

Pomocná laboratorní zařízení

V moderních laboratořích orientovaných na biomedicínský výzkum nebo na analýzy vzorků pro lékařské diagnostické účely se setkáváme s mnoha pomocnými zařízeními, která sice neslouží k vlastnímu výzkumu či analýzám (měření), ale nelze se bez nich obejít. Může se zdát paradoxní, že tato pomocná zařízení někdy mají větší pořizovací cenu než přístroje sloužící k vlastnímu provádění experimentů. Vždy představují nezanedbatelnou nákladovou položku. Mnohá z nich slouží pro typicky chemické pracovní postupy a jsou proto zmiňována spíše v rámci chemie. S jinými zařízeními či přístroji (např. váhami) se můžeme seznámit ve skriptech pro praktická cvičení z biofyziky. Další zařízení, z nichž některá mohou mít význam i pro vlastní výzkum či analýzy, byla popsána v učebnici – např. optické přístroje a elektrochemické měřicí systémy. V následujících odstavcích stručně pojednáme o dalších dosud nezmiňovaných nebo blíže nevysvětlených zařízeních využívajících mechanického nebo akustického působení.

1. Pomocná laboratorní zařízení mechanická

Centrifugy. Bez ohledu na vysvětlení fyzikální podstaty sedimentace v centrifugách v učebnici, znovu se k těmto důležitým zařízením vrátíme. V laboratořích se běžně setkáváme s centrifugami stolními i stacionárními, dosahujícími $10^3 - 10^5$ otáček za minutu. Pomaloběžné (nízkoobrátkové) centrifugy, převážně ve stolním provedení, jsou používány pro urychlení sedimentace hrubých disperzí, včetně buněčných suspenzí. Buňky sedimentují ke dnu kyvet (skleněných nebo plastových), poté může být vyměněn roztok, v němž se buňky nacházely. Následně mohou být buňky znovu resuspendovány, centrifugovány, resuspendovány atd., čímž dochází k jejich promývání.

Prostor rotoru centrifugy může být chlazen, aby nedocházelo k degradaci biologických materiálů.

Vysokoobrátkové centrifugy (ultracentrifugy, dosahující několika set tisíc otáček za minutu) slouží k dělení koloidních disperzí. Mohou být vybaveny optickým systémem pro pozorování pohybu jednotlivých frakcí makromolekul apod.

Pro správnou funkci každé centrifugy je nezbytné dokonalé vyvážení kyvet se vzorky. Nevyvážený rotor se jinak rozechvívá a může dojít i k jeho utržení a destrukci celého zařízení. Rotory ultracentrifug musí být samozřejmě vyrobeny z velmi odolných materiálů s ohledem na jejich velké namáhání odstředivou silou. Takovým materiálem je například ocel nebo titan, jenž je používán zejména pro rotory ultracentrifug.

Třepačky a míchačky. V takových případech, kdy je nutno urychlit průběh nějaké chemické reakce, rozpustit těžce rozpustnou látku, zabránit sedimentaci kultury rostoucích buněk apod. se využívají mechanické třepačky. Jsou vybaveny držáky nebo plošinami s otvory, do kterých se umísťují baňky nebo zkumavky. Upevněné nádoby pak vykonávají kývavé nebo rotační pohyby. Některé třepačky jsou vybaveny kryty, pod nimiž je udržována konstantní teplota, případně atmosféra o požadovaném složení.

Mnohdy postačuje pro promíchávání reakční směsi jen míchačka. Velmi výhodné jsou magnetické míchačky, zpravidla kombinované s ohřívací ploténkou. Uvnitř ploténky se otáčí magnet nebo jiným způsobem vzniká vířivé magnetické pole, jež pak otáčí železnou tyčinkou zatavenou do skla nebo plastu, která je vkládána do kádinky nebo baňky postavené na ploténku.

Homogenizéry a dezintegrátory. Laboratorním analýzám různých biologických vzorků musí často předcházet jejich homogenizace, tj. rozbití tkání i buněk. K tomuto účelu slouží mnoho různých zařízení, z nichž stručně popíšeme homogenizér a ultrazvukový dezintegrátor.

Klasický **rotační homogenizér** je vyroben ze zabroušeného skla – skleněný váleček se prudce otáčí uvnitř zkumavky, jejíž průměr je jen nepatrně větší, než je průměr válečku. Suspenze buněk nebo částečně rozmělněná tkáň je nucena tlakem pronikat do prostoru mezi otáčejícím se válečkem a stěnou zkumavky, přičemž dochází k drcení mikroskopických biologických struktur. U modernějších homogenizérů je buněčná suspenze většinou pod velmi vysokým tlakem (až stovky MPa) protlačována úzkou tryskou, přičemž dosahuje rychlosti až kolem 500 m/s. Vlivem vnitřního tření a adiabatického stlačování se může značně zvýšit teplota suspenze, takže se tato zařízení neobejdou bez účinného chlazení.

Ultrazvukový dezintegrátor pracuje s nízkofrekvenčním ultrazvukem (řádově desítky kHz), který je buzen magnetostrikčním měničem – rozechvívá se jádro střídavě magnetizované cívky. K jádru cívky je připevněn titanový nástavec (roh), jehož konec se ponořuje do suspenze, která má být homogenizována. Generovaný ultrazvuk má vysokou intenzitu a vyvolává proto silnou kavitaci (viz učebnice), která destruuje téměř libovolný materiál v suspenzi. Ultrazvukové dezintegrátory jsou velmi účinné, avšak vzorky vystavené působení intenzivního ultrazvuku se také rychle ohřívají, navíc vzniká určité množství volných radikálů a nastává i mírná kontaminace vzorků titanem, který se uvolňuje pod vlivem kavitace z titanového nástavce. Citlivé biologické materiály mohou proto po aplikaci dezintegrátoru částečně degradovat, čehož si musí být uživatel vědom. Disperze molekul a jejich agregátů získaná pomocí dezintegrátoru se označuje někdy jako sonikát.

Vývěvy. Mnoho laboratoří se neobejde bez vývěvy – zařízení pro získávání vakua různě vysokého stupně. Některé přístroje mají velmi výkonné vývěvy zabudované přímo v sobě (např. elektronové mikroskopy, urychlovače aj.), jindy nám stačí mírnější vakuum, např. pro odsávání tekutin z různých prostorů a nádob, které nelze jednoduše obrátit a vylít.

Nejjednodušší vývěvou je vývěva vodní, která je založena na principu snížení hydrostatického tlaku v kapalině tryskající z kapiláry (viz Bernoulliho rovnice). Pomocí těchto jinak poměrně levných vývěv lze snížit tlak vzduchu asi na jednu setinu normální hodnoty, nevýhodou je však značná spotřeba vody, s níž do odpadu odcházejí i odsávané tekutiny, které mohou být biologicky rizikové.

Spíše pro technické účely se využívají rotační olejové vývěvy, kterými lze již dosáhnout vakua o několik řádů vyššího (tj. o několik řádů nižšího tlaku). K získávání ještě vyššího vakua pak slouží tzv. difuzní vývěvy, které však pracují teprve po snížení tlaku v evakuovaném prostoru rotační vývěvou.

Myčky a čističky. Pro mnohé účely, např. pro pěstování buněčných kultur, potřebujeme extrémně čisté laboratorní sklo. Jindy jsme postaveni před úkol odstranění lpících nečistot ze špatně přístupných částí laboratorního skla apod.

Pro umývání laboratorního skla se používají automatické myčky, jež jsou dokonalejšími verzemi myček nádobí používaných v domácnosti. Vybavení vnitřního prostoru je uzpůsobeno tvarům a velikostem laboratorního skla a pro konečný oplach je používána destilovaná či deionizovaná voda, jejíž výrobce musí být k myčce připojen. Používají se samozřejmě i poněkud odlišné a účinnější detergenty.

Pro odstraňování hrubých nebo těžko odstranitelných (nerozpustných) nečistot se mohou s výhodou použít ultrazvukové čističky (lázně), s nimiž se můžeme setkat i při čištění zubního instrumentaria nebo u zlatníků a optiků. Do speciální mycí lázně je emitován nízkofrekvenční ultrazvuk o poměrně velkém výkonu, který pak za spoluúčasti kavitace rozrušuje jinak těžko odstranitelné nečistoty. Obdobné ultrazvukové lázně se využívají i v preparativní chemii pro urychlování chemických reakcí (sonokatalýzu).

2. Pomocná tepelná zařízení v laboratořích

2.1 Termostaty a kultivační boxy

Termostatem můžeme myslet buď tepelné čidlo s elektronickým výstupem, který je napojen na nějaký řídicí systém, může to být ale i mechanické zařízení s regulací teploty na bázi teplotní roztažnosti nějakého materiálu nebo i poměrně složitý laboratorní systém používaný ve vědeckých či klinických laboratořích pro udržování konstantní teploty uvnitř nějakého zařízení.

Mnoho biomedicínských experimentů i laboratorních klinických vyšetření musí probíhat za konstantní, často zvýšené nebo snížené teploty. Relativně jednodušší je udržovat konstantní teplotu vyšší, než je teplota okolí, protože k tomu postačuje regulovaný ohřívač, při udržování nižší teploty potřebujeme chladič, avšak v případě potřeby i ohřívač.

Klasický **laboratorní termostat** je vlastně čerpadlo, které uvádí do pohybu vodu nebo jinou tekutinu přes prostor s topnou spirálou. Teplotu sleduje teploměr, který po dosažení požadované teploty vypne topení. Dnes jsou jako teploměry využívána elektronická teplotní čidla na bázi termistoru, termočlánu apod. V jednodušších systémech se setkáme s bimetalovými snímači, které po dosažení žádané teploty prostě rozpojí obvod topné spirály.

Žádný termostat nedokáže teplotu stabilizovat absolutně, u běžných zařízení teplota cirkulující vody udržuje konstantní hodnotu v rozmezí několika desetin stupně, dochází tedy k oscilacím kolem žádané teploty. Čím větší je tepelná kapacita systému, tím obtížnější je přesná regulace teploty, ale určitou výhodou může být menší citlivost na prudké změny teploty okolí. Dokonalejší regulace teploty je nesnadná a vyžaduje speciální algoritmy pro ohřev nebo ochlazování.

Termostaty mohou udržovat i konstantní teplotu vzduchu nebo plynové směsi v **kultivačních boxech**, sušárnách, pecích i v jiných zařízeních. Kultivační boxy mohou být řešeny i tak, že ve dvojitém plášti boxu se nachází termostatovaná voda, což má mj. výhodu vyšší tepelné kapacity a tím i stability nastavené teploty (krátkodobé otevření boxu teplotu významně neovlivní). Některé z kultivačních boxů (biologických termostatů) jsou vybaveny i zařízením, které obohacuje vnitřní atmosféru o např. 5 % CO₂, což je nutné pro pěstování buněčných kultur odvozených ze somatických buněk, které jsou v organismu vystaveny jistému parciálnímu tlaku CO₂.

Termostatovány mohou být i poměrně velké komory, v nichž mohou pracovat lidé, přičemž může jít i o prostory intenzivně chlazené.

2.2 Sterilizátory a autoklávy

Ani velmi dobrá myčka laboratorního skla není zárukou sterility umývaného skla. Pro jednorázové použití se sice vyrábí mnoho sterilních pomůcek či přípravků (umělohmotné zkumavky, Petriho misky, kultivační láhve, „špičky“ pipet aj.), ale ne vždy se takové nákupy vyplatí. Navíc potřebujeme sterilizovat i takové předměty či materiály, které nelze z podstaty věci předem nakupovat ve sterilním stavu.

Vedle aplikace ionizujícího záření nebo chemických postupů, můžeme pro sterilizaci využít především zvýšené teploty. Například hodinové působení vzduchu o teplotě kolem 200 °C již sterilizaci předmětů zaručuje. Tento princip se uplatňuje v elektrických horkovzdušných sušárnách. Rychlejší sterilizace skla i některých roztoků lze dosáhnout v **autoklávech**, což jsou vysokotlaké nádoby (analogie Papinova hrnce), v nichž působí na vložené předměty přehřátá vodní pára o tlaku až dvakrát převyšující tlak atmosférický.

Kovové předměty, včetně chirurgických nástrojů, se také běžně sterilizují delším varem v destilované vodě.

2.3 Chladničky a mrazicí boxy

Vedle zcela běžných chladniček a mrazicích boxů, v nichž teplota neklesá pod $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, nacházíme v laboratořích i hlubokomrazicí boxy, v nichž panuje teplota -60 až $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Při této teplotě lze dlouhodobě uchovávat citlivé biologické materiály, včetně zmrazených buněk a vzorků tkání. Před vložením do hlubokomrazicího boxu se tyto materiály rychle zmrazují pomocí kapalného freonu a dusíku. S ohledem na vysokou cenu skladovaných materiálů jsou hlubokomrazicí boxy vybaveny alarmy, které se spouštějí, přesáhne-li vnitřní teplota určitou nastavenou mez, např. při výpadku proudu nebo jiné poruše. Různě výkonné chladicí agregáty mohou být součástí i jiných zařízení.

2.4 Klimatizace

Klimatizace v laboratoři má dvojí význam. Na jedné straně zaručuje jistý nutný komfort pracovníků, zejména v letním období. Je třeba si uvědomit, že veškerá tepelná zařízení v laboratoři (včetně chladicích agregátů) produkují odpadní teplo, které může zejména v letním období udělat z neklimatizované laboratoře místo velmi nepříjemné pro pobyt. Na druhé straně je takto zajišťována stálost laboratorních podmínek nutná pro zajištění reprodukovatelnosti experimentů. Zvláštní význam má klimatizace v těch místnostech, které nelze z hygienických či jiných důvodů větrat. Méně výhodná je klimatizace centrální (laboratoř může být snadno kontaminována zvenčí nebo naopak může kontaminovat okolí). Výhodnější je klimatizace lokální, kdy je zajištěno i filtrování cirkulujícího vzduchu. Klimatizace by měla regulovat nejen teplotu v místnosti, ale i relativní vlhkost vzduchu.

K regulaci vlhkosti slouží **zvlhčovače** (odpařovací, rozprašovací, ultrazvukové), které však vyžadují pravidelnou údržbu (čištění, dezinfekci), protože jinak se mohou stát zdroji poměrně nebezpečných infekcí. Podobné problémy mohou být i s centrální klimatizací (známé je rozšíření tzv. legionářské nemoci, smrtelné plicní infekce, z hotelové klimatizace, způsobené bakterií *Legionella pneumophila*, v odborné literatuře se však hovoří i o mnoha jiných případech).

2.5 Destilační přístroje

Pro přípravu roztoků, živných médií, konečný oplach umývaného laboratorního skla, náplně termostatů a pro mnoho jiných účelů je v laboratořích nutno používat destilovanou nebo dokonce redestilovanou vodu. Její spotřeba může i v poměrně malé laboratoři dosahovat tisíců litrů za jediný rok. Bylo by proto neúčelné destilovanou vodu pro laboratorní účely nakupovat. K její výrobě slouží destilační přístroje a deionizátory.

Klasický destilační přístroj je nádržka s doplňovanou vodovodní vodou, do níž je umístěna topná elektrická spirála o výkonu několika kilowattů. Vodní pára je vedena do vodního chladiče, kde voda kondenzuje a odtéká do rezervoáru. Z tohoto rezervoáru může být voda odváděna do druhého destilačního cyklu zajišťovaného menší topnou spirálou. Produktem je pak dvakrát destilovaná (redestilovaná) voda. Destilovaná či redestilovaná voda ještě může být zbavena rozpuštěných plynů, například varem za sníženého tlaku.

Analogií destilačního přístroje je **deionizátor**, který zbavuje běžnou pitnou vodu iontových sloučenin, případně dalších nečistot, pomocí iontoměničů (viz chemie), které lze chemicky regenerovat pro opětovné použití. Čistota deionizované vody je plně srovnatelná nebo dokonce vyšší než u běžné jedenkrát destilované vody.