

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
สมมติฐานงานวิจัย.....	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
ลักษณะทั่วไปของแม่น้ำลาว.....	7
นิยามและความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ.....	8
คุณภาพน้ำ.....	12
การสร้างและพัฒนาชุดกิจกรรม.....	17
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	20
3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	28
อุปกรณ์.....	28
สารเคมี.....	29
การกำหนดจุดศึกษา (สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา)	29
คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมีบางประการ.....	31

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
คุณภาพน้ำทางชีวภาพ.....	32
การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้.....	33
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	34
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	35
ตอนที่ 1 ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษาแต่ละจุด.....	35
ตอนที่ 2 คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี.....	45
ตอนที่ 3 คุณภาพน้ำทางชีวภาพ.....	62
ตอนที่ 4 การใช้ประโยชน์จากความหลากหลายของสาหร่ายขนาดใหญ่และ แมลงน้ำในการบ่งชี้คุณภาพน้ำโดยประเมินคุณภาพน้ำภาพรวม.....	86
ตอนที่ 5 การใช้ประโยชน์จากความหลากหลายของสาหร่ายขนาดใหญ่และ แมลงน้ำเพื่อสร้างคู่มือการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่ง น้ำธรรมชาติสำหรับนักเรียน.....	89
5 สรุปอภิปรายผล และ ข้อเสนอแนะ.....	94
สรุปผลการวิจัย.....	94
อภิปรายผล.....	96
ข้อเสนอแนะ.....	106
บรรณานุกรม.....	108
ประวัติผู้วิจัย.....	115
ภาคผนวก.....	116
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี.....	117
ภาคผนวก ข การศึกษาลักษณะพื้นที่ท้องน้ำ.....	119
ภาคผนวก ค ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ AARL PC Score	120
ภาคผนวก ง การประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้ดัชนีทางชีวภาพ BMWP Score และ LRL-AO Score.....	124
ภาคผนวก จ ตารางแสดงข้อมูล จากการเก็บตัวอย่างในแต่ละจุดศึกษา.....	131

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก จ การหาค่า IOC และ ค่า IOC จากผู้เชี่ยวชาญ.....	146
ภาคผนวก ข ภาพการทำกิจกรรมด้านสิ่งแวดล้อมศึกษาผ่านคู่มือฯ.....	147
ภาคผนวก ฅ แบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อคู่มือ.....	148
ภาคผนวก ญ รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....	149



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1	พิกัดและจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุดศึกษาของแม่น้ำลาว..... 29
4.1	ร้อยละของลักษณะพื้นที่ท้องน้ำที่สำรวจพบในจุดศึกษาที่ ML1..... 40
4.2	ร้อยละของลักษณะพื้นที่ท้องน้ำที่สำรวจพบในจุดศึกษาที่ ML2..... 41
4.3	ร้อยละของลักษณะพื้นที่ท้องน้ำที่สำรวจพบในจุดศึกษาที่ ML3..... 42
4.4	ร้อยละของลักษณะพื้นที่ท้องน้ำที่สำรวจพบในจุดศึกษาที่ ML4..... 43
4.5	ร้อยละของลักษณะพื้นที่ท้องน้ำที่สำรวจพบในจุดศึกษาที่ ML5..... 44
4.6	การจัดกลุ่มความคล้ายคลึงกันของจุดศึกษากับค่าปัจจัยทางกายภาพและเคมี เมื่อวิเคราะห์แบบ Cluster analysis..... 58
4.7	การประเมินคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีโดยใช้ AARL-PC Score..... 60
4.8	ดัชนีความหลากหลายของสาหร่ายขนาดใหญ่ที่พบในแม่น้ำลาวของแต่ละ จุดศึกษา ระหว่างเดือน กรกฎาคม 2553 – เดือน มิถุนายน 2554..... 63
4.9	การอธิบายความสัมพันธ์การจัดกลุ่มผลการศึกษาคความหลากหลายของ สาหร่ายขนาดใหญ่โดยวิธี Custer Analysis..... 66
4.10	การใช้สาหร่ายขนาดใหญ่ประเมินคุณภาพน้ำโดย LRL-AO Score..... 70
4.11	ดัชนีความหลากหลายของแมลงน้ำที่พบในแม่น้ำลาวของแต่ละจุดศึกษา ระหว่างเดือน กรกฎาคม 2553 – เดือน มิถุนายน 2554..... 73
4.12	ความสัมพันธ์ของความหลากหลายของแมลงน้ำเมื่อวิเคราะห์แบบ Cluster - Analysis..... 75
4.13	การใช้แมลงน้ำประเมินคุณภาพน้ำโดย LRL-AO Score..... 82
4.14	การใช้แมลงน้ำประเมินคุณภาพน้ำโดย BMWP Score และ ASPT..... 84
4.15	ผลการประเมินคุณภาพน้ำภาพรวมโดยใช้ค่า ASPT, LRL-AO Score และ AARL-PC Score..... 88
4.16	ผลการประเมินความสอดคล้องของคู่มือการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำใน แหล่งน้ำธรรมชาติสำหรับนักเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญ..... 91

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.17	ค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจในการใช้คู่มือการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำใน แหล่งน้ำธรรมชาติสำหรับนักเรียน.....	92



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
3.1 แผนที่จังหวัดเชียงราย แสดงตำแหน่งจุดศึกษา ในแม่น้ำลาว อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย.....	30
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานเกี่ยวกับการออกแบบชุดกิจกรรม.....	34
4.1 ลักษณะทั่วไปของจุดศึกษาที่ ML1.....	36
4.2 ลักษณะทั่วไปของจุดศึกษาที่ ML2.....	36
4.3 ลักษณะทั่วไปของจุดศึกษาที่ ML3.....	37
4.4 ลักษณะทั่วไปของจุดศึกษาที่ ML4.....	38
4.5 ลักษณะทั่วไปของจุดศึกษาที่ ML5.....	38
4.6 สัญลักษณ์แสดงความหมายลักษณะพื้นที่ท้องน้ำ.....	39
4.7 ลักษณะพื้นที่ท้องน้ำบริเวณจุดศึกษาที่ ML1.....	40
4.8 ลักษณะพื้นที่ท้องน้ำบริเวณจุดศึกษาที่ ML2.....	41
4.9 ลักษณะพื้นที่ท้องน้ำบริเวณจุดศึกษาที่ ML3.....	42
4.10 ลักษณะพื้นที่ท้องน้ำบริเวณจุดศึกษาที่ ML4.....	43
4.11 ลักษณะพื้นที่ท้องน้ำบริเวณจุดศึกษาที่ ML5.....	44
4.12 อุณหภูมิอากาศของจุดศึกษา ML1 ถึง ML5 ระหว่างเดือน กรกฎาคม 2553 ถึง มิถุนายน 2554	45
4.13 อุณหภูมิน้ำของจุดศึกษา ML1 ถึง ML5 ระหว่างเดือน กรกฎาคม 2553 ถึง มิถุนายน 2554	46
4.14 ความเร็วกระแสน้ำของจุดศึกษา ML1 ถึง ML5 ระหว่างเดือน กรกฎาคม 2553 ถึง มิถุนายน 2554	47
4.15 ความเป็นกรดด่าง (pH) ของจุดศึกษา ML1 ถึง ML5 ระหว่างเดือน กรกฎาคม 2553 ถึง มิถุนายน 2554.....	48
4.16 ค่าการนำไฟฟ้าของจุดศึกษา ML1 ถึง ML5 ระหว่างเดือน กรกฎาคม 2553 ถึง มิถุนายน 2554.....	49
4.17 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ ของจุดศึกษา ML1 ถึง ML5 ระหว่างเดือน กรกฎาคม 2553 – มิถุนายน 2554.....	50

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.18 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ของจุดศึกษา ML1 ถึง ML5ระหว่างเดือน กรกฎาคม 2553 – มิถุนายน 2554.....	51
4.19 ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ของจุดศึกษา ML1 ถึง ML5 ระหว่างเดือน กรกฎาคม 2553 – มิถุนายน 2554	52
4.20 ค่าไนเตรด-ไนโตรเจน ของจุดศึกษา ML1 ถึง ML5 ระหว่างเดือน กรกฎาคม 2553 – มิถุนายน 2554.....	53
4.21 ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนของจุดศึกษา ML1 ถึง ML5 ระหว่างเดือน กรกฎาคม 2553 – มิถุนายน 2554.....	54
4.22 ปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ของจุดศึกษาML1ถึง ML5ระหว่างเดือน กรกฎาคม 2553ถึง มิถุนายน 2554.....	55
4.23 ค่าความขุ่นของน้ำในจุดศึกษา ML1 ถึง ML5 ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2553 ถึง มิถุนายน 2554.....	56
4.24 ความสัมพันธ์ระหว่างจุดศึกษาและการเก็บแต่ละครั้งกับผลการศึกษาทาง กายภาพเคมี.....	57
4.25 ความสัมพันธ์แบบ PCA ของจุดศึกษาแต่ละจุดที่สัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพ และเคมีบางประการ.....	59
4.26 ร้อยละของความหลากหลายของสาหร่ายขนาดใหญ่ในแต่ละเดือนซึ่งพบใน แม่น้ำลาวระหว่างเดือน กรกฎาคม 2553 – เดือน มิถุนายน 2554.....	62
4.27 การจัดกลุ่มผลการศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายขนาดใหญ่โดยวิธี Cluster Analysis ที่มีความสัมพันธ์กับพื้นที่จุดศึกษา.....	65
4.28 ความสัมพันธ์แบบ PCA ของสาหร่ายขนาดใหญ่ที่สัมพันธ์กับจุดศึกษา.....	67
4.29 ความสัมพันธ์ของสาหร่ายขนาดใหญ่ที่สัมพันธ์กับจุดศึกษาและปัจจัยทาง กายภาพและเคมีบางประการ.....	67

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.30	สำหรับขนาดใหญศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบ.....	69
4.31	ร้อยละของความหลากหลายของแมลงน้ำในแต่ละอันดับซึ่งพบในแม่น้ำลาว ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2553 – เดือน มิถุนายน 2554.....	72
4.32	ความสัมพันธ์ของดัชนีความหลากหลายของแมลงน้ำโดยวิธี Custer Analysis	75
4.33	การวิเคราะห์ความโดดเด่นของแมลงน้ำกับจุดศึกษา ML1-ML5.....	77
4.34	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบ PCA ของแมลงน้ำกับจุดศึกษา ML1-ML5 และปัจจัยทางกายภาพ-เคมี บางประการ.....	77
4.35	ตัวอย่างแมลงน้ำที่พบ ศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ.....	78
4.36	ตัวอย่างแมลงน้ำที่พบ ศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ.....	79
4.37	ตัวอย่างแมลงน้ำที่พบ ศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ.....	80
4.38	ตัวอย่างแมลงน้ำที่พบ ศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ.....	81
4.39	สัญลักษณ์แสดงระดับคุณภาพน้ำ ASPT.....	86
4.40	สัญลักษณ์แสดงระดับคุณภาพน้ำ LRL-AO Score.....	86
4.41	สัญลักษณ์แสดงระดับคุณภาพน้ำ AARL PC Score.....	87