

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ช
สารบัญ	ซ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
อักษรย่อและสัญลักษณ์	ฏ
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	
วัตถุประสงค์ของการศึกษา	1
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษาเชิงทฤษฎีและ/เชิงประยุกต์	2
นิยามศัพท์เฉพาะ	2
ขอบเขตการศึกษา	3
<b>บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	
โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของกรดนิวคลีอิก	4
ดีเอ็นเอที่เป็นเบสซ้ำ (Repetitive DNA)	8
ประโยชน์และการประยุกต์ใช้ดีเอ็นเอในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์	12
เทคนิค PCR กับการตรวจรูปแบบดีเอ็นเอ	15
การแยกขนาดดีเอ็นเอโดยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิส (Electrophoresis of DNA)	18
เจลพอลิอะครีลาไมด์ (Polyacrylamide gel)	20
ดีเอ็นเอในการวิเคราะห์ประชากร	20
สมดุลของฮาร์ดีและไวน์เบิร์ก (Hardy-Weinberg equilibrium: HWE)	21
การประมาณค่าความหลากหลายทางพันธุกรรม (Estimation of genetic diversity)	22
ค่ากำลังการแยกแยะ (Power of Discrimination: PD)	23
ค่ากำลังการคัดออก (Power of Exclusion: PE)	23
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	24

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
<b>บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง</b>	
สถานที่ทำวิจัย	33
วัสดุและอุปกรณ์ในการทดลอง	33
สารเคมีในการทดลอง	34
วิธีการทดลอง	35
<b>บทที่ 4 ผลการทดลอง</b>	
ผลการวิเคราะห์ลักษณะของอัลลีลต่าง ๆ ของดีเอ็นเอไมโครแซทเทลไลท์ ที่ตำแหน่ง DXS101 ในกลุ่มประชากรคนไทยภาคเหนือจำนวน 137 คน	40
ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางพันธุกรรมของดีเอ็นเอไมโครแซทเทลไลท์ที่ ตำแหน่ง DXS101 ในกลุ่มประชากรคนไทยภาคเหนือ จำนวน 137 คน	48
ผลการหาค่าความถี่ของอัลลีลต่าง ๆ ของดีเอ็นเอไมโครแซทเทลไลท์และ การประเมินประสิทธิภาพของดีเอ็นเอไมโครแซทเทลไลท์ที่ตำแหน่ง DXS101	51
ผลการทดสอบความเป็นอิสระต่อกัน (Linkage equilibrium)	66
<b>บทที่ 5 อภิปรายผลการทดลอง</b>	83
<b>บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง</b>	91
<b>บรรณานุกรม</b>	93
<b>ภาคผนวก</b>	98
ภาคผนวก ก ขั้นตอนการแยกแถบดีเอ็นเอ การย้อมดีเอ็นเอ ขั้นตอนการตกตะกอนดีเอ็นเอ และการเตรียมสารละลายในการ เพิ่มปริมาณสารพันธุกรรม	99
ภาคผนวก ข การคำนวณค่าสัดส่วนความน่าจะเป็นของการตรวจพิสูจน์ตามลักษณะ การถ่ายทอดโครโมโซมแบบ Single allele และ Female sibling	104
ภาคผนวก ค ลำดับเบสของดีเอ็นเอไมโครแซทเทลไลท์ที่ตำแหน่ง DXS101 ของอัลลีลที่ 19	118
<b>ประวัติผู้เขียน</b>	120

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงช่วงการซ้ำของชุดเบสที่พบในแต่ละอัลลีลของดีเอ็นเอไมโครแซทเทลไลท์ที่ตำแหน่ง DXS101 ที่ตรวจสอบด้วยเครื่องอัตโนมัติ	42
2 แสดงลักษณะพันธุกรรมที่พบในตำแหน่ง DXS101 ของกลุ่มประชากรเพศหญิงที่อาศัยอยู่ในภาคเหนือของประเทศไทย จำนวน 137 คน	49
3 แสดงจำนวนและค่าความถี่ของแต่ละอัลลีลในดีเอ็นเอไมโครแซทเทลไลท์ที่ตำแหน่ง DXS101	52
4 แสดงค่าความถี่ที่ได้จากการคำนวณของแต่ละลักษณะที่พบในกลุ่มตัวอย่างของอาสาสมัครจำนวนทั้งหมด 137 คน ของดีเอ็นเอไมโครแซทเทลไลท์ที่ตำแหน่ง DXS101	54
5 แสดงสูตรการคำนวณและค่าที่ได้จากการคำนวณของกำลังการแยกแยะในผู้หญิง ( $PD_F$ ) ของดีเอ็นเอไมโครแซทเทลไลท์ที่ตำแหน่ง DXS101	56
6 แสดงสูตรการคำนวณและค่าที่ได้จากการคำนวณของกำลังการแยกแยะในผู้ชาย ( $PD_M$ ) ของดีเอ็นเอไมโครแซทเทลไลท์ที่ตำแหน่ง DXS101	57
7 แสดงค่าที่ได้จากการคำนวณค่ากำลังการคัดออก (PE trio) ในกรณีที่เกิดหญิงมากับมารดาแท้ ๆ แล้วกล่าวหาว่าชายผู้ถูกกล่าวหาเป็นบิดาของตน ของดีเอ็นเอไมโครแซทเทลไลท์ที่ตำแหน่ง DXS101	59
8 แสดงค่าที่ได้จากการคำนวณค่ากำลังการคัดออก (PE motherless) ในกรณีที่เกิดหญิงมากกล่าวหาว่าชายผู้ถูกกล่าวหาเป็นบิดาของตนและไม่มีมารดาตรวจด้วย ดีเอ็นเอไมโครแซทเทลไลท์ที่ตำแหน่ง DXS101	60
9 แสดงค่าที่ได้จากการคำนวณค่า Heterozygosity ( $H_{\text{expected}}$ ) ของดีเอ็นเอไมโครแซทเทลไลท์ที่ตำแหน่ง DXS101	62
10 แสดงการคำนวณค่าสมดุลฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก (Hardy-Weinberg Equilibrium) โดยใช้ Chi-square test ( $\chi^2$ )	63
11 แสดงลักษณะทางพันธุกรรมระหว่าง ตำแหน่ง DXS101 กับ ตำแหน่ง DXS7130	67
12 แสดงการกระจายตัวของอัลลีลต่าง ๆ ที่พบ (Observed) ระหว่างตำแหน่ง DXS101 กับตำแหน่ง DXS7130 ในประชากรตัวอย่าง 83 ราย	71

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
13 แสดงการกระจายตัวของอัลลีลต่าง ๆ ที่คาดหวัง (Expected) ระหว่างตำแหน่ง DXS101 กับตำแหน่ง DXS7130 ในประชากรตัวอย่าง 83 ราย	72
14 ค่าที่ได้จากการคำนวณทางสถิติโดยใช้ Chi-square test ( $X^2$ ) ระหว่างตำแหน่ง DXS101 กับ ตำแหน่ง DXS7130 ในประชากรตัวอย่าง 83 ราย	73
15 แสดงลักษณะทางพันธุกรรม ระหว่าง ตำแหน่ง DXS101 กับ ตำแหน่ง DXS7132	75
16 แสดงการกระจายตัวของอัลลีลต่าง ๆ ที่พบ (Observed) ระหว่างตำแหน่ง DXS101 กับ ตำแหน่ง DXS7132 ในประชากรตัวอย่าง 83 ราย	79
17 แสดงการกระจายตัวของอัลลีลต่าง ๆ ที่คาดหวัง (Expected) ระหว่างตำแหน่ง DXS101 กับตำแหน่ง DXS7132 ในประชากรตัวอย่าง 83 ราย	80
18 ค่าที่ได้จากการคำนวณทางสถิติโดยใช้ Chi-square test ระหว่างตำแหน่ง DXS101 กับ ตำแหน่ง DXS7132 ในประชากรตัวอย่าง 83 ราย	81
19 แสดงผลรวมของค่ากำลังการแยกแยะ (Power of Discrimination) และผลรวมของค่ากำลังการคัดออก (Power of Exclusion)	88
20 แสดงสูตรการคำนวณค่าสัดส่วนความน่าจะเป็นในการตรวจความสัมพันธ์แบบ Single allele	89
21 แสดงสูตรการคำนวณค่าสัดส่วนความน่าจะเป็นในการตรวจความสัมพันธ์แบบ Female sibling	90
22 แสดงการคำนวณโอกาสการถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรมแบบต่าง ๆ ของแม่เทียบกับพ่อ	105
23 แสดงการคำนวณโอกาสการถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรมแบบต่าง ๆ ของแม่เทียบกับชาย ๆ ทั่วไป	106

## สารบัญภาพ

รูป	หน้า
1 โครงสร้างของนิวคลีโอไทด์ ประกอบด้วย น้ำตาล เบส และหมู่ฟอสเฟต	4
2 โครงสร้างเบสที่พบบนสายดีเอ็นเอ (ก) เบสพิริมิดีน (ข) เบสพิวรีน	5
3 สายนิวคลีโอไทด์ที่เชื่อมกันด้วยพันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์แสดงทิศทางจากปลาย 5'→3'	6
4 โครงสร้างเกลียวคู่ของดีเอ็นเอ (ก) มีน้ำตาลและหมู่ฟอสเฟตเป็นแกน (ข) มีเบสภายในทำ หน้าที่ยึดสายดีเอ็นเอเกลียวคู่ด้วยพันธะไฮโดรเจน (ค)	7
5 การเรียงตัวของเบสซ้ำลักษณะต่าง ๆ	10
6 การทำเทคนิคพีซีอาร์เพื่อเพิ่มปริมาณ DNA ภายนอกเซลล์	16
7 แสดงปริมาณดีเอ็นเอที่เพิ่มขึ้นในลักษณะ 2 <sup>n</sup> โดยเทคนิคพีซีอาร์	17
8 แสดงลักษณะแถบดีเอ็นเอแต่ละอัลลีลของอัลลีลมาตรฐาน (Allelic ladders) ในดีเอ็นเอไมโครแซทเทลไลต์ที่ตำแหน่ง DXS101	41
9 แสดงลักษณะแถบดีเอ็นเอของตัวอย่างเมื่อเทียบกับอัลลีลมาตรฐาน (Allelic ladders) ในดีเอ็นเอไมโครแซทเทลไลต์ที่ตำแหน่ง DXS101 ที่สร้างไว้	41
10 แสดง Electropherogram DNA sequencing data ของอัลลีล 19 ใน ดีเอ็นเอไมโครแซทเทลไลต์ที่ตำแหน่ง DXS101	43
11 แสดง Electropherogram DNA sequencing data ของอัลลีล 21 ใน ดีเอ็นเอไมโครแซทเทลไลต์ที่ตำแหน่ง DXS101	43
12 แสดง Electropherogram DNA sequencing data ของอัลลีล 22 ใน ดีเอ็นเอไมโครแซทเทลไลต์ที่ตำแหน่ง DXS101	44
13 แสดง Electropherogram DNA Sequencing Data ของอัลลีล 23 ใน ดีเอ็นเอไมโครแซทเทลไลต์ที่ตำแหน่ง DXS101	44
14 แสดง Electropherogram DNA sequencing data ของอัลลีล 24 ใน ดีเอ็นเอไมโครแซทเทลไลต์ที่ตำแหน่ง DXS101	45
15 แสดง Electropherogram DNA sequencing data ของอัลลีล 25 ใน ดีเอ็นเอไมโครแซทเทลไลต์ที่ตำแหน่ง DXS101	45

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูป	หน้า
16 แสดง Electropherogram DNA sequencing data ของอัลลีล 26 ใน ดีเอ็นเอไมโครแซทเทลไลต์ที่ตำแหน่ง DXS101	46
17 แสดง Electropherogram DNA sequencing data ของอัลลีล 27 ใน ดีเอ็นเอไมโครแซทเทลไลต์ที่ตำแหน่ง DXS101	46
18 แสดง Electropherogram DNA sequencing data ของอัลลีล 28 ใน ดีเอ็นเอไมโครแซทเทลไลต์ที่ตำแหน่ง DXS101	47
19 แสดง Electropherogram DNA sequencing data ของอัลลีล 29 ใน ดีเอ็นเอไมโครแซทเทลไลต์ที่ ตำแหน่ง DXS101	47
20 แสดง Electropherogram DNA sequencing data ของอัลลีล 30 ใน ดีเอ็นเอไมโครแซทเทลไลต์ที่ตำแหน่ง DXS101	48
21 แสดงค่าความถี่ของแต่ละอัลลีลของดีเอ็นเอไมโครแซทเทลไลต์ที่ตำแหน่ง DXS101	52
22 แสดงที่ตั้งของดีเอ็นเอไมโครแซทเทลไลต์ที่ตำแหน่ง DXS101	119

### อักษรย่อและสัญลักษณ์

°C	=	องศาเซลเซียส
g	=	กรัม
μl	=	ไมโครลิตร
μM	=	ไมโครโมลาร์
mM	=	มิลลิโมลาร์
ml	=	มิลลิลิตร
%	=	เปอร์เซ็นต์
bp	=	คู่เบส
kb	=	กิโลเบส
h	=	Gene Diversity
H <sub>0</sub>	=	Observed Heterozygosity
H <sub>e</sub>	=	Expected Heterozygosity
STR	=	Short Tandem Repeat
DNA	=	Deoxyribonucleic Acid
RFLP	=	Restriction Enzyme Fragment Length Polymorphism
PCR	=	Polymerase Chain Reaction
PD	=	Power of Discrimination
PE	=	Power of Exclusion
PI	=	Paternity Index
P <sub>m</sub>	=	Matching Probability
dNTP	=	Deoxyribonucleotide Triphosphate
dATP	=	Deoxyadenosine Triphosphate
dTTP	=	Deoxythymidine Triphosphate
dCTP	=	Deoxycytidine Triphosphate
dGTP	=	Deoxyguanosine Triphosphate