

Laboratorium z biochemii

dla studentów biologii, biotechnologii i ochrony środowiska

Praca zbiorowa pod redakcją
Antoniego Polanowskiego

Poprawki do wydania III wprowadzone pod redakcją
Justyny Ciuraszkiewicz i Elżbiety Gocek

Wydział Biotechnologii
Uniwersytetu Wrocławskiego
Wrocław 2015

Autorzy

Rafał Bartoszewski (ROZDZ. 10), Justyna Ciuraszkiewicz (ROZDZ. 2, 3, 4, 5), Elżbieta Gocek (ROZDZ. 3), Beata Gubernator (ROZDZ. 10, 11), Jerzy Gubernator (ROZDZ. 8), Jolanta Kowalska (ROZDZ. 2, 3, 4), Arkadiusz Kozubek (ROZDZ. 8, 9), Daniel Krowarsch (ROZDZ. 4), Jarosław Króliczewski (ROZDZ. 10, 11), Irena Lorenc-Kubis (ROZDZ. 2, 3, 4), Dorota Nowak (ROZDZ. 2, 3, 4), Mariusz Olczak (ROZDZ. 12, 13), Teresa Olczak (ROZDZ. 5, 7), Antoni Polanowski (ROZDZ. 2, 3, 4), Ryszard Rzepecki (ROZDZ. 6), Agata Sokołowska (ROZDZ. 4), Damian Stachowiak (ROZDZ. 2), Maria Stasiuk (ROZDZ. 9, 11), Agata Szalewicz (ROZDZ. 2, 3, 4), Andrzej Szczepaniak (ROZDZ. 11), Franciszek Tłuszcz (ROZDZ. 8), Anna Wilimowska-Pelc (ROZDZ. 2, 3, 4), Janina Wiśniowska (ROZDZ. 6), Magdalena Wołoszyńska (ROZDZ. 7), Zdzisław Wróblewski (ROZDZ. 1, 3, 4, 5), Małgorzata Zakrzewska (ROZDZ. 3),

Recenzent

Prof. dr hab. Danuta Witkowska

Korekta

Zespół autorski

Opracowanie graficzne

Rafał Bartoszewski, Elżbieta Gocek, Beata Gubernator, Jolanta Kowalska, Agata Sokołowska

PRZEDMOWA DO WYDANIA II

Zmiany programów nauczania oraz wyczerpanie poprzednich wydań skryptów do ćwiczeń z biochemii napisanych bądź wydanych jeszcze pod redakcją prof. dr hab. Wandy Mejbaum-Katzenellenbogen sprawiły, że przygotowanie nowego podręcznika stało się koniecznością. W ubiegłym roku oddaliśmy do rąk studentów opracowanie pt. „Laboratorium z biochemii”, które wspólnie z wydanym pod redakcją profesorów Jana Szopy i Arkadiusza Kozubka podręcznikiem pt. „Molekularna organizacja komórki” miało wypełnić tę lukę dydaktyczną.

„Laboratorium z biochemii” opracowane zostało przez zespół pracowników Instytutu Biochemii i Biologii Molekularnej. Zakres materiału i dobór ćwiczeń to efekt wieloletnich doświadczeń pracowników dydaktycznych Instytutu prowadzących zajęcia na trzech kierunkach studiów: biologii, biotechnologii i ochrony środowiska. Aby sprostać różnicom programowym, ćwiczenia dobierano w taki sposób, by niektóre mogły być realizowane podczas 5 godzinnych zajęć w ramach 75 godzinnego programu z biochemii, a pozostałe rozszerzono głównie pod kątem potrzeb studentów biotechnologii. Zakres programu uwzględnia, przy istniejących możliwościach aparaturowych i finansowych, wymogi stawiane przez minimum programowe dla tych kierunków, zapewniając studentom możliwość nabycia umiejętności planowania eksperymentów, wykonania podstawowych badań biochemicznych głównych grup związków biologicznie czynnych oraz interpretacji uzyskanych wyników.

Po rocznej weryfikacji, uwzględniając zarówno uwagi prowadzących zajęcia jak i studentów, oddajemy drugie wydanie podręcznika, które w zestawieniu z poprzednim, zostało znacznie rozszerzone i poprawione z równoczesnym usunięciem materiału zbędnego.

Treść podzielono na rozdziały dotyczące poszczególnych grup związków chemicznych tzn. aminokwasy, białka, enzymy, cukrowce, lipidy, kwasy nukleinowe oraz elementy z zakresu biofizyki i biopreparatyki. Każdy rozdział, obok opisu ćwiczeń o charakterze jakościowym i ilościowym, zawiera wstęp teoretyczny, obejmujący podstawowe wiadomości na temat danej grupy związków, ułatwiający zarówno zrozumienie prowadzonych eksperymentów, jak i interpretację otrzymanych wyników. Uzupełnieniem całości podręcznika jest „Dodatek”, zawierający, w ujęciu tabelarycznym, wiele informacji niezbędnych w obliczeniach biochemicznych jak i sporządzaniu np. buforów i podstawowych odczynników chemicznych.

Mamy nadzieję, że opracowana forma podręcznika zyska akceptację studentów w/w kierunków na naszym Uniwersytecie jak również okaże się pomocna w prowadzeniu ćwiczeń z biochemii na innych uczelniach.

Wszelkie uwagi dotyczące tego podręcznika będą mile widziane i zostaną uwzględnione w kolejnej jego wersji.

Autorzy

WAŻNIEJSZE SKRÓTY I SYMBOLE

a	właściwy współczynnik absorpcji
A	absorbancja
ABTS	sól sodowa kwasu 2,2'-azyno-di(3-etylo-benzotiazolino-6-sulfonowego)
AccQ•Tag	metoda derywatyzacji aminokwasów za pomocą karbaminianu 6-aminochinolino- <i>N</i> -hydroksybursztynilo-imidu
ADH	dehydrogenaza alkoholowa (ang. <i>alcohol dehydrogenase</i>)
ADP	difosforan adenozyiny
AMP	monofosforan adenozyiny
AMQ	6-aminochinolina
ANS	sól magnezowa kwasu 8-naftaleno-1-sulfonowego
AQC	karbaminian 6-aminochinolino- <i>N</i> -hydroksybursztyniloimidu
ATP	trifosforan adenozyiny
atpA	gen kodujący podjednostkę α mitochondrialnej syntazy ATP
BAPNA	p-nitroanilid <i>N</i> -benzoilo-DL-argininy
BCA	kwas bicinehonorinowy (ang. <i>bicinchoninic acid</i>)
BHA	2(3)- <i>t</i> -butylo-4-hydroksyanizol
BHT	2,6-di- <i>t</i> -butylo- <i>p</i> -krezol
BPDPPC	1,2-bis-(1-pirenokanoilo)-sn-glicero-3-fosfatydylocholina
BPTI	zasadowy trzustkowy inhibitor trypsyny (ang. <i>basic pancreatic trypsin inhibitor</i>)
BSA	albumina surowicy bydłowej (ang. <i>bovine serum albumin</i>)
C-18	wysięgnik osiemnastowęglowy (oktadecylowy) złóż stosowanych w chromatografii odwróconych faz
CBB	błękit brylantynowy Coomassie (ang. <i>Coomassie Brilliant Blue</i>)
CCCP	karbonylocyjanek-3-chlorofenylohydrazonu
CHAPS	3-[(3-cholamidopropylo)-dimetyloamonio]-1-propanosulfonian
CHAPSO	3-[(3-cholamidopropylo)-dimetyloamonio]-2-hydroksypropanosulfonian
CM-	karboksymetylo-
CMC	krytyczne stężenie micelizacji
ConA	konkanawalina A; lektyna z <i>Canavalia ensiformis</i>
CTP	trifosforan cytydyny
Da	dalton (jednostka masy atomowej)
DAD	2,3,5,6-tetrametylo- <i>p</i> -fenylodiamina; diaminoduren
dATP	trifosforan dezoksyadenozyiny
DCIP	dichlorofenyloindofenol
DCMU	3-(3,4-dichlorofenylo)-1,1-dimetylomocznik
dCTP	trifosforan dezoksycytozyny
DEAE-	dietyloaminoetylo-
DFA	difenyloamina
dGTP	trifosforan dezoksyguanozyny
DIFP	diizopropylofluorofosforan
DMQ	dimetylochinon
DMSO	sulfotlenek dimetylu
DNA	kwas deoksyrybonukleinowy
DNP-aminokwas	dinitrofenylowa pochodna aminokwasu
DNS	chlorek dansylu, chlorek 1-dimetylaminonaftyleno-5-sulfonylu
DNS	kwas 3,5-dinitrosalicylowy
DPC	difenylokarbazyd
DPH	difenyloheksatrien
DPPC	dipalmitoilofosfatydylocholina
DTNB	kwas ditionitrobenzoesowy
DTT	ditiotreitol
dTTP	trifosforan dezoksytymidyny

DVS	diwinylosulfon
ϵ	molowy współczynnik absorpcji
EC	system klasyfikacji i numeracji enzymów opracowany przez <i>Enzyme Commission</i>
EDTA	etylenodiaminotetraoctan, wersenian
Em	długość fali emisji
Ex	długość fali wzbudzenia
FAD	dinukleotyd flawinoadeninowy
FCCP	karbonylocyjanek-p-trifluorometoksyfenylohydrazonu
FDNB	1-fluoro-2,4-dinitrobenzen
fluoresceina-PE	N-5-fluoresceinotiokarbamoilo)-1,2- diheksadekanoilo - sn-glicero-fosfatydyloetanolamina
GLA	kwas gammalinolenowy
GOD	oksydaza glukozowa
GTP	trifosforan guanozyny
HDL	frakcja ciężka lipoprotein (ang. <i>high density lipoprotein</i>)
HEPES	kwas N-(2-hydroksyetylo)piperazyno-N'-2-etanosulfonowy
HLB	równowaga hydrofilowo-lipofilowa (ang. <i>hydrophilic-lipophilic balance</i>)
HPLC	wysokosprawna (lub wysokociśnieniowa) chromatografia cieczowa (ang. <i>high performance or high pressure liquid chromatography</i>)
I	siła jonowa roztworu
IDL	lipoproteiny o pośredniej gęstości (ang. <i>intermediate density lipoprotein</i>)
J	jednostka standardowa aktywności enzymu
K_a	równowagowa stała asocjacji
kat	katal, jednostka aktywności enzymu
kb	kilo-par-zasad (ang. <i>kilo base</i>)
K_I	stała inhibicji (dysocjacji)
k_{kat}	stała katalityczna (liczba obrotów enzymu)
K_M	stała Michaelisa
K_{Mi}	stała Michaelisa w obecności inhibitora
kpz	kilo-par-zasad
LCA	lektyna z soczewicy (ang. <i>Lens culinaris agglutinin</i>)
LDL	lipoproteiny o małej gęstości (ang. <i>low density lipoprotein</i>)
LOX	lipoksygenaza
5-LOX	lipoksygenaza arachidonianowa
M	stężenie substancji w molach na litr roztworu *
MDA	dialdehyd malonowy
MLV	liposomy wielowarstwowe
Mpz	mega-par-zasad
mRNA	informacyjny RNA (ang. <i>messenger RNA</i>)
MV	metylowiologen (parakwat)
NAD^+	dinukleotyd nikotynamidoadeninowy
NADP	fosforan dinukleotydu nikotynamidoadeninowego
NMR	jądrowy rezonans magnetyczny (ang. <i>nuclear magnetic resonance</i>)
NPGb	nitrofenylo-4-guanidynobenzoesan
OPA	aldehyd o-ftalowy
P-	fosfo-
PAGE	elektroforeza w żelu poliakryloamidowym (ang. <i>polyacrylamide gel electrophoresis</i>)
PBS	roztwór soli fizjologicznej w 10mM buforze fosforanowym o pH fizjologicznym (ang. <i>phosphate buffered saline</i>)
PC	fosfatydylocholina
PCR	reakcja łańcuchowa polimerazy

* W tym podręczniku stosujemy powszechnie przyjęty w literaturze biochemicznej skrót „M”, wyrażający stężenie molowe substancji w litrze roztworu. Należy pamiętać jednak, że zgodnie z układem SI stężenia roztworów powinno podawać się w „mol/dm³”.

PE-	fosfatydyloetanolamina
PE-fluoresceina	N-(5-fluoresceinotiokarbamoilo)-1,2-diheksadekanoilo-sn-glicero-3-fosfoetanolamina, sól trimetyloamoniowa
pH	ujemny logarytm stężenia jonów wodorowych
pI	punkt izoelektryczny
PITC	fenyloizotiocyanian
pK	ujemny logarytm stałej dysocjacji
PLA ₂	fosfolipaza A ₂
PMSF	fenylometrylosulfofluorek
pNA	p-nitroanilina
pNP	p-nitrofenol
pNPP	p-nitrofenylofosforan
POD	peroksydaza
PSI	fotosystem I
psi	jednostka ciśnienia (ang. <i>pound per square inch</i>)
PSII	fotosystem II
PTC-aminokwas	fenylokarbamoilowa pochodna aminokwasu
PTH-aminokwas	fenylohydantoinowa pochodna aminokwasu
pz	par-zasad
Q ₁₀	współczynnik temperaturowy
QAE-	czteroetyloamino-
R	rodnik organiczny, np. łańcuch boczny aminokwasu
R _f	współczynnik szybkości przepływu (ang. <i>rate of flow</i>)
RNA	kwas rybonukleinowy
RNAza	rybonukleaza
RP-HPLC	wysokosprawna chromatografia cieczowa w układzie odwróconych faz (ang. <i>reversed phase HPLC</i>)
rRNA	rybosomowy RNA
R _t	czas retencji (ang. <i>retention time</i>)
SBA	lektyna z soi (ang. <i>soybean agglutinin</i>)
SDS-PAGE	elektroforeza w żelu poliakryloamidowym w obecności SDS (ang. <i>sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis</i>)
SDS	sól sodowa siarczanu dodecyłu (ang. <i>sodium dodecyl sulfate</i>)
SE-	sulfoetylo-
SEM	siła elektromotoryczna
snoRNA	mały jąderekowy RNA (ang. <i>small nucleolar RNA</i>)
snRNA	mały jądrowy RNA (ang. <i>small nuclear RNA</i>)
SP-	sulfopropyl-
Suc	grupa bursztynylowa
SUV	małe liposomy jednowarstwowe (ang. <i>small unilamellar vesicles</i>)
t _{1/2}	czas połówkowy
T _a	temperatura przyłączania
TBA	kwas tiobarbiturowy
TBE	bufor Tris – kwas borowy – EDTA
TCA	kwas trichlorooctowy
TE	bufor Tris-HCl – EDTA
TEAE-	trietyloaminoetylo-
TEMED	N,N,N',N'-tetrametyloetylenodiamina
TFA	kwas trifluorooctowy
TLC	chromatografia cienkowarstwowa (ang. <i>thin layer chromatography</i>)
TLCK	tozylolizynochlorometyloketon
T _m	temperatura topnienia
Tricine	N-tri(hydroksymetylo)metyloglicyna
Tris	tris(hydroksymetylo)aminometan

tRNA	transportowy (transportujący) RNA
TTP	trifosforan tymidyny
U	jednostka standardowa aktywności enzymu (ang. <i>U = unit</i>)
UTP	trifosforan urydyny
UV	światło ultrafioletowe
VIS	światło widzialne
VLDL	lipoproteiny o bardzo małej gęstości (ang. <i>very low density lipoprotein</i>)
v_0	szybkość początkowa reakcji
$V_{\max}$	szybkość maksymalna reakcji enzymatycznej
$V_{\max, i}$	szybkość maksymalna reakcji enzymatycznej w obecności inhibitora
WGA	lektyna z zarodków pszenicy (ang. <i>wheat germ agglutinin</i>)
YADH	dehydrogenaza alkoholowa z komórek drożdży (ang. <i>yeast alcohol dehydrogenase</i>)

1. ZASADY BEZPIECZEŃSTWA I HIGIENY PRACY W LABORATORIUM BIOCHEMICZNYM

W laboratoriach chemicznych dochodzi do wypadków najczęściej na skutek lekceważenia podstawowych przepisów bezpieczeństwa oraz nieprzestrzegania elementarnych zasad porządku i czystości. Dokładna znajomość podstawowych zasad i całkowite podporządkowanie się regulaminowi laboratorium wyrabia tak ważne w tej pracy poczucie współodpowiedzialności przede wszystkim za zdrowie (czasami życie) własne i kolegów oraz drogi sprzęt i aparaturę.

Umiejętność zorganizowania bezpiecznej pracy w toku ćwiczeń jest jednym z podstawowych celów dydaktycznych realizowanych w ramach zajęć laboratoryjnych.

Przedstawiając studentom, z konieczności krótki, wykaz podstawowych zasad bezpieczeństwa i higieny pracy liczymy, że będą je sumiennie przestrzegali w trosce o zdrowie własne i kolegów.

1.1. BEZPIECZEŃSTWO I HIGIENA PRACY W LABORATORIUM

1. W laboratorium przebywamy w fartuchu ochronnym (zapiętym na wszystkie guziki), a długie włosy są obowiązkowo związane.
2. W laboratorium nie spożywamy żadnych posiłków.
3. Obowiązuje **BEZWZGLĘDNY ZAKAZ PALENIA TYTONIU** w laboratorium.
4. Ze względu na możliwość zniszczenia odczynnikami chemicznymi na stołach laboratoryjnych nie pozostawiamy żadnych rzeczy osobistych, zwłaszcza części garderoby, torebek, teczek itp.
5. Należy przyjąć jako zasadę, że nie uruchamia się żadnych aparatów elektrycznych i elektronicznych, jeżeli nie znamy zasady ich obsługi.
6. Z gazem należy obchodzić się ostrożnie. Palniki muszą być tak wyregulowane, aby płomień „nie przeskoczył” do wnętrza palnika. Należy sprawdzić szczelność zaworów i połączeń elastycznych. Jeżeli zachodzi konieczność podgrzania roztworu w próbówce bezpośrednio w płomieniu palnika należy zwrócić uwagę, aby wylot próbówki nie był skierowany w stronę twarzy własnej bądź sąsiada.
7. **OBOWIĄZKOWO NALEŻY POGASIĆ WSZYSTKIE PALNIKI**, jeżeli w laboratorium pracujemy (nawet krótko) z eterem, acetonem, benzolem lub innymi cieczami oznakowanymi jako łatwopalne lub wybuchowe.
8. Ciecze łatwopalnych nie wolno wylewać do zlewu, ale do specjalnych, oznakowanych i zamykanych szczelnie pojemników.
9. Specjalnej ostrożności wymaga praca z wodorem, który z tlenem powietrza daje mieszaniny wybuchowe. Otwieranie i zamykanie zaworów oraz regulację ciśnienia przeprowadzać wyłącznie w obecności osoby upoważnionej do obsługi butli ze sprężonym gazem.
10. Przy pracy z gazami trującymi (chlor, brom, jod, chlorowodór, siarkowodór, tlenki azotu, tlenki siarki, tlenek węgla i inne oznakowane jako trucizny) należy **OBOWIĄZKOWO** korzystać z dygestorium, które musi być włączone, a szyba opuszczona poniżej poziomu ust. Pracę z wyżej wymienionymi związkami należy prowadzić w ochronnych rękawicach gumowych.
11. **W ŻADNYM PRZYPADKU NIE PIPETOWAĆ TRUCIZN USTAMI!!!**

Większość odczynników chemicznych używanych przez studentów w praktyce laboratoryjnej to związki toksyczne, dlatego tak ważne jest przestrzeganie elementarnych zasad czystości zwłaszcza przy ważeniu i rozpuszczaniu:

12. Odczynników chemicznych nie wolno kłaść bezpośrednio na szalce wagi, lecz ważyć w naczynkach wagowych lub na jednorazowych tackach plastikowych. Odczynnik pobieramy ze słoika nierdzewną łyżką wagową. Nigdy nie należy dotykać palcami żadnego odczynnika!
13. Po zważeniu należy zadbać, aby waga i jej otoczenie pozostało czyste. Ewentualne zabrudzenia natychmiast usuwamy.
14. Zważony odczynnik przenosimy ilościowo do naczyń, w których będzie rozpuszczany lub przechowywany.
15. Po ważeniu lub rozpuszczaniu odczynników chemicznych obowiązkowo należy umyć ręce.
16. Przyjmujemy jako zasadę, że odczynnik odważony i rozpuszczony musi być natychmiast opisany, tzn. na etykiecie podana jest nazwa odczynnika, jego stężenie oraz data sporządzenia.

Przestrzegając w/w zasad dbasz o bezpieczeństwo swoje i kolegów, jak również przyczyniasz się do racjonalnego i oszczędnego wykorzystania chemikaliów.

17. Szczególnie ostrożnie obchodzimy się ze stężonymi kwasami, zasadami i fenolem, które grożą silnymi poparzeniami. Bezwzględnie należy przestrzegać zasady, że przy rozcieńczaniu tych odczynników

ZAWSZE należy kwas/zasadę, a więc roztwór o wysokiej gęstości/stężeniu wlewać do wody (niższa gęstość/stężenie). W ten sposób wlewany roztwór „topi się” w wodzie, co chroni przed rozpryskami oraz powierzchniowym wrzeniem. Pamiętaj, że podczas rozcieńczenia większości stężonych odczynników następuje silne ogrzanie roztworu. Wszelkie prace ze stężonymi kwasami lub zasadami muszą być prowadzone pod włączonym wyciągiem, w rękawicach ochronnych i przy opuszczonej szybie.

18. Naczynia, w których może panować podwyższone ciśnienie otwierać po owinięciu w tkaninę. W eksykatorach, w których panuje próżnia, należy przed otwarciem wyrównać ciśnienia przez ostrożne otwarcie zaworu. Przy odpowietrzaniu eksykatora należy go owinać ręcznikami lub kocem (może ulec pęknięciu lub zgnieceniu).

1.2. PIERWSZA POMOC

Każdy, kto przystępuje do pracy w laboratorium, musi umieć udzielić pierwszej pomocy sobie lub koledze.

1. **Poparzenie kwasami.** Poparzone miejsca należy przemywać 5% roztworem kwaśnego węgla sodu.
2. **Poparzenie silnym ługiem.** Poparzone miejsca należy przemywać 2% roztworem kwasu borsowego lub octowego.
3. **Poparzenie chlorem, jodem lub bromem.** Poparzone miejsca należy przemywać 1% roztworem tiosiarczanu.
4. **Poparzenie sodem lub potasem.** Poparzone miejsca należy przemywać alkoholem etylowym. **NIE UŻYWAĆ WODY!**
5. **Poparzenie oczu.** Głowę przechylić do tyłu, oczy przemyć obficie strumieniem wody (najlepiej z tryskawki), kierując strumień pod powieki i w kąski oczu. **OBOWIĄZKOWO UDAĆ SIĘ DO LEKARZA!**
6. **Drobne zranienia.** Oplukać ranę strumieniem zimnej wody. Upewnić się, czy w ranie nie pozostały np. resztki stłuczonego szkła. Skaleczenie odkazić 3% wodą utlenioną lub jodyną. Założyć opatrunek. Wszystko, co jest potrzebne do wykonania prostego opatrunku, znajdziesz w apteczce pierwszej pomocy, w którą obowiązkowo musi być wyposażone każde laboratorium.

ZAPAMIĘTAJ! Krew każdej osoby jest potencjalnie materiałem zakaźnym (żółtaczką, HIV, inne wirusy). Dlatego udzielając pierwszej pomocy **ZAWSZE** zakładaj rękawice lateksowe, a wszelkie ślady krwi na stole laboratoryjnym, podłodze, zlewie itp. usuwaj za pomocą środków dezynfekcyjnych (lizol, podchloryn lub silne detergenty).

1.3. UTRZYMANIE PORZĄDKU I CZYSTOŚCI W LABORATORIUM

1. Każda rzecz w laboratorium musi być na swoim miejscu. Wiele z nich (drobny sprzęt, odczynniki) przeznaczone są do wspólnego użytku, dlatego ważne jest, aby po użyciu wracały na swoje miejsce. Oszczędza to czas własny oraz kolegów.
2. Przedmioty, które w danej chwili nie są potrzebne, nie powinny zajmować miejsca na stole laboratoryjnym – należy je odstawić, aby nie przeszkadzały w pracy.
3. Podczas pracy powierzchnie stołów laboratoryjnych **MUSZĄ BYĆ CZyste** – wszelkie zachlapania należy wycierać ściereczką na bieżąco. Nie dopuszczać do zaśmiecenia stołów i podłogi resztkami bibuły, szkła czy odczynników. Ewentualne stłuczki usuwać natychmiast. Pipet nie kłaść na stole, lecz przechowywać pionowo w specjalnych stojakach. Brudnego szkła nie trzymać w szafkach, lecz myć w miarę możliwości na bieżąco.
4. Szkło laboratoryjne myjemy szczotką roztworem detergentu, po czym dokładnie płuczemy bieżącą wodą z kranu. Na koniec przemywamy umyte szkło niewielką ilością wody destylowanej. Pamiętaj, że woda destylowana jest drogim odczynnikiem!
5. Umyte szkło najlepiej jest wysuszyć w suszarce i tylko suche i czyste przechowywać w szafce.
6. W szafce wraz ze szkłem **NIE NALEŻY** przechowywać odczynników. Odczynniki mają zawsze swoje miejsce przechowywania (najczęściej są to lodówki lub szafy odczynnikowe).
7. Jeżeli w trakcie pracy nie będziemy się starali sprzątać na bieżąco, to na stole laboratoryjnym zrobi się ciasno – utrudnia to pracę i najczęściej prowadzi do strat i niepotrzebnych pomyłek przy prowadzeniu analizy.
8. Po zakończeniu pracy stanowisko należy pozostawić w idealnym porządku – stół laboratoryjny musi być powycierany ściereczką, odczynniki odstawić na miejsce, sprzęt i aparatura wyłączona z prądu, umyte szkło schowane w szafce a rzeczy pobrane z magazynu lub na rewers – zwrócone. Zawsze należy:
 - sprawdzić, czy prąd zasilający stół laboratoryjny został wyłączony,
 - wyłączyć dygestorium,

- sprawdzić zakręcenie zaworów wody i gazu,
 - pozamykać okna, wyłączyć wentylatory, pogasić światła.
9. Jeżeli widzisz, że ktoś swoim postępowaniem w laboratorium stwarza niebezpieczeństwo, narażając siebie i innych, **ZWRÓĆ UWAGĘ** – możesz w ten sposób zapobiec nieszczęściu.
10. Jeżeli nie wiesz jak w danej sytuacji masz się zachować w laboratorium, nie rozumiesz przebiegu eksperymentu, nie znasz instrukcji obsługi sprzętu lub aparatury – **NIE WSTYDŹ SIĘ, ZAPYTAJ!**
- Skrupulatne przestrzeganie powyższych uwag i zaleceń zapewni bezpieczną i efektywną pracę w laboratorium.