

## สารบัญ

หัวข้อ	หน้า	
กิตติกรรมประกาศ .....	ก	
บทคัดย่อ .....	ข	
ABSTRACT .....	ง	
สารบัญ .....	ฉ	
สารบัญตาราง .....	ช	
สารบัญภาพ .....	ฎ	
<b>บทที่ 1</b>	<b>บทนำ</b> .....	1
	1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา .....	1
	1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย .....	3
	1.3 ขอบเขตการวิจัย .....	3
	1.4 ทฤษฎี สมมุติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวความคิดของ โครงการวิจัย .....	3
	1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ .....	5
<b>บทที่ 2</b>	<b>ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b> .....	6
	2.1 แม่น้ำที่สำคัญในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....	6
	2.2 ระบบการจำแนกปลาในปัจจุบัน .....	8
	2.3 การจำแนกกลุ่มปลาปักเป้าในประเทศไทย.....	31
	2.4 การศึกษาโครโมโซม	33
	2.5 การศึกษาระดับโมเลกุล	38
	2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	42
<b>บทที่ 3</b>	<b>วิธีดำเนินการวิจัย</b> .....	49
	3.1 ข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล .....	49
	3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	49
	3.3 เครื่องมือในการวิจัย .....	49
	3.4 ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย .....	49

## สารบัญ (ต่อ)

หัวเรื่อง	หน้า
บทที่ 4	ผลการศึกษา ..... 58
	4.1 ความหลากหลายชนิดของปลาปักเป้า และการศึกษาพันธุศาสตร์เซลล์.. 58
	4.2 ผลการสกัดดีเอ็นเอจากเนื้อเยื่อปลาปักเป้า..... 79
	4.3 การสร้างเครื่องหมายดีเอ็นเอแบบบาร์โค้ดของปลาปักเป้า ..... 80
	4.4 การสร้างการสร้ากลายพิมพ์ดีเอ็นเอเพื่อตรวจสอบความแตกต่าง ทางพันธุกรรมของปลาปักเป้าที่พบในแม่น้ำสายหลักในภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ 3 สาย คือ แม่น้ำโขง แม่น้ำชี และ แม่น้ำมูล ..... 81
บทที่ 5	สรุป และวิจารณ์ผลการวิจัย ..... 92
	5.1 สรุปผลการวิจัย ..... 92
	5.2 อภิปรายผลการวิจัย ..... 97
	5.3 ข้อเสนอแนะในงานวิจัยครั้งต่อไป..... 100
บรรณานุกรม	..... 101
ภาคผนวก ก.	การเตรียมสารเคมี ..... 107
ประวัตินักวิจัย	..... 114

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 2.1	ความแตกต่างระหว่างปลากระดูกอ่อนและปลากระดูกแข็ง .....	12
ตารางที่ 2.2	รายงานการศึกษาพันธุศาสตร์เซลล์ของปลาในวงศ์ปลาปักเป้า (family Tetraodontidae) .....	43
ตารางที่ 3.1	ส่วนประกอบของสารละลายที่ใช้ในปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส เพื่อสร้างเครื่องหมายดีเอ็นเอแบบบาร์โค้ด .....	54
ตารางที่ 3.2	ลำดับนิวคลีโอไทด์ของไพรเมอร์ 10 ชนิด ที่ใช้การวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ของปลาด้วยเทคนิค RAPD .....	56
ตารางที่ 3.3	ส่วนประกอบของสารละลายที่ใช้ในปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส ด้วยวิธีการ RAPD .....	56
ตารางที่ 4.1	ความหลากหลายชนิดของปลาปักเป้าที่ศึกษา .....	58
ตารางที่ 4.2	พันธุศาสตร์เซลล์ของปลาวงศ์ปลาปักเป้า 5 ชนิด ในประเทศไทย (NF = fundamental number; $2n$ = diploid number; $m$ = metacentric chromosome; $sm$ = submetacentric chromosome; $a$ = acrocentric chromosome และ $t$ = telocentric chromosome) .....	61
ตารางที่ 4.3	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 260 นาโนเมตร และ 280 นาโนเมตร ของ ดีเอ็นเอจากเนื้อเยื่อปลาปักเป้า .....	79
ตารางที่ 4.4	แสดงจำนวนชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่สามารถเพิ่มปริมาณได้ จากไพรเมอร์ RAPD ทั้ง 10 ชนิด .....	81
ตารางที่ 5.1	ตัวอย่างปลาปักเป้าที่พบในแหล่งน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือของ ประเทศไทย .....	92
ตารางที่ 5.2	ระยะห่างระหว่างพันธุกรรมของปลาปักเป้าทั้ง 3 ชนิด ที่นำมาสร้าง ลายพิมพ์ดีเอ็นเอด้วยวิธี RAPD-PCR .....	95

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
ภาพที่ 2.1	แม่น้ำที่สำคัญในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ .....	7
ภาพที่ 2.2	แสดงกลุ่มปลาที่มีชีวิตอยู่ในปัจจุบัน .....	12
ภาพที่ 2.3	ลักษณะภายนอกของปลากระดูกอ่อน .....	13
ภาพที่ 4.1	ปลาปักเป้าที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ปลาปักเป้าน้ำดำ (ก.) ปลาปักเป้าควาย (ข.) ปลาปักเป้าทองตาข่าย (ค.) ปลาปักเป้าเขียว (ง.) และปลาปักเป้าเขียวจุด (จ.) .....	59
ภาพที่ 4.2	เมทาเฟสโครโมโซม (ก.) และแคริโอไทป์ (ข.) ของปลาปักเป้าน้ำดำ ( <i>Tetraodon cochinchinensis</i> ) เพศผู้ มีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ (2n) 40 แท่ง ด้วยวิธีการย้อมสีแบบธรรมดา (สเกลบาร์เท่ากับ 5 ไมโครเมตร) .....	63
ภาพที่ 4.3	เมทาเฟสโครโมโซม (ก.) และแคริโอไทป์ (ข.) ของปลาปักเป้าน้ำดำ ( <i>Tetraodon cochinchinensis</i> ) เพศเมีย มีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ (2n) 40 แท่ง ด้วยวิธีการย้อมสีแบบธรรมดา (สเกลบาร์เท่ากับ 5 ไมโครเมตร) .....	64
ภาพที่ 4.4	เมทาเฟสโครโมโซม (ก.) และแคริโอไทป์ (ข.) ของปลาปักเป้าน้ำดำ ( <i>Tetraodon cochinchinensis</i> ) เพศผู้ มีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ (2n) 40 แท่ง ด้วยวิธีการย้อมแถบสีแบบนอร์ลูกศรชี้แสดงตำแหน่งนอร์ (สเกลบาร์เท่ากับ 5 ไมโครเมตร) .....	65
ภาพที่ 4.5	เมทาเฟสโครโมโซม (ก.) และแคริโอไทป์ (ข.) ของปลาปักเป้าน้ำดำ ( <i>Tetraodon cochinchinensis</i> ) เพศเมีย มีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ (2n) 40 แท่ง ด้วยวิธีการย้อมแถบสีแบบนอร์ลูกศรชี้แสดงตำแหน่งนอร์ (สเกลบาร์เท่ากับ 5 ไมโครเมตร) .....	66
ภาพที่ 4.6	เมทาเฟสโครโมโซม (ก.) และแคริโอไทป์ (ข.) ของปลาปักเป้าควาย ( <i>Tetraodon suvattii</i> ) เพศผู้มีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ (2n) 40 แท่ง ด้วยวิธีการย้อมสีแบบธรรมดา (สเกลบาร์เท่ากับ 5 ไมโครเมตร) .....	67

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ภาพที่ 4.7	เมทาเฟสโครโมโซม (ก.) และแคริโอไทป์ (ข.) ของปลาปักเป้าควาย ( <i>Tetraodon suvattii</i> ) เพศเมีย มีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ (2n) 40 แท่ง ด้วยวิธีการย้อมสีแบบธรรมดา (สเกลบาร์เท่ากับ 5 ไมโครเมตร) .....	68
ภาพที่ 4.8	เมทาเฟสโครโมโซม (ก.) และแคริโอไทป์ (ข.) ของปลาปักเป้าควาย ( <i>Tetraodon suvattii</i> ) เพศผู้มีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ (2n) 40 แท่ง ด้วยวิธีการย้อมสีแบบนอร์ (สเกลบาร์เท่ากับ 5 ไมโครเมตร) .....	69
ภาพที่ 4.9	เมทาเฟสโครโมโซม (ก.) และแคริโอไทป์ (ข.) ของปลาปักเป้าควาย ( <i>Tetraodon suvattii</i> ) เพศเมีย มีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ (2n) 40 แท่ง ด้วยวิธีการย้อมสีแบบนอร์ (สเกลบาร์เท่ากับ 5 ไมโครเมตร) .....	70
ภาพที่ 4.10	เมทาเฟสโครโมโซม (ก.) และแคริโอไทป์ (ข.) ของปลาปักเป้าห้องตาข่าย ( <i>Tetraodon palembangensis</i> ) เพศผู้ มีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ (2n) 36 แท่ง ด้วยวิธีการย้อมสีแบบธรรมดา (สเกลบาร์เท่ากับ 5 ไมโครเมตร) .....	71
ภาพที่ 4.11	เมทาเฟสโครโมโซม (ก.) และแคริโอไทป์ (ข.) ของปลาปักเป้าห้องตาข่าย ( <i>Tetraodon palembangensis</i> ) เพศเมีย มีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ (2n) 36 แท่ง ด้วยวิธีการย้อมสีแบบธรรมดา (สเกลบาร์เท่ากับ 5 ไมโครเมตร) .....	72
ภาพที่ 4.12	เมทาเฟสโครโมโซม (ก.) และแคริโอไทป์ (ข.) ของปลาปักเป้าห้องตาข่าย ( <i>Tetraodon palembangensis</i> ) เพศผู้ มีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ (2n) 36 แท่ง ด้วยวิธีการย้อมสีแบบนอร์ (สเกลบาร์เท่ากับ 5 ไมโครเมตร) .....	73
ภาพที่ 4.13	เมทาเฟสโครโมโซม (ก.) และแคริโอไทป์ (ข.) ของปลาปักเป้าห้องตาข่าย ( <i>Tetraodon palembangensis</i> ) เพศผู้ มีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ (2n) 36 แท่ง ด้วยวิธีการย้อมสีแบบนอร์ (สเกลบาร์เท่ากับ 5 ไมโครเมตร) .....	74

### สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ภาพที่ 4.14	เมทาเฟสโครโมโซม (ก.) และแคริโอไทป์ (ข.) ของปลาปักเป้าเขียว ( <i>Tetraodon fluviatilis</i> ) เพศผู้ มีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ (2n) 40 แท่ง ด้วยวิธีการย้อมสีแบบธรรมดา (สเกลบาร์เท่ากับ 5 ไมโครเมตร) .....	75
ภาพที่ 4.15	เมทาเฟสโครโมโซม (ก.) และแคริโอไทป์ (ข.) ของปลาปักเป้าเขียว ( <i>Tetraodon fluviatilis</i> ) เพศเมีย มีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ (2n) 40 แท่ง ด้วยวิธีการย้อมสีแบบธรรมดา (สเกลบาร์เท่ากับ 5 ไมโครเมตร) .....	76
ภาพที่ 4.16	เมทาเฟสโครโมโซม (ก.) และแคริโอไทป์ (ข.) ของปลาปักเป้าเขียว ( <i>Tetraodon fluviatilis</i> ) เพศเมีย มีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ (2n) 40 แท่ง ด้วยวิธีการย้อมสีนอร์ (สเกลบาร์เท่ากับ 5 ไมโครเมตร) .....	77
ภาพที่ 4.17	เมทาเฟสโครโมโซมและแคริโอไทป์ของปลาปักเป้าเขียวจุด ( <i>Dichotomyctere nigroviridis</i> ) มีจำนวนโครโมโซม ดิพลอยด์เท่ากับ (2n) 42 แท่ง ด้วยวิธีการย้อมสีแบบธรรมดา (ก. และ ค.) และการย้อมแถบสีแบบนอร์ (ข.) กรอบสี่เหลี่ยมเล็กแสดงตำแหน่งนอร์ (สเกลบาร์เท่ากับ 5 ไมโครเมตร) .....	78
ภาพที่ 5.1	UPGMA dendrogram from RAPD analysis of Puffer fish from three river basin in northeast of Thailand. Divide three-group population in Puffer fish	94