

Technická zpráva – Funkční vzorek

Autor: Lukáš Sauer

Místo: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze

Název: **Integrované milifluidní zařízení pro syntézu a separaci enantiomerů**

Úvod

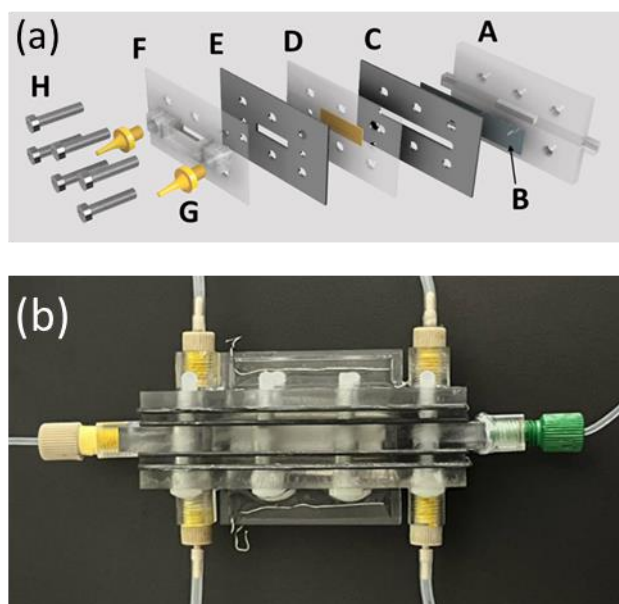
Jedná se o milifluidní zařízení, ve kterém současně probíhá reakce a následná separace produktu vlivem elektrického pole. Zařízení bylo navrženo pro enzymatickou reakci, kdy je methylmandelát (MM) katalyzován enzymem lipáza za vzniku enantiomerů kyseliny mandlové (MA) a následně dochází k elektroseparaci daného enantiomeru.

Popis zařízení

Zařízení bylo navrženo jako sendvičový systém sestávající z několika rovinných vrstev spojených sadou šroubů (Obr. 1). Plošné rozměry vrstev jsou 85 mm × 40,5 mm. Na Obr. 1(a) je zobrazena pouze jedna polovina systému, která je symetrická podél roviny rovnoběžné se středem vrstvy **A**. Střední vrstva **A** je vyrobena z desky PMMA o tloušťce 6 mm. Uprostřed je 37 mm dlouhý a 3,4 mm široký otvor pro umístění katalyzátoru. Dva kruhové kanály o průměru 3,2 mm spojují otvor a boční vstupní/výstupní otvory centrální vrstvy. Porty jsou vyrobeny z kostek PMMA o hraně 1 cm s otvory se závitem 1/4-28 UNF. Aby byla vrstva s imobilizovaným enzymem udržena v otvoru centrální vrstvy, byla uzavřena dvěma listy celulózové membrány **B** z každé strany otvoru. Plošný rozměr celulózových membrán byl 70 mm × 13 mm. Vrstvy **C** představují pryžová těsnění o tloušťce 0,7 mm vytištěná 3D tiskem v naší laboratoři (pryskyřice Liqcreate Flexible-X, tiskárna Prusa SL1S SPEED), která obsahují centrální otvor o rozměrech 61 × 4,7 mm sloužící jako kanál pro průtok pufru.

2 mm silné desky PMMA **D** pojmu kationtový výměnný materiál o tloušťce 0,5 mm. Desky PMMA **D** obsahují výřez o hloubce 0,6 mm s dalšími rozměry 47 mm × 12 mm, takže kationtová výměnná membrána nalepená akrylátovým lepidlem je na jedné straně desky v jedné rovině. Otvor v listu **D** o rozměrech 41 mm × 6 mm umožňuje přímý kontakt kationtově výměnné membrány s elektrolytem v elektrodovém prostoru **F**. Kationtově výměnná membrána slouží jako elektricko-vodivé spojení i fyzikální bariéra pro záporně nabitě enantiomery. 3D tištěné pryžové těsnění **E** utěsňuje spojení mezi vrstvami **D** a **F**. Elektrický proud protéká pouze otvorem 41 × 6 mm v těsnění **E**.

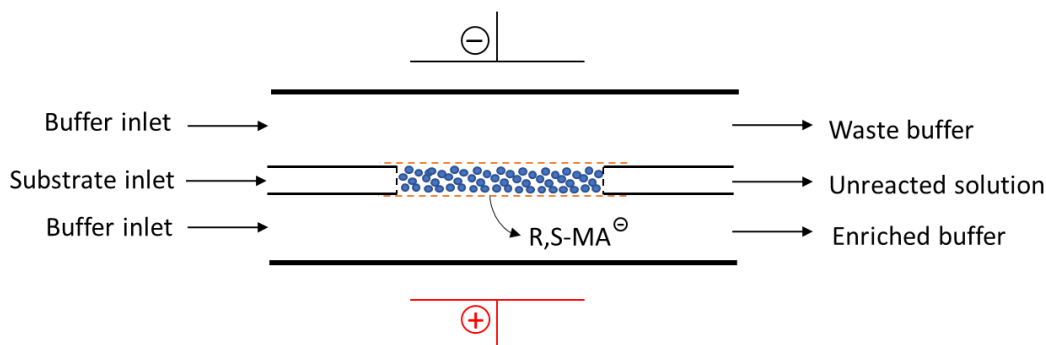
Každá 4 mm silná deska PMMA **F** je vybavena dvěma porty PMMA o hraně 1 cm s otvory se závitem 1/4-28 UNF pro IDEX porty **G**. Tyto porty slouží jako vstupy/výstupy roztoků pufru protékajících mezi kationtovou výměnnou membránou a celulózovou membránou (vrstva **C**). Elektrodový zásobník o vnitřních rozměrech 40 mm × 7 mm × 8 mm vyrobený z PMMA je přilepen k vrstvě **F** pomocí akrylátového lepidla Acrifixu 192. Během experimentů jsou v zásobnících ponořeny elektrody z platinových drátů. Všechny vrstvy byly spojeny dohromady pomocí polyamidových šroubů M4 × 30 H. Zvolili jsme elektricky nevodivé polyamidové šrouby, abychom se vyhnuli zkratům elektrického proudu během experimentů.



Obr. 1: (a) Schéma zařízení, skládá se z: **A** - vrstvy imobilizované lipázy v průtokovém kanálu, **B** - celulókových membrán, **C** - 3D tištěných pryžových těsnění, **D** – desek z PMMA s integrovanými kationtovými výměnnými membránami, **E** - 3D tištěných pryžových těsnění, **F** - desek z PMMA s integrovanými elektrodovými zásobníky, **G** – IDEX portů, **H** - polyamidových šroubů; (b) fotografie vyrobeného zařízení.

Princip funkce

Substrát je kontinuálně čerpán do zařízení bočním otvorem listu **A** (Obr. 1) do plněné vrstvy s imobilizovanou lipázou. Zde protéká vrstvou biokatalyzátoru, kde se racemický MM mění na enantiomery MA (Obr. 2). Roztoky pufru proudí souběžně kanály ve vrstvě **C**. Průtoky substrátu a pufru jsou stejné. Syntetizované enantiomery MA a molekuly substrátu difundují z biokatalytické vrstvy do okolních pufrových roztoků přes celulosové membrány. Odstraňování záporně nabitých enantiomerů MA z biokatalytických míst urychlujeme vnějším elektrickým polem. Molekuly MA migrují do pufrovacího roztoku (produktového proudu) sousedícího s anodovým rezervoárem.



Obr. 2: Uspořádání proudů v zařízení.

Poděkování

Autor děkuje za podporu grantu Grantové agentury České republiky [grant č. 20-09980S].