INTERPRETACJA
Poniżej 140 mg/dL(7.8 mmol/L)	Prawidłowa tolerancja glukozy
Od 140 do 200 mg/dL(od 7.8 do 11.1 mmol/L)	Nieprawidłowa tolerancja glukozy (stan przedcukrzycowy)
Powyżej 200 mg/dL(11.1 mmol/L) w co najmniej dwóch pomiarach	Cukrzyca

- Poliuria (wielomocz) – ponad 3 litry moczu na dobę
- Polidypsja – zwiększone pobieranie płynów
- Glukoza obecna we krwi, przy braku insuliny, nie może przedostawać się do tkanek → dochodzi do niedożywienia organizmu pomimo podwyższonego stężenia glukozy we krwi
- Uczucie osłabienia / zmęczenia
- Zmniejszona ostrość widzenia
- Trudno gojące się rany

8. Indeks Glikemiczny – IG

- Klasyfikuje żywność w zależności od tempa wchłaniania cukru do krwi, czyli obrazuje jak szybko rośnie stężenie cukru we krwi po zjedzeniu danego produktu
- Żywność podzielono na produkty
 - O małym IG <50
 - O średnim IG 51-75
 - O dużym IG >75
- Produkty o wysokim IG szybciej ulegają strawieniu, czego efektem jest gwałtowny wzrost, a następnie szybki spadek poziomu cukru we krwi. Produkty o niskim i średnim IG nie powodują tak dużych wahań glikemii

IG	Przykłady
mały (<50)	warzywa, chudy nabiał, orzechy i nasiona, mięso, ryby, jaja, większość surowych owoców, strączki
średni (51-75)	razowy chleb na zakwasie, razowy makaron, grube kasze, płatki owsiane, ryż pełnoziarnisty, niektóre gotowane warzywa: bób, dynia, kukurydza, ziemniaki
duży (>75)	chleb i pieczywo białe, biały ryż, kasza manna, lody, słodycze, miód, mleko tłuste, płatki kukurydziane, napoje, frytki

9. Ładunek glikemiczny to zależność między indeksem glikemicznym a rzeczywistą zawartością węglowodanów w porcji

- W zależności od wielkości ładunku glikemicznego produkty podzielono na 3 grupy
 - O małym ładunku glikemicznym (≤ 10)
 - O średnim ładunku glikemicznym 11-19
 - O dużym ładunku glikemicznym (≥ 20)
- Surowa marchew ma IG 71, porównywalny z jasnym chlebem. Ponieważ marchew zawiera tylko 4% węglowodanów, ładunek glikemiczny jednej jej porcji to 4, wartość którą można pominąć

10. Fruktaza – cukier prosty naturalnie występujący w owocach i miodzie. Jej źródłem w diecie jest także dwucukier sacharoza, złożony z fruktozy i glukozy oraz syrop glukozowo – fruktozowy

- Stopień słodkości wzorcowego roztworu sacharozy wynosi 100, glukozy 65, a fruktozy aż 112. Pomimo to wartość kaloryczna fruktozy jest taka sama jak reszty węglowodanów i wynosi 4kcal/g
- Fruktaza przyjmowana z dietą może powodować zaburzenia lipidowe ujawniające się pod postacią hiperlipidemii
- Wzrost całkowitego stężenia trójglicerydów oraz wzrost stężenia frakcji lipoprotein o bardzo małej gęstości (VLDL)
- Wysokie spożycie fruktozy może powodować wzrost całkowitego stężenia cholesterolu

Porównanie szkodliwego wpływu nadmiernego spożycia alkoholu i fruktozy na metabolizm [14]	
Alkohol	Fruktaza
Zaburzenia hematologiczne	–
Zaburzenia elektrolitów	–
Nadciśnienie	Nadciśnienie (kwas moczowy)
Powiększenie serca	–
Kardiomiopatie	Zawał serca (dyslipidemia, insulinooporność)
Dyslipidemia	Dyslipidemia (neolipogeneza)
Zapalenie trzustki	Zapalenie trzustki (hipertrójglicerydemia)
Otyłość (insulinooporność)	Otyłość (insulinooporność)
Niedożywienie	Niedożywienie (otyłość)
Zaburzenia czynności wątroby (alkoholowe stłuszczenie wątroby)	Zaburzenia czynności wątroby (niealkoholowe stłuszczenie wątroby)
Alkoholowy zespół płodowy (FAS)	–
Uzależnienie	Przyzwyczajanie lub uzależnienie

11. Metabolizm Fruktozy

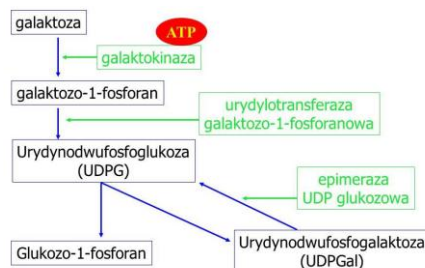
- Stanowi 14-30% cukrów spożywanych przez człowieka
- Metabolizowana w wątrobie, nerce i ścianie jelita cienkiego; metabolizm nie jest zależny od insuliny
- Włączanie fruktozy do glikolizy



- 1. Zaburzenia
 - a. Samoistna fruktozuria – wrodzony niedobór fruktokinazy w wątrobie – większość fruktozy przechodzi do moczu, nie wymaga leczenia
 - b. Wrodzona nietolerancja fruktozy – niedobór aldolazy; nadmiar fruktozo-1-fosforanu ma działanie toksyczne na tkanki, dodatkowo hamuje uwalnianie glukozy z glikogenu; leczenie – eliminacja fruktozy z diety

12. Metabolizm galaktozy

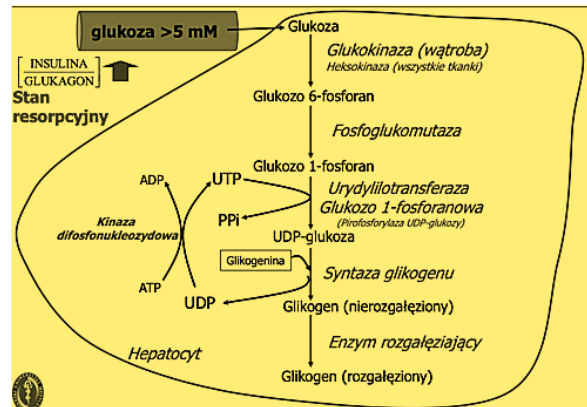
- Niewielkie znaczenie bioenergetyczne; jeżeli w ogóle to drogą pośrednią poprzez izomeryzację do glukozy
- Udział w biosyntezie glikoprotein i glikolipidów
- Przemiana galaktozy nie jest regulowana przez insulinę



- - Zaburzenia
 - Galaktozemia – wrodzony niedobór galaktokinazy; nagromadzenie wolnej galaktozy i powstanie galaktytolu wywołującego zaćmę
 - Niedobór urydylotransferazy galaktozo 1 – fosforanowej; gromadzenie toksycznego galaktozo – 1 – fosforanu w tkankach, marskość narządów, zahamowanie wzrostu, uszkodzenia nerek, niedorozwój umysłowy, zaćma

13. Glikogen (wiązania alfa 1,6 i 1,4 glikozydowe)

- Zbudowany podobnie do amylopektyny, ale bardziej rozgałęziony
- Zapasowy materiał energetyczny (mięśnie 400g, wątroba 100g)
- Biosynteza glikogenu
 - Glikogenogeneza – cytozol
 - 1. Konieczny starter w postaci krótkiego łańcucha oligosacharydowego



2.

14. Rozkład glikogenu

- Glikogenoliza – proces rozkładu glikogenu
 - Do glukozy (w wątrobie i nerkach)
 - Lub glukozo – 6 – fosforanu (w mięśniach szkieletowych)
- Jest ważnym procesem, który może szybko dostarczyć organizmowi glukozę lub jej fosforan w odpowiedzi na nagłe zapotrzebowanie na energię

DEGRADACJA GLIKOGENU (GLIKOGENOLIZA)



15. Choroby spichrzania glikogenu

- Choroba von Gierkego – wrodzony brak glukozo-6 fosfatazy; w wątrobie gromadzi się **glukozo-6 fosforan**; zwiększenie stężenia pirogronianui mleczanu we krwi oraz zwiększenie ilości glikogenu w wątrobie; uszkodzenie narządu

- **Choroba Cori**–wrodzony brak α -1,6-glukozydazy; w komórkach gromadzi się **nadmiar częściowo zdegradowanego glikogenu**; następstwem jest hipoglikemia
- **Choroba Andersena** –wrodzony brak enzymu rozgałęziającego (1,4–1,6-transglukozydazy)-glikogen nieprawidłowo zbudowany, słabo rozpuszczalny, uszkodzenie komórek
- Choroba McArdle’a–wrodzony brak fosforylasy glikogenowej w mięśniach (w wątrobie występuje). W czasie wysiłku komórki mięśniowe ulegają rozpadowi.
- Choroba Hersa–Podobna do ww. jednostki, ale dotyczy wątroby. Następstwem jest hipoglikemia i uszkodzenie komórek wątroby.

16. ADI (dopuszczalne dzienne spożycie) – dla poszczególnych dodatków do żywności

Tabela 1. Substancje słodzące i ich oznaczenie numerem E oraz ADI

Substancja słodząca	Numer E	ADI (mg/kg masy ciała)
Sorbitol	E 420	Nieokreślone
Mannitol	E 421	Nieokreślone
Acesulfam K	E 950	0-15
Aspartam	E 951	0-40
Cyklaminian sodu	E 952	0-11
Izomalt	E 953	Nieokreślone
Sacharyna	E 954	0-5
Surkuloza	E 955	0-15
Taumatyna	E 957	Nieokreślone
Neohesperydyna DC	E 959	-
Glizkozydy stweiolowe	E 960	0-4
Neotam	E 961	0-2
Sól aspartamu i acesulfamu	E 962	-
Syrop poliglucitolowy	E 964	Nieokreślone
Maltitol	E 965	Nieokreślone
Laktitol	E 966	Nieokreślone
Ksylitol	E 967	Nieokreślone
Erytrytol	E 968	Nieokreślone
Adwantam	E 969	5

17. Aspartam (E 951) ester metylowy dipeptydu L – asparagino – L – fenyloaminy

- Niskokaloryczny i około 200 razy słodszy od sacharozy
- Pod wpływem wysokiej temperatury zostaje przekształcony do pięć razy bardziej toksycznej diketopiperazyny
- W organizmie człowieka E 951 jest rozkładany do kwasu asparaginowego, fenyloalaniny i metanolu
- Metanol jest metabolizowany do aldehydu mrówkowego oraz formaldehydu, które wykazują działanie toksyczne
- Ze względu na obecność fenyloalaniny w swoim składzie, aspartam nie może być stosowany przez chorych na fenyloketonurię
- Niekorzystne działanie metabolitów aspartamu:

- Nudności, wymioty, pokrzywka, obrzęki, bóle głowy, napady padaczkowe, stany podniecenia, depresja, zaburzenia nastroju
- Kwasica metaboliczna oraz ryzyko rozwoju guza mózgu
- E 951 może zwiększać koncentrację wapnia w płucach, mózgu, śledzionie, nadnerczach i krwi
- Metanol będący metabolitem aspartam oraz jego dalszy metabolit, formaldehyd, są uznawane za przyczynę wzrostu ryzyka rozwoju białaczek i chłoniaków
- Przyrost masy ciała poprzez zwiększenie apetytu oraz zaburzenia stężenia glukozy we krwi
- Dysbioza mikroflory jelitowej (zwiększenie ilości bakterii *Enetobacteriaceae*, które wywołują zapalenie i insulinooporność)
- Nasilenie stresu oksydacyjnego w wątrobie, najprawdopodobniej w odpowiedzi na metanol – metabolit aspartam

18. Sacharyna (E 954) nie ulega przemianom w organizmie człowieka i jest wydalana w niezmienionej postaci

- 300-500 razy słodsza od sacharoz
- Do 2000r. sacharyna była wymieniona jako karcynogen na liście National Toxicology Report od Carcinogens
- Na podstawie badań przeprowadzonych na zwierzętach uznano, że nadmierne spożycie sacharyny może przyczyniać się do rozwoju raka pęcherze moczowego (nie potwierdzono takich przypadków zachorowań u ludzi, dlatego E 954 określa się jako związek bezpieczny dla człowieka)
- Spożycie zbyt dużych dawek sacharyny może wywołać białkomocz, podwyższone stężenie mocznika we krwi oraz występowanie odczynów alergicznych
- Nie zaleca się stosowania sacharyny kobietom w ciąży ze względu na możliwość przejścia tej substancji przez łożysko i jak dotąd niepoznany wpływ na płód
- Sacharyna może powodować przyrost masy ciała poprzez zwiększenie ilości spożywanego pożywienia

19. Ksylitol (E 967) – cukier brzozy lub drzewny, należy do pięciowęglowych wielowodorowych alkoholi cukrowych tj. polioli (substancji półsyntetycznych)

- Ma zbliżoną słodycz do sacharozy jednak dostarcza około 40% mniej kalorii
- Jest stabilny termicznie
- E 967 jest metabolizowany w organizmie człowieka bez udziału insuliny
- Może być stosowany jako substytut cukru u osób z nadmierną masą ciała i chorych na cukrzycę

- Ksylitol wykazuje właściwości przeciwpóchnicze, bierze udział w powstawaniu korzystnej flory bakteryjnej
- Ksylitol jest prebiotykiem, opóźnia opróżnianie żołądka, działając podobnie jak błonnik pokarmowy
- Nie ustalono ADI dla ksylitolu, przy czym jego nadmierne spożycie może objawiać się bólami brzucha, dyskomfortem, wzdęciami i biegunkami

20. Stewia to pochodząca z Paragwaju bylina z rodziny astrowatych

- Niska kaloryczność, niski indeks glikemiczny równy 0, stabilność w temperaturze 200 st C i w pH 3-9
- Słodki smak tej rośliny wynika z obecności aż 30 glikozydów
- Hipoglikemizujące, insulinotropowe oraz glukagonostatyczne działania stewiozydu
- Ekstrakt stewii nasila diurezę i działa hipotensyjnie
- Glikozydy stewiolowe wpływają na zmniejszenie we krwi stężenia triacylogliceroli, cholesterolu całkowitego i jego frakcji LDL oraz na zwiększenie frakcji HDL-C
- Działanie **przeciwzapalne i antyoksydacyjne**, a także przeciw-bakteryjne, -wirusowe i -grzybiczne,
- Stewiozyd działa immunostymulująco, poprawia funkcję makrofagów i wpływa na proliferację limfocytów T i B
- nie wykazuje działań genotoksycznych ani rakotwórczych. ADI dla stewii wynosi 0-4 mg/kg masy ciała/dzień w odniesieniu do ekwiwalentów stewiolowych
- znajduje zastosowanie w produktach dla osób otyłych oraz chorych na cukrzycę,

21. Taumatyna (E 957) to białko roślinne wyizolowane z owoców **katemfe**

Thaumatococcus daniellii

- E 957 uważana jest za najśłodsza substancję słodzącą pochodzenia naturalnego –**2000-3000 razy słodsza od sacharozy**, przy wartości energetycznej równej sacharozie, glukozie i maltozie
- **Substancja bezpieczna**, ulegająca całkowitemu strawieniu w organizmie człowieka
- Jest jedyną dopuszczoną w Polsce substancją intensywnie słodzącą niewymagającą ustalenia poziomu tolerancji i nieposiadającą określonego ADI
- Znalazła zastosowanie w żywieniu osób z nadwagą, otyłością oraz z zaburzeniami gospodarki węglowodanowej, a także w profilaktyce próchnicy zębów

TŁUSZCZE – BUDOWA I METABOLIZM

1. Funkcje

- Źródło energii (1g tłuszczu = 9 kcal)
- Budulec błon komórkowych i białej istoty mózgu
- Dostarczają NNKT jako substratów do tworzenia hormonów tkankowych
- Nośniki witamin rozpuszczalnych w tłuszczach
- Hamują skurcze żołądka i wydzielanie kwaśnego soku żołądkowego
- Stabilizują i ochraniają nerki (tłuszcz około narządowy)

2. Fosfolipidy – hydrofobowy „ogon” złożony z dwóch łańcuchów kwasu tłuszczowego oraz hydrofilowa „głowa” gdzie znajduje się fosforan

3. Glikolipidy

- Asymetryczność błony komórkowej
- Stabilizują błonę komórkową
- Są receptorami dla niektórych hormonów peptydowych i toksyn bakteryjnych
- Określają grupy krwi (ABO)

4. Sterole – cholesterol jest podstawowym czynnikiem regulującym przepuszczalność błon komórkowych

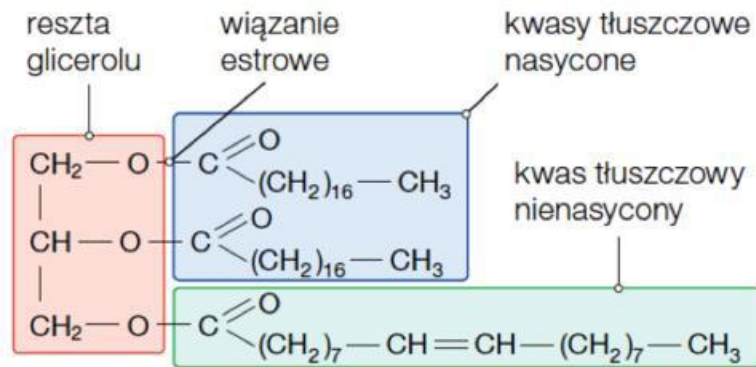
5. Tkanka tłuszczowa

- Trzewna
 - IL – 6
 - Receptory glikokortykosteroidów, androgenów, beta 3 adrenergiczne
- Podskórna
 - Leptyna
 - Adiponektyna

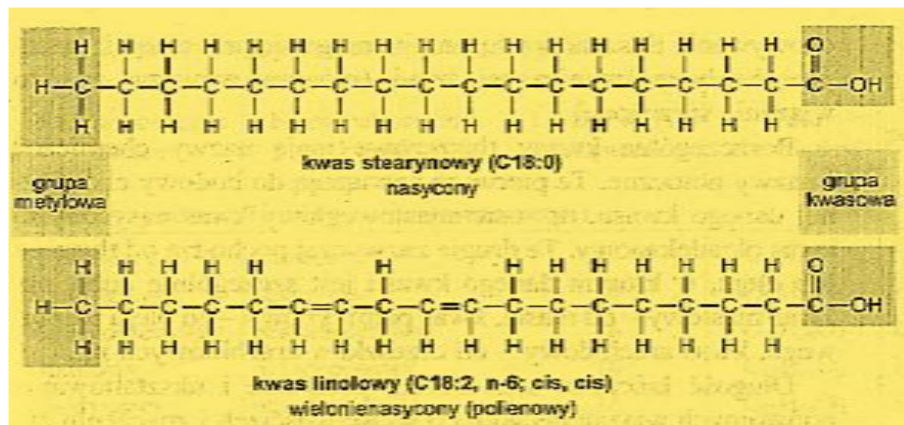
6. Podział tłuszczów Lipidy = tłuszczoce

- Tłuszcze proste
 - Triglicerydy
 - 1. Połączenia glicerolu z trzema kwasami tłuszczowymi
 - Woski
 - 1. Połączenia alkoholi jednowodorotlenowych z pojedynczym kwasem tłuszczowym
- Tłuszcze złożone
 - Fosfolipidy
 - Glikolipidy
 - Sulfolipidy
- Sterole – np. cholesterol
- Izoprenoidy
- Tokoferole rodzina witaminy E

7. Wiązanie estrowe – powstają w wyniku reakcji alkoholi z kwasami organicznymi lub nieorganicznymi



- **Budowa cząsteczki tłuszczu właściwego.**
 - O właściwościach biologicznych tłuszczu decydują wchodzące w jego skład kwasy tłuszczowe: związki organiczne o łańcuchu węglowym różnej długości
8. Kwasy tłuszczowe
- Do 10 atomów C w łańcuchu to krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe
 - Powyżej 10 atomów C to kwasy tłuszczowe długołańcuchowe
 - Posiadają charakter amfipatyczny: hydrofobowy łańcuch węglowodorowy i fragment hydrofilny (grupa karboksylowa zdolna do dysocjacji)
 - Nerozpuszczalne w wodzie
 - Większość występuje w postaci łańcuchów prostych (wyjątek kwas fitanowy w mleku)

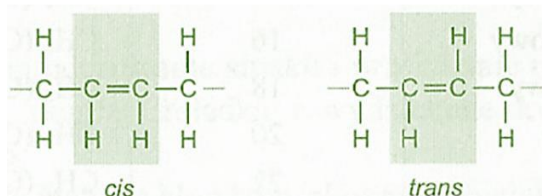


9. Funkcje

- Kw. Tłuszczowe nasycone – funkcja energetyczna
- Kw. Tłuszczowe nienasycone – funkcja energetyczna i budulcowa

10. Konfiguracja przestrzenna

- Monoenowe (jednonienasycone)
- Polienowe (wielonienasycone)
- Izomeria położeniowa: różne położenie w cząsteczce wiązania podwójnego licząc od grupy metylowej



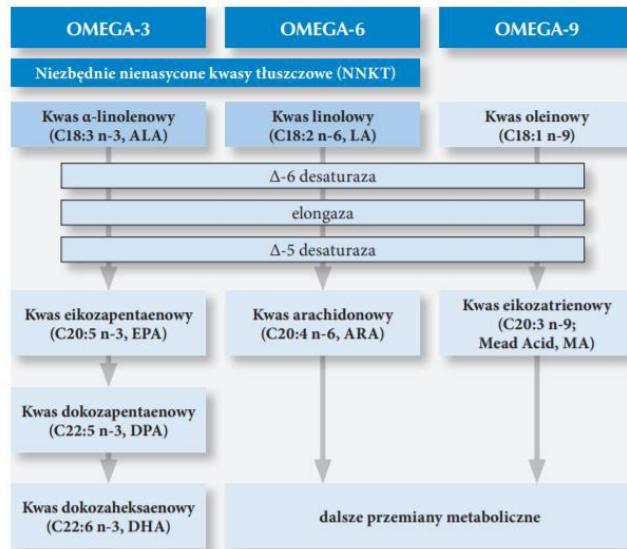
11. Kwasy tłuszczowe – przykłady

		Nazwa potoczna	Liczba węgli w cząsteczce	Liczba wiązań podwójnych i ich położenie
		Kwasy jednonienasycone (monoenurowe)		
Nazwa potoczna	Liczba atomów węgla w cząsteczce	Krotonowy	4	1, n-2
		Kaprolenowy	10	1, n-2
		Palmitoleinowy	16	1, n-7
		Oleinowy	18	1, n-9 cis
		Elaidynowy	18	1, n-9 trans
		Wakcenowy	18	1, n-7
		Erukowy	22	1, n-9
		Nerwonowy	24	1, n-9
		Kwasy wielonienasycone (polienowe)		
		Linolowy	18	2, n-6
		Linolenowy	18	3, n-3
		Linolenowy	18	3, n-6
		Arachidonowy	20	4, n-6
		Timodonowy	20	5, n-3
		Klupadonowy	22	5, n-6

12. NNKT – niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe bo?

- Brak możliwości wytworzenia
- Budowa błon komórkowych
- Zapobiegają zakrzepom krwi i nadciśnieniu
- Obniżają stężenie cholesterolu we krwi
- Materiał wyjściowy do produkcji eikozanoidów (hormony tkankowe)
- Omega – 9 – zapobiegają miażdżycy (niwelują zbyt wysoki poziom cholesterolu całkowitego, ale także podwyższają frakcję HDL; działanie przeciwnowotworowe; oleje roślinne, orzechy i nasiona, oliwa z oliwek)
- Izomery cis kwasu linolowego (C18:2, n-6) LA
 - Oleje słonecznikowy i sojowy
- Kwas alfa linolenowy (C18:3, n-3) ALA
 - Oleje lniany i rzepakowy
 - Kwas gamma-linolenowy – olej z wiesiołka

- *prawidłowe proporcje pomiędzy tymi kwasami wielonienasyconymi powinny wynosić 1:5/6 (n-3:n-6) zbyt wysoki poziom omega-6 w stosunku do omega-3 powoduje wypychanie tych drugich z ich szlaków metabolicznych i zakłóca pozytywne ich działanie*



13. Acyloglicerole

- Estry glicerolu i kwasów tłuszczowych
- W zależności od liczby reszt kwasów tłuszczowych wyróżnia się:
 - Monoacyloglicerole
 - diacyloglicerole
 - triacyloglicerole
 1. główny rezerwuar energii
 2. stanowią 60-90% tkanki tłuszczowej