

1. ÚVOD	7
2. BIOMEMBRÁNY A BUNĚČNÝ TRANSPORT	10
2.1. Stavba buňky	10
2.1.1 Uspořádání prokaryotní buňky	11
2.1.2 Uspořádání eukaryotní buňky	14
2.2 Struktura a schopnosti biomembrány	16
2.3 Modely biomembrán	17
2.4 Funkce biomembrán	19
2.5 Buněčný transport	19
2.5.1 Membrány jako generátory energie	23
2.5.2 Průnik látek plasmatickou membránou	24
2.5.3 Elektrodifúze iontů	25
2.5.4 Pasivní přenašečový transport	26
2.5.5 Aktivní přenašečový transport	28
2.5.5.1 Primární aktivní transport	28
2.5.5.2 Sekundární aktivní transport	30
3. FYZIOLOGICKÝ STAV MIKROORGANISMŮ A METODY JEHO STUDIA	32
4. ZÁKLADY KINETIKY, STECHIOMETRIE A HODNOCENÍ FERMENTAČNÍCH PROCESŮ	39
4.1 Základní představy a vztahy	39
4.1.1 Rychlost biologických procesů	41
4.1.2 Vyjádření stechiometrických vztahů	43
4.1.3 Produktivita systému	44
4.1.4 Výtěžnostní koeficienty	44
4.2 Základy kinetiky růstu mikroorganismů a tvorby jejich produktů	45
4.2.1 Úvod	45
4.2.2 Rozdíly mezi chemickou a mikrobiologickou kinetikou	45
4.2.3 Růst mikroorganismů - statická kultura	46
4.2.3.1 Lag (adaptační) fáze	46
4.2.3.2 Fáze zrychlení růstu	47
4.2.3.3 Fáze exponenciální (logaritmická)	47
4.2.3.4 Fáze zpomalení růstu	51
4.2.3.5 Stacionární fáze	51
4.2.3.6 Fáze odumírání mikroorganismu	52
4.2.3.7 Změny ve velikosti buněk a jejich složení v průběhu růstu mikroorganismů v jednorázové (statické) kultuře	53
4.2.4 Kinetická charakteristika fermentačních procesů	53
4.2.4.1 Rozdělení fermentačních procesů	54
4.2.5 Matematické modely vsádkových kultivací	57
4.2.5.1 Jednoduché modely vyjadřující vztah $\mu = \mu (S)$	59
4.2.5.2 Růst mycelárních mikroorganismů a klubičkových forem (pellet) plísní	60
4.2.5.3 Model inhibice substrátem	61
4.2.5.4 Vliv pH na kinetiku biologických reakcí	61

4.2.5.5	Kinetická reakce uvažujících ztráty metabolické energie	63
4.2.5.6	Kinetika vícesubstrátových systémů	65
4.2.5.7	Vliv teploty na kinetiku růstu mikroorganismů	66
4.2.5.8	Základní kinetické představy o tvorbě produktu jiného než biomasy	68
4.2.5.9	Vliv inhibice chemické povahy na kinetiku reakce	72
4.3	Kontinuální kultivace a jejich hodnocení	73
4.3.1	Homogenní a pseudohomogenní kontinuální systémy	73
4.3.2	Základní teorie chemostatu	75
4.3.2.1	Produktivita jednostupňového kontinuálního systému	78
4.3.2.2	Vztahy mezi vsádkovou a kontinuální kultivací	80
4.3.2.3	Diskontinuální (přítokové) a semikontinuální způsoby	81
4.3.2.4	Jednostupňové kontinuální systémy s recirkulací mikroorganismů	84
4.3.2.5	Využití chemostatu k výpočtu μ_{max} a K_s	85
4.3.3	Vícesupňové kontinuální systémy	86
4.3.4	Předpověď chování kontinuálního procesu z dat vsádkového procesu	89
4.3.5	Odchyly od teorie ideálně míchaných bioreaktorů	90
4.3.5.1	Platnost modelu	91
4.3.5.2	Vliv nedokonalého míchání (nehomogenita)	91
4.3.5.3	Růst mikroorganismů na stěnách a vestavbách bioreaktorů	92
4.3.6	Zvláštnosti kontinuálních kultivací	92
5.	MÍCHÁNÍ A AERACE V BIOLOGICKÝCH PROCESÍCH	94
5.1	Míchání v kapalném prostředí	94
5.1.1	Mechanické míchání	94
5.1.2	Pneumatické míchání	94
5.1.3	Hydraulické míchání	95
5.1.4	Hlavní typy mechanických míchadel	95
5.1.5	Míchadla vytvářející vysoká smyková napětí	96
5.1.6	Samonasávací míchadla	96
5.1.7	Vibrační míchadla	97
5.1.8	Typy a velikosti míchadel používané při kultivacích mikroorganismu	97
5.1.8.1	Turbinová míchadla s dělicím kotoučem	98
5.1.8.2	Vrtulová míchadla	99
5.1.9	Teorie míchání	99
5.1.9.1	Podobnosti	100
5.1.9.2	Význam bezrozměrných kritérií	100
5.1.10	Určení příkonu míchadla a návrh pohonu	101
5.1.11	Příkon míchadla v aerovaném systému	102
5.1.12	Míchací narážky	104
5.1.13	Násobná míchadla	105
5.1.14	Problematika smykového napětí při kultivacích	107
5.1.15	Čerpací kapacita míchadla	109
5.1.16	Charakteristika míchání vsádkového systému	110

5.1.16.1	Experimentální stanovení doby homogenizace.....	110
5.1.16.2	Korelace experimentálních výsledků doby homogenizace	113
5.1.17	Kontinuální reaktory	114
5.1.17.1	Rozložení doby zdržení kapaliny v systému	114
5.1.17.2	Charakter toku kapaliny v systému	117
5.1.17.3	Modely pro neideální tok kapaliny	118
5.2	Aerace a přenos kyslíku při submersních kultivacích	120
5.2.1	Úloha dispergace v přenosu hmoty	120
5.2.2	Měření fyzikálních vlastností disperzí	122
5.2.3	Proudění kapaliny a bublin v míchané nádobě	123
5.2.4	Zadrž dispergované fáze	124
5.2.5	Koalescence bublin	125
5.2.6	Korelační vztahy pro výpočet parametrů disperze	126
5.2.7	Omezení dispergační funkce míchadla	127
5.2.8	Zahlcení míchadla plynem	128
5.2.9	Mechanismus přenosu kyslíku	129
5.2.10	Parametry ovlivňující přenos kyslíku	131
5.2.10.1	Typ a velikost míchadla, intenzita míchání	131
5.2.10.2	Umístění míchadla v nádobě	131
5.2.10.3	Typ distributoru vzduchu	132
5.2.10.4	Velikost aerace	132
5.2.10.5	Parciální tlak kyslíku	133
5.2.10.6	Fyzikálně-chemické vlastnosti kultivačního média	133
5.2.11	Vztahy pro výpočet K_L a z podmínek míchání a aerace	134
5.2.12	Požadavky mikroorganismů na kyslík	135
5.2.12.1	Funkce kyslíku v buňkách	135
5.2.12.2	Faktory ovlivňující rychlost spotřeby kyslíku buňkami	136
5.2.13	Vztahy charakterizující požadavky buněk na kyslík	139
5.2.14	Kritické koncentrace rozpuštěného kyslíku	140
5.2.15	Stanovení množství rozpuštěného kyslíku	141
5.2.15.1	Stanovení koncentrace kyslíku	141
5.2.15.2	Polarografie na kapkové rtuťové elektrodě	141
5.2.15.3	Elektrody pro měření rozpuštěného kyslíku	141
5.2.15.4	Difúze stěnou trubice	143
5.2.15.5	Redox potenciál	143
5.2.15.6	Výpočetní metody	144
5.2.16	Stanovení koeficientu K_L a	144
5.2.16.1	Siřičitanová metoda	144
5.2.16.2	Nepřímá biologická metoda	145
5.2.16.3	Hydrazinová metoda	145
5.2.16.4	Metoda "gassing out"	145
5.2.16.5	Dynamická metoda	146
5.2.16.6	Rovnovážná metoda	147