

Dana Urminská, Milan Chňápek, Martin Vivodík

Biochemické technológie

Nitra 2024

Názov: **Biochemické technológie**

Autori:

doc. RNDr. Dana Urminská, CSc. (13,85 AH)

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva,
Ústav biotechnológie

doc. Ing. Milan Chňapek, PhD. (0,74 AH)

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva,
Ústav biotechnológie

doc. Ing. Martin Vivodík, PhD. (0,57 AH)

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva,
Ústav biotechnológie

Recenzenti:

prof. Ing. Dana Tančinová, PhD. SPU v Nitre

doc. RNDr. Miroslav Ondrejovič, PhD. UCM v Trnave

Schválila rektorka Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre dňa 11. 7. 2024
ako vysokoškolskú učebnicu pre študentov SPU v Nitre.

ISBN 978-80-552-2756-6

Úvod.....	7
1 Mikroorganizmy v biotechnológiách	9
1.1 Taxonomické rozdelenie mikroorganizmov.....	9
1.1.1 Doména <i>Archae</i>	10
1.1.2 Doména <i>Bacteria</i>	10
1.1.3 Doména <i>Eukarya</i>	11
1.2 Metabolizmus mikroorganizmov	13
1.2.1 Prvkové a látkové zloženie mikrobiálnych buniek.....	14
1.2.1.1 Anorganické látky v mikrobiálnych bunkách	14
1.2.1.2 Organické látky v mikrobiálnych bunkách	14
1.2.2 Transport látok	15
1.2.3 Metabolizmus mikrobiálnych buniek.....	18
1.2.3.1 Fototrofia.....	20
1.2.3.2 Chemotrofia	23
1.2.3.3 Anabolizmus	37
1.2.3.3.1 Syntéza sacharidov.....	37
1.2.3.3.2 Syntéza dusíkových látok.....	43
1.2.3.3.3 Syntéza sírnych zlúčenín	46
1.2.3.3.4 Syntéza lipidov	46
1.2.3.4 Katabolizmus	47
1.2.3.4.1 Rozklad di- a polysacharidov	47
1.2.3.4.2 Rozklad bielkovín	49
1.2.3.4.3 Rozklad lipidov	50
1.2.3.4.4 Rozklad nukleových kyselín	51
1.2.3.5 Regulácia metabolizmu mikroorganizmov	52
1.3 Výživa a substráty.....	56
1.3.1 Sterilizácia živných pôd a kultivačných médií.....	59
1.3.2 Suroviny v biotechnologických výrobách	60
1.3.2.1 Zdroje uhlíka	60
1.3.2.2 Zdroje dusíka.....	63
1.3.2.3 Zdroje biogénnych prvkov	64
1.3.2.4 Rastové faktory	65
1.3.2.5 Voda.....	65
1.3.2.6 Prostriedky na odpeňovanie živných pôd.....	65
1.4 Rast a rozmnožovanie mikroorganizmov.....	66
1.4.1 Podmienky kultivácie mikroorganizmov	68
1.4.1.1 Teplota	68
1.4.1.2 Kyslík a aerácia.....	68
1.4.1.3 Aktivita vody.....	69
1.4.1.4 pH.....	70
1.4.1.5 Osmotický tlak	70
1.4.1.6 Elektromagnetické žiarenie.....	71
1.5 Spôsoby kultivácie a kultivačné zariadenia.....	71
1.5.1 Povrchová, emerzná kultivácia	71
1.5.2 Hĺbková, submerzná kultivácia	72
1.5.2.1 Jednorazová kultivácia, diskontinuálna, vsádzková kultivácia, batch systém.....	73
1.5.2.2 Kultivácia s prítokom, fed-batch systém.....	73

1.5.2.3 Kontinuálna, prietoková kultivácia	74
1.5.3 Kultivačné zariadenia	75
1.5.4 Upstream procesy	82
1.5.5 Downstream procesy	82
2 Genetická transformácia mikroorganizmov	85
2.1 Mutácie DNA	86
2.1.1 Charakteristika genotypových mutácií	87
2.1.2 Mutagény	88
2.1.2.1 Fyzikálne mutagénne činitele	88
2.1.2.2 Chemické mutagénne činitele	89
2.1.2.3 Biologické mutagény	89
2.2 Rekombinácie DNA	89
2.2.1 Výroba rekombinantného inzulínu	90
2.3 Hybridómové technológie	91
3 Antibiotiká	95
3.1 Rozdelenie antibiotík	96
3.1.1 Peptidové antibiotiká	96
3.1.2 β -laktámové antibiotiká	96
3.1.3 Tetracyklínové antibiotiká	97
3.1.4 Makrolidové antibiotiká	98
3.1.5 Naftalénové antibiotiká	98
3.1.6 Aminoglykozidové antibiotiká	98
3.1.7 Nukleozidové antibiotiká	99
3.1.8 Aromáty	99
3.1.9 Polyénové antibiotiká	100
3.2 Podstata pôsobenia antibiotík	100
3.2.1 Antibakteriálne antibiotiká	100
3.2.1.1 Inhibícia syntézy bunkovej steny baktérií	100
3.2.1.2 Inhibícia prokaryotickej proteosyntézy	101
3.2.1.3 Inhibícia funkcií cytoplazmatickej membrány baktérií	101
3.2.1.4 Inhibícia replikácie DNA v baktériách	101
3.2.2 Antifungálne antibiotiká	101
3.2.2.1 Inhibícia funkcií cytoplazmatickej membrány mikroskopických húb	102
3.2.2.2 Inhibícia replikácie DNA mikroskopických húb	102
3.2.2.3 Inhibícia metabolizmu fungálnych lipidov	102
3.2.3 Antiprotozoálne antibiotiká	102
3.2.4 Antivirálne látky, virostatiká	102
3.3 Rezistencia voči antibiotikám	102
4 Enzýmové technológie	105
4.1 Imobilizované enzýmy	112
4.1.1 Praktické využitie imobilizovaných enzýmov a buniek	116
5 Výroba aminokyselín	119
5.1 Produkcia vybraných aminokyselín	121
5.1.1 Výroba kyseliny L-glutámovej	121
5.1.2 Výroba L-lyzínu	123
5.1.3 Výroba L-treonínu, L-metionínu a L-izoleucínu	124
5.1.4 Výroba L-fenylalanínu a kyseliny L-asparágovej	124

5.1.5 Výroba L-tryptofánu	125
5.1.6 Výroba L-valínu	126
6 Výroba organických kyselín	127
6.1 Výroba kyseliny citrónovej	127
6.2 Výroba kyseliny mliečnej	130
6.3 Výroba octu	131
7 Probiotiká	135
8 Výroba sladidiel, sacharidov a vitamínu C	139
8.1 Izoglukóza (HFCS - High Fructose Corn Syrup)	140
8.2 Invertný cukor	140
8.3 Izomaltulóza a inulínový sirup	140
8.4 Kyselina L-askorbová, vitamín C	141
8.5 Výroba delaktózovaného mlieka	142
8.6 Mikrobiálne polysacharidy pre potravinárstvo	142
9 Výroba liehu	143
9.1 Výroba konzumného liehu	143
9.1.1 Výroba liehu zo škrobnatých surovín	143
9.1.2 Výroba liehu zo škrobu	146
9.1.3 Výroba liehu z melasy	146
9.2 Výroba palivového etanolu, bioetanolu	148
10 Výroba droždia a SCP	151
10.1 Výroba droždia	151
10.2 Kýmne droždie	153
10.3 SCP, Single Cell Protein	153
11 Biotechnológie v potravinárstve	155
11.1 Výroba piva	157
11.2 Výroba vína	158
11.3 Kyslomliečne výrobky	159
11.4 Fermentovaná zelenina a strukoviny	160
11.5 Pekárstvo	161
11.6 Fermentované mäsové výrobky	161
11.7 Využitie geneticky modifikovaných mikroorganizmov pri výrobe potravín	162
12 Environmentálne biotechnológie	163
12.1 Bioplyn, metanogenéza	163
12.2 Bionafta	167
12.3 Silážovanie	168
12.4 Kompostovanie	169
12.5 Bioremediácia	173
12.5.1 Biosorpcia a bioakumulácia	174
12.5.2 Bioredukcia	174
12.5.3 Biooxidácia	175
12.5.4 Biomineralizácia, biokryštalizácia a biolúhovanie	175
12.5.5 Bioalkylácia a biovolatilizácia	175
12.5.6 Bioremediácia polutantov a xenobiotík	176
12.5.7 Čistiarene odpadových vôd	177
13 Geneticky modifikované mikroorganizmy, rastliny a živočíchy	179
13.1 Geneticky modifikované mikroorganizmy	179

13.2 Geneticky modifikované rastliny	180
13.2.1 Rastliny so zvýšenou odolnosťou voči hmyzím škodcom	180
13.2.2 Rastliny rezistentné voči herbicídom	181
13.2.3 Rastliny so zvýšenou odolnosťou voči vírusom.....	182
13.2.4 Rastliny s oddialeným dozrievaním plodov a starnutím kvetov.....	183
13.2.5 Rastliny so zmenenou nutričnou kvalitou	183
13.2.6 Rastliny upravené na produkciu liečiv	184
13.3 Geneticky modifikované živočíchy.....	184
14 Niektoré zariadenia biotechnologických výrob.....	187
15 Zoznam použitej literatúry	191

Úvod

Pojem „biotechnológia“, ako spojenie slov biochemická technológia, po prvý krát použil v roku 1919 Károly Ereky na pomenovanie procesov, ktorými sa zo základných surovín, produktov rastlinnej a živočíšnej výroby, pripravujú výrobky s vyššou pridanou hodnotou.

Podľa Organizácie pre hospodársku spoluprácu a rozvoj (OECD) je biotechnológia „použitím vedeckých a inžinierskych princípov pri spracovaní materiálu biologickými prostriedkami“. Je to „akákoľvek technológia, ktorá používa biologické systémy, živé organizmy a ich súčasti na vytváranie produktov a iných technologických systémov s cieľom podporiť pokrok ľudskej spoločnosti“ [1].

Európska biotechnologická federácia definuje biotechnológiu ako "integrované použitie prírodných vied (biochémie, mikrobiológie, molekulárnej biológie, genetiky, bunkovej biológie, embryológie a iných) a inžinierskych disciplín (chemické inžinierstvo, inžinierstvo bioprocessov, informačné technológie, ekonomika) pre aplikáciu mikroorganizmov, tkanivových kultúr buniek, ich častí a molekúl na výrobu produktov a zabezpečenie služieb“.

Biotechnológia znamená akúkoľvek technologickú aplikáciu, ktorá používa biologické systémy, organizmy alebo ich súčasti, na výrobu alebo modifikáciu produktov alebo procesov na špecifické použitie. Biochemické technológie, resp. biotechnológie, v sebe spájajú poznatky vied o bunkách a organizmoch s modernými technológiami a technikami. Sú to „biologické vedné disciplíny, kde sa používa genetické inžinierstvo a techniky rekombinantnej DNA“. Za produkty biotechnológií sa považuje každý produkt, potravina, liečivo, služba, pri výrobe ktorých bol aspoň v jednom stupni využitý biologický postup. Biotechnológia je "akákoľvek technológia, ktorá využíva biologické systémy, živé organizmy alebo ich deriváty na produkciu alebo modifikáciu produktov, alebo postupov na špecifické použitie" (článok 2 Dohovoru OSN o biologickej diverzite).

Ľudstvo využíva produkty biotechnológií od pradávna. Fermentované potraviny – pivo, víno, chlieb, syr, kvasená zelenina, boli a sú súčasťou každodennej potravy ľudí. Najprv to bolo náhodné, postupne empirické využívanie. V súčasnosti je to cieľená aplikácia mikrobiálnych, rastlinných, živočíšnych buniek a ich metabolitov, ktorá vytvorila nasledovnú „biotechnologickú dúhu“:

- červená biotechnológia je oblasť medicínskych aplikácií (vývoj nových liečiv, nových antibiotík, monoklonálnych protilátok, vývoj diagnostických metód alebo biosenzorov, dizajn organizmov na nadprodukciiu antibiotík, génová terapia atď.),
- biela biotechnológia aplikuje poznatky biotechnológie do iných priemyselných odvetví (výroba alkoholov a rozpúšťadiel, výroba enzýmov pre potravinárstvo, chemický a farmaceutický priemysel, produkcia vitamínov, sacharidov a diétne upravených potravín, fermentované potraviny, nápoje a krmivá, bioplasty a biotextílie, bioenergia a biopalivá atď.),
- zelená biotechnológia je poľnohospodárska biotechnológia, zahŕňajúca rastlinné a živočíšne biotechnológie, ale aj prepojenie s environmentálnymi biotechnológiami – využitie odpadov na výrobu biopalív, bioremediácie poľnohospodárskej pôdy atď.,
- sivá biotechnológia je environmentálnou biotechnológiou, ktorej cieľom je aplikácia biologických systémov pri revitalizácii pôdy, bioremediáciách, pri čistení a detoxikácii odpadových vôd a odpadového vzduchu, využitie odpadu ako suroviny pre ďalšie zhodnotenie atď.,

- modrá biotechnológia sú akvakultúry a využitie procesov a organizmov morskej biológie,
- hnedá biotechnológia znamená aplikácie biologických postupov v aridných oblastiach,
- zlatá biotechnológia zahŕňa bioinformatiku (technológia *in silico*) nanotechnológia, nanobiológiu atď.,
- ružovou biotechnológiou je oblasť publikácií, patentov, vynálezov, autorských práv,
- čierna biotechnológia je zneužitím poznatkov biotechnológií v oblastiach, ako sú biologické zbrane či bioterorizmus.

História biotechnológie

Začiatky biotechnológií sú spojené s pivovarníctvom, vinárstvom, mliečnymi kvasenými produktmi a kysnutým chlebom. Podstata týchto procesov vždy zaujímala rôznych bádateľov, ale až v roku 1676 Anton van Leeuwenhoek zdokonalil mikroskop a pozoroval jednobunkové organizmy „*animalcules*“. Obrovským pokrokom pre budúcu biotechnológiu boli práce Louisa Pasteura, ktorý v roku 1857 objasnil proces mliečneho kvasenia, čím sa začal rozvoj novej vedy – mikrobiológie. Éra pred Pasteurom sú biotechnológie založené na empirickom využití divých kmeňov mikroorganizmov, je to výroba alkoholických nápojov, kyslomliečnych produktov, kvasenej kapusty a zeleniny, výroba syrov, chleba a octu.

Pasteurova éra (1822 – 1895) zavádza izolácie čistých kultúr mikroorganizmov, nasledujú výroby acetónu, butanolu, etanolu (1. svetová vojna), kyseliny citrónovej pre potravinársky priemysel a v roku 1928 objav penicilínu Alexandrom Flemingom. Obdobie antibiotík (1940 – 1960) znamená intenzívny nástup biotechnológií do života človeka. Postupne sa začínajú mikroorganizmy cielene kultivovať na produkciu látok alebo samotnej biomasy. Pozornosť je sústredená na výrobu aminokyselín, ochucovadiel (v roku 1957 bol v Japonsku pripravený glutaman sodný), vitamínov, námelových alkaloidov, enzýmov, kŕmneho droždia a pod.

Moderné biotechnológie, to je éra molekulárnej biológie, génových manipulácií, výroby rekombinantného inzulínu, hydridómových technológií a produkcie monoklonálnych protilátok, rastlín s pozmeneným genómom a zlepšenými nutričnými a technologickými vlastnosťami a novými metódami reprodukcie hospodárskych zvierat.

Základné pojmy

Kultivácia je pestovanie a rozmnožovanie buniek v/na živnej pôde, kultivačnom médiu ako v laboratórnych, tak aj vo výrobných podmienkach. Je to pestovanie kultúry v takých podmienkach, ktoré zabezpečujú jej optimálny rast a vývoj.

Fermentácia je predovšetkým kvasný proces. Je to proces látkovej premeny, pri ktorom sa cukry rozkladajú bez prítomnosti kyslíka na iné organické látky.

Živná pôda, živné médium, kultivačné médium je prostredie, v ktorom žijú alebo pôsobia mikroorganizmy, čerpajú z neho látky na syntézu potrebných bunkových zložiek a energiu na uskutočnenie biochemických procesov.

Dana Urminská, Milan Chňapek, Martin Vivodík

**Biochemické
technológie**

Vydavateľ: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Vydanie: druhé nezmenené

Náklad: 50 ks

Rok vydania: 2024

Tlač: Vydavateľstvo SPU v Nitre

AH-VH: 15,16-15,45

Neprešlo redakčnou úpravou vo Vydavateľstve SPU v Nitre.
ISBN 978-80-552-2756-6

Táto publikácia bola vytlačená na ekologickom papieri.

