

Aplikácia nových typov flokulantov v biotechnológií

663.4

Ing. VLADIMÍR SITKEY, Výzkumný ústav LIKO, Bratislava

Kľúčová slova: *biotechnologie, fermentace, flokulace, flokulant, koagulace, anorganické soli, polyelektrolyt.*

Pri väčšine fermentačných procesov je prvoradou úlohou separácia mikrobiálnych buniek, neutilizovaných tuhých častíc a koloidných častíc z vyfermentovanej pôdy. Existuje niekoľko postupov oddelenia tuhej a kvapalnej fázy. Väčšie časticne sa môžu separovať v kontinuálnej dekantačnej odstredivke, potom sa oddelia jemné časticne a koloidný materiál vo vysokoobrátkovej diskovej odstredivke. Inou alternatívou je použitie kontinuálnych filtračných zariadení, napr. rotačných bubenových filtrov. Vo väčšine prípadov sa tento proces nedá uskutočniť s uspokojivými výsledkami, pretože koloidné časticne upchávajú póry filtrov, resp. filtrát nie je dostatočne číry. Z toho dôvodu je potrebné pred filtračiou médium chemicky opracovať, aby sa z koloidov vytvorili väčšie, ľahko filtrovatelne agregáty. Pre tento účel sa využívajú koagulačné vlastnosti soli vápnika, železa a i. Napríklad v dôsledku reakcie CaCl_2 s fosforečnanmi vypadne $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, na ktorý sa odsorbujú koloidné časticne. Tento postup má nevýhodu v tom, že sa vytvorí objemná zrazenina, odstránenie ktorej robí problémy. Navyše pri izo-

lácií enzýmov dochádza v dôsledku adsorpcie k strate enzýmovej aktivity, čo značne znižuje výtažnosť procesu.

V posledných rokoch sa vyvinuli cenovo efektívne, alternatívne koagulačné a flokulačné prostriedky, ktorími sa dosiahla pri oveľa nižších dávkach lepšia výtažnosť ako pri použití tradičných anorganických solí a minerálnych hydrokoloidov. Tieto polymérne aditiva boli pôvodne určené pre potreby spracovania a čírenia odpadových vôd, tj. koloidných systémov, ktoré obsahujú heterogénnu populáciu mikroorganizmov. Z chemickej stránky sa jedná o syntetické organické polyelektrolyty, ktoré môžeme rozdeliť podľa náboja funkčných skupín na:

- a) aniónaktívne — napr. kopolymér akrylamidu a sodnej soli kyseliny akrylovej,
- b) katiónaktívne — napr. kopolymér akrylamidu a kationogénneho monomeru,
- c) neionogénne — napr. kopolymér akrylamidu,
- d) amfotérne — ktoré reagujú v závislosti od pH ako katiónaktívne, aniónaktívne alebo neionogénne,

e) zmesné ionogénne typy — ktoré súčasne reagujú ako aniónaktívne i katiónaktívne, čo im prepožičia množstvo vlastností.

Flokulanty vo svete vyrába celý rad firiem, napr. Dow Chemical Co., Drew Chemical Co., Röhm a Haas, BASF, Nalco Chemical Co., Hercules, Chemische Fabrik Stockhausen a iné.

Vo fermentačnom priemysle sa problematike koagulácie a flokulácie mikrobiálnych buniek pomocou syntetických polyelektrolytov doposiaľ nevenovala taká pozornosť, ako pri čistení odpadných vôd. Na tomto mieste je užitočné vysvetliť rozdiel medzi pojмami koagulácie a flokulácie.

Pod pojmom koagulácie rozumieme proces, v ktorom po pridávku polyvalentných iónov nesúcich opačný náboj ako náboj na povrchu častic, dochádza k neutralizácii náboja častic, čo je spojené s ich koalescenciou. Pre tieto účely sa dlho používali anorganické soli. Dnes ich nahradzujú organické polyelektrolyty.

Flokulácia je proces vytvárania väčších agregátov, v ktorých flokulačné agens plní úlohu mostíka medzi časticami. Flokulačné látky sú napr. prírodné polymery ako želatína a prevažná väčšina syntetických polymérov. Anorganické soli nemôžu vyvolávať flokuláciu, hoci sa môžu podieľať na neutralizácii nábojov častic a takto napomáhať flokulácii. Organické polyelektrolyty môžu súčasne vyvolávať koaguláciu i flokuláciu.

Aby sa flokulanty dali úspešne použiť vo fermentačnom priemysle, musia splňať niekoľko požiadaviek:

1. Nesmú reagovať s produkтом, napr. s enzymom.
2. Nesmú vyvolávať rýchlu zmenu pH.
3. Ich použitie musí byť ekonomicky efektívne.

Pred uskutočnením prevádzkových pokusov sa prevedie výber vhodného flokulantu pomocou niektorého z laboratórnych metód. Zisťujú sa parametre ako sú koncentrácia flokulačného činidla, doba a intenzita miešania, rýchlosť sedimentácie a iné. Osvedčenou a jednoduchou metódou je pozorovanie sedimentácie v odmernom valci, ktorý je vybavený miešadlom, po pridani a rozmiešaní testovaného flokulantu. Často sa používa aj trepačková metóda, pri ktorej sa flokulant nadávkuje do baničky s médiom a nechá sa rozmiešať na trepačke. Po krátkej dobe sa banička vyberie a jej obsah sa preleje do deleného odmerného valca, v ktorom sa sleduje rýchlosť sedimentácie, množstvo sedimentu a turbidita vo výčírenej časti vzorky. Ako kontrola slúži médium, do ktorého sa nepripadal flokulant.

Efektivnosť flokulácie mikrobiálnych buniek závisí od teploty systému, fyziologického stavu kultúry, charakteru média, od spôsobu dávkowania a ďalších parametrov. K zaujímavým výsledkom dospeli vo svojej práci Gasner a Wang, keď sa pokúsili stanoviť kritéria pre výber vhodných typov flokulantov a optimálne podmienky pre vytváranie stabilných, rýchlo sa usadzujúcich flokúl. Ako modelový systém použili fermentačné médium obsahujúce bunky *Candida intermedia*. Testovali 50 komerčne dostupných typov flokulantov, ktoré rozdelili do 5 skupín:

1. Slabé aniónaktívne polyelektrolyty, napr. karboxyl-substituované polyakrylamidy;
2. Slabé katiónaktívne polyelektrolyty, napr. polyaminy;
3. Neionogénne polyelektrolyty, napr. polyakrylamid;
4. Silné aniónaktívne polyelektrolyty, napr. polystyrén sulfonát;
5. Silné katiónaktívne polyelektrolyty, napr. polyetylénimín.

Najlepšie výsledky dosiahli prekvapivo so silnými aniónaktívnymi polyelektrolytmi, čo bolo v rozpore so skutočnosťou, že povrch buniek je obyčajne nabitéý záporné. Autori vytvorili model, ktorý vysvetluje flokulačnú aktivitu použitých aditív.

Povrch buniek predstavuje vysokohydratovaný systém, s prebytkom záporných nábojov. Účinnosť flokulantov veľmi závisí na povahe adsorbovaného materiálu na povrchu buniek. Prebytok katiónov a kladne nabitéych makromolekúl vo fermentačných pôdach spôsobuje po adsorpčii na povrchu buniek vytvorenie kladne nabitého povrchového filmu.

Na záver možno zhŕnúť poznatky o aplikácii flokulantov do niekoľkých bodov:

1. Proces separácie mikrobiálnych buniek možno výrazne ovplyvniť použitím flokulačných aditív. Rýchlosť sedimentácie môže vzrásť o niekoľko stokrát a výtažok môže dosahovať až 99 %.

2. Flokulácia je silne závislá na výbere aditíva, veľkosťi dávky a podmienkach vytvárania flokúl.

3. Flokulácia buniek vo fermentačnej pôde je výrazne ovplyvnená charakterom adsorbovaného materiálu na povrchu buniek a rozpustnosťou flokulantu v adsorbovanom materiáli.

4. Veľmi dôležitým faktorom pri formovaní veľkých a kompaktných flokúl je turbulentný charakter toku počas dávkowania flokulantu do média, ak sa jedná o mechanizmus vytvárania irreverzibilných iónových väzieb pomocou flokulantov.

Literatúra

- [1] AUNSTRUP, K.: Econ. Microbiol. **5**, 1980, Microb. Enzymes Bioconvers. s. 83.
- [2] ESSER, K., KÜES, U.: Process Biochem. **18**, 6, 1983, s. 21.
- [3] Fermentation and Enzyme Technology, John Wiley and Sons, New York, 1979.
- [4] GASNER, L. L., WANG D. I. C.: Biotechnol. Bioeng., **12**, 1970, s. 873.
- [5] MORROW, J. J.: Water and Sewage Works, **123**, 1976, s. 78.

Sitkey, V.: Aplikácia nových typov flokulantov v biotehnológii. Kvas. prům., **32**, 186, č. 4, s. 86—87.

Odstránenie buniek a tuhých častic z fermentačného média je prvoradou podmienkou pri výčine fermentačných procesov. Donedávna sa pre tieto účely využívali koagulačné vlastnosti anorganických solí. V poslednom období boli vyuvinuté cennovo efektívne polyelektrolyty s vysokou flokulačnou schopnosťou, ktoré nahradzajú tradične používané flokulačné prostriedky. Autor podáva stručný prehľad o rôznych typoch flokulantov a o spôsobe ich použitia vo fermentačnom priemysle.

Ситкей, В.: Применение новых типов флокуляционных средств в биотехнологии. Квас. прум. 32, 1986, № 4, стр. 86—87.

Удаление клеток и твердых частиц из бродильной среды является первостепенным условием при большинстве бродильных процессов. До недавнего времени применяли для этих целей коагуляционные свойства неорганических солей. В последнее время были разработаны с ценовой точки зрения эффективные полизелектролиты с высокой флокуляционной способностью, которые заменяют традиционно применяемые флокуляционные средства. В статье предоставляется краткий обзор различных типов флокуляционных средств, как и способов их применения в микробиологической промышленности.

Sitkey, V.: Application of New Types of Flocculating Additives in Biotechnology. Kvas. prům., **32**, 1986, No. 4, pp. 86—87.

The removal of cellular and solid materials from fermentation broths is of importance in many fermentation processes. Polyelectrolyte flocculation additives have been found superior to the traditionally used inorganic salts. The paper brings a short survey on the different types of polyelectrolyte flocculating additives and deals with criteria for the choice of flocculating additives appropriate for using in the fermentation industry.

Sitkey, V.: Applikation neuer Flockungsmitteltypen in der Biotechnologie. Kvas. prům. **32**, 1986, Nr. 4, S. 86—87.

Die Beseitigung der Zellen und fester Partikel aus dem Fermentationsmedium stellt eine erstrangige Bedingung bei den meisten Fermentationsprozessen dar. Bis unlängst wurden zu diesen Zwecken die Koagulations-eigenschaften der anorganischen Salze ausgenutzt. In der letzten Zeit wurden preiseffektive Polyelektrolyte mit einem hohen Flockungsvermögen entwickelt, die die traditionellen Flockungsmittel ersetzen. Der Autor bringt eine zusammenfassende Übersicht der verschiedenen Flockungsmitteltypen und der Verfahren ihrer Applikation in der Fermentationsindustrie.