



ภาคผนวก ก

จำนวนแมลงน้ำที่กินได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University

All rights reserved

ตาราง 4 อันดับ วงศ์ สกุล และจำนวนของแมลงน้ำที่กินได้ที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในบริเวณบ้านธิ บ้านเหมืองกวัก และบ้านสะแล้ง ในอำเภอบ้านธิ และ
อำเภอเมืองลำพูน จังหวัดลำพูน ระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2547 ถึงเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2548

จุดเก็บตัวอย่าง Order/Fam./G.	บ้านธิ						บ้านเหมืองกวัก						บ้านสะแล้ง					
	Nov- 47	Jul- 48	Aug- 48	Sep- 48	Dec- 48	Nov- 48	Nov- 47	Jul- 48	Aug- 48	Sep- 48	Dec- 48	Nov- 48	Nov- 47	Jul- 48	Aug- 48	Sep- 48	Dec- 48	Nov- 48
O. Odonata																		
Coenagrionidae1	8	10	26	26	21	11	1	9	0	23	29	0	2	0	20	22	39	1
Coenagrionidae2	0	12	29	27	32	15	0	9	31	20	38	8	2	13	37	31	43	9
Coenagrionidae3	6	20	35	30	25	0	11	11	33	35	36	3	0	19	29	21	22	5
Libellulidae1	20	25	37	31	29	10	17	19	45	40	36	17	29	39	39	36	34	0
Libellulidae2	0	21	40	32	30	0	8	20	42	45	40	0	16	27	41	32	38	12
Cordulidae1	15	20	29	27	26	12	10	17	40	39	31	15	7	29	0	44	42	0
Cordulidae2	18	14	0	31	20	10	0	18	38	42	41	11	19	31	45	45	32	16
Gomphidae	13	17	27	20	22	12	20	16	35	31	37	0	22	25	40	45	36	19
Aeshnidae	0	15	20	19	27	0	27	19	30	29	28	21	17	23	25	41	42	0

ตาราง 4 (ต่อ)

จุดเก็บตัวอย่าง Order/Fam./G.	บ้านธิ						บ้านเหมืองกวั๊ก						บ้านสะแล้ง					
	Nov-47	Jul-48	Aug-48	Sep-48	Dec-48	Nov-48	Nov-47	Jul-48	Aug-48	Sep-48	Dec-48	Nov-48	Nov-47	Jul-48	Aug-48	Sep-48	Dec-48	Nov-48
O. Hemiptera																		
F. Nepidae																		
<i>Laccotrephes</i> sp.	29	9	11	21	20	27	31	7	13	20	19	20	37	13	8	19	29	25
F. Belostomatidae																		
<i>Lethocerus</i> sp.	34	0	5	11	27	30	42	4	9	15	19	40	31	0	0	14	19	37
<i>Diplonychus</i> sp.	37	0	0	13	29	45	40	1	6	17	32	48	53	5	3	15	23	42
F. Notonectidae																		
<i>Anisops</i> sp.	60	34	44	40	35	57	58	42	22	39	45	60	48	25	49	50	43	40
<i>Nychia</i> sp.	45	54	64	57	46	49	48	36	47	48	42	53	55	49	32	47	33	31
<i>Apelonecta</i> sp.	37	28	49	44	48	47	34	47	36	50	47	39	21	36	36	38	43	29
<i>Notonecta</i> sp.	52	47	47	38	36	52	31	55	44	32	25	48	46	48	51	52	42	50

ตาราง 4 (ต่อ)

จุดเก็บตัวอย่าง Order/Fam./G.	บ้านธิ						บ้านเหมืองกวั๊ก						บ้านสะแล้ง					
	Nov-47	Jul-48	Aug-48	Sep-48	Dec-48	Nov-48	Nov-47	Jul-48	Aug-48	Sep-48	Dec-48	Nov-48	Nov-47	Jul-48	Aug-48	Sep-48	Dec-48	Nov-48
O. Coleoptera																		
F. Hydrophilidae																		
<i>Dibolocelus</i> sp.	29	6	15	12	20	39	30	0	19	22	29	35	28	0	20	17	36	40
<i>Hydrophilus</i> sp.	52	9	0	17	23	50	40	4	17	19	22	36	31	7	25	20	31	29
F. Dytiscidae																		
<i>Cybister</i> sp.	44	7	16	10	25	55	27	4	20	18	31	34	36	8	11	18	29	37
<i>Eretes</i> sp.	20	0	18	15	36	31	30	9	21	14	43	36	35	6	19	25	38	36

ตาราง 5 อันดับ วงศ์ สกุล และจำนวนของแมลงน้ำที่กินได้ที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในบริเวณบ้านแจ่ม บ้านทุ่ง และบ้านสันริมปิง อำเภอเมืองลำพูน จังหวัดลำพูน ระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2547 ถึงเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2548

จุดเก็บตัวอย่าง Order/Fam./G.	บ้านแจ่ม						บ้านทุ่ง						บ้านสันริมปิง					
	Nov-47	Jul-48	Aug-48	Sep-48	Dec-48	Nov-48	Nov-47	Jul-48	Aug-48	Sep-48	Dec-48	Nov-48	Nov-47	Jul-48	Aug-48	Sep-48	Dec-48	Nov-48
O. Odonata																		
coenagrionidae1	3	19	19	23	37	5	8	10	0	22	25	0	0	11	19	20	29	0
coenagrionidae2	9	25	16	21	23	12	3	10	27	25	29	0	8	18	18	19	30	0
coenagrionidae3	15	27	30	35	33	0	1	13	25	28	34	0	5	16	28	25	40	0
libellulidae1	21	49	49	36	40	15	0	21	30	28	28	2	3	10	39	29	35	1
libellulidae2	9	35	48	42	41	8	0	19	21	39	35	9	2	12	35	30	40	0
cordulidae1	5	33	42	37	33	7	0	20	20	29	22	0	5	14	22	19	19	8
cordulidae2	10	42	47	42	42	8	6	13	25	26	20	3	7	18	22	28	20	12
gomphidae	25	24	50	31	31	12	12	12	19	20	27	6	6	10	17	21	27	8
ashnidae	23	28	29	25	33	6	4	9	18	15	11	0	0	11	12	16	23	0

ตาราง 5 (ต่อ)

จุดเก็บตัวอย่าง Order/Fam./G.	บ้านแจ่ม						บ้านทุ่ง						บ้านสันริมปิง					
	Nov-47	Jul-48	Aug-48	Sep-48	Dec-48	Nov-48	Nov-47	Jul-48	Aug-48	Sep-48	Dec-48	Nov-48	Nov-47	Jul-48	Aug-48	Sep-48	Dec-48	Nov-48
O. Hemiptera																		
F. Nepidae																		
<i>Laccotrephes</i> sp.	30	10	20	19	30	30	20	2	0	9	8	19	14	5	5	10	12	11
F. Belostomatidae																		
<i>Lethocerus</i> sp.	49	5	11	13	20	37	19	0	2	14	36	30	18	0	0	13	15	37
<i>Diplonychus</i> sp.	40	7	9	18	25	49	23	0	3	17	30	31	17	0	2	18	27	11
F. Netonectidae																		
<i>Anisops</i> sp.	46	44	46	49	37	44	47	44	47	33	24	29	35	24	22	20	11	22
<i>Nychia</i> sp.	37	37	29	47	31	29	51	24	28	41	21	37	45	32	40	34	4	29
<i>Aphelonecta</i> sp.	33	50	65	54	30	61	37	41	41	46	18	26	24	40	37	29	23	27
<i>Notonecta</i> sp.	49	39	48	36	36	35	28	22	34	37	20	33	33	34	25	32	19	38

ตาราง 5 (ต่อ)

จุดเก็บตัวอย่าง Order/Fam./G.	บ้านแจ่ม						บ้านทุ่ง						บ้านสันริมปีง					
	Nov-47	Jul-48	Aug-48	Sep-48	Dec-48	Nov-48	Nov-47	Jul-48	Aug-48	Sep-48	Dec-48	Nov-48	Nov-47	Jul-48	Aug-48	Sep-48	Dec-48	Nov-48
O. Coleoptera																		
F. Hydrophilidae																		
<i>Dibolocelus</i> sp.	40	10	18	21	27	41	17	2	10	18	24	25	20	3	9	13	21	32
<i>Hydrophilus</i> sp.	41	9	29	22	32	46	10	1	11	11	29	19	19	1	7	14	26	22
F. Dytiscidae																		
<i>Cybister</i> sp.	39	9	25	23	39	33	12	4	0	19	20	20	17	7	5	19	38	30
<i>Eretes</i> sp.	20	11	12	20	37	29	0	6	8	11	19	17	11	3	4	13	21	25



ภาคผนวก ข

คุณภาพน้ำทางกายภาพ และเคมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University

All rights reserved

ตาราง 6 คุณภาพน้ำทางเคมีและกายภาพ ในเขตอำเภอบ้านธิ และอำเภอเมืองลำพูน จังหวัดลำพูน เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2547

จุดเก็บตัวอย่าง	พารามิเตอร์									
	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	pH	Turbidity (NTU)	Conductivity ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	$\text{NO}_3^- - \text{N}$ (mg/l)	$\text{NH}_4^+ - \text{N}$ (mg/l)	$\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$ (mg/l)	Air temperature ($^{\circ}\text{C}$)	Water temperature ($^{\circ}\text{C}$)
1. บ้านธิ	4.4	2.8	6.68	4.35	54.4	1.40	0.63	0.99	30.5	28.0
2. บ้านเหมืองกวั๊ก	2.2	2.2	6.75	3.50	157.0	1.30	0.79	0.70	36.2	29.5
3. บ้านสะแล้ง	2.6	1.8	6.83	2.03	99.2	1.10	0.74	0.06	34.0	30.0
4. บ้านแจ่ม	3.8	0.4	6.92	1.04	89.6	1.95	0.42	0.08	30.4	27.6
5. บ้านทุ่ง	4.0	0.8	6.32	4.46	208.0	1.20	0.29	0.20	29.5	28.0
6. บ้านสันริมปิง	3.1	0.3	7.26	5.12	214.0	2.30	0.56	0.19	27.8	25.0

ตาราง 7 คุณภาพน้ำทางเคมีและกายภาพ ในเขตอำเภอบ้านธิ และอำเภอเมืองลำพูน จังหวัดลำพูน เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2548

จุดเก็บตัวอย่าง	พารามิเตอร์									
	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	pH	Turbidity (NTU)	Conductivity ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	$\text{NO}_3^- - \text{N}$ (mg/l)	$\text{NH}_4^+ - \text{N}$ (mg/l)	$\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$ (mg/l)	Air temperature ($^{\circ}\text{C}$)	Water temperature ($^{\circ}\text{C}$)
1. บ้านธิ	6.0	1.5	6.40	2.96	170.0	1.20	2.22	0.40	30.7	32.0
2. บ้านเหมืองกวั๊ก	5.0	1.0	6.60	4.95	250.0	0.80	2.31	0.13	31.0	32.0
3. บ้านสะแล้ง	5.4	1.6	6.40	3.94	160.0	0.90	2.18	0.20	30.0	33.5
4. บ้านแจ่ม	5.0	0.6	7.13	2.67	210.0	0.50	1.84	0.25	31.0	33.0
5. บ้านทุ่ง	5.6	1.4	7.16	6.13	310.0	2.80	3.70	0.46	30.5	30.0
6. บ้านสันริมปิง	7.2	3.2	7.15	10.00	320.0	6.00	5.32	0.46	29.5	29.1

ตาราง 8 คุณภาพน้ำทางเคมีและกายภาพ ในเขตอำเภอบ้านธิ และอำเภอเมืองลำพูน จังหวัดลำพูน เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2547

จุดเก็บตัวอย่าง	พารามิเตอร์									
	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	pH	Turbidity (NTU)	Conductivity ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	$\text{NO}_3^- - \text{N}$ (mg/l)	$\text{NH}_4^+ - \text{N}$ (mg/l)	$\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$ (mg/l)	Air temperature ($^{\circ}\text{C}$)	Water temperature ($^{\circ}\text{C}$)
1. บ้านธิ	6.0	3.0	7.28	5.00	188.0	1.80	1.77	0.20	36.0	39.0
2. บ้านเหมืองกวั๊ก	4.0	1.6	6.50	14.19	145.0	4.60	1.97	0.18	38.0	35.5
3. บ้านสะแล้ง	4.8	2.4	6.37	9.23	134.0	3.10	1.21	0.11	36.5	34.5
4. บ้านแจ่ม	4.0	2.0	6.13	7.73	114.0	1.70	1.03	0.08	38.0	36.0
5. บ้านทุ่ง	8.0	4.4	8.54	1.34	294.0	1.10	0.32	0.43	40.0	35.0
6. บ้านสันริมปิง	5.0	3.2	6.47	1.64	371.0	1.40	5.00	0.13	35.0	29.0

ตาราง 9 คุณภาพน้ำทางเคมีและกายภาพ ในเขตอำเภอบ้านธิ และอำเภอเมืองลำพูน จังหวัดลำพูน เดือนกันยายน พ.ศ. 2548

จุดเก็บตัวอย่าง	พารามิเตอร์									
	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	pH	Turbidity (NTU)	Conductivity ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	$\text{NO}_3^- - \text{N}$ (mg/l)	$\text{NH}_4^+ - \text{N}$ (mg/l)	$\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$ (mg/l)	Air temperature ($^{\circ}\text{C}$)	Water temperature ($^{\circ}\text{C}$)
1. บ้านธิ	5.2	1.7	8.3	5.19	115.2	1.30	1.70	4.50	33.0	33.0
2. บ้านเหมืองกวั๊ก	5.7	0.1	6.76	4.95	119.6	0.90	0.85	0.46	32.0	34.0
3. บ้านสะแล้ง	5.0	2.0	6.87	11.31	188.0	2.20	1.25	0.14	30.0	30.0
4. บ้านแจ่ม	7.0	2.2	6.85	4.83	101.6	2.4	1.07	0.07	30.0	34.0
5. บ้านทุ่ง	2.4	1.2	7.05	5.35	116.0	2.40	0.46	0.47	30.0	29.5
6. บ้านสันริมปิง	2.6	1.8	7.09	4.95	111.0	1.70	0.44	0.10	26.5	27.5

ตาราง 10 คุณภาพน้ำทางเคมีและกายภาพ ในเขตอำเภอบ้านธิ และอำเภอเมืองลำพูน จังหวัดลำพูน เดือนตุลาคม พ.ศ. 2547

จุดเก็บตัวอย่าง	พารามิเตอร์									
	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	pH	Turbidity (NTU)	Conductivity ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	$\text{NO}_3^- - \text{N}$ (mg/l)	$\text{NH}_4^+ - \text{N}$ (mg/l)	$\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$ (mg/l)	Air temperature ($^{\circ}\text{C}$)	Water temperature ($^{\circ}\text{C}$)
1. บ้านธิ	8.0	2.4	7.04	4.25	63.7	1.70	0.78	0.34	37.0	29.0
2. บ้านเหมืองก๊วก	6.0	2.6	7.02	4.86	87.3	1.80	0.90	0.08	38.5	30.0
3. บ้านสะแล้ง	2.0	1.0	7.08	9.93	93.4	1.90	1.87	0.12	33.5	30.5
4. บ้านแจ่ม	5.0	2.4	7.42	3.37	75.3	1.80	0.62	0.12	33.5	28.0
5. บ้านทุ่ง	3.0	2.0	6.94	6.39	170.0	1.40	0.65	0.25	30.0	28.5
6. บ้านสันริมปิง	1.0	0.8	6.38	4.92	191.0	1.90	0.63	0.32	28.0	25.0

ตาราง 11 คุณภาพน้ำทางเคมีและกายภาพ ในเขตอำเภอบ้านธิ และอำเภอเมืองลำพูน จังหวัดลำพูน เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2548

จุดเก็บตัวอย่าง	พารามิเตอร์									
	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	pH	Turbidity (NTU)	Conductivity ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	$\text{NO}_3^- - \text{N}$ (mg/l)	$\text{NH}_4^+ - \text{N}$ (mg/l)	$\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$ (mg/l)	Air temperature ($^{\circ}\text{C}$)	Water temperature ($^{\circ}\text{C}$)
1. บ้านธิ	6.2	4.9	4.86	4.99	72.9	1.70	2.70	0.36	32.3	29.0
2. บ้านเหมืองก๊วก	7.6	2.7	5.80	3.84	66.5	2.20	0.89	0.08	38.5	31.5
3. บ้านสะแล้ง	6.4	1.2	6.48	1.23	75.3	0.80	1.81	0.08	32.2	30.5
4. บ้านแจ่ม	4.8	2.8	6.24	0.78	117.0	1.50	0.64	0.09	29.0	29.5
5. บ้านทุ่ง	1.8	1.3	5.60	5.23	201.0	1.60	0.65	0.35	25.0	26.0
6. บ้านสันริมปิง	1.7	1.1	4.09	4.94	241.0	1.80	1.65	0.18	26.5	23.0

ภาคผนวก ค

วิธีวิเคราะห์สถิติ

การวิเคราะห์สถิติแบบหลายตัวแปรด้วย MVSP (Multi Variate Statistic Package)

1. เข้าโปรแกรม MVSP คลิกเมนู File เลือก New
2. เลือกจำนวน Cases และจำนวน Variables ที่ใช้ คลิก O.K.
3. คลิกเลือกเมนู data เลือก edit data
4. คัดลอกข้อมูลจาก excel มาวาง
5. เลือกเมนู analyses เลือก Principal Component Analysis
6. เลือก centre data และ standardize data คลิก O.K.
7. เลือกเมนู graphs เลือก scatter plots เลือก cases คลิก O.K.
8. เลือกเมนู graphs เลือก scatter plots เลือก variables คลิก O.K.
9. เลือกเมนู analyses เลือก cluster analysis คลิก O.K.

ภาคผนวก ง

ตาราง 12 มาตรฐาน และวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินซึ่งไม่ใช่ทะเล

พารามิเตอร์	ค่าทางสถิติ	หน่วย	การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ แหล่งน้ำประเภทที่			
			1	2	3	4
คุณลักษณะทางกายภาพ และชีวภาพ 1. อุณหภูมิ 2. pH 3. DO 4. BOD 5. โคลิฟอร์มแบคทีเรีย - Total Coliform - Fecal Coliform	- - - 20%-ile 80%-ile 80%-ile	⁰ C - มิลลิกรัม/ลิตร ” MPN/100 ml ”	ธิ ธิ ธิ ธิ ธิ ธิ	ธิ’ 5-9 6 1.5 5,000 1,000	ธิ’ 5-9 4 2 20,000 1,000	ธิ’ 5-9 2 4 - -
พารามิเตอร์		หน่วย	ค่าสูงสุดที่ยอมรับให้มีในแหล่งน้ำประเภทที่ 2,3 และ 4			
สารประกอบอินทรีย์						
6. ไนเตรทในรูปไนโตรเจน (NO ₃ -N)		มิลลิกรัม/ลิตร	ต้องไม่เกินกว่า 5			
7. แอมโมเนียในรูปของไนโตรเจน (NH ₃ -N)		”	” 0.5			
สารเป็นพิษ						
8. ฟีนอล (Phenol)		”	” 0.05			
9. สารหนู (As)		”	” 0.01			
10. ไซยาไนต์ (CN)		”	” 0.005			

ตาราง 12 (ต่อ)

พารามิเตอร์	หน่วย	ค่าสูงสุดที่ยอมรับให้มีในแหล่งน้ำประเภทที่ 2,3 และ 4
โลหะหนัก		
11. ทองแดง (Cu)	มิลลิกรัม/ลิตร	ต้องไม่เกินกว่า 0.1
12. นิกเกิล (Ni)	”	” 0.1
13. แมงกานีส (Mn)	”	” 1
14. สังกะสี (Zn)	”	” 1
15.ปรอททั้งหมด (Total Hg)	”	” 0.002
16. แคดเมียม (Cd)	”	” 0.005*,0.05**
17. โครเมียม (Cr)	”	” 0.05
18. ตะกั่ว (Pb)	”	” 0.05
กัมมันตรังสี (Radioactivity)		
19. ค่ารังสีแอลฟา (Alpha)	เบ็กเคอเรล/ลิตร	” 0.1
20. ค่ารังสีเบตา (Beta)	”	” 1.0
สารเคมีที่ใช้ป้องกัน และกำจัดศัตรูพืช		
21. DDT	ไมโครกรัม/ลิตร	” 1
22. BHC	”	” 0.02
23. Dieldrin	”	” 0.1
24. Aldrin	”	” 0.1
25. Heptachlor and Heptachlor epoxide	”	” 0.2
26. Eldrin	”	ต้องตรวจไม่พบ

แหล่งที่มาของข้อมูล: ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริม และการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไปเล่ม 111 ตอนที่ 16 ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537

การแบ่งแหล่งน้ำผิวดินที่ไม่ใช่ทะเล

ประเภทที่ 1 ได้แก่ แหล่งน้ำที่มีสภาพตามธรรมชาติ โดยปราศจากน้ำที่จากกิจกรรมทุกประเภท และสามารถใช้เป็นประโยชน์เพื่อ

- (1) การอุปโภค และบริโภคโดยตรงผ่านการฆ่าเชื้อตามปกติก่อน
- (2) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน
- (3) การอนุรักษ์ระบบนิเวศของแหล่งน้ำ

ประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำที่จากกิจกรรมบางประเภท และสามารถใช้เป็นประโยชน์เพื่อ

- (1) การอุปโภค และบริโภคโดยตรงผ่านการฆ่าเชื้อตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
- (2) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ
- (3) การประมง
- (4) การว่ายน้ำ และกีฬาทางน้ำ

ประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำที่จากกิจกรรมบางประเภท และสามารถใช้เป็นประโยชน์เพื่อ

- (1) การอุปโภค และบริโภคโดยตรงผ่านการฆ่าเชื้อตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
- (2) การเกษตร

ประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำที่จากกิจกรรมบางประเภท และสามารถใช้เป็นประโยชน์เพื่อ

- (1) การอุปโภค และบริโภคโดยตรงผ่านการฆ่าเชื้อตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ
- (2) การอุตสาหกรรม

ประเภทที่ 5 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำที่จากกิจกรรมบางประเภท และสามารถใช้เป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

ภาคผนวก จ

วิธีวิเคราะห์คุณค่าอาหารในแมลงน้ำที่กินได้

วิธีวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน/ไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธีเจล์ด้าห์ล (ภาพ 40)

การย่อยสลาย (Digestion)

1. ชั่งตัวอย่างแห้งด้วยน้ำหนักที่แน่นอน ประมาณ 0.2 – 2.0 กรัม ลงในหลอดใส่สารตัวอย่าง ปริมาณของตัวอย่างที่จะใช้ขึ้นอยู่กับปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่าง
2. เติม Catalyst (K_2SO_4 15 กรัม และ $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 0.5 กรัม) และเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 25.0 มิลลิลิตร ลงไปในหลอดตามลำดับ สำหรับการเติมกรดให้เอียงหลอด และค่อย ๆ รินกรดลงด้านข้างโดยรอบ เพื่อให้กรดชะล้างตัวอย่างที่อาจติดอยู่ด้านข้างออกให้หมด เขย่าหลอดเบา ๆ
3. นำหลอดที่บรรจุตัวอย่างใส่ลงในภาชนะบรรจุหลอด (rack) และปิดปากหลอดด้วยฝาครอบหลอด
4. เปิดสวิทช์เครื่องย่อย (digestion unit) และเครื่องดักจับไอกรด (scrubber unit)
5. นำภาชนะบรรจุหลอดใส่ลงในแท่นความร้อนของเครื่องย่อย และเปิดระบบน้ำหล่อเย็น เพื่อให้ทำงาน (เปิดก๊อกน้ำ)
6. ให้ทำการย่อยตัวอย่างที่อุณหภูมิต่ำก่อน (pre heating)
7. ทำการย่อยตัวอย่างด้วยเครื่องย่อยที่อุณหภูมิ 350 – 400 องศาเซลเซียส และตั้งเวลาในการย่อย 120 นาที หรือจนกระทั่งการย่อยเสร็จสมบูรณ์ สังเกตได้จากสารละลายที่ได้มีสีเขียวอมฟ้าใส หลังจากเปิดไฟเครื่องย่อย และทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้องบนชุดพักตัวอย่างแล้วจึงนำไปกลั่นต่อไป (ให้ทำตัวเปรียบเทียบแบบลบล้างด้วยพร้อมกัน)

การกลั่น (Distillation)

1. เปิดสวิตช์เครื่องปั่นในโตรเจน
2. ตวงกรดบอริก 50.0 มิลลิลิตร ลงในขวดชมพูขนาด 250.0 มิลลิลิตร และเติมสารละลายอินดิเคเตอร์ผสมลงไป 0.5 – 1.0 มิลลิลิตร
3. นำเอาหลอดที่บรรจุสารตัวอย่างที่ผ่านการย่อยแล้ว และขวดรูปชมพู่ที่บรรจุกรดบอริกเข้าระบบเครื่องกลั่น (อาจเติมน้ำกลั่นและด่างก่อน โดยไม่จำเป็นต้องตั้งการเติมจากโปรแกรมก็ได้)
4. ตั้งโปรแกรมในการกลั่น โดยกำหนดการเติมน้ำกลั่นปริมาตรประมาณ 30.0 – 50.0 มิลลิลิตร (เวลา 1 นาทีเครื่องจะเติมน้ำกลั่น หรือด่างให้ประมาณ 15 มิลลิลิตร) เพื่อเจือจางเกลือแอมโมเนียมที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนการย่อย กำหนดการเติมสารละลายด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 40 จำนวน 50.0 – 80.0 มิลลิลิตร (เติมด่างมากน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณกรดที่เหลือจากการย่อย และต้องเติมในปริมาณที่มากเกินไป มีค่าพีเอช (pH) ประมาณ 9 - 10) และตั้งเวลาในการกลั่นเพื่อให้ได้ปริมาตรที่กลั่นได้ไม่น้อยกว่า 200 มิลลิลิตร (ใช้เวลาประมาณ 5 – 7 นาที และเก็บสารที่กลั่นได้ด้วยกรดบอริก)
5. กดปุ่ม RUN ให้เครื่องเริ่มทำงานตามที่ตั้งโปรแกรมไว้
6. ทำการวิเคราะห์ซ้ำข้อ 2 – 5 สำหรับตัวอย่างถัดไป
7. เมื่อทำการกลั่นตัวอย่างเสร็จแล้ว ให้นำตัวอย่างที่กลั่นได้ (สีเขียวอมฟ้า) ไปไทเทรตในลำดับต่อไป

การไทเทรต (Titration)

1. นำสารละลายมาตรฐานซัลฟิวริก หรือกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มอล ใส่ในบิวเรต
2. นำตัวอย่าง และแบลนด์ (ตัวเปรียบเทียบ) ที่กลั่นได้มาไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานกรด จนได้จุดยุติ คือสังเกตเห็นสีชมพูปรากฏขึ้น และสารละลายมีสีเทาอมม่วง บันทึกปริมาตรกรดที่ใช้

การคำนวณ (Calculation)

- ร้อยละของไนโตรเจนคำนวณได้จากสมการ

$$\% \text{ Nitrogen} = \frac{1.401 \times (\text{ml.Hcl} - \text{ml.Blank}) \times \text{Normality of acid}}{\text{Weight of Sample}}$$

- ร้อยละของโปรตีนคำนวณได้จากสมการ

$$\% \text{ Protein} = \% \text{ Nitrogen} \times \text{factor}$$

เมื่อค่าคงที่ (factor) สำหรับเปลี่ยนปริมาณไนโตรเจนเป็นโปรตีนโดยทั่วไปมีค่า 6.25

ตาราง 13 ค่าคงที่สำหรับเปลี่ยนปริมาณไนโตรเจนเป็นโปรตีน

แหล่งโปรตีน	ค่าคงที่
นมและผลิตภัณฑ์นม	6.38
แป้งสาลี	5.70
บาร์เลย์ โอ๊ต ไรย์	5.83
ข้าว	5.95
ถั่วเหลือง	5.71
ถั่วและเมล็ดพืช	5.30
ไข่	6.68
เจลาติน	5.55
เนื้อสัตว์และอาหารทั่วไป	6.25

- หมายเหตุ
- ในกรณีของเบลนค์ (blank) ให้ทำการวิเคราะห์ทุกขั้นตอนเหมือนตัวอย่าง เพียงแต่ไม่ใส่ตัวอย่างลงไปเท่านั้น (น้ำหนักตัวอย่างเท่ากับศูนย์)
 - เมื่อเติมด่าง (40% NaOH) มากเกินไป สารละลายที่ได้จะมีสีดำ ถ้าไม่เป็นสีดำ จะต้องเติมด่างเพิ่ม (5 – 10 มิลลิลิตร) ก่อนการกลั่น



ภาพ 40 เครื่องวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน (Kjeldhal)

วิธีวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน

1. ชั่งอาหารแห้ง หรืออาหารสด ซึ่งป่นให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องป่นแล้ว ประมาณ 0.5 กรัม ใส่ลงใน Separatory funnel ขนาดบรรจุ 250 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลายผสม Chloroform-methanol ซึ่งผสมกันในอัตราส่วน 2:1 100 มิลลิลิตร ลงใน Separatory funnel นำไปเขย่าผสมด้วยเครื่องเขย่าไฟฟ้าที่อุณหภูมิห้องนาน 1 ชั่วโมง
3. เติม DDH_2O 22 มิลลิลิตร ลงใน Separatory funnel
4. เขย่าแรง ๆ ด้วยมือ แล้วนำ Separatory funnel วางตั้งทิ้งไว้ใน Cold Room ประมาณ 2 – 3 ชั่วโมง สารละลายจะแยกตัวออกเป็น 2 ชั้น ชั้นบนเป็น Aqueous phase และชั้นล่างเป็น Chloroform phase
5. ปลดปล่อยชั้น Chloroform ออกจาก Separatory funnel ลงในบีกเกอร์ที่ชั่งน้ำหนักแล้ว โดยใช้ที่เปิด-ปิด ส่วนล่างของ funnel
6. นำบีกเกอร์ไปไว้ใน Oven ซึ่งตั้งไว้ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนกระทั่ง Chloroform ระเหยออกหมด ส่วนที่เหลือคือไขมัน จึงนำบีกเกอร์ออกจาก Oven วางไว้ใน Desiccators 1 ชั่วโมง
7. ชั่งบีกเกอร์บรรจุไขมัน เมื่อห้กลับน้ำหนักของบีกเกอร์ออกจะทราบน้ำหนักของไขมันรวม

วิธีวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า

วิเคราะห์หาปริมาณเถ้าด้วยการเผา

1. เเผ crucible ที่สะอาดปราศจากแร่ธาตุในเตาเผา (Muffle furnace) (ภาพ 41) ที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส 15 นาที
2. ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องแล้วเก็บไว้ใน Desiccator (ภาพ 42) ประมาณ 20 นาที ทำการชั่งน้ำหนักของ crucible โดยใช้เครื่องชั่งที่มีมาตรวัดละเอียด สามารถวัดได้ถึงทศนิยม 4 ตำแหน่ง
3. ชั่งอาหารแห้งปริมาณพอเหมาะใน crucible (ประมาณ 1 ใน 4 ของ crucible)
4. เตรียมเตาเผาโดยตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 450 องศาเซลเซียส แล้วนำ crucible ที่บรรจุอาหารใส่ไว้ในเตาเป็นเวลาอย่างน้อย 4 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งการเผาสมบูรณ์แล้วปิดสวิตช์เตาเผา และทิ้ง crucible ไว้ให้เย็นในเตาเผา
5. นำเอา crucible ออกจากเตาเผาในเช้าของวันรุ่งขึ้น และใส่ไว้ใน Desiccators จนกระทั่งน้ำหนักคงที่
6. ชั่งน้ำหนัก Crucible รวมทั้งชี้เถ้าไว้

การคำนวณ

กำหนดให้น้ำหนักของ Crucible เปล่า = a กรัม

น้ำหนักของตัวอย่างอาหารใน Crucible = b กรัม

น้ำหนักของชี้เถ้า + น้ำหนักของ Crucible = c กรัม

ดังนั้น น้ำหนักของชี้เถ้า (กรัม/100 กรัม อาหารแห้ง) = $\frac{c - a}{b} \times 100$



ภาพ 41 เตาเผา (Muffle furnace)



ภาพ 42 Desiccators

วิธีวิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรต

ใช้วิธีการคำนวณโดยการหักลบค่าของความชื้น โปรตีน ไขมัน และจีเถ้า ออกจาก 100

วิธีวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใย

1. นำตัวอย่างอาหารที่ผ่านการสกัดไขมัน และอบเอาความชื้นออกแล้ว ไล่ลงในบีกเกอร์ 600 ซีซี ถ้าอาหารมีเปอร์เซ็นต์แป้งสูงให้ใส่ Asbestos 1 กรัม
2. เติมกรดกำมะถัน 1.25% 200 ซีซี ที่ต้มจนเดือด
3. นำไปต้ม (Reflux) โดยเครื่องวิเคราะห์หาเยื่อใยให้เดือด 30 นาที
4. นำออกมากรองด้วย Buchner Funnel ที่มีผ้าลินินขึงอยู่ และต่อกับ Filtering Flask โดยอาศัย Suction Pump ช่วย ล้างตะกอนจนหมดกรดด้วยน้ำร้อน (ทดสอบด้วยกระดาษ लिस्मัท)
5. ถ่ายตะกอนลงในบีกเกอร์ใบเดิม เติมน้ำโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.25% 200 ซีซี ที่ต้มจนเดือดแล้วรีบนำเข้าเครื่องวิเคราะห์หาเยื่อใย แล้วต้มให้เดือด เป็นเวลา 30 นาที
6. นำสารที่ได้ออกจากเครื่องย่อยแล้วกรองเช่นเดียวกับข้อ 4 ล้างตะกอนจนหมดด้วยน้ำสะอาดแล้วล้างด้วยแอลกอฮอล์ประมาณ 15 – 25 ซีซี
7. ถ้าใช้ผ้าลินินกรองต้องถ่ายตะกอนออกจากผ้าไล่ลงไป Crucible พยายามขูดตะกอนด้วยช้อน และ Spatula จากผ้าให้หมดเท่าที่จะทำได้ ต้องทำอย่างระมัดระวังเพื่อไม่ให้ตะกอนตกหรือหกหล่นได้
8. นำออกมาทิ้งให้เย็นใน Desiccators แล้วชั่งน้ำหนักให้คงที่
9. นำ Crucible ที่มีตะกอนอยู่ไปเผาที่ 600 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที หรือนานกว่านี้ ทิ้งให้เย็นใน Desiccators ชั่งน้ำหนักที่หายไป ซึ่งก็คือ น้ำหนักของเยื่อใย

การคำนวณ

$$\% \text{ CF} = \frac{(A - B)}{W} \times 100$$

$$\text{CF} = \text{เยื่อใยทั้งหมด}$$

$$A = \text{น้ำหนัก Crucible} + \text{น้ำหนักที่ย่อยหลังจากอบแห้งแล้ว}$$

$$B = \text{น้ำหนัก Crucible} + \text{น้ำหนักถ้ำหลังจากเผาแล้ว}$$

$$W = \text{น้ำหนักของอาหารที่หาเยื่อใย}$$

ข้อควรระวัง

1. ตัวอย่างต้องปราศจากไขมัน และความชื้น
2. ความเข้มข้นของกรด และค่าต้องตรงมาตรฐานที่กำหนด
3. ปริมาณของกรด และค่าที่ใช้ต้อง 200 ซีซี
4. ใช้เวลา 30 นาที ตรง ห้ามเกินหรือขาด

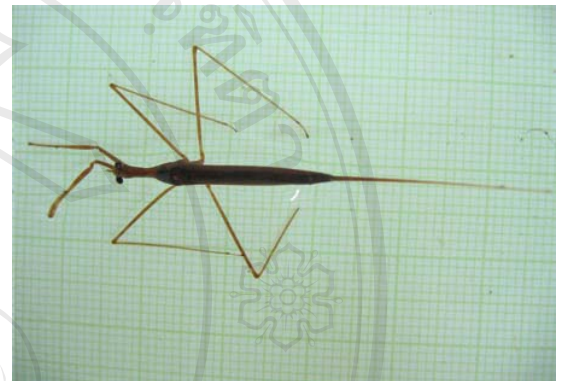
ภาคผนวก จ

แมลงน้ำที่กินได้ที่พบ

Order Hemiptera



Family: Notonectidae
 Common Name: Backswimmers
 ชื่อไทย: มวนวน มวนกรรเชียง
 แมงหัวควาย



Family: Nepidae
 Common Name: Waterscorpion
 ชื่อไทย: แมลงป่องน้ำ แมลงคันโซ่
 แมงสี่เสียด



Family: Notonectidae
 Common Name: Giant water bugs
 ชื่อไทย: แมลงดานา แมงดา

Order Odonata



Family: Gomphidae

Common Name: Clubtails

ชื่อไทย: ตัวอ่อนแมลงปอ แมลงหน้าจ้ำ
แมลงระงำ แมงหน้าจ้ำ แมงอีนิ้ว



Family: Corduliidae

Common Name: Greeneyed skimmers

ชื่อไทย: ตัวอ่อนแมลงปอ แมลงหน้าจ้ำ
แมลงระงำ แมงหน้าจ้ำ แมงอีนิ้ว



Family: Aeshnidae

Common Name: Darners

ชื่อไทย: ตัวอ่อนแมลงปอ แมลงหน้าจ้ำ
แมลงระงำ แมงหน้าจ้ำ แมงอีนิ้ว



Family: Libellulidae

Common Name: Common skimmers

ชื่อไทย: ตัวอ่อนแมลงปอ แมลงหน้าจ้ำ
แมลงระงำ แมงหน้าจ้ำ แมงอีนิ้ว

Order Odonata (ต่อ)



Family: Zygoptera

Common Name: Narrowing damselflies

ชื่อไทย: ตัวอ่อนแมลงปอเข็ม แมงกระโช่
แมงหางแดง แมงอินน้ำขาว

Order Coleoptera



Family: Hydrophilidae

Common Name: Water scavenger beetles

ชื่อไทย: แมลงเหนียง แมลงจอดง้ำ
แมลงเหนียง



Family: Dytiscidae

Common Name: Predaceous diving beetles

ชื่อไทย: ตัวน้ำ แมลงข้าวสาร
แมลงข้าวสาร

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	นางสาววราภรณ์ น้อยโง
วัน เดือน ปี เกิด	จันทร์ 14 เมษายน 2523
ประวัติการศึกษา	- ประถมศึกษาจากโรงเรียนวัดบ้านแจ่ม ตำบลมะเขือแจ้ อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน - มัธยมศึกษาจากโรงเรียนสวนบุญโญปถัมภ์ ลำพูน ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน - วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2545
ภูมิลำเนา	เลขที่ 170 หมู่ 12 ตำบลบ้านกลาง อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน 51000
เบอร์ติดต่อ	06-587 1036
E-mail	taywaraporn@yahoo.com