

Možnosti a omezení biotechnologické výroby vodíku. Ekonomické hledisko a přehled technologických úskalí

Třetí díl série článků v časopise All for Power, jejichž společným motivem je uplatnění biotechnologie v energetice, se věnuje ucelení pohledu na možnost získávat touto cestou vodík jako surovinu, která má velký potenciál doplnit energetický mix alternativních způsobů získávání surovin vhodných jako palivo. Hlavním tématem je kritický pohled na stávající možnosti a omezení, která souvisí s biologickými procesy, na jejichž výstupu figuruje vodík. V závěru se autor článku zabývá návrhem témat (zejména výzkumně-vývojového charakteru), jejichž řešením by bylo možné uspokojit v současnosti identifikované potřeby této biotechnologické oblasti.

Ekonomika biologického vodíku

D. B. Levin¹ věnoval poměrně velké úsilí shromáždit informační zdroje, které popisují dosažené hodnoty v produkci vodíku biologickou cestou. Na této studii je pozoruhodné, jak krajně zavádějící může být používání nestejných hodnotících parametrů. Při přepočtu na stejnou jednotku představuje výsledek (obr. 1) naprosto kontrastní situaci. Nicméně objektivně vzato, pokud by se tato data přepočítala na velikost systému, který by byl schopen vyrábět například 5 kW elektrické energie za hodinu v režimu tmavé části fermentace (mesofilní²

populace III.), bylo by zapotřebí zařízení velké přibližně 1 m³. Tímto zařízením je bioreaktor, čili nádoba uvedeného objemu vybavená technickými, monitorovacími a separačními prvky.

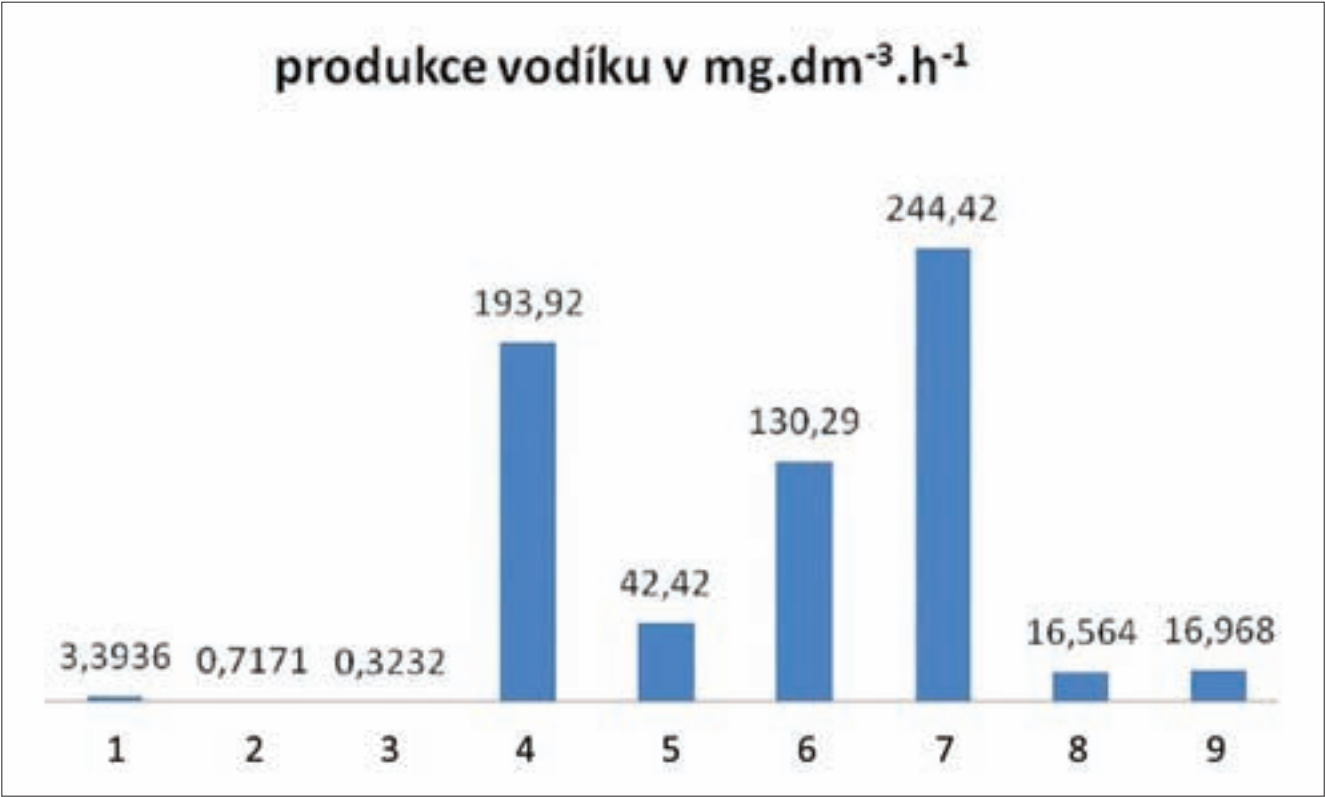
Na druhou stranu je v současnosti produkce vodíku elektrolyticky charakterizována parametrem kolem 80 g/h (www.stuartenergy.com), což je vůči biotechnologické produkci stále téměř nedostupná meta. Z hlediska ekonomického rozměru srovnávání metod jsou biotechnologická řešení (konstrukce bioreaktoru) vždy výrazně levnější, zejména díky menším investičním nákladům a i nákladům provozním, viz tabulka.

Budoucnost biologického vodíku

Existují dvě oblasti témat společných pro jakoukoliv biotechnologii, která je spojena s přívlastkem produkční:

- rychlost produkce,
- výtěžek produktu.

Otázky, které jsou s nimi spojeny, jsou klíčovými východiskem pro další posilování pozic těchto alternativních cest produkce energetické suroviny, nicméně pokrok na tomto poli může znamenat i přínosy pro sanační technologie (vodík je klíčovou látkou udržující



Obr. 1 – Srovnání produkce vodíku biologickou cestou (podle D. B. Levin), kde

- 1 - přímá fotolýza,
- 2 - nepřímá fotolýza,
- 3 - fotofermentace,
- 4 - CO oxidace,
- 5 - tmavá fermentace (mesofilní I.),
- 6 - tmavá fermentace (mesofilní II.),
- 7 - tmavá fermentace (mesofilní III.),
- 8 - tmavá fermentace (termofilní)
- 9 - extrémně termofilní tmavá fermentace

¹ (viz. International Journal of Hydrogen Energy, 2004)

² mesofilní znamená, že optimum teplotního profilu mikroorganismů je v oblasti 15 až 40 °C



www.muttubes.cz

Power | Chemical | Automotive | Engineering | Shipyards | Oil&Gas | Projects



Skladový program:

- | Bezešvé a svařované kotlové trubky dle DIN / EN / ASTM
- | Bezešvé a svařované nerezové trubky dle DIN / ASTM
- | Bezešvé a svařované přesné trubky
- | Bezešvé a svařované konstrukční trubky
- | Duté profily vyrobené za tepla i za studena
- | Trubkové příslušenství dle DIN / ASTM
- | Ostatní služby: dělení, opracování, přejímky, testy ...

Váš partner ve světě trubek

MUT

TUBE - SOLUTIONS

we know how

member of Buhlmann Group



BUHLMANN
TUBE SOLUTIONS

MUT Tubes, s.r.o. Hybernská 1271/32, 110 00 Praha 1, Tel.: +420 246 008 611, Fax: +420 246 008 640, E-mail: info@muttubes.cz

v chodu biologickou transformaci chlorovaných ethenů, jež patří k častým typům znečištění hominového prostředí a podzemních vod v Česku), ale také jako palivo pro pohon hybridních motorů (uplatnění v dopravě). Je zřejmé, že uvedené směry mají svůj vlastní soubor technických a technologických problémů, jimž musí čelit, ovšem díky poměrně intenzivnímu zájmu v oblasti výzkumu a transferování jeho výsledků do praxe se i zde otevírá velká absorpční kapacita, která by na konci byla schopna velmi účinně a účelně propojit oblasti, jimž se příspěvek věnuje.

Přímá fotolýza vody pomocí zelených řas je v současnosti nejvíce omezena následujícími třemi faktory:

- účinností konverze solární energie v rámci možností fotosyntetického aparátu zelených řas,
- vlastním procesem syntézy vodíku – to znamená separovanou oxidaci vody od vlastní syntézy vodíku,
- konstrukce reaktoru, jeho design a náklady s tím spojené.

Nepřímou fotolýzou prostřednictvím sinic trápí neuspokojivý výkon biologického činitele, jinými slovy je v jejím rámci evidentní úsilí nalézt takové mikroorganismy, jejichž enzymový systém (nitrogenasy a hydrogenasy) bude aktivnější a výkonnější. To úzce souvisí s informačními nedostatky spojenými s intenzifikací zvláštního typu buněk těchto organismů (heterocyst), v nichž se tvoří příslušné klíčové enzymy. Ukázalo se, že zablokování tzv. příjmové hydrogenasy a s tím spojené posílení dvousměrné hydrogenasy zvýšilo významně oba produkční parametry vodíku.

Pro řasy v přímé fotolýze i sinice v její nepřímé formě platí společně poměrně silná potřeba dále optimalizovat kultivační parametry (pH, teplota, nutrienty), dále vyřešit vliv intenzity osvětlení a především finalizovat potřebu udržování nízkého parciálního tlaku vodíku a oxidu uhličitého jako nenápadného, ale zásadního parametru, jenž se promítá do produkčních charakteristik.

Biotechnologická produkce vodíku se kouzelně doplňuje synergií problémů a slabých míst. Mnoho

Metoda	investice (příklad)	MWh z vodíku (cena v dolarech)
zemní plyn	použití zušlechťovačů (reformery)	89,8
Jaderná	doplňek k elektrolýze	74,8
Solární	energie pro elektrolýzu	28,4
Větrná	energie pro elektrolýzu	89,8
Biomasa		56,9
Uhlí	parní zušlechťování	29,9

Podrobné informace: US Department of Energy

z uvedeného, co omezuje řasy a sinice, je společné i pro fotoheterotrofní bakterie, které vyrábějí vodík v režimu fotofermentace. Posílení produkčních parametrů je spjaté s utlumením soutěživosti těchto mikroorganismů s mikroasami filtrujícími světlo a dále s obdobně metabolicky fungujícími bakteriemi, které ale mají jiné potřeby z hlediska využitelného světla. Řešení je částečně ukryté v syntrofii s anaerobními bakteriemi tmavé fermentace, které pro fotoheterotrofní upravují substráty do lépe využitelné podoby. Nepřekvapujícím faktem jsou rezervy v konstrukci fotobioreaktorů a možnost využívat jiné odpadní proudy zpracovatelných substrátů.

Tmavá fermentace je z hlediska problémů poměrně nenáročná a potenciálně velmi dobře připravená pro jakoukoliv formu dalších scale-up³ procesů. Kritickou analýzou se ukazuje největším nedostatkem kontinuální separování vznikajícího vodíku, neboť jeho přítomnost v kultivačním systému má při vyšších koncentracích (tlacích) inhibiční vliv. Rovněž problém oxidu uhličitého se částečně negativně promítá do zhoršení produkčních parametrů. Jeho přítomnost spouští u těchto bakterií hexosomonofosfátovou dráhu, která je konkurenční vůči syntézním drahám pro vodík a která nevede k nadprodukcí. Tudíž ji je třeba vhodně regulačně upozadit. Účinná a selektivní separace oxidu uhličitého posune rovnováhu ve prospěch produkce vodíku. Velký potenciál je skryt v selektivních membránách, které uspokojivě zajistí účinnou separaci těchto plynů.

Překvapivě se v rámci těchto biotechnologií spjatých s energetikou ukazuje jako velmi nadějná genetická modifikace. Důvodem pro toto konstatování je možnost zajistit uzavřenost systémů, což překonuje



Autor článku v laboratoři EPS

rigidní legislativu neumožňující vypouštění těchto mikroorganismů do prostředí, dále obrovský kultivační komfort pro tyto bakterie vyplývající z maximálně konstantních podmínek jejich kultivace a především, již dnes je jasné, které dílčí enzymové mechanismy jsou za konkrétní syntetický krok s vodíkem spojené, a ruku v ruce s tím se dobře doplňuje znalost klíčových genů zodpovědných za jejich syntézu.

Smyslem příspěvku není odradit, ale spíše objektivně poukázat na stav problému a určit, kde jsou slabiny a potažmo příležitosti pro možná zlepšení. Ta se skrývají pouze v systematickém doplňování bílých míst ve znalostech, v přesunu zkušeností do větších měřítek, v pečlivé identifikaci potřeb a v objektivních záměrech postavených na principu „ne za každou cenu...“. Biotechnologická energetika se asi nikdy nestane substitutem konvenčních metod, ale své místo v energetickém mixu si postupně zvětší a stabilizuje, což o biovodíku platí dvojnásob. V příštím článku se pozornost zaměří na bioplyn, jeho výrobu a další využití.

Jiří Mikeš, divize R&D, EPS, s.r.o.
www.epsro.cz

³ Scale-up je fáze výzkumu a vývoje, které umožňuje převedení laboratorních výsledků do poloprovozního měřítka a snímání technologických parametrů, na jejichž základě je možné navrhovat technologické vybavení pro provozní zařízení.

Ways of restricting the bio-technological production of hydrogen. Economic viewpoint and a summary of the technological problems

The third part of the articles in the magazine All for Power, with the common theme of using biotechnology in the energy sector, brings together views on producing hydrogen in this way as a raw material with great potential to complete the energy mix of alternative methods of gathering raw materials as fuel. The main topic is a critical view of the existing options and restrictions of biological processes where the output contains hydrogen. In the conclusion the author deals with proposals for topics (mainly research-development) solving which would satisfy the currently identified demands of this biotechnological area.

Возможности и ограничения биотехнологического производства водорода. Экономическая точка зрения и технологические трудности

Третья часть серии статей в журнале «All for Power», общим мотивом которых является применение биотехнологий в энергетике, посвящается возможности получения этим путём водорода в качестве топлива. Водородное топливо имеет огромный потенциал, т.к. должно дополнить энергетический микс альтернативных способов получения сырья, пригодного в качестве топлива. Главной темой является критический взгляд на существующие возможности и ограничения, которые связаны с биологическими процессами, в результате которых образуется водород. В заключении автор статьи предлагает ряд научно-исследовательских проблем, решив которые можно было бы удовлетворить обозначенные на сегодняшнем этапе потребности биотехнологической области.