

[Akceptuje](#)

W ramach naszej witryny stosujemy pliki cookies w celu świadczenia państwu usług na najwyższym poziomie, w tym w sposób dostosowany do indywidualnych potrzeb. Korzystanie z witryny bez zmiany ustawień dotyczących cookies oznacza, że będą one zamieszczone w Państwa urządzeniu końcowym. Możecie Państwo dokonać w każdym czasie zmiany ustawień dotyczących cookies. Więcej szczegółów w naszej [Polityce Prywatności](#)

[Portal Informacje](#) [Katalog firm](#) [Praca](#) [Szkozenia](#) [Wydarzenia](#) [Porównania międzylaboratoryjne](#)
[Kontakt](#)



[Laboratoria](#)
[.net](#)
[Innowacje](#)
[Nauka](#)
[Technologie](#)

[Logowanie](#) [Rejestracja](#) [pl](#)

Newsletter

zapisz się



- [Nowe technologie](#)
- [Felieton](#)
- [Tygodnik "Nature"](#)
- [Edukacja](#)
- [Artykuły](#)
- [Przemysł](#)

[Strona główna](#) > [Artykuły](#)

Glukoza - niezbędne źródło energii dla organizmu

Glukoza zaliczana jest do najważniejszych węglowodanów, ponieważ większość węglowodanów, które zawarte są w pokarmach wchłania się do krwiobiegu właśnie w postaci glukozy. Ponadto węglowodany przekształcane są w glukozę w wątrobie, a w organizmie z glukozy mogą powstać wszystkie inne cukry. Glukoza stanowi istotne źródło energii w tkankach ssaków, a także odgrywa bardzo ważną rolę w prawidłowym rozwoju płodu. Cukier ten przekształcany jest w inne cukry odgrywające swoiste rolę np. w rybozę, która występuje w kwasach nukleinowych czy galaktozę obecną w laktozie mleka [1].

Glukoza jest niezbędna do prawidłowego funkcjonowania metabolizmu komórkowego. Szczególnie wrażliwe na brak glukozy są komórki nerwowe. W organizmie związek ten wykorzystywany jest głównie jako źródło energii. Ponadto glukoza reguluje przemianę tłuszczową, zmniejsza stopień zatrucia jadami, a także przyspiesza gojenie się ran [7].

Oznaczanie glikemii (poziomu cukru we krwi) w monitorowaniu cukrzycy

Oznaczanie glikemii przeprowadzane w celu monitorowania leczenia i oceny wyrównania metabolicznego cukrzycy wykonywane jest w pełnej krwi włosniczkowej. Krew włosniczkowa pobierana jest zwykle z opuszki palca, a u noworodków i dzieci z pięty. Niestety przydatność tego typu materiału jest mocno ograniczona, co w głównej mierze wynika z faktu domieszki płynu tkankowego, słabą standaryzacją stosowanej do pobrania procedury, a także ilości możliwych do wykonania badań. Największe znaczenie w badaniach ma krew żylna, z kolei krew włosniczkowa pobierana jest wtedy, gdy pobranie krwi żyłnej nie jest możliwe lub utrudnione [2], [3].

Glukoza bardzo szybko transportowana jest przez błonę komórkową do wnętrza erytrocytów. Transport odbywa się przez transportery glukozy określane jako GLUT. Transporter glukozy 1 (GLUT1) uważany jest za najlepiej poznaną i najbardziej rozpowszechnioną izoformę rodziny białek GLUT. W stanach fizjologicznych wysoki poziom ekspresji GLUT1 obserwuje się: w erytrocytach (3-5% wszystkich białek błonowych), nabłonku endotelialnym, nabłonku epitelialnym bariery krew-mózg, oku, łożysku oraz gruczole mlekowym ssaków [3],[4]. Przeprowadzone badania sugerują możliwość zastosowania GLUT1 jako prognostycznego wskaźnika złośliwości oraz stopnia zaawansowania nowotworów. Co więcej wskaźnik ten umożliwiłby wyodrębnienie pacjentów wymagających agresywniejszej terapii [4].

Stężenie glukozy w erytrocytach jest niższe niż w osoczu, co wynika z faktu jej przemiany do glukozo-6-fosforanu. Pomiar stężenia glukozy glukometrami daje zazwyczaj niższe wartości glikemii niż stosowane analizatory laboratoryjne, które mierzą ten metabolit w osoczu. Oznaczenia glukozy wykonywane w monitorowaniu cukrzycy przeprowadzane są w różnych porach dnia (zależnych od aktywności chorego i przyjmowanych posiłków), kiedy to oczekuje się skrajnych wartości glikemii w ciągu doby. Dobowy profil glikemii obejmuje pomiary glukozy wykonywane: rano na czczo, przed każdym głównym posiłkiem, 120 minut po każdym głównym posiłku, przed snem, o północy oraz o godzinie 3:30 w nocy [2].

	Stężenie glukozy w mmol/l [mg/dl]		
	Krew pełna		
	Żyłna	Włośniczkowa	Osocze krwi żyłnej*
Cukrzyca:			
Na czczo lub 2 godz. po podaniu glukozy	≥ 6,1 (≥ 110) ≥ 10,0 (≥ 180)	≥ 6,1 (≥ 110) ≥ 11,1 (≥ 200)	≥ 7,0 (≥ 126) ≥ 11,1 (≥ 200)
Upośledzona tolerancja glukozy (IGT):			
Na czczo (jeśli mierzona) i 2 godz. po podaniu glukozy	< 6,1 (< 110) i ≥ 6,7 (≥ 120)	< 6,1 (< 110) i ≥ 7,8 (≥ 140)	< 7,0 (< 126) i ≥ 7,8 (≥ 140)
Nieprawidłowa glikemia na czczo (IFG):			
Na czczo i (jeśli mierzona) 2 godz. po podaniu glukozy	≥ 5,6 (≥ 100) i < 6,1 (< 110) < 6,7 (< 120)	≥ 5,6 (≥ 100) i < 6,1 (< 110) < 7,8 (< 140)	≥ 6,1 (≥ 110) i < 7,0 (< 126) < 7,8 (< 140)

*Wartości glikemii w osoczu krwi włośniczkowej wynoszą: dla cukrzycy — na czczo ≥ 7,0 mmol/l (≥ 126 mg/dl), 2 h po posiłku ≥ 12,2 mmol/l (≥ 220 mg/dl); dla IGT — na czczo < 7,0 mmol/l (< 126 mg/dl) i 2 h po posiłku ≥ 8,9 mmol/l (≥ 160 mg/dl) i < 12,2 mmol/l (< 220 mg/dl); dla IFG — na czczo ≥ 6,1 mmol/l (≥ 110 mg/dl) i < 7,0 mmol/l (< 126 mg/dl) i (jeśli zmierzona) 2 h po posiłku < 8,9 mmol/l (< 160 mg/dl)

Zdjęcie: Wartości diagnostyczne cukrzycy i innych stanów hiperglikemii, wg Górczyńska-Kosiorz S., Grzeszczak W., Mazur B., 2005 [6].

Zasady pobierania i przechowywania próbek krwi do badań poziomu glukozy

Materiałem do oznaczania glukozy może być: pełna krew żylna, surowica na skrzep lub krew włośniczkowa. Krew włośniczkowa natychmiast po pobraniu musi być hemolizowana i odbiałczona bądź należy od razu po pobraniu wykonać pomiar. Jeśli oznaczenia wykonuje się w pełnej krwi, próbkę należy przechowywać w temperaturze 0-4°C albo niezwłocznie odwirować lub wykonać pomiar. We krwi włośniczkowej arterializowanej po posiłku stężenie glukozy jest do 20% większe niż we krwi żyłnej. Pomiar wykonywany w surowicy i osoczu jest o 10% - 15% wyższy niż uzyskany z pełnej krwi, co ma związek z brakiem obecności w próbce krwinek. Glukoza nie powinna być oznaczana w surowicy, jeśli z próbki dobrze nie usunięto erytrocytów, ponieważ z powodu zachodzącej glikolizy może dojść do nieprzewidywalnego zaniżenia rzeczywistego stężenia glukozy [6].

Na jakość wykonywanych oznaczeń glukozy w bardzo dużej mierze decyduje prawidłowe postępowanie z materiałem przeznaczonym do badań w fazie przed-analitycznej. Należy mieć na uwadze, że w pobranej próbce krwi glukoza jest metabolizowana przez krwinki również *in vitro*, w związku z czym krwinki muszą zostać oddzielone od osocza do 60 minut od pobrania materiału. Tak więc wymóg ten określa najdłuższy czas w jakim pobrana próbka krwi musi być dostarczona do laboratorium, by nadawała się do badań. W temperaturze pokojowej zachodzący w krwinkach proces glikolizy powoduje zmniejszanie stężenia glukozy o 5-7% w ciągu godziny a we krwi, która zawiera dużą liczbę leukocytów spadek ten jest większy. Przechowywanie pełnej krwi w lodówce w temp. 4°C powoduje spadek stężenia glukozy o około 20% w ciągu 24 godzin. By temu przeciwdziałać zaleca się dodawanie do pobieranej krwi substancji spowalniających glikolizę, np. fluorku sodu czy jodooctanu sodu. Związki te zazwyczaj są stosowane razem z antykoagulantami, takimi jak szczawian lub EDTA [5].

Metabolizm glukozy w prawidłowych komórkach

W komórkach prawidłowych w procesie tzw. glikolizy, glukoza metabolizowana jest do dwóch cząsteczek pirogronianu. W wyniku tej reakcji dochodzi do wytworzenia dwóch cząsteczek ATP. Powstały pirogronian w mitochondriach jest następnie utleniany do acetylo-CoA, co zachodzi z udziałem kompleksu dehydrogenazy pirogronianowej. W kolejnym etapie acetylo-CoA wchodzi w cykl Krebsa, w którym ulega utlenieniu do dwutlenku węgla (CO_2), a zmagazynowana energia (w postaci koenzymów: NADH i FADH₂) podlega przemianie w cząsteczki ATP podczas transportu elektronów poprzez układy oksydoredukcyjne łańcucha oddechowego. W wyniku całkowitego utlenienia cząsteczki glukozy powstaje 30 cząsteczek ATP [4].

Glukoza stanowi podstawowe źródło energii dla dla ośrodkowego układu nerwowego. Wszelkie zaburzenia w dostarczaniu glukozy do mózgu wywołują: ostre, podostre i przewlekłe zaburzenia funkcji mózgu, które określane są mianem neuroglikopenii. Przewlekłe i nawracające stany hipoglikemiczne prowadzą do powstawania ogniskowych uszkodzeń mózgu, które następnie są przyczyną rozwoju zespołów psychoorganicznych (np. zmian osobowości, ubytków pamięci, demencji). Co więcej cukrzyca stanowi jeden z czynników zwiększonego ryzyka zachorowania na chorobę Alzheimera [2].

Metody enzymatyczne oznaczania glikemii

Oznaczenie glukozy we krwi (osoczu) można wykonać kilkoma różnymi metodami. Stosowane są 2 metody enzymatyczne, gdzie jedna bazuje na wykorzystaniu do reakcji oksydazy glukozowej, a druga układ heksokinaza/dehydrogenaza glukozo-6-fosforanu; metoda toluidynowa (swoista dla aldoloz) czy metoda Samogyi-Nelsona oraz jej modyfikacje oparte na redukcji miedzi.

Pomiar przebiegu zachodzących reakcji odbywa się przy użyciu technik spektrofotometrycznych i technik amperometrycznych. Metodą referencyjną (odniesienia) dla oznaczenia glukozy jest spektrometria masowa z rozcieńczeniem izotopu (ID-MS, *isotope dilution mass spectometry*).

W laboratoriach najczęściej stosowana jest metoda oksydazowa z wykorzystaniem różnych technik pomiaru. Za drugorzędną enzymatyczną metodę oznaczania glukozy uznawana jest metoda heksokinazowa, która charakteryzuje się stosunkowo lepszą czułością oraz swoistością w porównaniu do metody oksydazowej. Metoda heksokinazowa wykazuje również mniejszą podatność na czynniki interferujące [6].

Metoda Nelsona - wykorzystanie do oznaczania stężenia glukozy we krwi (wg Krajewski T., 1959).

Zasada metody: metoda polega na odbiałczeniu krwi za pomocą koloidalnej zawiesiny wodorotlenku cynku. Otrzymany przesącz gotuje się z roztworem zawierającym Cu(II) i Cu(I), w wyniku czego w próbce powstaje ceglasty osad Cu_2O . Tlenek miedzi (I) rozpuszcza się w odczynniku arsenomolibdenowym, w wyniku czego w próbce pojawia się niebieskie zabarwienie [7], [8].

Przygotowanie odczynników:

1) Odczynnik miedziawy I: w 600 ml wrzącej wody rozpuścić 200 g bezwodnego Na_2SO_4 (lub 356 g $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$). Następnie, w 100 ml wody rozpuścić 25 g soli Seignetta (winian sodowo-potasowy). Obydwa roztwory mieszać w 1-litrowej kolbie miarowej, po czym dodać 20 g NaHCO_3 oraz 25 g bezwodnego Na_2CO_3 . Całość dokładnie rozpuścić i uzupełnić wodą do kreski. Otrzymany roztwór należy przesączyć w przypadku, gdy pojawi się zmętnienie. Tak przygotowany odczynnik przechowywać w temperaturze 37°C (gdy wytrąca się kryształy należy je rozpuścić przed użyciem przez lekkie ogrzanie roztworu w łaźni wodnej) [7], [8].

2) Odczynnik miedziowy II: 15% roztwór $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ + 1-2 krople stężonego roztworu H_2SO_4 .

3) Mieszanina odczynników miedziowych I i II: bezpośrednio przed użyciem sporządzić roztwór z obydwu odczynników zmieszanych w stosunku 25:1.

Wykonanie:

W stosunku 5:1 należy mieszać odpowiednią ilość mieszaniny roztworów: 0,45% (rozcieńczyć z roztworu 45%) ZnSO_4 i 0,1 M NaOH (0,4%). Do 2,9 ml mieszaniny odczynników dodać 0,1 ml krwi pobranej z opuszka palca. Pipetę oczyścić z krwi z zewnątrz, wydmuchać krew do mieszaniny i następnie przepłukać pipetę tą samą mieszaniną. Otrzymaną w ten sposób próbkę umieścić we wrzącej łaźni wodnej (3-5 minutowa inkubacja). Po upływie czasu inkubacji próbkę należy ostudzić i przesączyć przez mały sączek.

Następnie do 1 ml przesącza dodać 1 ml mieszaniny odczynników miedziowych (odczynnik miedziowy I i II), próbkę gotować we wrzącej łaźni wodnej przez 20 minut. Ostudzić, po czym wprowadzić 1 ml odczynnika arseno-molibdenowego (tj.: 25 g molibdenianu(VI)amoniaku rozpuścić w 450 ml wody, dodać 31 ml stężonego roztworu H_2SO_4 . W osobnym naczyniu rozpuścić 3 g arsenianu(V)sodowego w 25 ml wody. Obydwa roztwory mieszać i inkubować w temp. 37°C przez 24-48h lub ogrzać do temp. 55°C i trzymać w tej temperaturze przez 25 minut). Próbkę wytrząsać do momentu przestania wydzielania pęcherzyków gazu (CO_2), a cały tlenek miedzi(I) (miedziawy) rozpuści się. Do próbki dodać 7 ml wody, mieszać i wykonać oznaczenie kolorymetryczne przy długości fali równej $\lambda = 660 \text{ nm}$ (wobec próbki kontrolnej).

W analogiczny sposób należy wykonać oznaczenie z roztworem wzorcowym, gdzie zamiast 0,1 ml krwi pobiera się 0,1 ml roztworu wzorcowego o odpowiednim stężeniu mieszczącym się w zakresie od 10 do 200 mg/100 ml – przyrządzonego przez rozcieńczenie roztworu wzorcowego glukozy.

Wykonanie obliczeń: zachodząca w trakcie oznaczenia reakcja barwna stosuje się do prawa Lamberta-Beera. Stężenie glukozy można obliczyć ze wzoru, z krzywej kalibracyjnej [7],[8].

Oznaczanie glukozy metodą kolorymetryczną z oksydazą glukozy w wykorzystaniu zestawu diagnostycznego (Lquick Cor-GLUCOSE).

Do oznaczenia wykorzystuje się roztwór wzorcowy glukozy o stężeniu 100 mg/dl (5,5 mmol/l). Materiałem badanym jest próbka surowicy krwi ludzkiej [9].

Wykonanie:

a) Oznaczenie próby zerowej: odczynnik do oznaczeń pozostawić do osiągnięcia temperatury pokojowej. Następnie do kuwety polistyrenowej ($d=10 \text{ mm}$) należy pobrać 800 μl odczynnika, po czym dokonać pomiaru absorbancji przy długości fali $\lambda=500 \text{ nm}$.

b) Oznaczenie próby wzorcowej: do próbki typu eppendorf dodać 1 ml odczynnika do oznaczeń. Próbkę pozostawić do osiągnięcia temperatury pokojowej. Następnie dodać 10 µl roztworu wzorcowego, całość dokładnie wymieszać i pozostawić na 10-minutową inkubację. 800 µl roztworu przenieść do kuwety pomiarowej. Zmierzyć absorbancję próbki przy długości fali równej $\lambda = 500$ nm (względem próby zerowej będącej próbą odniesienia). Pomiar powtórzyć trzykrotnie.

c) Oznaczenie próbki badanej: do próbki typu eppendorf dodać 1 ml odczynnika do oznaczeń, pozostawić do osiągnięcia temperatury pokojowej. Po ustaleniu temperatury dodać 10 µl roztworu badanego, próbkę wymieszać i pozostawić na 10 min inkubacji. Przenieść 800 µl roztworu do kuwety pomiarowej, po czym zmierzyć absorbancję przy długości fali $\lambda = 500$ nm (względem próby zerowej jako próby odniesienia). Pomiar powtórzyć trzykrotnie [9].

Na podstawie otrzymanych wyników należy obliczyć stężenie glukozy w badanej próbce. W tym celu skorzystać ze wzoru:

$$\text{Stężenie glukozy} = A(PB) / A(PW) \times \text{stężenie wzorca}$$

Gdzie:

$A(PB)$ - wartość absorbancji dla próbki badanej

$A(PW)$ - wartość absorbancji dla próby wzorcowej [9].

Metoda o-toluidynowa do oznaczania stężenia glukozy (wg Krawczyński J., Osiński T., 1967)

W wyniku ogrzewania z o-toluidyna w środowisku bezwodnym (lodowaty kwas octowy) glukoza daje barwny produkt kondensacji. Poza glukozą reakcji tej ulega również galaktoza. Słabej reakcji w powyższych warunkach ulega z kolei fruktoza.

Wykonanie:

a) Wykreślenie krzywej kalibracyjnej: do próbek odmierzyć następujące ilości roztworu wzorcowego glukozy (roztwór wzorcowy glukozy o stężeniu 100 mg/100 ml sporządzony w 0,2% roztworze kwasu benzoowego): 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 oraz 0,6 ml.

Próbki uzupełnić kwasem trichlorooctowym do objętości 1,2 ml. Z każdej próbki pobrać po 0,5 ml do wywołania barwy. Poszczególne roztwory odpowiadają następującym stężeniom: 50, 100, 150, 200 oraz 300 mg/100 ml [7], [10].

b) Oznaczenie: do próbki wirówkowej dodać 1 ml 5% roztworu CCl_3COOH oraz 0,2 ml krwi

(mikropipetę z krwi przepłukać roztworem z probówki). Próbkę wymieszać i odwirować (po kilku minutach). Do 0,5 ml otrzymanego po wirowaniu supernatantu należy dodać 4,5 ml odczynnika o-toluidynowego (tj.: 1,5 g tiomocznika rozpuścić w 940 ml lodowatego kwasu octowego i dodać 60 ml o-toluidyny). Próbkę wstawić do wrzącej łaźni wodnej na dokładnie 8 minut!. Po inkubacji ochłodzić pod bieżącą wodą, a następnie zmierzyć wartość absorbancji przy długości fali równej $\lambda=630$ nm (wobec próby kontrolnej, gdzie zamiast 0,5 ml supernatantu bierze się 0,5 ml roztworu CCl_3COOH). Wynik należy odczytać z przygotowanej krzywej kalibracyjnej [7], [10].

Autor: Lidia Koperwas

Literatura:

- [1]. Murray R.K., Granner D.K., Mayes P.A., Rodwell V.W., 1995. **BIOCHEMIA HARPERA**, Wydanie III, Redaktor naukowy tłumaczenia Franciszek Kokot. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, s.161-162
- [2]. Szutowicz A., Raszei-Szpecht A., 2009. Diagnostyka laboratoryjna. Tom I. Gdański Uniwersytet Medyczny, Zlecenie KW/224/09. Recenzent prof. dr hab. Wiesława Łysiak-Szydłowska, s.243-244; 251-252
- [3]. <http://www.invicta.pl/upload/PZPOZ/ODCINEK%2010%20INVICTA.pdf>
- [4]. Józwiak P., Lipińska A., 2012. Rola transportera glukozy 1 (GLUT1) w diagnostyce i terapii nowotworów. Postepy Hig Med Dosw (online), 2012; 66: 165-174
- [5]. http://diabetologiaonline.pl/lekarz_diabeto_adoz.info,76,0.html
- [6]. Górczyńska-Kosiorz S., Grzeszczak W., Mazur B., 2005. The classification of diabetes including genetic predisposition and laboratory tests useful to diagnose disorders of carbohydrate metabolism. Praca poglądowa. Diabetologia Doświadczalna i Kliniczna rok 2005, tom 5, nr 4
- [7]. Kłyszajko-Stefanowicz L., 2003. Ćwiczenia z biochemii. Wydawnictwo Naukowe PWN, 2003, s.603-605.
- [8]. Krajewski T., 1959. Oznaczanie poziomu cukru we krwi uproszczoną metodą Nelsona. Pol.Tyg.Lek., 14: 922-924.
- [9]. <http://www.pchba.amu.edu.pl/cw%20CBA/cw2.pdf>
- [10]. Krawczyński J., Osiński T., 1976. Laboratoryjne metody diagnostyczne. PZWL., Warszawa, s.943.

<http://laboratoria.net/artukul/22690.html>

Informacje dnia: [Zdrowych i Pogodnych Świąt Bożego Narodzenia Zapraszamy na wyjątkową edycję Targów PCI Days 2025! Zawał już dawno przestał być chorobą mężczyzn Świąteczna apteczka Radioaktywny pluton się nie ukryje Złoty Medal Chemii przyznany po raz 14 Zdrowych i Pogodnych Świąt Bożego Narodzenia Zapraszamy na wyjątkową edycję Targów PCI Days 2025! Zawał już dawno przestał być chorobą mężczyzn Świąteczna apteczka Radioaktywny pluton się nie ukryje Złoty Medal Chemii przyznany po raz 14 Zdrowych i Pogodnych Świąt Bożego Narodzenia Zapraszamy na](#)

[wyjątkową edycję Targów PCI Days 2025! Zawał już dawno przestał być chorobą mężczyzn](#)
[Świąteczna apteczka Radioaktywny pluton się nie ukryje Złoty Medal Chemii przyznany po raz 14](#)

Partnerzy