

# LAMBDA MINIFOR LABORATORNÍ FERMENTOR

**Stolní laboratorní fermentor MINIFOR LAMBDA byl vyvinut na základě dlouhé osobní praktické zkušenosti s fermentacemi. Cílem bylo navrhnout spolehlivý kompaktní praktický fermentor, který byl snadno ovladatelný a schopný měřit a kontrolovat všechny důležité parametry biologické kultury v kvalitě dostupné jen u mnohem dražších přístrojů**

Fermentor potřebuje minimální plochu na laboratorním stole a je koncipován pro fermentace v objemech **od 35 ml** až do více **než 6 l**. Několik fermentorů může být přisunuto k sobě, přičemž vznikne souprava umožňující provádět několik fermentací zároveň. Toto uspořádání je vhodné při optimalizaci růstových parametrů kultur, biotransformací, hledání různých enzymových aktivit apod. Každý fermentor má svou vlastní elektroniku, displej, ovládání a může být individuálně programován. Fermentor nebo celá řada fermentorů může být řízena **programem FNet** nebo **SIAM**, které umožňují řízení, zapisování a zpracování dat podle požadované potřeby.

**K podstatnému snížení ceny** fermentoru došlo díky zavedení inovací založených na zkušenostech dlouhodobé praxe v oboru:



- ✚ Nádoba fermentoru je vybavena **hrdly se závitů Pyrex** se silikonovým těsněním, což zaručuje sterilitu a snadnou obsluhu. Odpadají drahé nerezové příruby a přechod k nádobě jiného objemu je podstatně levnější.
- ✚ Místo klasických vrtulkových či slabých magnetických míchaček je použit **nový magnetický mixér**, který netvoří vír a produkuje méně pěny. Vratný pohyb vede k intenzivnímu míchání média a k dobrému přenosu kyslíku při maximální šetrnosti k buňkám. Membrána umístěná ve víku tančičku ho hermeticky uzavírá a plně nahrazuje drahou magnetickou spojku.
- ✚ Velkou novinkou je zavedení nového pružného míchacího disku **FISH TAIL**, který je šetrný pro buněčné kultury. Odstraňuje hrany a víry u klasických míchaček.
- ✚ Zcela nové je ohřívání kultury pomocí **tepelného zářiče** umístěného pod nádobou. Tepelné záření je médiem rovnoměrně absorbováno a nikde nedochází k přehřátí. Tento nový způsob ohřívání zabrání připálení kultury na povrchu topných těles umístěných uvnitř média či ušetří náklady na nádobu s dvojitým pláštěm a ohřevného vodního okruhu s termostatem. Z okolí tančičku takto také zmizí přívodní hadice, šňůry. Navíc umožňuje přirozené chlazení reaktoru, což přispívá k přesné a snadné regulaci teploty média.
- ✚ Fermentor MINIFOR používá novou umělou hmotu, (která není přímo v kontaktu s kulturou) namísto běžného a nákladného víka z nerez, který uzavírá fermentory.
- ✚ Průtok vzduchu je měřen **hmotovým průtokoměrem**, který ve srovnání s trubičkovým průtokoměrem dává spolehlivé průtokové údaje i při měnícím se tlaku a tímto umožňuje přesné měření a regulaci rozpuštěného kyslíku změnou průtoku vzduchu.
- ✚ Použití moderních mikroprocesorů umožnilo vyrobit fermentor neuvěřitelně malých rozměrů i přesto, že v základní verzi je regulováno a měřeno **až šest různých parametrů**

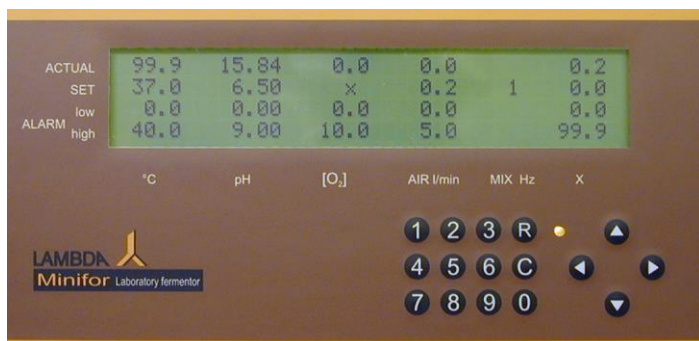
## TECHNICKÝ POPIS

### Základní jednotka

V základní jednotce je uloženo napájení, IR zářič, průtokoměr, elektronika, kabelová spojení a mechanická výztuha. Přístroj je **kvůli přehlednosti konstruován** stupňovitě. V přední části základní jednotky je umístěn ovládací panel s displejem, mikroprocesor a elektronika. Kovový kryt základní jednotky slouží jako plocha pro umístění nádoby fermentoru, pump a lahví s různými roztoky. Kvůli snadnému přístupu jsou pumpy postaveny na nerezových poličkách, které jsou libovolně nastavitelné na dvou zadních tyčích. Na zadní straně základní jednotky jsou konektory k připojení pump a síťový kabel. Lahve s médiem a korekčními roztoky jsou umístěny v praktických držácích s magnetem, který umožňuje bezpečné umístění na libovolném místě vyhrazené plochy. Najde zde místo až sedm lahví.



### Ovládání








Ovládací panel se skládá ze čtyřřádkového, podsvíceného displeje a tlačítkového ovladače. Všechny veličiny (**teplota, pH, pO<sub>2</sub>, průtok vzduchu, míchání a volitelný parameter**) jsou přehledné na první pohled. Ovládání je **jednoduché a logické**. Při překročení nastavených minimálních nebo maximálních hodnot parametrů zazní alarm, zmíněná hodnota na displeji je označena hvězdičkou a na společném výstupu alarmů se objeví signál sloužící k ovládání dalších zařízení (např. sběrače frakcí apod.).

Každý fermentor může být připojen na PC přes rozhraní RS

485. PC používá k regulaci fermentační program FNet nebo SIAM, díky tomuto program jsou možnosti zadání a zpracování dat prakticky neomezené. Počet ovládaných fermentorů též není prakticky omezen (FNet je pro 6 fermentorů a SIAM i pro 99 zařízení).

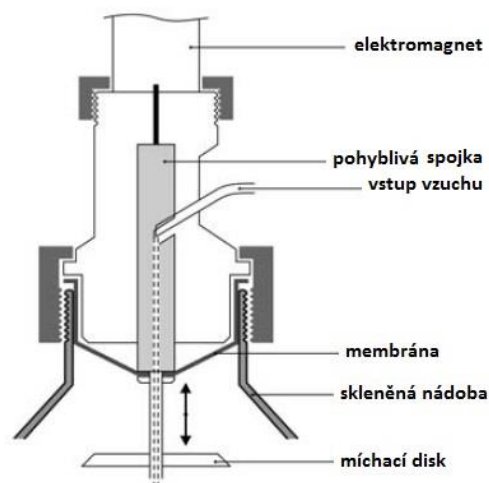
### Nádoba fermentoru

Obvykle dodávaná fermentační nádoba má pracovní objem až 1,7 l (další velikosti nádob s pracovními objemy od 35 ml až do 6,5 l jsou také k dispozici a dodávány na vyžádání). Nádoby jsou zhotoveny ze skla laboratorní kvality Pyrex a vybaveny hrdly se šroubovými uzávěry běžně používanými u buněčných kultur. Na centrálním hrdle je našroubován vertikální mixér. Boční závitová hrdla jsou určena pro odvod vzduchu, pH elektrodu s termočidlem, kyslíkovou elektrodu, dávkování korekčních roztoků (H<sup>+</sup>, OH<sup>-</sup>, živiny, odpěňovač), očkování a odběr vzorků (ekvivalent 16ti portů). Fermentační nádoby se sterilizují v autoklávu.

Typ nádoby:	0,3	0,4	1	3	7
					
<b>Objem [L]:</b>	0,035 – 0,4	0,15 – 0,45	0,3 – 1,7	0,5 – 3	1 – 6
<b>Výška [cm]:</b>	34	22	34	37	50
<b>Max. průměr [cm]:</b>	22	23	25	34	30

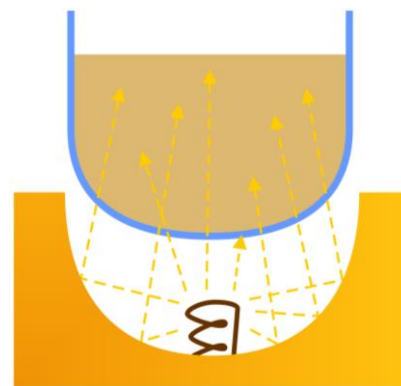
## Míchání

Klasické vrtulové míchačky byly nahrazeny **vertikálním excentrickým mixérem**, který pro míchání v laboratorních objemech přináší nesporné výhody. Intenzita míchání je řízena frekvencí (0.1–20.0 Hz) a amplitudou zdvihu (12 mm). Frekvence míchání je kontrolována mikroprocesorem. Mixér je poháněn bezkolektorovým motorem (50W) umístěným vertikálně nad nádobou fermentoru pomocí magnetické spojky. Je spojen dutou osou s jedním, nebo několika míchacími disky. Vzduch je zaváděn pod spodní disk, což zaručuje optimální převod kyslíku do média. Nevzniká žádný vír, jako je tomu u vrtulkových míchaček. Tento způsob míchání je ke kultuře šetrnější, neboť se nevytvářejí přetlaky vznikající na hraně rychle se točící vrtulky. Přepážky (baffles) odpadají. Ještě mnohem šetrnější je **nový biomimetický pružný míchací disk FISH TAIL**.



## Regulace teploty

Nový **infračervený zářič** umístěný pod nádobou fermentoru **se zlatým parabolickým reflektorem** se používá k ohřívání média. Tepelné záření (150 W) je soustředěno v dolní části nádrže a je absorbováno médiem podobným způsobem jako, **voda absorbuje sluneční tepelné záření** (vzniká přirozená konvekce). Záření je rovnoměrně rozptýleno v médiu a nedochází k nebezpečnému přehřátí a denaturaci kultury i při velmi malých objemech kultury. Vzhledem k rychlému působení a nízké teplotní kapacitě spirály zářiče je regulace teploty podstatně přesnější. Teplotní čidlo je umístěno v baničce skleněné pH elektrody a proto reaguje velmi rychle a složí zároveň k automatické teplotní kompenzaci pH a pO<sub>2</sub>.



## Měření a stabilizace pH

Hodnota pH je měřena kombinovanou sterilizovanou pH elektrodou s **vestavěným teplotním čidlem** (Mettler). Přidavky kyseliny nebo báze jsou kontrolovány mikroprocesorem. Rychlost přidavku je vypočítána tak, aby nedošlo k přesazení nastavené hodnoty. Nastavování konstant jako je tomu u PID regulátoru úplně odpadá. Korekční roztoky jsou pumpovány pumpami PRECIFLOW, MULTIFLOW, Hi-FLOW či MAXIFLOW. Rychlost pumpy je regulována s využitím celého rychlostního rozsahu pumpy 0–100 %. Tento způsob regulace je jemnější a přesnější než obvyklé zapínání pumpy s pevně nastavitelnou rychlostí. Pumpy **nejsou pevně zabudovány** a lze je použít i jinde nezávisle na fermentoru. Je možné zpracování dat činnosti pumpy **Integrátorem**, neboť údaj spotřeby korekčních roztoků v čase pomocí integrátoru umožňuje kvantitativní vyjádření aktivity kultury a jejího růstu. Nákladné a rozporuplné měření optické hustoty (hustoty) media odpadá.



## Měření a regulace rozpuštěného kyslíku

Koncentrace kyslíku v médiu je měřena sterilizovanou Clarkovou kyslíkovou elektrodou s automatickou teplotní kompenzací. Použitím velké katody je dosaženo **rychlé** odpovědi elektrody i při použití **zpevněné membrány** (Mettler) a zároveň je zkrácena doba polarizace. Hlavní část membrány je chráněna proti mechanickému poškození tenkou stěnou z PEEK. Mikroprocesor provádí poloautomatickou dvoubodovou kalibraci s automatickou kompenzací teploty. K regulaci koncentrace kyslíku mediu dochází změnou průtoku vzduchu.



## Přívod a odvod vzduchu

Průtok lze nastavit od 0 do 5 l/min po 0,01 l/min krocích při použití hmotového průtokoměru s automatizovaným jehlovým ventilem. Toto měření je nezávislé na tlaku a na teplotě okolního vzduchu.

Vzduch je přiváděn přes sterilní filtr. Spotřebovaný vzduch je odváděn ven z reaktoru přes podobný sterilní filtr. Je také možnost dodat chladič s **elektronickým chladičím elementem Peltier** (přívod chladičí vody není zapotřebí). Chladič zabraňuje ztrátě vody z fermentoru odpařením. Do media vzduch vstupuje přes elastický, samočisticí mikrosparger na dolním konci osy míchačky a je dobře rozptýlen v mediu.



## Očkování, přídavky a odebírání vzorků

Očkování, přídavky kyseliny, báze, prostředku proti pění a odebírání vzorků jsou prováděny přes čtyři nerezové kapiláry, které jsou opatřeny na horním konci PEEK spojkami či uzávěry s dvojitým těsněním **LAMBDA SEAL**.



## Sterilizace

Pod oddělení kabelů a uzavření konektorů čepičkami lze celý laboratorní fermentor sterilizovat v autoklávu (např. 120 °C, 25 min.). Díky jednotěným nádobám je přestup tepla vynikající.

## Rozměry

Malý půdorys fermentoru (22 × 40 cm) uspoří kromě nákladů na suroviny i pracovní plochu v laboratoři. Je také zachován dobrý přístup ke všem částem fermentoru.



## Kvalitní peristaltické pumpy

Na zadních konzolách je místo až pro čtyři pumpy (PRECIFLOW, MULTIFLOW, HIFLOW, MAXIFLOW). Jejich připojení je řešeno jediným kabelem pro napájení a všechny signály. Pumpy jsou připojeny do odpovídajících zásuvek na zadní straně fermentoru. Tyto pumpy jsou kompaktní, velice kvalitní a úsporné v provozu, neboť používají levné hadičky a přesto je průtok konstantní a životnost dlouhá. Jsou speciálně vhodné pro dlouhé a kontinuální procesy.

Vzhledem k tomu, že čerpadla nejsou integrovány do fermentoru mohou být použity i pro jiné účely jinde v laboratoři (např. pro chromatografii atd.). což představuje značné úspory pro uživatele.





## Měření a regulace průtoku plynů

**LAMBDA MASSFLOW** je nový regulátor průtoku plynu speciálně určený pro společné použití s laboratorními fermentory LAMBDA. Umožňuje řízení pH buněčné kultury přidáváním oxidu uhličitého eventuálně dusíku bez použití dalších regulačních stanic. Regulátor je možné použít i samostatně nezávisle na fermentoru, protože všechny funkce jsou přístupné z předního panelu.

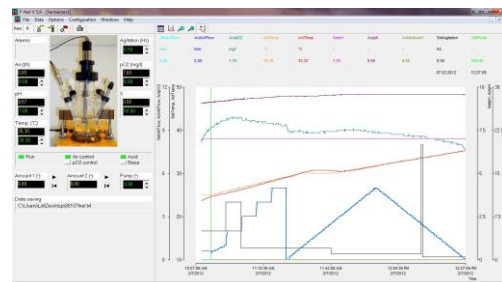
Průtok plynu je měřen **kvalitním hmotnostním průtokoměrem**, přičemž hodnota průtoku je zobrazena na digitálním displeji. Linearita měření je  $\pm 3\%$  a opakovatelnost měření  $\pm 0,5\%$ . Průtok plynu je regulován speciálně vyvinutým proporčním jehlovým ventilem kontrolovaným mikroprocesorem. Průtok plynu lze naprogramovat až v 50 krocích. Objemové signály umožňují stanovit objem protékajícího plynu. Velkou výhodou je také možnost poznamenání prošlých objemů v závislosti na čase.

Několik regulátorů lze kombinovat podle potřeby uživatele a ve spojení s odpovídajícím přídatkem k ovládacímu programu SIAM je vytvořena plynová stanice **GAZ STATION** až pro 4 různé plyny. Tato stanice je unikátní v kvalitě, konceptu i ceně.



## Ovládání, program FNet a SIAM

Pro monitorování a řízení fermentačních procesů a buněčných kultur v LAMBDA fermentoru byl speciálně vyvinut **program FNet**. Nabízí jednoduchou a logickou obsluhu a optimální využití fermentoru. Počítačem lze přímo ovládat až 6 fermentorů, 12 integrátorů a 6 pump. Pro mimořádně náročná měření je k dispozici fermentační **program SIAM**, který uspokojí téměř každý požadavek. Počet ovládaných fermentorů též není prakticky omezen (až 99 ovládaných zařízení).



### LAMBDA Laboratory Instruments

Sihlbruggstrasse 105  
CH-6340 Baar  
SWITZERLAND – EUROPE  
Tel.: +41 444 50 20 71  
Fax: +41 444 50 20 72

E-mail: [support@lambda-instruments.com](mailto:support@lambda-instruments.com)  
Web: [www.lambda-instruments.com](http://www.lambda-instruments.com)

### LAMBDA CZ s.r.o.

Lozíbky 1  
CZ-61400 Brno  
CZECH REPUBLIC – EUROPE  
Hotline: +420 603 274 677

[www.bioreactors.eu](http://www.bioreactors.eu)

## Technické parametry

Fermentor LAMBDA MINIFOR je kontrolován dvěma mikroprocesory.

<b>Napájení, spotřeba proudu</b>	napětí 100–240 V AC/ 50–60 Hz, 560 W, CE
<b>Rozměry</b>	22 × 40 × 38 cm (šířka × hloubka × výška)
<b>Displej</b>	LCD 4 × 40 čísel s podsvětlením
<b>Fermentační nádoba</b>	laboratorní sklo Pyrex, 6–8 hrdel (odpovídající 16ti portům), objemy 0,3; 0,4; 1; 3; 7 l
<b>Pracovní objemy</b>	35 ml až 6 l
<b>Tepelný zdroj</b>	IR zářič s pozlaceným reflektorem 150 W
<b>Rozsah regulace teploty</b>	od 5 °C nad teplotou místnosti po více než 70 °C
<b>Měření teploty</b>	0–99,9 °C po kroku 0,1 °C
<b>Přesnost teploty</b>	±0,2 °C (od 0–60 °C)
<b>Teplotní čidlo</b>	Pt 100 součástí pH elektrody
<b>Měření a regulace pH</b>	sterilizovatelná pH elektroda (Mettler), pH 0–13, automatická teplotní korekce, dvoubodová semiautomatická kalibrace
<b>Rozlišení</b>	0,01 pH
<b>Přesnost</b>	± 0,02 pH
<b>Měření a regulace kyslíku</b>	sterilizovatelná elektroda typu Clark, tělo elektrody PEEK, membránový modul Mettler, automatická teplotní korekce
<b>Rozsah měření</b>	0–25 mg O <sub>2</sub> /l po 0,1 mg/l
<b>Měření průtoku vzduchu</b>	0–5 l/min. po kroku 0,01 l/min. hmotnostním průtokoměrem, linearita měření ± 3 %, reprodukovatelnost ±0,5 %
<b>Tlak vzduchu</b>	0,05–0,2 Mpa
<b>Regulace vzduchu</b>	proporcionálním ventilem
<b>Míchání</b>	50 W vibromixér 0–20 Hz (0–1200 rpm) po kroku 0,1 Hz, s jedním či více míchacími disky
<b>Volitelná regulace</b>	jeden volitelný parametr může být měřen a regulován ve volitelném směru (odpěňování, pCO <sub>2</sub> , optická denzita, vodivost, váha atd.)
<b>Odběr vzorků</b>	až 4 nerezové jehly s PEEK koncovkami s dvojitým těsněním
<b>Pumpy</b>	až 4 nezávislé peristaltické pumpy (PRECIFLOW, MULTIFLOW, HIFLOW nebo MAXIFLOW), dálkové proporcionální ovládání rychlosti 0–100 %
<b>Pracovní teplota</b>	0–40 °C
<b>Pracovní vlhkost</b>	0–90 %
<b>Váha</b>	7,5 kg
<b>PC ovládání</b>	kompletní kontrola a zpracování dat pomocí programů FNet nebo SIAM
<b>Záruka</b>	2 roky