

OBSAH

1. Úvod	9
1.1. Porovnání aerobních a anaerobních procesů	11
1.2. Z historie rozvoje anaerobních čistírenských procesů	13
1.3. Možnosti použití anaerobních technologií	14
1.4. Ekologické aspekty anaerobních technologií	14
1.5. Literatura	15
2. Základní principy anaerobního rozkladu organických látek	16
2.1. Mechanismus anaerobního rozkladu organických látek	16
2.2. Funkční skupiny anaerobních mikroorganismů	18
2.2.1. Hydrolytické a fermentační mikroorganismy	18
2.2.2. Acetogenní mikroorganismy produkující vodík	18
2.2.3. Homoacetogenní mikroorganismy	19
2.2.4. Desulfatační a denitrifikační mikroorganismy	19
2.2.5. Methanogenní mikroorganismy	20
2.3. Biochemie tvorby methanu	21
2.4. Regulační mechanismy v anaerobním procesu	25
2.4.1. Regulační úloha vodíku při acidogenezi	26
2.4.2. Regulační úloha anorganických akceptorů elektronů	28
2.4.3. Regulační úloha methanogenních substrátů při methanogenesi	29
2.5. Faktory ovlivňující anaerobní procesy	30
2.5.1. Vliv pH	30
2.5.2. Vliv složení substrátu	31
2.5.3. Vliv teploty	32
2.6. Bakteriální agregace v anaerobním procesu	33
2.7. Literatura	35
3. Aktivita anaerobních mikroorganismů a anaerobní rozložitelnost organických látek	37
3.1. Nároky na technologické metody sledování anaerobní biomasy	37
3.2. Aktivita anaerobních mikroorganismů a její technologický význam	38
3.3. Metody stanovení aktivity anaerobních mikroorganismů	39
3.3.1. Stanovení plynného i rozpuštěného vodíku	40
3.3.2. Stanovení koenzymu F ₄₂₀	40
3.3.3. Dehydrogenázová aktivita anaerobních mikroorganismů	41
3.3.4. Testy produkce bioplynu - testy methanogenní aktivity	42
3.4. Zhodnocení a porovnání metod stanovení aktivity	48
3.5. Technologické aplikace aktivitních měření	50
3.6. Rozložitelnost organických látek za anaerobních podmínek	56
3.6.1. Bilance anaerobního rozkladu organických látek	57
3.6.2. Stanovení anaerobní rozložitelnosti organických látek	60
3.7. Literatura	63
4. Anaerobní rozklad organického znečištění odpadních vod	65
4.1. Kritéria volby typu anaerobního reaktoru	65
4.2. Odpadní vody s vysokou koncentrací rozpuštěných organických látek	68
4.2.1. Anaerobní filtr s průtokem zdola nahoru	69
4.2.2. Trubkový reaktor	71
4.2.3. Reaktor s volně loženou náplní s průtokem shora dolů	72

4.2.4.	Reaktor s pohyblivou náplní - anaerobní rotační diskový reaktor	73
4.2.5.	Reaktor s kalovým ložem a vnitřním separátorem biomasy	74
4.2.6.	Reaktor s kalovým mrakem s externím separátorem biomasy	77
4.2.7.	Hybridní reaktor	77
4.2.8.	Reaktor se stupňovým kalovým ložem	78
4.2.9.	Reaktor s vnitřní recirkulací	79
4.3.	Odpadní vody s nízkou koncentrací organických látek	80
4.3.1.	Anaerobní reaktor s fluidním ložem	80
4.3.2.	Anaerobní reaktor s expandovaným ložem	82
4.3.3.	Anaerobní reaktor s expandovaným granulovaným ložem	84
4.3.4.	Přepážkový reaktor	84
4.4.	Odpadní vody s vysokou koncentrací suspendovaných látek	86
4.4.1.	Směšovací anaerobní reaktor	87
4.4.2.	Membránový anaerobní reaktor	87
4.4.3.	Anaerobní reaktor s externí flotací	85
4.5.	Odpadní vody obsahující xenobiotika	85
4.5.1.	Anaerobní reaktor s granulovaným aktivním uhlím	90
4.5.2.	Semikontinuální anaerobní reaktor SBR	91
4.6.	Příklady anaerobního čištění odpadních vod v ČR	92
4.6.1.	Anaerobní čistírna odpadních vod v závodě Seliko Olomouc	92
4.6.2.	Anaerobně - aerobní čistírna odpadních vod v závodě PEKTIN Smiřice	94
4.7.	Literatura	96

5. Anaerobní rozklad nerozpuštěného znečištění 99

5.1.	Anaerobní stabilizace kalů	99
5.1.1.	Současný stav technologie	102
5.1.2.	Anaerobní reaktory pro stabilizaci kalů	105
5.1.3.	Způsoby míchání a vytápění anaerobních reaktorů pro stabilizaci kalů	114
5.1.4.	Vlastnosti a zpracování anaerobně stabilizovaného kalu	117
5.1.5.	Kalová voda, její složení a čištění	120
5.2.	Anaerobní rozklad exkrementů hospodářských zvířat a odpadní biomasy	122
5.2.1.	Prasečí kejda	123
5.2.2.	Anaerobní stabilizace slamnatého hnoje	127
5.3.	Anaerobní stabilizace tuhého domovního odpadu	129
5.3.1.	Společné anaerobní zpracování tuhých odpadů a čistírenských kalů (WABIO proces) .	130
5.3.2.	Kombinovaná metoda	130
5.3.3.	Přímá anaerobní fermentace tuhých odpadů	131
5.3.4.	Anaerobní procesy ve skládkách tuhých odpadů	134
5.4.	Literatura	136

6. Kontrola a řízení procesu 138

6.1.	Metody kontroly řízení procesu	138
6.1.1.	Význam a důležitost některých proměnných	139
6.1.2.	Řízení procesu	141
6.2.	Zpracování anaerobních reaktorů	142
6.2.1.	Obecné aspekty zpracování reaktorů	142
6.2.2.	Množství, kvalita a zdroj inokula	143
6.2.3.	Řízení zpracování	144
6.3.	Možné poruchy procesu a jejich odstraňování	145
6.4.	Literatura	146

7. Energetické aspekty procesu methanizace a možnosti jeho intenzifikace	148
7.1. Teoretické možnosti intenzifikace procesu methanizace	149
7.2. Stimulace anaerobních rozkladných procesů buněčným lyzátem	151
7.2.1. Příprava buněčného lyzátu	152
7.2.2. Stimulační působení buněčného lyzátu	153
7.3. Literatura	155
8. Bioplyn a jeho využití	157
8.1. Složení a vlastnosti bioplynu	157
8.2. Úprava a čištění bioplynu	161
8.2.1. Odstranění kapalin a prachu	161
8.2.2. Odstraňování H ₂ S	161
8.2.3. Odstraňování halogenových uhlovodíků	163
8.2.4. Obohacování CH ₄	163
8.3. Využití bioplynu	163
8.3.1. Přímé spalování	164
8.4. Příklad využívání bioplynu na Ústřední čistírně odpadních vod v Praze	165
8.5. Ekonomická výhodnost využívání bioplynu	166
8.6. Literatura	167