

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
Abstract	(3)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
รายการตาราง	(7)
รายการรูป	(8)
ตัวย่อและสัญลักษณ์	(10)
1. บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
การตรวจเอกสาร	3
วัตถุประสงค์	26
2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ	27
3. ผลการทดลองและวิจารณ์	45
4. สรุป	86
เอกสารอ้างอิง	87
ภาคผนวก	92
ประวัติผู้เขียน	104

## ตัวย่อและสัญลักษณ์

ซม. = เซนติเมตร

$^{\circ}\text{ซ}$  = องศาเซลเซียส

มม. = มิลลิเมตร

มล. = มิลลิลิตร

% = percentage

$\alpha$  = alpha

$\beta$  = beta

BOD = biological oxygen demand

BOD<sub>5</sub> = biological oxygen demand for five days

cal = calory

g = gram

M = molar

mg = milligram

ml = millilite

m<sup>3</sup> = ลูกบาศก์เมตร

N = normal

$\omega$  = omega

pH = a measure of hydrogen ion concentration in solution (the negative logalithm , to the base 10 of an hydrogen ion in solution

pKa = the negative logalithm , to the base 10 of an acid dissociation constant

ppm = part per million

UASB = up flow anaerobic sludge blanket

## ตัวย่อและสัญลักษณ์ (ต่อ)

w/w = weight by weight

μl = microlitre

μm = micron

G = gravity

Ala = alanine

Arg = arginine

Asp = asparagine

Cys = cysteine

Gly = glycine

Glu = glutamine

His = histidine

Ile = Isoluesine

Leu = leusine

Lys = lysine

Met = methionine

Phe = phenylalanine

Pro = proline

Ser = serine

Thr = threonine

Tyr = tyrosine

Val = valine

ตารางที่ 10 ค่าการย่อยได้ของกรดไขมันในตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสียโดยไก่กระทง

ชนิดของกรดไขมัน	ปริมาณกรดไขมัน(mg)			True digestibility (%)
	ในสิ่งขับถ่ายเมื่อไม่ได้รับอาหาร	ในตะกอน (40 g)	ในสิ่งขับถ่ายเมื่อได้รับตะกอน	
<i>Saturated fatty acid</i>				
C14:0	1.36	22.98	45.99	-94.23
C15:0	2.62	12.26	26.17	-92.13
C16:0	15.20	267.80	459.44	-65.88
C17:0	1.03	4.15	45.46	-970.51
C18:0	6.33	28.83	97.48	-216.17
C19:0	not detect	0.82	not detect	100.00
C20:0	0.39	1.60	2.13	-9.22
C22:0	0.11	0.45	not detect	123.57
C24:0	not detect	0.46	not detect	100.00
<i>Monounsaturated fatty acid</i>				
C14:1 ω5	1.48	87.19	159.15	-80.84
C16:1 ω9	1.08	366.53	331.28	9.91
C18:1 ω9	10.79	53.66	107.80	-80.80
C18:1 ω7	1.39	69.68	83.82	-18.31
C18:1 ω3	not detect	17.63	15.18	13.92
C20:1 ω9	0.41	5.23	6.82	-22.62
C22:1 ω9	0.26	not detect	3.38	Can not calculate
<i>Polyunsaturated fatty acid</i>				
C18:2 ω6	12.18	23.81	74.63	-162.29
C18:3 ω6	0.40	not detect	not detect	Can not calculate
C18:3 ω3	0.34	3.79	6.49	-62.23
C20:2 ω6	0.29	0.39	2.08	-360.69
C20:3 ω3	0.20	3.63	4.71	-24.38
C20:4 ω6	0.38	3.28	5.62	-59.51
C20:5 ω3	0.15	2.45	3.66	-43.34
C22:4 ω6	0.16	not detect	2.69	Can not calculate
C22:6 ω3	not detect	not detect	not detect	Can not calculate
รวม Fatty acid	56.55	976.60	1483.97	-46.16
รวม Saturated fatty acid	27.04	339.34	676.67	-91.44
รวม Unsaturated fatty acid	29.51	637.26	807.30	-22.05
C18:3 ω3 / C18:2 ω6	0.03	0.16	0.09	-

ตารางที่ 11 ค่าการย่อยได้ของกรดไขมันในกากถั่วเหลืองโดยไก่กระທ

ชนิดของกรดไขมัน	ปริมาณกรดไขมัน(mg)			True digestibility (%)
	ในสิ่งขับถ่ายเมื่อไม่ได้รับอาหาร	ในกากถั่วเหลือง (40 g.)	ในสิ่งขับถ่ายเมื่อได้รับกากถั่วเหลือง	
<i>Saturated fatty acid</i>				
C14:0	1.36	4.95	10.68	-88.18
C15:0	2.62	2.93	15.81	-350.47
C16:0	15.20	598.89	80.82	89.04
C17:0	1.03	5.28	7.80	-28.13
C18:0	6.33	92.53	30.29	74.11
C19:0	not detect	not detect	not detect	Can not calculate
C20:0	0.39	1.36	1.44	22.29
C22:0	0.11	1.34	0.47	72.77
C24:0	not detect	not detect	not detect	Can not calculate
<i>Monounsaturated fatty acid</i>				
C14:1 $\omega$ 5	1.48	not detect	7.67	Can not calculate
C16:1 $\omega$ 9	1.08	6.33	5.77	25.84
C18:1 $\omega$ 9	10.79	220.15	48.03	83.09
C18:1 $\omega$ 7	1.39	29.93	11.78	65.27
C18:1 $\omega$ 3	not detect	not detect	not detect	Can not calculate
C20:1 $\omega$ 9	0.41	5.27	2.08	68.29
C22:1 $\omega$ 9	0.26	not detect	0.38	Can not calculate
<i>Polyunsaturated fatty acid</i>				
C18:2 $\omega$ 6	12.18	1257.31	81.94	94.45
C18:3 $\omega$ 6	0.40	not detect	0.91	Can not calculate
C18:3 $\omega$ 3	0.34	195.38	14.15	92.93
C20:2 $\omega$ 6	0.29	4.71	0.91	86.82
C20:3 $\omega$ 3	0.20	1.19	0.52	72.91
C20:4 $\omega$ 6	0.38	1.10	1.09	35.03
C20:5 $\omega$ 3	0.15	not detect	0.48	Can not calculate
C22:4 $\omega$ 6	0.16	not detect	not detect	Can not calculate
C22:6 $\omega$ 3	not detect	not detect	not detect	Can not calculate
รวม Fatty acid	56.55	2428.63	323.02	89.03
รวม Saturated fatty acid	27.04	707.27	147.31	83.00
รวม Unsaturated fatty acid	29.51	1721.36	175.71	91.51
C18:3 $\omega$ 3 / C18:2 $\omega$ 6	0.03	0.16	0.17	

ตารางที่ 12 ค่าการย่อยได้ของกรดไขมันในปลาปนโดยไก่กระทง

ชนิดของกรดไขมัน	ปริมาณ(mg)			True digestibility (%)
	ในสิ่งขับถ่ายเมื่อไม่ได้รับอาหาร	ในปลาปน (40 g.)	ในสิ่งขับถ่ายเมื่อได้รับปลาปน	
<i>Saturated fatty acid</i>				
C14:0	1.36	600.92	20.42	96.83
C15:0	2.62	154.43	12.25	93.76
C16:0	15.20	2927.67	205.06	93.52
C17:0	1.03	145.54	16.09	89.65
C18:0	6.33	708.91	104.07	86.21
C19:0	not detect	26.25	0.54	97.93
C20:0	0.39	14.22	3.07	81.13
C22:0	0.11	6.79	1.38	81.16
C24:0	not detect	21.18	1.41	93.36
<i>Monounsaturated fatty acid</i>				
C14:1 ω5	1.48	29.63	3.93	91.74
C16:1 ω9	1.08	792.49	24.11	97.09
C18:1 ω9	10.79	629.27	44.40	94.66
C18:1 ω7	1.39	228.80	14.24	94.38
C18:1 ω3	not detect	7.42	not detect	100.00
C20:1 ω9	0.41	11.69	1.35	91.98
C22:1 ω9	0.26	4.42	0.54	93.66
<i>Polyunsaturated fatty acid</i>				
C18:2 ω6	12.18	70.62	19.79	89.21
C18:3 ω6	0.40	28.83	3.27	90.06
C18:3 ω3	0.34	28.75	1.04	97.57
C20:2 ω6	0.29	5.68	1.65	76.17
C20:3 ω3	0.20	4.29	0.62	90.16
C20:4 ω6	0.38	139.84	4.30	97.20
C20:5 ω3	0.15	158.41	3.54	97.86
C22:4 ω6	0.16	16.53	0.75	96.41
C22:6 ω3	not detect	126.86	5.46	95.70
รวม Fatty acid	56.55	6889.45	493.29	93.66
รวม Saturated fatty acid	27.04	4605.92	364.30	92.68
รวม Unsaturated fatty acid	29.51	2283.53	128.99	95.64
C18:3 ω3 / C18:2 ω6	0.03	0.41	0.05	

ตารางที่ 6 ชนิดและปริมาณของกรดไขมันในตะกอนจากบ่อน้ำบาดน้ำเสียกากถั่วเหลืองและปลาป่น

ชนิดของกรดไขมัน	ปริมาณของกรดไขมันในวัตถุดิบอาหาร (mg% dry matter basis)		
	ตะกอนจากการบำบัดน้ำเสีย	กากถั่วเหลือง	ปลาป่น
<b>Saturated fatty acid</b>			
C14:0 (Myristic acid)	61.98	14.05	1590.07
C15:0 (Pentadecylic acid)	33.06	8.30	408.63
C16:0 (Palmitic acid)	722.39	1698.67	7746.80
C17:0 (Margaric acid)	11.20	14.98	385.12
C18:0 (Stearic acid)	77.76	262.45	1875.81
C19:0 (Nondecylic acid)	2.21	not detect	69.46
C20:0 (Arachidic acid)	4.31	3.85	37.64
C22:0 (Behenic acid)	1.21	3.81	17.96
C24:0 (Lincoceric acid)	1.25	not detect	56.04
<b>Monounsaturated fatty acid</b>			
C14:1 $\omega$ 5 (Myristoleic acid)	235.19	not detect	78.40
C16:1 $\omega$ 7 (Palmitoleic acid)	988.70	17.95	2096.97
C18:1 $\omega$ 9 (Elaidic acid)	144.73	624.85	1665.09
C18:1 $\omega$ 7 (Vaccenic acid)	187.95	84.88	605.43
C18:1 $\omega$ 3 (cis-15-Octadecenoic acid)	47.56	not detect	19.62
C20:1 $\omega$ 9 (cis-11-Eicosenoic acid)	14.09	14.94	30.93
C22:1 $\omega$ 9 (Erucic acid)	not detect	not detect	11.71
<b>Polyunsaturated fatty acid</b>			
C18:2 $\omega$ 6 (Linoleic acid)*	64.23	3566.24	186.86
C18:3 $\omega$ 3 (Linolenic acid)*	10.23	554.19	76.08
C18:3 $\omega$ 6 (gamma-Linolenic acid)	not detect	not detect	76.28
C20:2 $\omega$ 6 (11,14-Eicosadienoic acid)	1.05	13.35	15.03
C20:3 $\omega$ 3 (11,14,17-Eicosatrienoic acid)	9.79	3.38	11.35
C20:4 $\omega$ 6 (Arachidonic acid)	8.86	3.11	370.04
C20:5 $\omega$ 3 (cis-5,8,11,14,17- Eicosapentaenoic acid)	6.60	not detect	419.17
C22:4 $\omega$ 6 (7,10,13,16-Docatetranoic acid)	not detect	not detect	43.73
C22:6 $\omega$ 3 (4,7,10,13,16,19-Docosahexaenoic acid)	not detect	not detect	335.68
รวม Fatty acid	2634.35	6889.00	18229.90
รวม Saturated fatty acid	915.37	2006.11	12187.53
รวม Unsaturated fatty acid	1718.98	4882.89	6042.37
Saturated fatty acid / Unsaturated fatty acid	0.53	0.41	2.02
C18:3 $\omega$ 3 / C18:2 $\omega$ 6	0.16	0.16	0.41

\* หมายถึงกรดไขมันจำเป็น

## รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
1. การจำแนกกลุ่มของกรดแอมิโนสำหรับไก่กระทง	18
2. ส่วนประกอบทางโภชนาการของตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย	52
3. ปริมาณโปรตีนในตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสียที่สกัดได้โดยวิธีการต่างๆ	54
4. ปริมาณโปรตีนในตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสียที่สกัดโดยการโฮโมจีไนส์ด้วยระยะเวลาที่แตกต่างกัน	54
5. ชนิดและปริมาณกรดแอมิโนในตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย กากถั่วเหลืองและปลาป่น	56
6. ชนิดและปริมาณกรดไขมันในตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย กากถั่วเหลืองและปลาป่น	58
7. ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งของตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย กากถั่วเหลืองและปลาป่นโดยไก่กระทง	59
8. ค่าการย่อยได้ของส่วนประกอบทางโภชนาการในตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย กากถั่วเหลือง และปลาป่นโดยไก่กระทง	61
9. ค่าการย่อยได้ของกรดแอมิโนในตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย กากถั่วเหลืองและปลาป่นโดยไก่กระทง	64
10. ค่าการย่อยได้ของกรดไขมันในตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสียโดยไก่กระทง	66
11. ค่าการย่อยได้ของกรดไขมันในกากถั่วเหลืองโดยไก่กระทง	67
12. ค่าการย่อยได้ของกรดไขมันในปลาป่นโดยไก่กระทง	68
13. ปริมาณ และค่าการย่อยได้ของ triglyceride ในตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย กากถั่วเหลือง และปลาป่นโดยไก่กระทง	75
14. ปริมาณ และค่าการย่อยได้ของ cholesterol ในตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย กากถั่วเหลือง และปลาป่นโดยไก่กระทง	76
15. ปริมาณกรดยูริกในวัตถุดิบอาหารและในสิ่งขับถ่ายของไก่กระทง	77

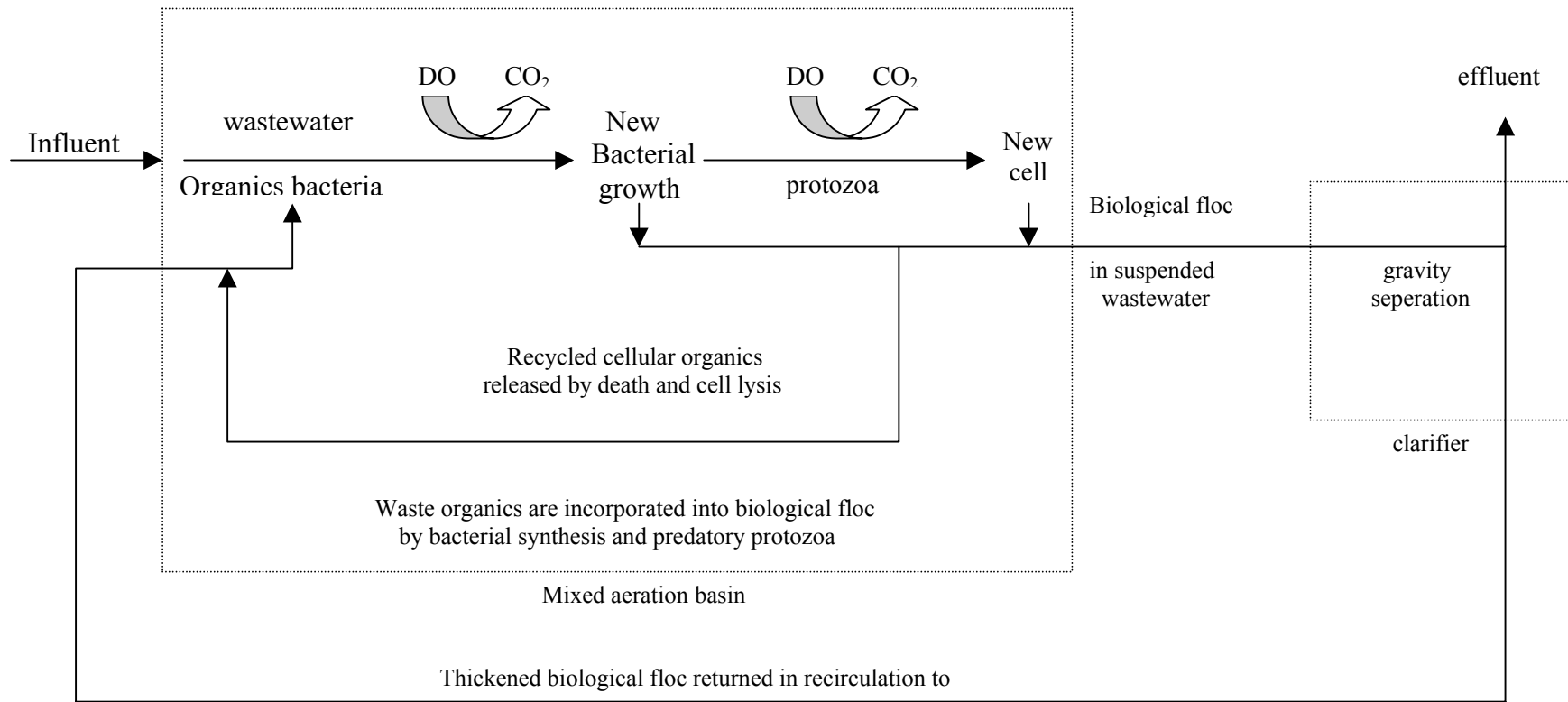


## รายการรูป

รูปที่	หน้า
1. ขั้นตอนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบใช้ออกซิเจน (aeration treatment)	6
2. ขั้นตอนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้ออกซิเจน (anaerobic treatment)	8
3. การใช้พลังงานจากอาหารโดยไก่อะเทศ	16
4. การตกตะกอนอนุภาคใน activated sludge ด้วยโคโคซาน	45
5. ลักษณะของอนุภาคในน้ำเสียจากบ่อบำบัดแบบ activated sludge ของโรงงานอุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่แข็งเมื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์	47
6. ลักษณะของอนุภาคในน้ำเสียจากบ่อบำบัดแบบ activated sludge ของโรงงานอุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่แข็งเมื่อย้อมด้วยสีแกรม (Gram stain) และศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์	49
7. ลักษณะของอนุภาคในน้ำเสียจากบ่อบำบัดแบบ activated sludge ของโรงงานอุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่แข็งเมื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด	51
8. การแยกส่วนประกอบของ neutral lipid ในตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย ในสิ่งขับถ่ายของไก่อะเทศที่กินตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย และในสิ่งขับถ่ายของไก่อะเทศที่ไม่ได้รับอาหาร	71
9. การแยกส่วนประกอบของ neutral lipid ในกากถั่วเหลือง ในสิ่งขับถ่ายของไก่อะเทศที่กินกากถั่วเหลือง และในสิ่งขับถ่ายของไก่อะเทศที่ไม่ได้รับอาหาร	72
10. การแยกส่วนประกอบของ neutral lipid ในปลาป่น ในสิ่งขับถ่ายของไก่อะเทศที่กินปลาป่น และในสิ่งขับถ่ายของไก่อะเทศที่ไม่ได้รับอาหาร	73
11. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสียในสูตรอาหารไก่อะเทศกับราคาที่ได้จากการคำนวณ	84

## รายการรูป (ต่อ)

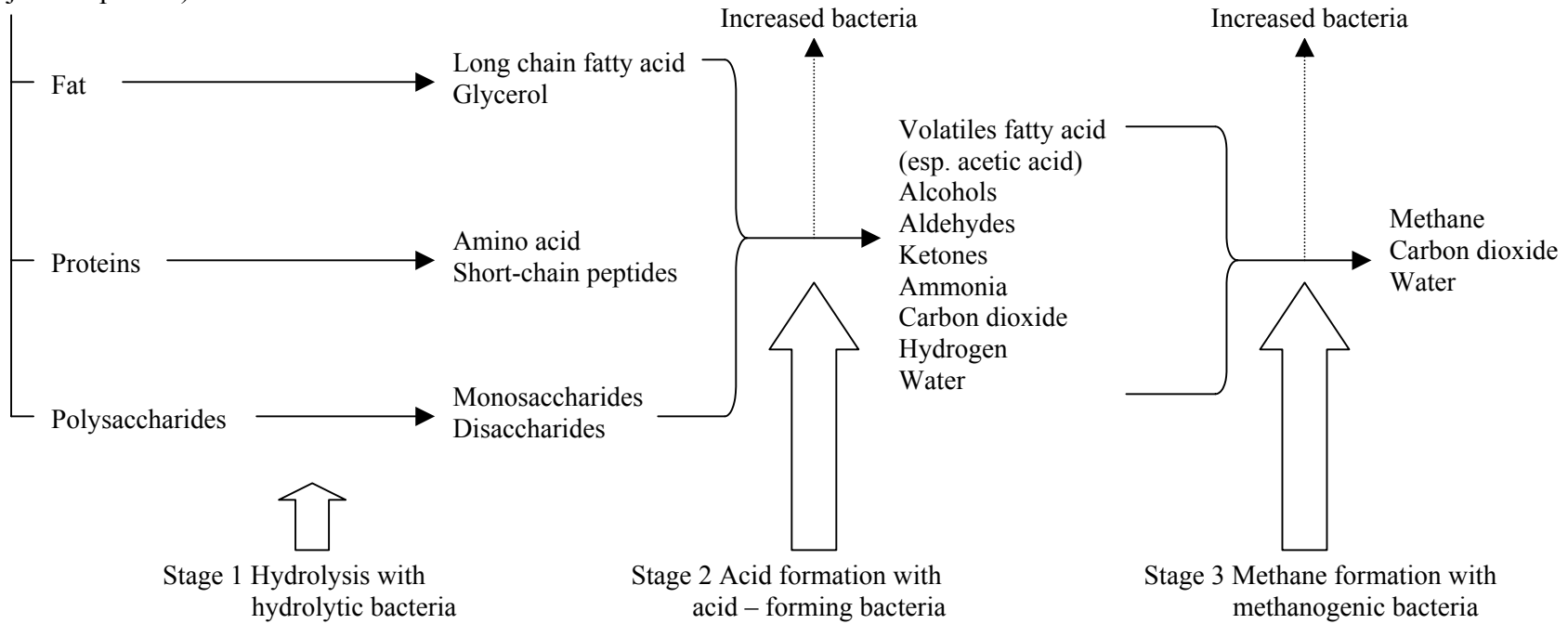
รูปที่	หน้า
12. การวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดแอมิโนโดย High performance liquid chromatographic technique	99
13. การวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดไขมันโดย Gas – liquid chromatographic technique	101
14. การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์	103



รูปที่ 1 ขั้นตอนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบ aeration treatment

ที่มา : Hammer (1977)

Raw sludge  
(major component)



รูปที่ 2 ขั้นตอนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้ออกซิเจน (anaerobic treatment)

ที่มา : Gray (1989)