

**ROZPUSZCZALNE
I NIEROZPUSZCZALNE**

Powróćmy teraz do sygnalizowanego poprzednio zjawiska wytrącania białek z wodnych roztworów.

Zacznijmy od przygotowania zapasu materiału doświadczalnego, którym ma być:

- wodny roztwór białka jaja kurzego (1:20),

Z zawodu chemik. Z pasji – popularyzator nauki. Z charakteru nieugięty bojownik o prawdę. Żołnierz AK, powstaniec warszawski. W czasie czynnego życia zawodowego kierownik Pracowni Badań Jakości Powłok w Instytucie Mechaniki Precyzyjnej. Autor wielu prac naukowych i ponad 50 książek popularnonaukowych. Na tych publikacjach wychowały się już dwa pokolenia chemików. Już od 1952 roku pisze do „Młodego Technika”.



Stefan Sękowski

Białka tu i tam

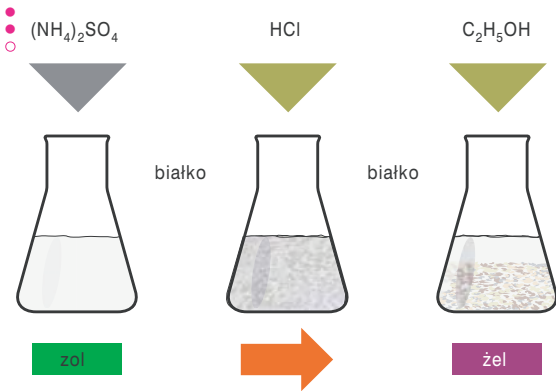
Stefan Sękowski

- wodny wyciąg z mięsa,
- wodny roztwór żelatyny albo kleju zwierzęcego (1:50),
- wodny roztwór mleka (1:1).

Osobno przygotowujemy po 20 cm³ stężonych roztworów:

- siarczanu amonu (NH₄)₂SO₄,
- alkoholu etylowego C₂H₅OH.

TEKST ŚREDNIO TRUDNY



1 Zależnie od rodzaju dodanego środka, białkowe zole przechodzą w żele.

Do któregośkolwiek roztworu białka (ok. 10 cm³), a więc np. do roztworu jaja kurzego, dodajemy 1 cm³ roztworu siarczanu amonu. Dotychczas klarowny roztwór zacznie opalizować, mętnieć, aż w końcu wytrąca się drobne kłaczkki. Tym osadem jest białko, które pod wpływem działania (NH₄)₂SO₄ z zolu przechodzi w żel. Żeby wszystko było jasne, zapamiętajmy, że każde ciało znajdujące się w stanie roztworu koloidalnego nazywamy zolem. Zolem są wszystkie, na oko klarowne i bezbarwne, wodne roztwory białek. Dodany do zolu (NH₄)₂SO₄ działa ścinająco, przez co żół przechodzi w osad – żel **1**.

zól $\xrightarrow{\text{koagulacja}}$ żel

Zebrany na dnie próbowki żel białkowy odsączamy i umieszczamy w próbówce napełnionej wodą. Teraz zawartość próbowki wstrząsamy przez kilka minut. I co zobaczymy?

Osad, czyli właśnie żel białkowy, gdzieś się podział. Żel białkowy otrzymany przez nas poprzez działanie (NH₄)₂SO₄ należy do tzw. żelów odwracalnych. Po prostu, umieszczony w czystej wodzie, rozpuszcza się.

Ale nie każdy żel białkowy jest odwracalny. Zależy to przede wszystkim od czynnika powodującego koagulację.

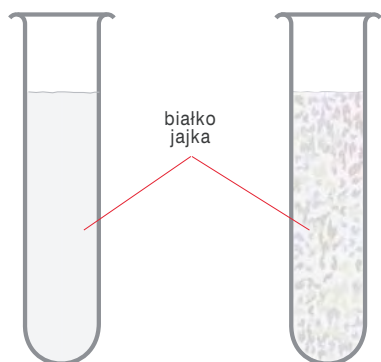
I tak wiadomo, że białko ścięte działaniem wysokiej temperatury staje się już raz na zawsze nierozpuszczalne. Podobnie przedstawia się sprawa z żelami białkowymi otrzymanymi przy użyciu soli metali ciężkich, np. ołowiu czy rtęci.

Spróbujmy teraz wklepić do próbki mleka kilka kropli wodnego roztworu Pb(NO₃)₂ albo Hg(NO₃)₂ **2**. Straci się serwatki osad. Stanowi go żel kazeiny, białka zawartego w mleku. I co ważne, ten żel jest silnie związany ze środkiem koagulacyjnym. To jest istotne, bo osobom zatrutym metalami ciężkimi powinniśmy dawać i dajemy do picia mleko albo roztwory kazeiny – działanie mleka i białka jako odtrutki u pracowników stykających się stale z ołowiem i innymi metalami ciężkimi polega na wiązaniu tych metali przez żel kazeinowy.

Również HNO₃, H₂SO₄ i HCl działają na zole białkowe i powodują wytrącanie się nieodwracalnych żeli.

A teraz do roztworu białka dodajemy alkohol etylowy. On też powoduje koagulację i po pewnym czasie na dno próbowki opadnie żel białkowy. Niestety wszelkie próby przeprowadzenia go ponownie w żół będą bezskuteczne. Po prostu żel białkowy wytrącony alkoholem jest nieodwracalny. Niedawno mó-

2

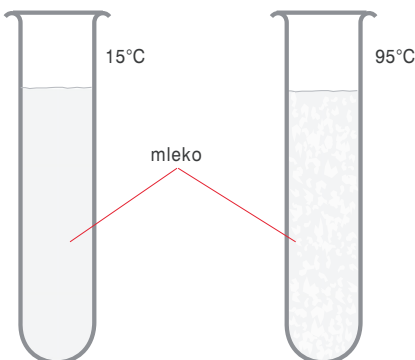


żel odwracalny

żel nieodwracalny

Niektóre żele białkowe są odwracalne, np. strącone siarczanem amonu po rozcieńczeniu wodą znów przechodzą w zole.

3



15°C

95°C

mleko

NaCl nie wytrąca z zimnego mleka żelu, a na gorąco – tak.

wiliśmy o skutkach, jakie, zwłaszcza wysokoprocentowe alkohole, wyrządzają w naszym organizmie.

JADALNE, LECZNICZE I NIEJADALNE

Probówkę napełnimy do połowy wodnym roztworem mleka. Teraz do roztworu dosypmy 1–2 g chlorku sodu NaCl i zawartość probówki ogrzejmy do wrzenia przez parę minut bez specjalnego wysilania się zauważymy „warzenie się” mleka, z którego zaczyna się wydzielać biały kłaczkowaty osad. Ten osad to białko kazeina. Pod wpływem działania na gorąco chlorku sodu zawarta w mleku kazeina z zolu przechodzi w żel.

Amatorzy zup mlecznych dzielą się na dwa obozy. Pierwszy preferuje zupę słodzoną, a drugi koniecznie domaga się do niej choć odrobinę soli. Z pyszna jednak miałby się niedoświadczony kucharz, który chcąc dogodzić drugiemu obozowi, posoliłby mleczną zupę przed albo w trakcie jej gotowania **3**.

Z przeprowadzonego przed chwilą doświadczenia wiemy, czym się kończy gotowanie posolonego mleka. Więc jeśli ktoś lubi posoloną zupę mleczną, niech dodaje NaCl, ale już na talerzu do gotowej potrawy.

A teraz inne doświadczenie.

Do probówki wlewamy 10 cm³ wodnego roztworu kleju zwierzęcego i dodajemy 0,5 cm³ 10% roztworu taniny albo soku z galasów – roztwór od razu zmętnieje i po kilkunastu minutach na dno opadnie osad w wodzie nierozpuszczalny.

W przeciwieństwie do osadów strąconych poprzednio, ten nie jest żelem czystego białka, ale stanowi skomplikowane połączenie taniny albo zawartego w soku galasów kwasu galasowego z białkiem kleju.

Reakcja ta jest praktycznie wykorzystywana przy tzw. klarowaniu win taniną i przy garbowaniu skór. W jednym i drugim przypadku tworzą się nierozpuszczalne w wodzie połączenia białkowe. Ale nie koniec na tym. Kompleksowe związki taniny z białkiem albuminą są od lat lekiem stosowanym przy dolegliwościach gastrycznych. Podstawowym składnikiem popularnego leku o różnych nazwach handlowych, jak np. tanalbina czy taninal, jest związek o łacińskiej nazwie tanninum albuminatum. Jeżeli nie wiemy po co i przy jakich objawach ten lek jest używany, to przypominamy – przy rozstroju żołądka.

I znów pozorna zmiana tematu.

Kawałek surowego mięsa umieszczamy w zlewce i zalewamy formaliną. Po około 15 minutach mięso wyjmujemy i przyglądamy się mu dokładnie. Jest białe i twarde, wygląda, jakby było po krótkim gotowaniu. Prawie że tak jest. – Gotowanie i działanie formaliny na surowe mięso mają wiele podobieństwa. I jedno, i drugie powoduje nieodwracalne ścinanie się białka. To właśnie dzięki temu formalina działa konserwująco i np. zanurzone w niej preparaty anatomiczne mogą być przechowywane latami. Ostrzegamy jednak, że mięso „zakonserwowane” działaniem formaliny w żadnym przypadku nie nadaje się do spożycia.

ODRÓŻNIENIE ŻELATYNY OD KLEJU ZWIERZĘCEGO

Żelatyna moczona w zimnej wodzie pęcznieje, a w gorącej rozpuszcza się.

Już roztwory 1:100 po ostudzeniu dają galaretę. Roztwory żelatyny mają zdolność klejenia, a roztwory kleju zwierzęcego i skórnoego oraz kostnego są lepkie i kleiste. W przeciwieństwie do żelatyny nie tworzą w dużym rozcieńczeniu galaret. Roztwory kleju zwierzęcego zadane mieszaniną 5 g molibdenianu amonu w 100 cm³ wody, z dodatkiem 35 cm³ stężonego HNO³, dają obfity osad, a roztwory żelatyny reakcji tej nie powodują.

Pamiętajmy, że głównym składnikiem żelatyny jest glutyna. Otrzymuje się ją z kolagenu, substancji kleistej zawartej w kościach i tkankach zwierzęcych.

KLEJ KOSTNY CZY KLEJ SKÓRNY?

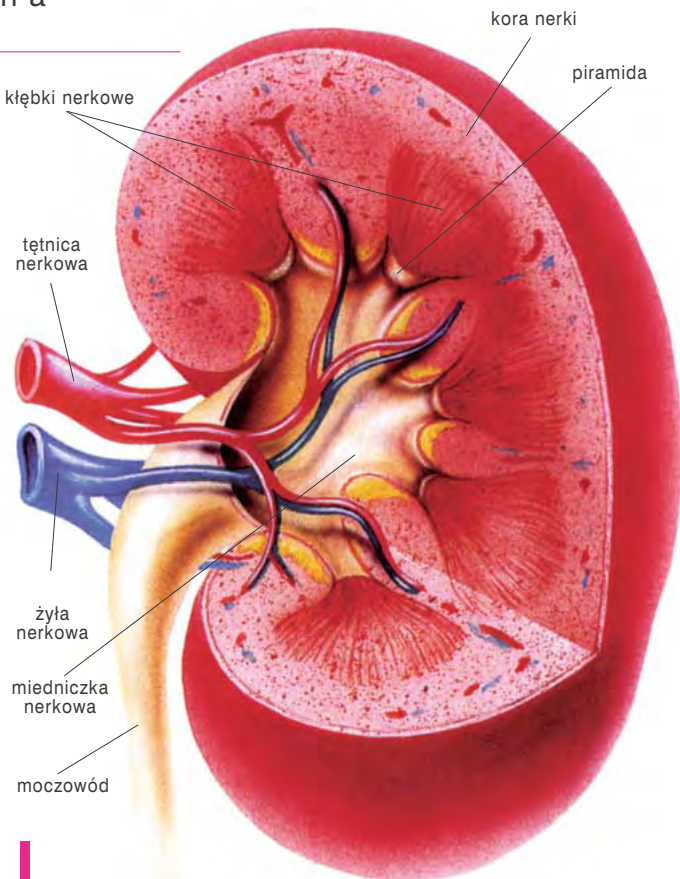
Już kilka razy padły nazwy; klej zwierzęcy, klej skórny i klej kostny. Więc musimy sobie poukładać te nazwy. Klej zwierzęcy jest pojęciem szerokim i obejmuje dwie podstawowe odmiany klejów, skórny i kos-



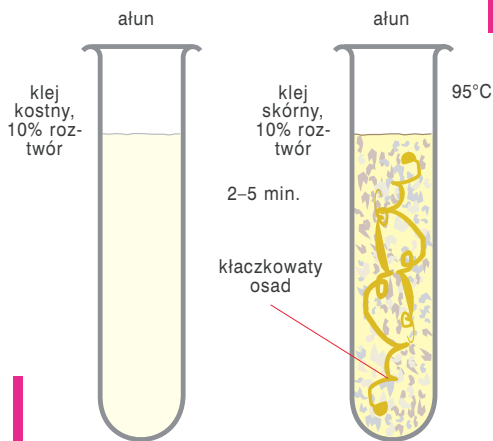
tny. Te ostatnie dwie nazwy określają po prostu, z jakiego surowca dany klej jest wykonany. Zarówno odpadki skór, jak i świeże kości zwierzęce zawierają substancję białkową kolagen, który w wyniku hydrolyzy przechodzi w gluten. I klej skórny, i klej kostny produkowane są w postaci tabliczek albo drobnych perełek. Ich głównym zastosowaniem jest łączenie drewna i papieru. Dlatego używane są w przemysłach meblarskim, zapalczanym, papierniczym, poligraficznym, materiałów ściernych i jeszcze kilku innych. Z wymienionej dwójki klej skórny jest bardziej ceniony, bo wykonane nim złącza odznaczają się większą wytrzymałością mechaniczną.

Niestety na oko, zarówno tabliczki, jak i perełki obu tych klejów wyglądają identycznie, więc nie można ich rozróżnić. W znacznie lepszej sytuacji jesteśmy my, chemicy – ot, jedna prosta reakcja i już wiemy, z jakim klejem mamy do czynienia. Żeby dokonać identyfikacji kleju skórniego, trzeba sporządzić odczynnik o składzie: 5 g siarczanu glinowo-amonowego (alunu), $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, w 100 cm^3 wody **4**. Z badanego kleju wykonujemy 10% roztwór. Do probówki zawierającej 10 cm^3 ogrzanego do 50°C roztworu badanego kleju dodajemy 2 cm^3 odczynnika. Jeżeli nasz roztwór zawiera klej skórny, wtedy najdalej po 2–3 minutach utworzy się galareta. Tej reakcji nie daje roztwór kleju kostnego.

Dalej, w popiele kleju kostnego łatwo możemy wykryć znaczną ilość P_2O_5 , a popiół kleju skórniego jest bogaty w CaO .



5 Tak wygląda uproszczony przekrój naszego filtra – nerki.



4 Prosta metoda odróżniania kleju kostnego od skórniego.

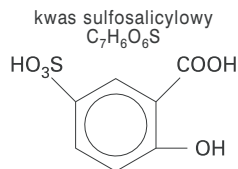
krzyła białko w moczu. Na tej podstawie lekarz orzekł chorobę nerek, wyjaśnił przy tym, że mocz zdrowego człowieka – praktycznie biorąc – nie zawiera białka, bo zatrzymują go nerki **5**. W przypadku niedomagania nerek przechodzi ono do moczu w znacznej ilości. A więc białko w moczu oznacza awarię naszego filtra – nerek.

Warto zainteresować się metodą wykrywania tego białka, metodą, która jest stosowana przez laboratoria analityczne. Potrzebne nam będą:

- 10% kwas octowy,
- chlorek sodu NaCl ,
- 20% roztwór kwasu sulfosalicylowego **6**,
- 5% roztwór tlenu sodu NaOH .

Metoda pierwsza:

Do probówki wlewamy około 10 cm^3 przezroczystego moczu. Jeżeli mocz jest mętny, to prawie na pewno zawiera dużą ilość białka. Ale zmętnienie może też być spowodowane obecnością szczyawianów. Dlatego mętny mocz trzeba przesączyć przez bibułę filtracyjną, następnie



6 bezbarwne igły

Prezentacja detektywa białek w moczu.

AWARIA FILTRU

Ktoś po dalekiej wycieczce zagranicznej źle się poczuł – miał gorączkę i bóle w dole pleców, lekarz dał mu skierowanie na badanie moczu. Analiza wy-

dołączamy szczyptę soli kuchennej i mieszamy. Teraz dodajemy kilka kropli kwasu octowego. Pojawienie się zmętnienia czy osadu wskazuje na obecność białka. Czasem zmętnienie powstaje dopiero w czasie ostrożnego ogrzewania próbówki.

Miliony **nefronów**, które wyglądają jak pętle, znajdują się w korze, czyli zewnętrznej części nerki. Wewnątrz każdego nefronu umiejscowiona jest zwinięta spiralnie jednostka filtrująca, będąca kłębkem cieniotkuch tętniczek. Nazywana jest ona kłębuszkiem.

W samym nefronie dochodzi do odfiltrowania z krwi zbędnych produktów i tak powstaje mocz. Potrzebne organizmowi ilości soli, wody i związków odżywczych powracają do krwi.

Metoda druga:

Do próbówki wlewamy około 10 cm³ przezroczystego moczu, a następnie dodajemy kilka kropli kwasu sulfosalicylowego. W przypadku obecności białka powstaje zmętnienie albo pokazuje się osad.

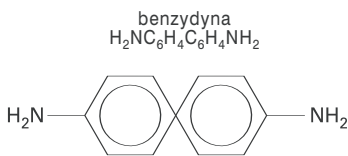
Ta próba jest bardzo szybka i niezwykłe czuła, bo wykrywa wszystkie postaci białka już w ilości 0,001%. To te zalety sprawiły, że jest najczęściej stosowaną próbą w laboratoriach, analitycznych.

Te same próby możemy wykonać z roztworem białka kurzego.

CHEMIK - DETEKTYW

W kryminalistyce jedną z koniecznych umiejętności jest wykrywanie nawet najmniejszych śladów krwi.

Jak już wiemy, podstawowym składnikiem czerwonych ciałek krwi jest białko hemoglobina. Dlatego badanie krwi zaczniemy od metody mikroskopowej **7**.



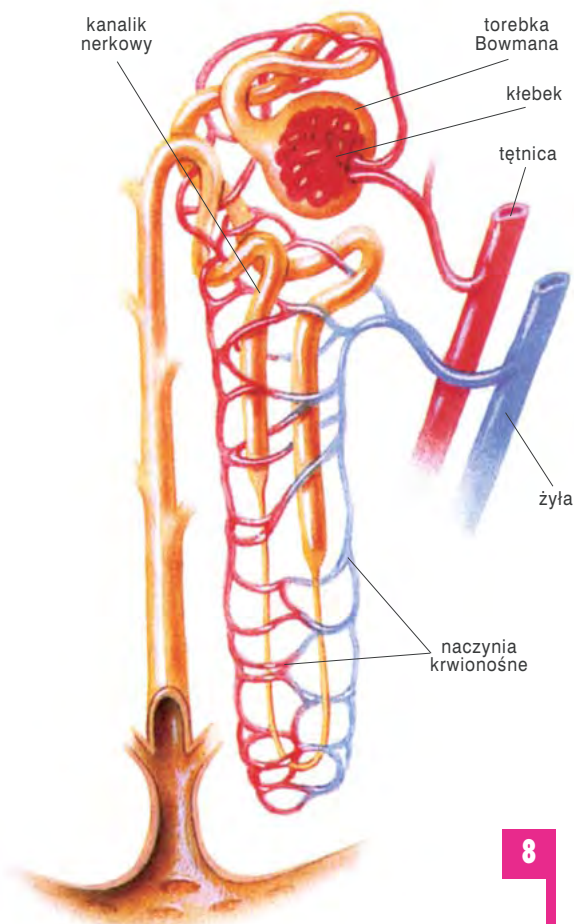
krystaliczne bezbarwne
błyszczące blaszki

7

Ten agent tropi ślady krwi.

Na szkiełku przedmiotowym do mikroskopu rozsmarowujemy przecięciem szklanym małą kropelkę krwi i pozostawiamy do wyschnięcia na powietrzu. Teraz posypujemy szkiełko odrobiną sproszkowanej soli kuchennej, dodajemy 1–2 krople lodowatego kwasu octowego (w ostrożności bardzo stężonego kwasu octowego) i przykrywamy szkiełkiem nakrywkowym. Na małym płomieniu ogrzewamy szkiełko przedmiotowe do chwili, aż zjawią się pierwsze pęcherzyki (lodowaty kwas octowy wrze w temperaturze 118,1°C). Łagodnie ogrzanie ma na celu odparowanie nadmiaru kwasu octowego. Jeżeli tak sporządzony preparat obejrzymy po ochłodzeniu pod mikroskopem przy 300-krotnym powiększeniu, zobaczymy płytki w kształcie rombów o czerwono-brunatnym zabarwieniu. Gdyby kryształy się nie pojawiły, dajemy na skraj szkiełka nakrywkowego po raz drugi trochę lodowatego kwasu octowego i pozwalamy mu spłynąć i wtedy powtarzamy ogrzewanie.

Doświadczenie to może służyć do wykrywania śladów zaschniętej krwi na tkaninach, wtedy plamę



Najważniejszy element nerki – nefron.

krwi ekstrahujemy wodą zawierającą dwutlenek węgla (woda sodowa), uzyskany roztwór przesączamy, odparowujemy go na szkiełku przedmiotowym i dalej postępujemy w już opisany sposób.

Druga prosta metoda wykrywania śladów krwi polega na działaniu benzydyny.

Najpierw przyrządzamy sobie odczynnik w ten sposób, że w 10 cm³ stężonego kwasu octowego rozpuszczamy około 0,3 g benzydyny i dopełniamy dodatkowo wodą do 100 cm³. Do 1 cm³ tego roztworu dodajemy 3 cm³ nadtlenu wodoru 3-procentowego. I wtedy zadajemy go bardzo rozcieńczonym wodnym roztworem krwi. Obserwujemy zielone zabarwienie, które po krótkim czasie przechodzi w niebieskie.

Na zakończenie warto podać, że człowiek ma w swoim organizmie, w około pięciu litrach krwi, 25 bilionów czerwonych ciałek, a te zawierają od 600 do 800 g hemoglobiny. 1 g czystej hemoglobiny może przyjąć około 1,3 cm³ tlenu. Niektóre inne gazy mogą też przyłączyć się do barwnika krwi. Jego powinowactwo do tlenu węgla jest wielokrotnie większe niż do tlenu. Trwałe połączenie się tlenu węgla z hemoglobina czyni krew nieużyteczną dla transportu tlenu – następuje uduszenie się. Stąd jest oczywiste, że musimy być szczególnie ostrożni przy obchodzeniu się z gazem opałowym i z gazami zawierającym tlenek węgla. Za miesiąc dowiemy się, jak z trawy powstaje ser. •