

### [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](#) [Szkolenia](#) [Wydarzenia](#) [Porównania międzylaboratoryjne](#)  
[Kontakt](#)



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

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

Newsletter

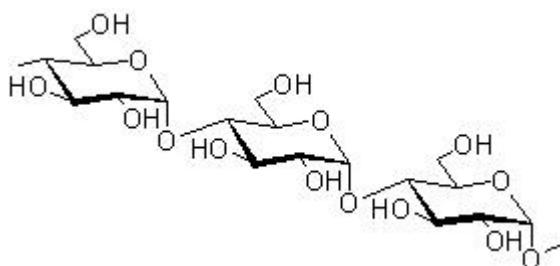
[zapisz się](#)



[Strona główna](#) > [Start](#)

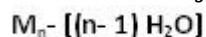
## Wielocukry- skrobia i jej właściwości

**Słowa kluczowe:** skrobia, skrobia oporna, rak jelita grubego, błonnik pokarmowy, amyloza, amylopektyna, kleik skrobiowy, reakcja z jodem, właściwości fizyczne i chemiczne skrobi, modyfikacja skrobi- dekstrynizacja.



Zdjęcie: wzór skrobi, <http://www.szkolnictwo.pl/szukaj,Skrobia>

Wielocukry są związkami organicznymi, które najobficiej występują w przyrodzie. Są to produkty polikondensacji jednocukrów, połączonych ze sobą wiązaniami glikozydowymi. Wzór sumaryczny wielocukrów jednoskładnikowych można przedstawić w postaci:



gdzie:

M- oznacza dowolny jednocukier

n- liczbę cząsteczek jednocukru

Masa cząsteczkowa wielocukrów zazwyczaj waha się w granicach od kilku tysięcy do kilku milionów. Ze względu na budowę wielocukry podzielono na dwie główne grupy tj. homoglikany, do których zalicza się wielocukry jednoskładnikowe, oraz heteroglikany (tj. wielocukry wieloskładnikowe) [2].



**Skrobia jako wielocukier**

Skrobia jest cukrem, w którego skład wchodzi dwa wielocukry tj. amyloza i amylopektyna.

Amyloza tworzy proste łańcuchy, zbudowane z cząsteczek glukozy sprzężonych ze sobą za pomocą wiązań  $\alpha$ -1  $\alpha$ 4.

Amylopektyna charakteryzuje się budową rozgałęzioną. W jej składzie cząsteczki glukozy połączone są wiązaniem  $\alpha$ -1  $\alpha$ 6, jednak co 25-30 reszt glukozyliwych występują wiązania  $\alpha$ -1  $\alpha$ 6, które to tworzą charakterystyczne dla tej cząsteczki rozgałęzienia [2].

Obydwa wielocukry charakteryzują się odmiennymi właściwościami fizycznymi.

Wodne roztwory amylopektyny charakteryzują się opalizującą barwą, zaś w reakcji z jodem wykazują fioletowe zabarwienie. Z kolei, amyloza barwi się z jodem na kolor niebieski [2].

Skrobia zaliczana jest do błonnika pokarmowego. Jest ona polisacharydem rozkładanym przez układ pokarmowy do pojedynczych cząsteczek glukozy. Wyróżnia się także tzw. skrobię oporną, która jest frakcją polimeru nie ulegającą strawieniu w początkowych odcinkach przewodu pokarmowego (dzieje się tak dzięki dużej zawartości amylozy w cząsteczkach). Skrobia oporna wytrzymuje trawienie w jelicie cienkim, a zamiast tego przechodzi do jelita grubego, gdzie ma pozytywne działanie dla zdrowia jelit. Skrobia oporna nazywana jest często trzecim rodzajem błonnika (oprócz błonnika rozpuszczalnego i nierozpuszczalnego). Ten rodzaj skrobi znajdziemy w roślinach strączkowych, niektórych rodzajach chleba pełnoziarnistego, w zbożach, ryżu i makaronie [4], [5], [1].

Skrobia pełni bardzo ważną funkcję we właściwym działaniu jelita grubego, przez co zaliczana jest

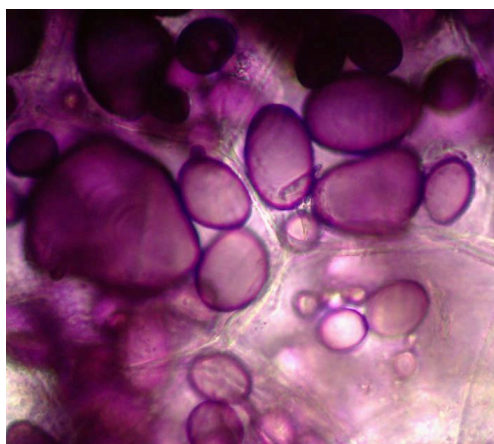
do błonnika pokarmowego. Ponadto, skrobia sprzyja rozwojowi pożytecznej flory bakteryjnej w jelicie grubym, a jej obecność ma bardzo pozytywny wpływ na prawidłowy przebieg metabolizmu w organizmie. Cecha ta przejawia się głównie w syntezie cholesterolu i trój glicerydów. Zalecana dzienna ilość spożywania skrobi odpornej wynosi 20 gram- jest to ilość czterokrotnie większa od tego ile średnio dziennie zjada się skrobi. W związku z tym, naukowcom udało się stworzyć tradycyjnymi technikami odmianę jęczmienia , która zawiera zwiększona ilość skrobi odpornej, ponadto zaplanowano także stworzenie genetycznie zmodyfikowanej odmiany pszenicy, która charakteryzuje się podobnymi cechami [3].

W celu osiągnięcia tych zamierzeń, wykorzystano zjawisko wyciszania genów oraz inżynierię genetyczną. Tak więc, naukowcy wyłączyli (wyciszili) w pszenicy ekspresję genu SBEI , który bierze udział w syntezie skrobi (tj. odpowiadają za powstawanie amylopektyny). W wyniku wyciszenia genu, frakcja skrobi odpornej w pszenicy zwiększyła się z 25% do 70%. Pierwsze zmodyfikowane rośliny uzyskano już w 2005 roku. Z kolei, w 2009 roku, naukowcy otrzymali zgodę na pierwsze testy polowe genetycznie modyfikowanych odmian [3].

Według najnowszych badań zmniejszona ilość odpornej skrobi w diecie jest przyczyną zachorowalności na raka jelita grubego. Według przeprowadzonych badań największy procent tego rodzaju raka ujawnia się w populacji australijskiej, gdzie każdego dnia odnotowuje się 30 nowych przypadków choroby. I to właśnie w Australii rak jelita grubego jest drugim pod względem częstotliwości występowania. Naukowcy doszukali się przyczyny tak częstego występowania tej choroby i wysunęli wniosek, że odpowiedzialna jest za to dieta uboga w oporną skrobię [4], [5].

Nowe badania sugerują, że zwiększenie ilości odpornej skrobi w diecie może być jednym z ważnych kroków na drodze do zmniejszenia zachorowalności na raka jelita grubego. Cały cykl rozwojowy choroby trwa około 15 lat- od czasu pierwszej inicjacji uszkodzenia DNA do rozwoju pełnoobjawowego raka jelita grubego, w związku z czym wcześniej należy poprawić nasze diety przez wprowadzenie większych ilości odpornej skrobi [4], [5]. Pod względem chemicznych skrobia nie należy do materiałów jednolitych, a to ze względu na fakt, że w jej budowie wyróżnia się cząsteczki amylozy i amylopektyny.

Amyloza należy do liniowych polimerów cząsteczek -D-glukozy powiązanych ze sobą wiązaniami -(1-4') glikozydowymi, które dodatkowo zwinięte są w spiralę (heliks)- czasami nawet w podwójny heliks. Skrobia nie natywna (poddana jakimś procesom) może mieć budowę niehelikalną. Zwijanie się i rozwijanie heliksu jest procesem odwracalnym- bardzo rzadko spotyka się amylozę w postaci rozgałęzionej. Masa cząsteczkowa amylozy wynosi od 30 000 do 60 000 Da, tj. amyloza składa się przeciętnie z 300 do 600 jednostek glukozowych. Amyloza i amylopektyna w ziarnie skrobiowym są zazwyczaj poprzerastane i ułożone koncentrycznie względem środka ziarna [6].



Zdjęcie: Ziarna skrobi wybarwione płynem Lugola w tkance bulwy ziemniaka, <http://www.bio-forum.pl/messages/3280/87084.html>

Z kolei, amylopektyna należy do rozgałęzionych polimerów -D-glukozy (o średniej masie cząsteczkowej 400 000 Da)- składającym się przeciętnie z 2500 jednostek glukozowych. Cząsteczki glukozy powiązane są ze sobą wiązaniami -(1-4') (prosty łańcuch główny) oraz -(1-6') i -(1-3') (rozgałęzienia). Natywna amylopektyna ma rozgałęzienia zwinięte w krótkie 2-, 3-zwojowe heliksy.

Stosunek amylozy do amylopektyny w skrobi waha się od 1 : 3,5 do 1 : 5, jednakże spotyka się także skrobie zawierające do 98% amylopektyny (przykładem może być skrobia kukurydziana woskowa) [6].

### **Otrzymywanie skrobi**

W celu otrzymania skrobi należy umyć, a następnie zetrzeć na miazgę ziemniaki. Do otrzymanej miazgi dodać równą objętość wody, całość dobrze zamieszać, po czym roztwór przesączyć przez kilka warstw gazy. Otrzymany przesącz rozcieńczyć 2-3 krotnie wodą i zostawić do dekantacji. Po odstaniu zlać ciecz z nad osadu, a otrzymaną skrobię zawiesić w etanolu i przesączyć przez lejek Buchnera. Po przemyciu etanolem otrzymaną skrobię wysuszyć na powietrzu [2].

### **Sprawdzanie rozpuszczalności skrobi**

a) Do 1 g skrobi dodać kilka ml wody, całość dobrze wymieszać a następnie przesączyć przez bibułę. Do otrzymanego przesączu wprowadzić 1 kroplę roztworu jodu w KI. Ciecz nie zmienia koloru-pozostaje bezbarwna, co świadczy o nierozpuszczalności skrobi w zimnej wodzie.

b) Otrzymywanie kleiku skrobiowego: należy zagotować ok. 75 ml wody, z kolei w drugim naczyniu sporządzić jednolitą zawiesinę przyrządzoną z 1 g skrobi w 15 ml zimnej wody, którą wlewa się do wrzącej wody ciągle mieszając. Naczynie po skrobi należy opłukać 10 ml wody i dodać do wrzącego roztworu. Całość gotować aż do rozpuszczenia. W ten sposób otrzymuje się jednolity, opalizujący roztwór skrob [2].

### **Reakcja skrobi z jodem**

W reakcji z jodem amyloza daje zabarwienie niebieski, z kolei amylopektyna przyjmuje barwę fioletową. Amyloza, która ma konfigurację liniową nie jest zdolna do tworzenia kompleksu z jodem. Aby tak się stało musi istnieć konfiguracja heliksu, by cząsteczki jodu mogły się w niej regularnie ułożyć. Jedna cząsteczka jodu przypada na sześć reszt glukozylowych - tj. na jeden skręt heliksu. W wyniku ogrzewania dochodzi do rozkręcania się heliksu, co następnie jest przyczyną znikania zabarwienia z jodem.

1)  
Do 2 ml kleiku skrobiowego dodać kroplę roztworu jodu w jodku w KI. Kleik skrobiowy nie może oddziaływać zasadowo. Pojawia się niebieskie zabarwienie roztworu. Probówkę (z niebieskim zabarwieniem roztworu) ogrzewać, w wyniku czego dochodzi do znikania niebieskiego koloru. Z kolei po ochłodzeniu próbki pod bieżącą wodą, zabarwienie niebieski znów się pojawia [2].

2)

Do probówki wprowadzić 1 cm<sup>3</sup> kleiku skrobiowego, a następnie dodać po 1-2 krople roztworu jodu (obserwować powstałe zabarwienie)

Probówkę ogrzać do wrzenia w łaźni wodnej, a następnie oziębic w strumieniu zimnej wody (obserwować zmiany zabarwienia).

Do probówki dodać kroplę 1 M roztworu NaOH, a następnie kroplę 1 M HCl (obserwować zmiany zabarwienia) [6].



Zdjęcie: Ziarna skrobi wybarwione płynem Lugola w komórce banana, <http://www.bio-forum.pl/messages/3280/87084.html>

### **Wytrącanie skrobi**

Wykonanie:

- Do probówki wprowadzić po 1 cm<sup>3</sup> roztworu skrobi. Dodać 1 cm<sup>3</sup> nasyconego roztworu siarczanu amonu i obserwować efekt reakcji.
- Do probówki wprowadzić 1 cm<sup>3</sup> roztworu skrobi. Dodać 1 cm<sup>3</sup> etanolu i obserwować efekt reakcji [6].

### **Właściwości chemiczne skrobi**

Pod względem chemicznym, skrobia wykazuje właściwości aldehydów, alkoholi i eterów. Chemiczne przemiany skrobi prowadzą albo do otrzymania tzw. skrobi modyfikowanych, albo do dekstryn, a nawet cukrów prostych (glukoza, maltoza). Proces tzw. dekstrynizacji to chemiczne, termiczne lub enzymatyczne cięcie łańcuchów amylozy i/lub amylopektyny, w czasie których rozpadowi ulegają wiązania glikozydowe, które są niejako wiązaniami eterowymi [6].

### **Badanie wpływu zasad na zabarwienie roztworu z jodem**

W środowisku zasadowym zabarwienie roztworu skrobi nie zmienia się (nie powstaje żaden kolor). Po dodaniu do 2 ml kleiku skrobiowego kilku kropli 1 M roztworu zasady NaOH oraz 1 kropli roztworu jodu w KI- nie pojawia się zabarwienie roztworu, z kolei po zakwaszeniu roztworem kwasu solnego- pojawia się barwa [2].

### **Badanie właściwości skrobi - przed hydrolizą i po hydrolizie**

By zbadać właściwości skrobi najpierw należy wykonać próbę Benedicta z roztworem skrobi. W tym celu do 5 ml odczynnika Benedicta należy dodać 0,5 ml roztworu skrobi, po czym próbkę wstawić do

wrzącej łąźni wodnej na ok. 5 minut. Po inkubacji nie dochodzi do zmiany barwy roztworu- tak więc próba Benedicta ze skrobią wypada ujemnie [2].

Następnie roztwór skrobi gotować z kwasem solnym (HCl) lub kwasem siarkowym (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) przez kilka minut. Po gotowaniu roztwór należy ostudzić, zobojętnić za pomocą wodorotlenku sodu (NaOH) i ponownie wykonać próbę Benedicta (jak wyżej). Po gotowaniu próba ta wypada dodatnio [2].

### **Hydroliza skrobi**

Po d wpływem działania kwasów, skrobia ulega stopniowej hydrolizie (przez stadium dekstryn do maltozy i małej ilości glukozy). Bezpośrednimi produktami hydrolizy skrobi są:

- amylodekstryny (w wyniku reakcji z jodem powstaje fioletowe zabarwienie)
- erytrodekstryny (czerwone)
- achro- i maltodekstryny (brak reakcji z jodem- zabarwienie nie powstaje)
- maltoza (brak reakcji- zabarwienie nie powstaje).

Wraz z postępem hydrolizy skrobi, stopniowo wzrastają właściwości redukujące tego cukru [2].

Wykonanie:

Do ok. 10 ml roztworu skrobi należy dodać 1 ml stężonego roztworu kwasu solnego (HCl) lub kwasu siarkowego (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) - końcowe stężenie kwasu powinno być 1-2 M. Próbkę ogrzewać we wrzącej łąźni wodnej. Następnie, w statywie ustawić 2 szeregi probówek po 10 sztuk i co minutę przenosić po kilka kropli do probówek pierwszego i drugiego szeregu [2].

W pierwszym szeregu probówek, zawierającym po 1 ml bardzo rozcieńczonego roztworu jodu (ok. 0,002%) zabarwienie roztworów zmienia się kolejno z niebieskiego, przez fioletowe, czerwone, brunatne na bezbarwne [2].

Drugi szereg probówek zobojętnić za pomocą wodorotlenku sodu, po czym wykonać próbę Benedicta (jak wyżej). W wyniku zachodzących reakcji obserwuje się coraz wyraźniejszą redukcję w miarę trwania hydrolizy [2].

### **Właściwości fizyko-chemiczne skrobi**

Na pograniczu cech fizycznych i chemicznych skrobi stoi je zdolność do tzw. kleikowania. Kleikowanie jest procesem związanym z pęcznieniem ziarenek skrobi pod wpływem wody, a cały proces zachodzi w podwyższonej temperaturze. Wysoka temperatura powoduje pękanie między- i wewnątrzcząsteczkowych wiązań wodorowych składników wchodzących w skład skrobi. Z kolei, woda wymywa ze skrobi amylozę, która to tworzy z nią koloid. Jedynymi wiązaniami, które rozpadają się w skrobi są wiązania wodorowe. Zdolność skrobi do kleikowania, a także lepkość powstającego kleiku i jego stabilność, zależą od pochodzenia skrobi z materiału roślinnego [6].

Proces kleikowanie doprowadza do zmian krystaliczności skrobi. Rentgenograficznie jest to tzw. skrobia typu V. W początkowym etapie kleikowania skrobia staje się bardziej bezpostaciowa, następnie dochodzi do uporządkowania cząsteczek amylozy (poprzez agregację w podwójny heliks) dzięki międzycząsteczkowym wiązaniom wodorowym. Powstałe agregaty stają się nierozpuszczalne w wodzie i wydzielają się one z roztworów kleików w formie dendrytów- jest to tzw. retrogradacja (proces nieodwracalny) [6].

Amylopektyna nie ulega procesowi retrogradacji. Konsekwencją retrogradacji jest zmniejszenie przestrzeni międzycząsteczkowych, co następnie powoduje wypychanie wody z retrograduującej makrostruktury kleiku bądź żelu, co z kolei prowadzi do odwodnienia tego materiału. Zjawisko to

określane jako synereza, objawia się wydzielaniem wody na powierzchni żelu, wysychaniem pieczywa itp. Należy też zaznaczyć, że w wąskim zakresie pH (ok. 11,2) kleiki mogą agregować bez tworzenia podwójnego heliksu, tworzą się wtedy jedynie koloidalne micelle, które mają zdolność wypadania z roztworu [6].

## **Modyfikacje skrobi- dekstrynizacja**

Dekstrynizacja (częściowa depolimeryzacja) skrobi jest jedną z najczęściej stosowanych sposobów jej modyfikacji. Dekstrynizację prowadzi się w wodzie o temperaturze powyżej 100°C, a więc pod ciśnieniem, kwasami (zazwyczaj rozcieńczonym kwasem solnym), ługami, solami hydrolizującymi z odczynem kwaśnym, termicznie, mechano-chemicznie (wysokie ciśnienie, mielenie, ekstruzja) i enzymatycznie. Jednakże zazwyczaj dekstrynizacja polega jedynie na hydrolizie (mogą zachodzić też reakcje uboczne).

Wszystkie reakcje uboczne notowane w trakcie zachodzenia procesu nie są bez znaczenia, gdyż niewielkie zmiany strukturalne w produkcie mogą bardzo wyraźnie zmienić lepkość ich roztworów- będącą jedną z technologicznie najważniejszych właściwości produktów [6].

**Autor: Lidia Koperwas**

### **Literatura:**

[1]. Gawęcki J., Mossor-Pietraszewska T., praca zbiorowa, 2008. Kompendium wiedzy o żywności, żywieniu i zdrowiu. Wydawnictwo Naukowe PWN, s. 221.

[2]. Kłyszajko-Stefanowicz L, 2003. Ćwiczenia z biochemii. Wydawnictwo Naukowe PWN, 2003, s. 280-282.

[3]. [<http://gmo.blog.polityka.pl/2012/05/09/po-co-to-gieemo-pszenica-i-skrobia-odporna/>]

[4]. Fitzgerald R., 2012. Resistant starch may offer potential to help protect against bowel cancer. <http://csiro.au/en/Portals/Media/resistant-starch-may-offer-potential-to-help-protect-against-bowel-cancer.aspx>

[5]. Morell M., 2007. New wheat with a healthy future. <http://www.csiro.au/Outcomes/Food-and-Agriculture/New-wheat-with-a-healthy-future.aspx>

[6].

[[http://www.cbimo.zut.edu.pl/download/dydaktyka/chemia\\_zywnosci\\_tz\\_iii/cwiczenia\\_laboratoryjne/%20%20%20%20%20Skrobia,%20%C4%87w.%209.pdf](http://www.cbimo.zut.edu.pl/download/dydaktyka/chemia_zywnosci_tz_iii/cwiczenia_laboratoryjne/%20%20%20%20%20Skrobia,%20%C4%87w.%209.pdf)]

<http://laboratoria.net/home/13826.html>

**Informacje dnia:** [Jak poradzić sobie z końcem wakacji? Zalecenia w sprawie mpoX są racjonalne i adekwatne](#) [Przydatność organów do przeszczepu](#) [Naukowcy zbadali, jak powstają nowe słowa w mediach społecznościowych](#) [Telefony komórkowe nie powodują nowotworów mózgu](#) [Ryzyko zawału i udaru mózgu u kobiet](#) [Jak poradzić sobie z końcem wakacji? Zalecenia w sprawie mpoX są racjonalne i adekwatne](#) [Przydatność organów do przeszczepu](#) [Naukowcy zbadali, jak powstają nowe słowa w mediach społecznościowych](#) [Telefony komórkowe nie powodują nowotworów mózgu](#) [Ryzyko zawału i](#)

[udaru mózgu u kobiet](#) [Jak poradzić sobie z końcem wakacji?](#) [Zalecenia w sprawie mpox są racjonalne i adekwatne](#) [Przydatność organów do przeszczepu](#) [Naukowcy zbadali, jak powstają nowe słowa w mediach społecznościowych](#) [Telefony komórkowe nie powodują nowotworów mózgu](#) [Ryzyko zawału i udaru mózgu u kobiet](#)

## **Partnerzy**