



## รายงานการวิจัย

การศึกษาอัตราชุกภาวะพร่องเอนไซม์กลูโคส 6 ฟอสเฟต ดีไฮโดรจีเนส  
ในนักศึกษาหลักสูตรสาขาวิชา สาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์  
และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

**Prevalence of glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency in  
Public Health students, Faculty of Science and Technology,  
Phetchabun Rajabhat University.**

กัญญารัตน์ เดือนหงายและคณะ  
สาขาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2559

**รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์**

**การศึกษ้อัตราชุกภาวะพร่องเอนไซม์กลูโคส 6 ฟอสเฟต ดีไฮโดรจีเนส  
ในนักศึกษาหลักสูตรสาขาวิชา สาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์  
และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์**

**Prevalence of glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency in  
Public Health students, Faculty of Science and Technology,  
Phetchabun Rajabhat University.**

กัญญารัตน์	เดือนหงาย	สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
อัญชลี	เตชะเสน	ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ลักษณะคณา	กิจจรัส	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ทุนอุดหนุนโดย มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2559

( ก )

ชื่องานการวิจัย	การศึกษาอัตราชุกภาวะพร่องเอนไซม์กลูโคส 6 ฟอสเฟต ดีไฮโดรจีเนสใน นักศึกษาหลักสูตรสาขาวิชา สาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ Prevalence of glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency in Public Health students, Faculty of Science and Technology, Phetchabun Rajabhat University.
ผู้วิจัย	ดร.กัญญารัตน์ เดือนหงาย
ผู้ร่วมวิจัย/ที่ปรึกษา	ดร.อัญชลี เตชะเสน, ลักษณ์คณา กิจจรัส
สาขาวิชา	สาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2560

## บทคัดย่อ

ภาวะพร่องเอนไซม์กลูโคส 6 ฟอสเฟต ดีไฮโดรจีเนส (Glucose-6-phosphate dehydrogenase, G6PD) เป็นความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับเอนไซม์ที่อยู่ในเม็ดเลือดแดง ซึ่งเป็นภาวะที่ส่งผลกระทบต่อประชากรกว่า 500 ล้านคนทั่วโลก ซึ่งมีรายงานจากการวิจัยต่างๆ พบว่าภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD พบได้ทั่วภูมิภาค การวิจัยครั้งนี้ได้ตรวจหาอัตราชุกภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ในนักศึกษาหลักสูตรสาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ ใช้การตรวจคัดกรองโดยเทคนิค Fluorescent spot test ผลการตรวจตัวอย่างจำนวน 156 ราย พบภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD 18 ราย คิดเป็นร้อยละ 11.5 และผู้เป็นพาหะของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD 26 ราย คิดเป็นร้อยละ 16.7 และเมื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างเพศและภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD โดยใช้สถิติ Chi-square พบว่าเพศ สัมพันธ์กับภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi-square= 8.466,  $p < 0.05$ ) การศึกษาอัตราชุกของภาวะนี้เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานทางด้านสาธารณสุขและนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ ไปใช้ในการวางแผนในการให้สุขศึกษาและการปฏิบัติตัวเพื่อหลีกเลี่ยงปัจจัยเสี่ยงจากภาวะเม็ดเลือดแดงแตกเฉียบพลัน ซึ่งเกิดจากภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD นั้นเอง

คำสำคัญ : ภาวะพร่องเอนไซม์ กลูโคส 6 ฟอสเฟต ดีไฮโดรจีเนส , นักศึกษา, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

**Title** Prevalence of glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency in Public Health students, Faculty of Science and Technology, Phetchabun Rajabhat University.

**Author** Dr. Kunyarat Duenngai

**Co-author** Dr. Anchalee Techasen, Mrs. Luckana Kitjaras

### **Abstract**

The Glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PD) deficiency has been considered as the commonest enzymopathic inherited disorder of red blood cells, which affecting more than 500 million people worldwide. The disease has been reported in peoples from nearly all geographical locations. The main objective of this study is to determine the prevalence rate for patients G6PD in public health students. One hundred and fifty-six blood samples were examined for G6PD deficiency using Fluorescent spot test. The results showed that 18 cases or 11.5% were G6PD deficiency and 26 cases or 16.7% were partial deficiency. Data of sex and G6PD deficiency were determined using Chi-square test (8.466). This data differences were statistically significant ( $p < 0.05$ ). G6PD deficiency is highly prevalent in this study. G6PD deficiency individuals are susceptible to potentially severe and life threatening hemolytic. The prevalence of G6PD deficiency result was used as the basis of public health information to plan for health education to avoid the risk factor of acute hemolysis.

Keywords: glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency, Public Health students, Phetchabun Rajabhat University

( ก )

## กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยเรื่อง การศึกษาอัตราอุณหภูมิกวาระพร่องเอนไซม์กลูโคส 6 ฟอสเฟต ดีไฮโดรจีเนสใน นักศึกษาหลักสูตรสาขาวิชา สาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ เพชรบูรณ์ สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก ผศ. นพมาศ เข้มทองกลาง ที่ปรึกษาในการทำวิจัย ที่ได้ให้คำปรึกษา

ขอขอบคุณ นักเทคนิคการแพทย์หญิง อภิญญา คำรงกุล ที่ให้ความช่วยเหลือในการเจาะเลือดปลาย นิ้วมือ อาจารย์หลักสูตรสาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ เจ้าหน้าที่คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่ให้ความช่วยเหลือ ทำให้งานวิจัยเรื่องนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบคุณ นักศึกษาหลักสูตรสาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ ที่ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลและเก็บตัวอย่างเพื่อใช้ ประกอบการวิจัยเป็นอย่างดี

ผู้วิจัย ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่คอยเป็นกำลังใจ และให้ข้อคิดข้อเตือนใจในการทำงาน แก่ผู้วิจัยจนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และทุกท่านที่ให้ความสนับสนุนในทุกๆด้าน รวมทั้งเป็นกำลังใจ ในการจัดทำวิจัยทำให้วิจัยเล่มนี้สำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

กัญญารัตน์ เดือนหงายและคณะ

31 มีนาคม 2560

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ก
บทคัดย่ออังกฤษ .....	ข
กิตติกรรมประกาศ .....	ค
สารบัญตาราง .....	ช
สารบัญรูป .....	ซ
บทที่ 1      บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
1.3 สมมติฐานงานวิจัย.....	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.5 นิยามศัพท์.....	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	4
บทที่ 2      เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 ความหมายและความเป็นมา.....	5
2.2 อัตรารุกของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD.....	6
2.3 การถ่ายทอดทางโครโมโซม.....	7
2.4 พยาธิสภาพ.....	8
2.5 อาการทางคลินิก.....	9
2.6 วิธีการวินิจฉัยโรค.....	9
2.7 การป้องกันและรักษา.....	11

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 2	
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.8 การป้องกันและควบคุมภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD.....	12
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
บทที่ 3	
วิธีการดำเนินการวิจัย.....	16
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	16
3.2 วิธีการตรวจหาภาวะพร่องเอนไซม์ G-6-PD โดยวิธี fluorescent spot test	17
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย.....	20
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	20
บทที่ 4	
ผลการวิจัย.....	21
4.1 ผลการศึกษาอัตราชุกภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD.....	21
4.2 ผลการศึกษาการตรวจหาผู้ที่มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD และผู้ที่เป็นพาหะ โดยแบ่งกลุ่มตามชั้นปีของนักศึกษา	22
4.3 ผลการศึกษาการตรวจหาผู้ที่มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD และผู้ที่เป็นพาหะ โดยแบ่งกลุ่มตามอายุของนักศึกษา	23
บทที่ 5	
สรุปผล อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	26
5.1 สรุปผลการศึกษาอัตราชุกภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD และผู้ที่เป็นพาหะ โดย แบ่งกลุ่มตามเพศของนักศึกษา	26
5.2 สรุปผลการศึกษาอัตราชุกภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD และผู้ที่เป็นพาหะ โดย แบ่งกลุ่มตามชั้นปีของนักศึกษา	27
5.3 สรุปผลการศึกษาการตรวจหาผู้ที่มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD และผู้ที่เป็น พาหะ โดยแบ่งกลุ่มตามอายุของนักศึกษา	27

( ฉ )

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5	
สรุปผล อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	26
อภิปรายผลการศึกษา.....	27
ข้อเสนอแนะการวิจัยในครั้งนี้.....	30
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป.....	30
บรรณานุกรม .....	31
ภาคผนวก .....	36
ภาคผนวก ก (รูปภาพประกอบการเก็บตัวอย่าง) .....	37
ภาคผนวก ข (ตัวอย่างใบยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย) .....	43
ภาคผนวก ค (ตัวอย่างใบแจ้งผลตรวจ) .....	72
ภาคผนวก ง (หนังสือราชการ) .....	74
ภาคผนวก จ (หลักฐานการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์) .....	76
ประวัติคณะผู้วิจัย.....	89

( ช )

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	ความชุกของการกลายพันธุ์ของยีน G6PD ที่สำคัญในแต่ละชาติพันธุ์ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้	13
4-1	ผลการตรวจภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD โดยแบ่งกลุ่มตามเพศของนักศึกษา หลักสูตรสาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ (n = 156 คน)	21
4-2	ผลการตรวจภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD โดยแบ่งกลุ่มตามชั้นปีของนักศึกษา หลักสูตรสาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ (n = 156 คน)	22
4-3	ผลการตรวจภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD โดยแบ่งกลุ่มอายุของนักศึกษา หลักสูตรสาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ (n = 156 คน)	24

( ซ )

## สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2-1	อัตราส่วนของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ทั่วโลก.....	7
2-2	แสดงการถ่ายทอดภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ทางโครโมโซม.....	8
3-1	แสดงการเก็บตัวอย่างเลือดจากปลายนิ้ว.....	17
3-2	ชุดน้ำยาตรวจหาภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD สำเร็จรูป.....	18
3-3	การหยดเลือดลงในน้ำยาตรวจหาภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD.....	18
3-4	การหยดส่วนผสมลงบนกระดาษกรองและวางไว้ให้แห้งสนิท.....	18
3-5	กล้องทึบแสงที่มีความยาวคลื่น 340-360 นาโนเมตร ใช้ในการอ่านผล.....	19
3-6	การอ่านผล ภายใต้กล้องทึบแสงที่มีความยาวคลื่น 340-360 นาโนเมตร.....	19

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ภาวะพร่องเอนไซม์กลูโคส 6 ฟอสเฟต ดีไฮโดรจีเนส (Glucose-6-phosphate dehydrogenase, G6PD) เป็นความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับเอนไซม์ที่อยู่ในเม็ดเลือดแดง ซึ่งเป็นภาวะที่ส่งผลกระทบต่อประชากรกว่า 500 ล้านคนทั่วโลก ซึ่งมีรายงานจากการวิจัยต่างๆ พบว่าภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD พบได้ทั่วภูมิภาค แต่พบว่ามีอุบัติการณ์การเกิดภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ในพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคมาลาเรีย ภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD พบครั้งแรกในผู้ป่วยที่รับประทานยารักษาโรคมาลาเรีย ชื่อยาก ไพรมาควิน ทำให้เกิดเม็ดเลือดแดงแตกแบบเฉียบพลัน

เอนไซม์ G6PD เป็นเอนไซม์ที่จำเป็นสำหรับการรักษาความสมบูรณ์ของเม็ดเลือดแดง นอกจากนี้ เอนไซม์ชนิดนี้มีหน้าที่ป้องกันการเกิดออกซิเดชันของฮีโมโกลบินอีกด้วย ภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD เป็นความผิดปกติที่มีการถ่ายทอดทางพันธุกรรมผ่านโครโมโซม X จึงพบว่าเพศชายมีการพร่องเอนไซม์ G6PD สูงกว่าเพศหญิง ผู้ที่มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD เกิดจากการกลายพันธุ์ของยีน G6PD ทำให้เอนไซม์ G6PD มีความสามารถในการทำงานลดลง ส่วนใหญ่ผู้ที่มีภาวะนี้จะไม่แสดงอาการชัดเจน ทำให้ไม่ทราบว่าตนเองมีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD และไม่ตระหนักในการใช้ชีวิตประจำวัน เช่น การรับประทานถั่วปากอ้า (Fava Bean) หรืออาหารที่มีสารกระตุ้นทำให้เม็ดเลือดแดงแตก หรือ การสูดดมสารบางชนิด เช่น ลูกเหม็น รวมถึงการรับประทานยาบางชนิด ทำให้ผู้ที่มีภาวะพร่องเอนไซม์ดังกล่าว เม็ดเลือดแดงแตก นำไปสู่ภาวะโลหิตจางเฉียบพลัน ทำให้ผู้ป่วยไตวายและเสียชีวิต

การศึกษาภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ในปัจจุบันพบว่า เอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีความชุกของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD สูง โดยเฉพาะประชากรชายชาวเขมร ลาว พม่า มอญและไทย โดยในประเทศไทย พบอัตราชุกในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยถึงร้อยละ 15.7 และจากงานวิจัยประชากรจังหวัดพะเยา พบผู้ที่มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD สูงถึงร้อยละ 88

จะเห็นได้ว่าภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ในภาคเหนือมีอัตราชุกค่อนข้างสูง ซึ่งยังไม่มีรายงานการวิจัยในจังหวัดเพชรบูรณ์ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาความชุกของผู้มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ในกลุ่มนักศึกษาหลักสูตรสาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานทางด้านระบาดวิทยาและให้ข้อมูลที่ถูกต้องแก่ผู้ที่มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ในการปฏิบัติตนเพื่อหลีกเลี่ยงปัจจัยเสี่ยง การดูแลและป้องกันมิให้เกิดภาวะเม็ดเลือดแดงแตก พร้อมทั้งสามารถดูแลให้คำแนะนำสมาชิกในครอบครัว รวมไปถึงประชาชนในชุมชนต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาความชุกของผู้มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ในนักศึกษาหลักสูตรสาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานทางด้านระบาดวิทยา

## 1.3 สมมติฐานงานวิจัย

อัตราชุกของผู้มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ในนักศึกษาหลักสูตรสาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์มากกว่าร้อยละ 5

## 1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษานี้ อาศัยห้องปฏิบัติการในการเก็บตัวอย่างและตรวจวิเคราะห์ โดยทำการเจาะเลือดที่ปลายนิ้วมือและตรวจหาภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ซึ่งต้องได้รับการยินยอมจากนักศึกษา โดยลงนามยินยอมในแบบฟอร์มคำยินยอมอนุญาตตรวจหาภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD

## 1.6 นิยามศัพท์

1.6.1 ภาวะพร่องเอนไซม์กลูโคส-6-ฟอสเฟตดีไฮโดรจีเนส หรือภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD หมายถึง ความผิดปกติทางกรรมพันธุ์ ซึ่งยีนบนโครโมโซม X ผิดปกติไป ทำให้สร้างเอนไซม์ G6PD ที่มีความสามารถในการทำงานต่ำ หรือ ไม่มีเลย ภาวะนี้สามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรม ส่วนใหญ่เพศชายมีภาวะนี้สูงกว่าเพศหญิง สามารถวินิจฉัยภาวะนี้ได้โดยการตรวจด้วยวิธี Fluorescence spot test หากมีภาวะขาดเอนไซม์ชนิดนี้ จะทำให้เม็ดเลือดแดงแตกง่ายกว่าปกติ มีภาวะซีด ปวดท้อง ปวดหลัง มีภาวะไตวาย ปัสสาวะเป็นสีน้ำตาลเข้ม คล้ายสีน้ำตาล หากอาการหนักจะทำให้ผู้ป่วยเสียชีวิตได้

1.6.2 เม็ดเลือดแดง (Red Blood Cell) หมายถึง เม็ดเลือดที่มีสีแดง เนื่องจากภายในมีสารฮีโมโกลบิน ทำหน้าที่ในการส่งถ่ายออกซิเจนไปเลี้ยงเซลล์ต่างๆ ภายในร่างกาย เม็ดเลือดแดงมีขนาดประมาณ 6-8 ไมครอน มีลักษณะค่อนข้างกลม เว้าบริเวณกลางคล้ายโดนัท ไม่มีนิวเคลียส โดยในกระแสเลือดคนปกติจะพบเม็ดเลือดแดงที่เจริญเติบโตเต็มที่ (Mature red cell) มีเพียงไม่เกิน 2% ที่สามารถพบเม็ดเลือดแดงตัวอ่อน (Reticulocyte) ได้

1.6.3 ภาวะเม็ดเลือดแดงแตก (Acute hemolysis) หมายถึง ภาวะเม็ดเลือดแดงแตกในหลอดเลือด สังเกตได้จาก อาการไข้ ซีด อ่อนเพลีย ปัสสาวะสีเข้ม เม็ดเลือดแดงที่ปกติจะมีชีวิตประมาณ 120 วัน กล่าวคือ จะไหลเวียนอยู่ในกระแสเลือดประมาณ 120 วัน แล้วเสื่อมสลายไป โดยถูกทำลายที่ม้ามเป็นส่วนมาก ในแต่ละวันจึงมีเม็ดเลือดแดงที่แก่ตัวและเสื่อมสลายไป และมีเม็ดเลือดแดงใหม่ที่ไขกระดูกสร้างเข้ามาทดแทนจึงอยู่ในภาวะสมดุล ไม่เกิดภาวะโลหิตจาง แต่ถ้าหากมีภาวะผิดปกติเกิดขึ้น เม็ดเลือดแดงจะมีชีวิตสั้นกว่าปกติ ถูกทำลายเร็วขึ้น ซึ่งถ้าหากมีการสลายของเม็ดเลือดแดงจำนวนมาก จนไขกระดูกสร้างทดแทนให้ไม่ทัน ก็จะทำให้เกิดภาวะเลือดจาง เรียกว่าโลหิตจางจากเม็ดเลือดแดงแตก (Hemolytic anemia) ผู้ป่วยจะมีอาการซีดเหลือง ปัสสาวะสีน้ำตาลอ่อนเพลีย บางคนอาจมีไข้สูงหนาวสั่น

### 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

ทราบอัตราชุกของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ในนักศึกษาหลักสูตรสาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานทางด้านสาธารณสุขและนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ ไปใช้ในการวางแผนในการให้สุขศึกษา และการปฏิบัติตัวเพื่อหลีกเลี่ยงปัจจัยเสี่ยงจากภาวะเม็ดเลือดแดงแตกเฉียบพลัน ซึ่งเกิดจากภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD นั้นเอง

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ความหมายและความเป็นมา

เอนไซม์กลูโคสซิกซ์ฟอสเฟตดีไฮโดรจิเนส หรือเอนไซม์ G6PD เป็นเอนไซม์ที่ร่างกายสร้างขึ้น มีหน้าที่ปกป้องเซลล์ไม่ให้ถูกทำลายจากสารอนุมูลอิสระ เอนไซม์ชนิดนี้มีอยู่ในเซลล์ทั่วไปของร่างกาย รวมทั้งเม็ดเลือดแดง หากร่างกายขาดเอนไซม์ชนิดนี้ เมื่อถูกกระตุ้นด้วยปัจจัยเสี่ยง จะทำให้เม็ดเลือดแดงแตก เช่น การรับประทานถั่วปากอ้า (Fava bean) จึงเป็นที่มาของชื่อโรคอีกอย่างหนึ่งว่า โรคแพ้ถั่วปากอ้า (Favism) ชาวกรีกในสมัยโบราณรู้จักโรคแพ้ถั่วปากอ้า ตั้งแต่สมัยของปีทาโกรัส (Valaes, 1994) ภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ถูกค้นพบครั้งแรกในช่วงกลางทศวรรษที่ 1950 โดยพบว่าในคนที่ได้รับยาป้องกันโรคมาลาเรีย บางคนจะมีภาวะเม็ดเลือดแดงแตก (Ruwende et al., 1995) ในปี 1957 Ernest Beutler นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันได้คิดค้นวิธีการตรวจหาความคงตัวของ กลูตาไธโอน (the glutathione stability test) โดยพบว่าผู้ที่ได้รับยาไพรมาคิวินและมีภาวะเม็ดเลือดแดงแตกนั้นเนื่องจากมีปริมาณของกลูตาไธโอนในปริมาณที่ต่ำ ซึ่งกลูตาไธโอนเป็นสารต้านอนุมูลอิสระเพื่อป้องกันอันตรายที่เกิดขึ้นในเซลล์ (Beutler, 1957)

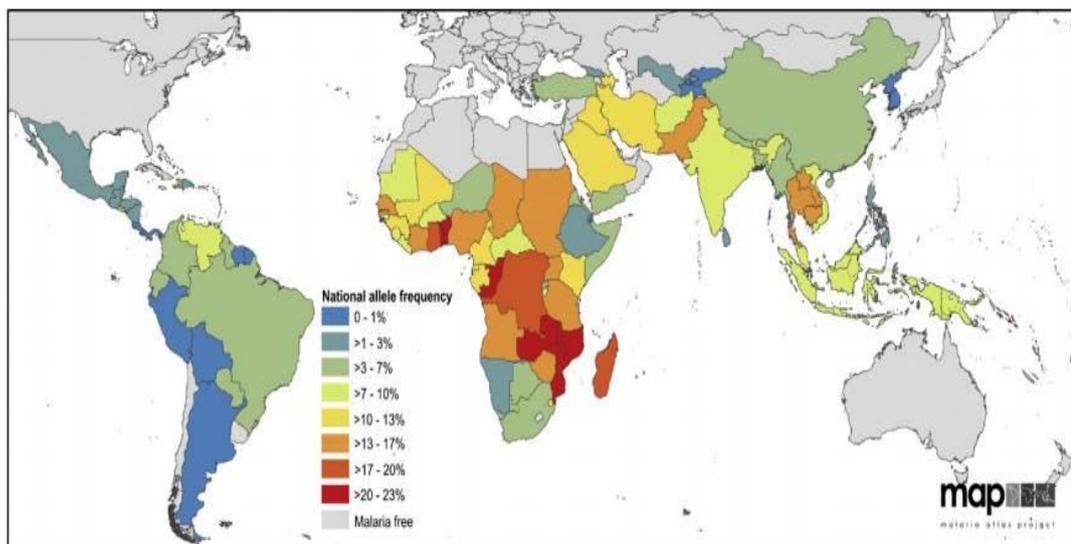
เอนไซม์ G6PD มีบทบาทสำคัญในการสร้างนิโคตินาไมด์ อะดีนีน ไดนิวคลีโอไทด์ (NADPH) ที่ช่วยเซลล์ในการต่อต้านภาวะเครียด (oxidative stress) การกลายพันธุ์ที่เกิดขึ้นบนยีน G6PD เป็นสาเหตุให้เกิดภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ความผิดปกติดังกล่าวส่งผลให้เกิดภาวะโลหิตจาง (hemolytic anemia) ภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD จะมีผลกระทบต่อเซลล์เม็ดเลือดแดงมากกว่าเซลล์อื่น เนื่องจากเซลล์เม็ดเลือดแดงสามารถผลิตเอนไซม์ G6PD ได้เฉพาะในช่วงที่เป็นเม็ดเลือดแดงตัวอ่อนและยังมีนิวเคลียสอยู่ภายในเซลล์เม็ดเลือดแดง เมื่อเป็นเม็ดเลือดแดงที่โตเต็มที่ จะไม่มีนิวเคลียสและไม่สามารถสร้างเอนไซม์ชนิดนี้ได้ ระดับเอนไซม์จะค่อยๆลดลงเมื่อ เม็ดเลือดแดงอายุเพิ่มขึ้น (พิมพ์ลักษณ์ เจริญขวัญ, 2557) ในคนปกติ เม็ดเลือดแดงในกระแสเลือดจะมีอายุอยู่ประมาณ 120 วัน ก็จะถูกทำลายและแตกสลายไปตามอายุขัย เม็ดเลือดแดงที่แก่จะเสื่อมสลายไปจำนวนหนึ่ง ในขณะเดียวกัน จะมีเม็ดเลือดแดงใหม่ที่สร้างจากไขกระดูกมาทดแทน ดังนั้นในคนปกติจึงอยู่ในภาวะสมดุล ทำให้ไม่เกิดภาวะโลหิตจาง แต่ในผู้ป่วยที่มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD

ถึงแม้ว่าจะมีลักษณะและอายุของเม็ดเลือดแดงเหมือนคนปกติ แต่คนไข้ที่มีภาวะพร่องดังกล่าวขาดเอนไซม์ G6PD ในเม็ดเลือดแดง ทำให้เม็ดเลือดแดงแตกสลาย (Hemolysis) ได้ง่ายกว่าเม็ดเลือดแดงปกติ เม็ดเลือดแดงโดยรวมจึงมีชีวิตสั้นกว่า ถูกทำลายเร็วกว่า ซึ่งถ้าหากมีการสลายของเม็ดเลือดแดงจำนวนมาก จนไขกระดูกไม่สามารถสร้างทดแทนใหม่ได้ทัน ก็จะทำให้เกิดภาวะโลหิตจางที่เรียกว่า โลหิตจางจากเม็ดเลือดแดงแตก (Hemolytic anemia) (Fibach and Rachmilewitz, 2008)

โดยปกติผู้ที่มิภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD จะไม่มีอาการจนกว่าจะได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้าที่จะทำให้เม็ดเลือดแดงแตก ปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เม็ดเลือดแดงของผู้ที่ขาดเอนไซม์ G6PD แตกง่ายคือ การติดเชื้อแบคทีเรีย ไวรัส การติดเชื้ออื่นๆ หรือจากการรับประทานยาและสื่อดมสารเคมีบางชนิดโดยกลุ่มยาที่พบว่าผู้ที่มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ควรหลีกเลี่ยงเนื่องจากจะทำให้เม็ดเลือดแดงแตกได้แก่กลุ่มยาดังต่อไปนี้ ยาบางชนิดที่ใช้รักษาโรคมalaria เรียกว่า ไพริมาควิน (Primaquine) ยาปฏิชีวนะกลุ่มซัลโฟนาไมด์ (Sulfonamide) แดปโซน (Dapsone) ยารักษาโรคผิวหนังบางชนิด และโรคเรื้อรัง ไตรฟูแรนโทอิน (Nitrofurantoin) ยารักษาโรคกระเพาะปัสสาวะอักเสบ, ยาลดไข้ยาแก้ปวดบางชนิด เช่น อะเซตามิโนไลด์ (Acetanilide) แอสไพรินหรือพาราเซตามอล (Paracetamol) ก็อาจทำให้เม็ดเลือดแดงแตกได้ นอกจากนี้การรับประทานยาแล้วการสูดดมสารต่างๆ เช่น แนฟธาลีน/Naphthalene (ลูกเหม็นที่ใช้อบผ้า, กันแมง) ก็สามารถกระตุ้นให้เซลล์เม็ดเลือดแดงแตกได้เช่นกัน (Luzzatto, Nannelli, and Notaro, 2016)

## 2.2 อัตราชุกของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD

อัตราชุกของภาวะพร่องขาดเอนไซม์ชนิดนี้ ในแต่ละประเทศแตกต่างกันออกไป ตามรูปที่ 2.1 ส่วนในประเทศไทยพบภาวะนี้ในประชากรเพศชายถึง ร้อยละ 3 - 18 (Tanphaichitr, 1999) จากการศึกษาในปี 2552 พบอัตราชุกโดยเฉลี่ยทั่วประเทศประมาณร้อยละ 12 ประชากรภาคอีสาน ร้อยละ 12-15 และประชากรภาคเหนือร้อยละ 9-15 จากการศึกษาในกรุงเทพมหานคร พบว่าอุบัติการณ์ของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ในเพศชาย ร้อยละ 10-12 ในเพศหญิง พบน้อยกว่าประมาณ 8-10 เท่า (วรารรรถ ต้นไพจิตร, 2552) นอกจากนี้จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ชายไทยที่อาศัยอยู่ในภาคกลางและภาคใต้มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ร้อยละ 15.4 (Ninokata et al., 2006)

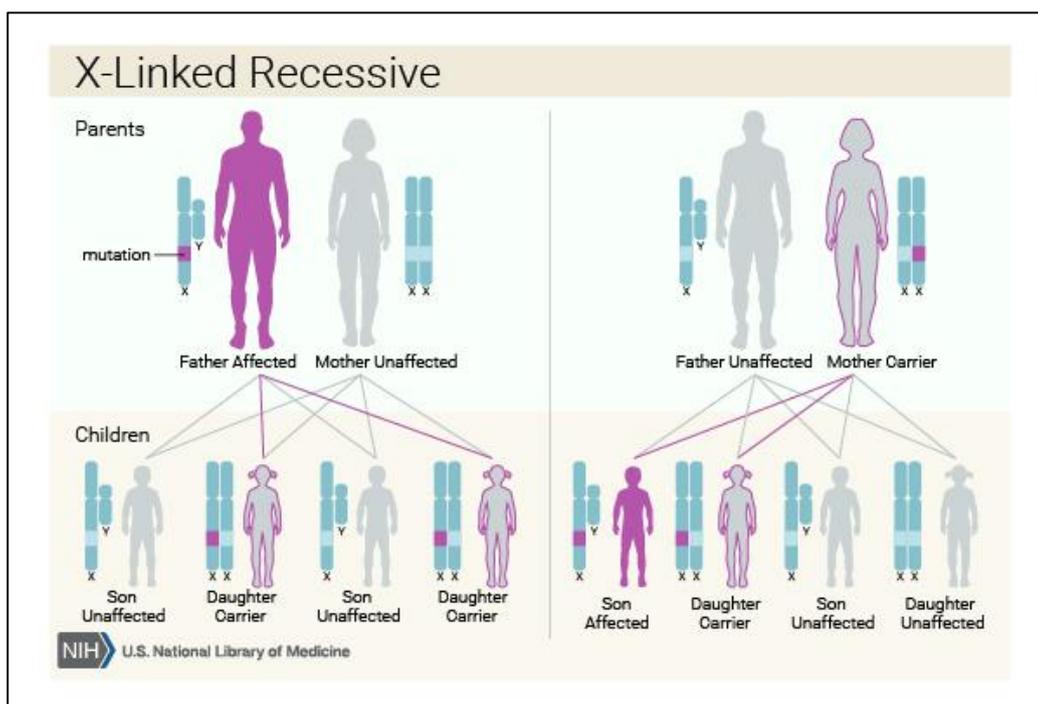


รูปที่ 2.1 อัตราชุกของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ทั่วโลก (Howes et al., 2012)

### 2.3 การถ่ายทอดทางโครโมโซม

ภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ถ่ายทอดทางพันธุกรรมผ่านโครโมโซม X แบบด้อย (X-linked recessive) ในร่างกายคนเรามีโครโมโซมหรือแท่งพันธุกรรมอยู่ 23 คู่ คู่ที่ 1-22 ในชายและหญิงมีลักษณะเหมือนกัน ส่วนคู่ที่ 23 เพศชายจะเป็นโครโมโซม (XY) ส่วนเพศหญิงจะเป็นโครโมโซม (XX) ยีนที่ควบคุมการสร้างเอนไซม์ G6PD อยู่บนโครโมโซม X ดังนั้น ถ้าผู้ชายมียีน G6PD ผิดปกติเพียงยีนเดียวจะทำให้มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ส่วนในผู้หญิงต้องมียีนของเอนไซม์ G6PD ผิดปกติทั้งสองยีนจึงจะเกิดภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมเช่นนี้ทำให้เพศชายมีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD มากกว่าเพศหญิง (Cappellini and Fiorelli, 2008) ดังรูปที่

2.2



รูปที่ 2.2 แสดงการถ่ายทอดภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ทางโครโมโซม (Cappellini and Fiorelli, 2008)

## 2.4 พยาธิสภาพ

ในภาวะปกติ ผู้ที่มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD จะยังคงมีเอนไซม์อยู่ในระดับต่ำ ซึ่งเพียงพอต่อการทำงานของเซลล์ ดังนั้นผู้ที่มีภาวะพร่องเอนไซม์โดยทั่วไปจึงไม่มีอาการผิดปกติแต่อย่างใด แต่หากมีสาเหตุที่ทำให้มีสารอนุมูลอิสระในร่างกายเพิ่มขึ้น เช่น การรับประทานถั่วปากอ้า ซึ่งเป็นอาหารที่มีสารอนุมูลอิสระมาก หรือการรับประทานยาบางชนิดเช่น ยารักษาโรคมalaria หรือมีการติดเชื้อไวรัส หรือแบคทีเรีย เซลล์เม็ดเลือดแดงจะไม่สามารถผลิตสารต้านอนุมูลอิสระได้เพียงพอต่อความต้องการ ทำให้สารอนุมูลอิสระเป็นพิษต่อเซลล์เม็ดเลือดแดงและทำให้เม็ดเลือดแดงแตก ซึ่งถ้าเม็ดเลือดแดงแตกเป็นจำนวนมาก จะทำให้เกิดอาการซีดอย่างเฉียบพลัน ตัวเหลืองตาเหลือง เนื่องจากมีสารบิลิรูบิน (bilirubin) เพิ่มขึ้น เมื่อเม็ดเลือดแดงแตก จะมีฮีโมโกลบินที่อยู่ในเม็ดเลือดแดงออกมาปะปนในกระแสเลือด ถ้าออกมาปริมาณน้อย ร่างกายจะสามารถกำจัดได้ แต่ถ้าฮีโมโกลบินออกมาในปริมาณมาก จะถูกกรองผ่านไต ทำให้ปัสสาวะมีสีของฮีโมโกลบินปน เป็นสีน้ำตาลเข้มหรือดำเหมือนสีน้ำโคล่า (Cappellini and Fiorelli, 2008) อาการที่เกิดขึ้นหากผู้ป่วยมี

เม็ดเลือดแดงแตกคือ เหนื่อยง่าย หายใจถี่และสั้น มีไข้สูง หนาวสั่น หัวใจเต้นไม่สม่ำเสมอ ผิวเหลืองซีด อ่อนเพลีย ปัสสาวะสีเข้มเหมือนน้ำปลาหรือโค้ก ตับโต ม้ามโต (Noori-Dalooi et al., 2004) นอกจากนี้ การศึกษาในปี 2558 พบว่าผู้ป่วยที่ได้รับสารหรือยาที่เป็นปัจจัยทำให้เม็ดเลือดแดงแตก จะมีภาวะซีดจากการที่เม็ดเลือดแดงแตกอย่างฉับพลัน (Acute hemolytic anemia) ซึ่งจะเกิดใน 24 ถึง 48 ชั่วโมงหลังได้รับสารหรือยา โดยในเด็กทารกจะพบอาการดีซ่านในผู้ใหญ่พบว่า ปัสสาวะมีสีน้ำตาลดำ หรือ ถ่ายปัสสาวะน้อยจนอาจนำไปสู่ภาวะไตวายเฉียบพลันได้ (Acute renal failure) และยังส่งผลให้การควบคุมสมดุลของ Electrolytes ต่างๆในร่างกายเสียไป โดยเฉพาะการเกิดภาวะโพแทสเซียมในเลือดสูง (Hyperkalemia) ซึ่งอาจทำให้หัวใจหยุดเต้นและเสียชีวิต (อรุณี เจตศรีสุภาพ, 2558)

## 2.5 อาการทางคลินิก

ภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD เป็นภาวะที่เม็ดเลือดแดงมีโอกาสแตกอย่างเฉียบพลันได้ง่ายเมื่อเม็ดเลือดแดงแตกจะมีอาการ ไข้ หนาวสั่น อ่อนเพลีย เหลืองซีด เหมือนเป็นโรคดีซ่าน เหนื่อยง่าย หัวใจเต้นเร็ว หายใจเหนื่อยหอบ หรือหายใจสั้นและถี่ ตัวเหลืองตาเหลือง ปัสสาวะสีดำหรือสีโค้ก ถ้าเป็นรุนแรงอาจมีภาวะไตวายแทรกซ้อน และถ้าปล่อยไว้นานจะทำให้ ผู้ป่วยเป็นโรคโลหิตจาง (Mason, Bautista, and Gilsanz, 2007) ในทารกแรกเกิดหากมีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD จะมีโอกาสตัวเหลืองมากกว่าเด็กปกติ แพทย์จะเจาะเลือดตรวจภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD แต่จะไม่ได้ตรวจคัดกรองในเด็กแรกเกิดทุกราย โดยแพทย์จะส่งตรวจเฉพาะเด็กที่มีอาการตัวเหลืองนำมาก่อน (Prins et al., 2017)

## 2.6 วิธีการวินิจฉัยโรค

การข้อมเซลล์เม็ดเลือดแดง (Completed Blood Count - CBC)

ในผู้ที่มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ถ้าข้อมพิเศษจะเห็นลักษณะที่เป็น “Heinz body” ซึ่งเกิดจากการตกตะกอนของฮีโมโกลบินที่ไม่คงตัว จะพบร่วมกับภาวะต่างๆ ที่ทำให้เม็ดเลือดแดงแตกหรือมีการทำลายเม็ดเลือดแดงและมีปฏิกิริยา Oxidation เกิดขึ้นกับฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง เมื่อเม็ดเลือดแดงที่มี Heinz body ผ่านไปที่ตับหรือม้าม เม็ด Heinz body จะถูกกำจัดออกจน

เม็ดเลือดแดงมีลักษณะเป็น Bite cell หรือ Defected spherocyte ซึ่งสามารถเห็นได้ในการข้อมเม็ดเลือดแดงปกติ (CBC)

#### Beutler fluorescent spot test

การทดสอบที่บอกถึงภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ซึ่งจะแสดงให้เห็นปริมาณ NADPH ที่ผลิตได้จากเอนไซม์ G6PD ในเม็ดเลือดแดง โดยสาร NADP ในน้ำยา จะถูกรีดิวซ์เป็น NADPH ซึ่งจะเรืองแสงภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต ในผู้ป่วยที่มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD จะไม่มีปฏิกิริยาเกิดขึ้น จะทึบแสงภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต (Beutler, 1957)

#### การวินิจฉัยภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD โดยแพทย์

การวินิจฉัยภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD จำเป็นต้องอาศัยประวัติรวมทั้งอาการและอาการแสดง ที่ทำให้สงสัยว่ามีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD หลังจากนั้น แพทย์จะส่งเลือดเพื่อตรวจนับเม็ดเลือดเพื่อดู ภาวะซีด รวมถึงการดูการข้อมสีเม็ดเลือด จะพบลักษณะของเม็ดเลือดแดงแตกที่เข้าได้กับภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD สำหรับการวินิจฉัยที่แน่นอนสามารถทำได้โดยการตรวจหาระดับของเอนไซม์ G6PD ในเลือดจะพบว่ามียุทธต่ำกว่าปกติ โดยผู้ป่วยมีภาวะขาดเอนไซม์ G6PD เมื่อมีอาการโลหิตจาง ซีด เหนื่อยง่าย ปัสสาวะสีโคล่ และมีอาการตาเหลือง ตัวเหลือง และทำการตรวจเลือดโดยการตรวจลักษณะเม็ดเลือดแดงจะเห็นลักษณะพิเศษคือ รูปร่างของเม็ดเลือดแดงที่แตก การข้อมเม็ดเลือดแดงด้วยเทคนิคพิเศษจะเห็นลักษณะของฮีโมโกลบิน ตกตะกอนติดที่ผนังของเม็ดเลือดแดง

การตรวจระดับของเอนไซม์ในระยะที่มีอาการ จะยังบอกไม่ได้ว่าขาดเอนไซม์ G6PD หลังจากการแตกของเม็ดเลือดแดง ร่างกายจะเร่งสร้างเม็ดเลือดแดงตัวอ่อนออกมา มาก ระดับเอนไซม์ในเม็ดเลือดแดงตัวอ่อน จะสูงกว่าระดับเอนไซม์ในเม็ดเลือดแดงปกติ ดังนั้นต้องรอรระยะเวลาประมาณ 3-6 สัปดาห์ หลังจากไม่มีอาการ จะเจาะเลือดตรวจและได้ผลการตรวจที่แน่นอน

## 2.7 การป้องกันและรักษา

การป้องกันภาวะนี้คือการหลีกเลี่ยงปัจจัยเสี่ยงที่จะกระตุ้นให้เม็ดเลือดแดงแตก ในผู้ที่ขาดเอนไซม์ G6PD แพทย์จะออกบัตรประจำตัวผู้ป่วย บอกรชื่อ บอกรภาวะที่เป็นและมีรายชื่อยาหรือสารที่ควรหลีกเลี่ยง ซึ่งแพทย์จะหลีกเลี่ยงให้ยากลุ่มที่มีหลักฐานแน่ชัดว่าทำให้เม็ดเลือดแดงแตก หากผู้ที่ขาดเอนไซม์ G6PD ไปพบแพทย์ ควรแจ้งให้แพทย์ทราบว่ามีความผิดปกติขาดเอนไซม์ G6PD นอกจากนี้มีผู้ป่วยบางรายอาจเกิดภาวะเม็ดเลือดแดงแตกจากการรับประทานถั่วบางชนิด เช่น ถั่วปากอ้า หากผู้ขาดเอนไซม์ G6PD รับประทานถั่วปากอ้า อาจเกิดเม็ดเลือดแดงแตกได้ ดังนั้นจึงควรหลีกเลี่ยงการรับประทานถั่วปากอ้า ในประเทศแถบแอฟริกาที่มีรายงานผู้ที่ทำงานในไร่ ได้สัมผัสละอองเกสรจากถั่วบางชนิดหรือกินยอดถั่วบางชนิดจะทำให้เกิดอาการเม็ดเลือดแดงแตกอย่างรุนแรงได้

### การรักษาโดยแพทย์

เมื่อแพทย์สงสัยว่าผู้ป่วยมีภาวะขาดเอนไซม์ G6PD และมีภาวะเม็ดเลือดแดงแตกเฉียบพลัน แพทย์จะรักษาภาวะโลหิตจางโดยการให้เลือด และป้องกันภาวะไตวายเฉียบพลันโดยการให้สารน้ำ เพื่อป้องกันการอุดตันของท่อไตจากฮีโมโกลบินที่ตกตะกอน รวมทั้งรักษาระดับเกลือแร่โดยเฉพาะโพแทสเซียมให้อยู่ในระดับปกติ ถ้าผู้ป่วยซีดมากจนมีภาวะหัวใจวาย แพทย์จะให้นอนพัก ให้ออกซิเจน และให้เลือด ถ้าผู้ป่วยมีภาวะไตวาย โดยผู้ป่วยไม่มีการปัสสาวะเป็นเวลานาน แพทย์อาจต้องทำการล้างไต หรือในเด็กแรกเกิดที่มีอาการตาเหลือง ตัวเหลืองมากเมื่อเกิดจากเม็ดเลือดแดงแตกจากภาวะขาดเอนไซม์ G6PD อาจใช้วิธีเปลี่ยนถ่ายเลือด แพทย์จะเปลี่ยนถ่ายเลือดเพื่อกำจัดสารสีเหลืองบิลิรูบินออก เพื่อไม่ให้สารนี้ทำอันตรายต่อสมอง แต่หากอาการเหลืองไม่มากนัก จะให้การรักษาโดยวิธีส่องไฟ ให้เด็กอาบแสงที่มีความยาวคลื่นบางช่วงที่เรียกว่า Phototherapy ซึ่งสามารถช่วยลดปริมาณสารสีเหลืองในเลือดได้และติดตามระดับของสารสีเหลือง หากลดลงอาจไม่ต้องเปลี่ยนถ่ายเลือด (Prins et al., 2017)

นอกจากนี้ ควรมีการตรวจภาวะพร่อง G6PD ในผู้ป่วยที่จำเป็นต้องให้ยาซึ่งอาจทำให้เกิดภาวะเม็ดเลือดแดงแตก ได้บ่อย เช่น Dapsone ที่ใช้รักษาโรคผิวหนังเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้หรือปรับขนาดยาที่ให้หรือติดตามอาการผู้ป่วยอย่างใกล้ชิดภายหลังการใช้ยาให้คำแนะนำแก่ผู้ป่วยและญาติถึงภาวะนี้ เพื่อให้รู้จักสังเกตอาการผิดปกติ ที่อาจเกิดขึ้นรวมทั้งการระมัดระวังและหลีกเลี่ยงการใช้

ยาต่างๆ ที่อาจก่อให้เกิด ภาวะเม็ดเลือดแดงแตกขึ้น หากมีความผิดปกติดังกล่าวควรรีบพบแพทย์ (Salvemini et al., 1999)

## 2.8 การป้องกันและควบคุมภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD

ภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD เป็นโรคถ่ายทอดทางพันธุกรรมเกิดจากความผิดปกติของพันธุกรรม ซึ่งถ่ายทอดบนโครโมโซม X ไม่สามารถรักษาหาย จะไม่เกิดอันตรายร้ายแรงหากรู้จักการหลีกเลี่ยงยาหรือสารที่กระตุ้น ทำให้เม็ดเลือดแดงแตก โรคนี้จึงพบในเพศชายได้มากกว่าเพศหญิง หากคู่สมรสต้องการมีบุตรควรตรวจเลือดและรับคำแนะนำจากแพทย์ เพื่อประโยชน์ในการตัดสินใจวางแผนครอบครัว

## 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปี พ.ศ. 2556 พบอัตราความชุกของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD และการกลายพันธุ์ของยีน G6PD ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ประชากรในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แต่ละประเทศมีหลากหลายชาติพันธุ์ แต่ละชาติพันธุ์มีความชุกของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD สูง โดยเฉพาะในเพศชายชาวเขมร ลาว พม่า มอญและไทย การตรวจการกลายพันธุ์ของยีน ทำให้ค้นพบภาวะ G6PD heterogeneity และพบการกลายพันธุ์ที่จำเพาะต่อชาติพันธุ์ การกลายพันธุ์ที่พบบ่อยที่สุดมี 2 ชนิด คือ ชนิดมหิดล (G6PD Mahidol) และชนิดเวียงจันทน์ (G6PD Viangchan) การกลายพันธุ์ชนิดมหิดล พบได้มากที่สุดในกลุ่มชาติพันธุ์ที่อาศัยอยู่บริเวณฝั่งตะวันตกของคาบสมุทรอินโดจีนคือ พม่า มอญ กะเหรี่ยง ส่วนการกลายพันธุ์ชนิดเวียงจันทน์เป็น G6PD พบได้ในกลุ่มชาติพันธุ์ที่อาศัยอยู่บริเวณฝั่งตะวันออกของคาบสมุทรอินโดจีน โดยมีความชุกสูงสุดในชาวเขมร และลาว และปานกลางในชาวไทย และมาเลย์ ซึ่งอยู่ตอนกลางของคาบสมุทร ส่วนการกลายพันธุ์ชนิดอื่นที่พบมากในชาวจีน และอินเดีย สามารถพบประปรายได้ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เช่นกัน ดังแสดงในตารางที่ 2-1 (อิสรารักษ์ นุชประยูร, 2556)

ตารางที่ 2-1 ความชุกของการกลายพันธุ์ของยีน G6PD ที่สำคัญในแต่ละชาติพันธุ์ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

ชาติพันธุ์	การกลายพันธุ์ประจำชาติ	ความถี่อัลลีล	เอกสารอ้างอิง
เขมร	G6PD Viangchan (871G>A; Val291Met)	0.12-0.21	Iwai et al. 2001, Matsuoka et al. 2005, Louicharoen & Nuchprayoon 2005,
ลาว	G6PD Viangchan(871G>A; Val291Met)	0.07	Iwai <i>et al.</i> 2001
ไทย	G6PD Viangchan (871G>A; Val291Met)	0.06	Nuchprayoon <i>et al.</i> 2002
มาเลเซีย	G6PD Viangchan (871G>A; Val291Met) G6PD Mediterranean (563C>T) G6PD Mahidol (487G>A; Gly163Ser)	0.02 0.01 <0.01	Yusoff <i>et al.</i> 2003, Ainoon <i>et al.</i> 2003.
พม่า	G6PD Mahidol (487G>A; Gly163Ser)	0.07-0.14	Iwai <i>et al.</i> 2001, Nuchprayoon <i>et al.</i> 2008, Phompradit <i>et al.</i> 2001, Matsuoka <i>et al.</i> 2004, Than <i>et al.</i> 2005.
มอญ	G6PD Mahidol (487G>A; Gly163Ser)	0.07	Nuchprayoon <i>et al.</i> 2008
กะเหรี่ยง	G6PD Mahidol (487G>A; Gly163Ser)	0.20	Louicharoen <i>et al.</i> 2009
จีน (เวียดนาม)	G6PD Viangchan (871G>A; Val291Met) G6PD Canton (1376G>T; Arg459Leu Kaiping (1388G>A; Arg463His)	0.03 0.02 0.01	Matsuoka <i>et al.</i> 2007

ตารางที่ 1 แสดงความชุกของการกลายพันธุ์ของยีน G6PD ที่สำคัญในแต่ละชาติพันธุ์ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (ต่อ)

ชาติพันธุ์	การกลายพันธุ์ประจำชาติ	ความถี่อัลลีล	เอกสารอ้างอิง
อัมบอย (อินโดนีเซีย)	Vanua Lava (383T>C; Leu128Pro)	0.06	Kawamoto <i>et al.</i> 2006
จีน (มาเลเซีย, สิงคโปร์)	G6PD Canton (1376G>T; Arg459Leu) G6PD Kaiping (1388G>A; Arg463His) G6PD Union (1360C>T; Arg454Cys) G6PD Gaohe (95A>G; His32Arg) G6PD Chinese-5 (1024C>T; Leu342Phe)	0.01 0.01 <0.01 <0.01 <0.01	Saha <i>et al.</i> 1994, Ainoon <i>et al.</i> 1999,

นอกจากนี้ การศึกษาภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD จากการตรวจด้วยวิธี fluorescence spot test พบผู้มีภาวะพร่องจำนวน 20 ราย คิดเป็นร้อยละ 8.70 ภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ในชาวกะเหรี่ยงกลุ่ม ปกาเกอญอ พบได้มากเช่นเดียวกับชาติพันธุ์อื่นๆ ในภูมิภาคนี้ซึ่งมีโรคมาลาเรียระบาด (อภากร กาญจนวิทยากุล และซาลิสลา หลุยเจริญ, 2555) จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่ามีประชากรโลกมากกว่า 400 ล้านคน ที่ขาดเอนไซม์ชนิดนี้ ในประเทศไทยพบภาวะนี้ร้อยละ 3-22 ในประชากรเพศชาย และประมาณร้อยละ 6-10 ในประชากรเพศหญิง (Nuchprayoon, Sanpavat, and Nuchprayoon, 2002) และได้พบว่าภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ในประชากรพวน จังหวัดลพบุรี โดยเพศชาย จำนวน 12 ราย จาก 98 ราย คิดเป็นร้อยละ 12.2 และในประชากรเพศหญิงจำนวน 8 ราย จาก 104 ราย คิดเป็นร้อยละ 7.7 มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD อยู่เป็นจำนวนมาก โดยส่วนใหญ่เกิดจากกลายพันธุ์ชนิดเวียงจันทน์เช่นเดียวกับชาวไทย ในการศึกษาวิจัยชี้ให้เห็นว่าชาวพวนมีความสัมพันธ์ทางชาติพันธุ์ร่วมกับชาวไทย อีกทั้งได้รับอิทธิพลของการถ่ายเท เคลื่อนย้าย

การกลายพันธุ์จากชาวจีนและชาวอินเดียมาสู่ชาวพวน (ชาลิสา หลุยเจริญ, 2555) จากงานวิจัยที่ผ่านมามีพบว่า ในประเทศไทยมีความชุกของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ในประชากรเพศชาย โดยภาคกลางและภาคใต้มีอัตราชุก ร้อยละ 9-11 ส่วนภาคเหนือมีอัตราชุกร้อยละ 16 (พิมพ์ลักษณ์ เจริญขวัญ, 2557) จะเห็นได้ว่าภาคเหนือมีอัตราชุกที่สูงกว่าภาคอื่น จากการศึกษาความชุกของเอนไซม์ G6PD ในผู้ที่บริจาคโลหิตในจังหวัดเชียงใหม่พบว่าผู้ที่มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD เพศชายร้อยละ 10.5 เพศหญิงร้อยละ 6.4 (พูนทรัพย์ ผลาจรศักดิ์ และเผ่าพันธุ์ ศรีวังพล, 2558) และพบอัตราชุกเช่นเดียวกับชนเผ่าที่อาศัยอยู่ภาคเหนือของประเทศไทย ในจังหวัดเชียงราย น่าน แพร่ ลำปาง และพะเยา พบว่าชนเผ่าที่มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD จำนวน 6 ราย (ร้อยละ 1.8) เป็นพาหะของภาวะพร่องเอนไซม์ (partial deficiency) จำนวน 10 ราย (ร้อยละ 3.0) และเป็นคนปกติจำนวน 317 ราย (ร้อยละ 95.2) (หนึ่งฤทัย นิลศรี, 2557) ภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD เป็นสาเหตุที่พบบ่อยที่สุดที่ทำให้เกิดภาวะเม็ดเลือดแดงแตกเฉียบพลัน นอกจากการรับประทานอาหารเช่น ถั่วปากอ้า หรือการสูดดมลูกเหม็นแล้ว การรับประทานลูกชิ้นปลาสีส้มที่มีสาร Orange II ก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่จะกระตุ้นให้เกิดภาวะเม็ดเลือดแดงแตกเฉียบพลันได้บ่อยที่สุด (อรวรรณ อธิธิ โสภณกุล และสุอร ชัยนันท์ สมิทธิ์, 2549) และระดับสารต้านอนุมูลอิสระและการทำงานของเอนไซม์ G6PD หลังการออกกำลังกายอย่างหนัก อาจมีความเสี่ยงต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันได้มากกว่าคนปกติที่ไม่มีความบกพร่องของเอนไซม์ G6PD ภายหลังจากออกกำลังกายอย่างหนักเฉียบพลันจนเหนื่อยหมดแรง (Theodorou et al., 2010) จะเห็นได้ว่า จากการศึกษาที่ผ่านมา ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาถึงอัตราชุกของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ซึ่งจากการค้นคว้าบทความดังกล่าว ไม่พบว่ามีการศึกษาวิจัยอัตราชุกในจังหวัดเพชรบูรณ์ ดังนั้นจึงทำให้คณะผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาเรื่องดังกล่าวเพื่อทราบอัตราชุกและให้ความรู้ในการปฏิบัติตนเพื่อหลีกเลี่ยงภาวะเม็ดเลือดแดงแตกในผู้ที่มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินการวิจัย

#### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า อัตราชุกของภาวะพร่องเอนไซม์ G-6-PD พบได้ในทุกวัย ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงเลือกกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาหลักสูตรสาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ ชั้นปีที่ 1-4 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ซึ่งจะทำการเจาะเลือดที่ปลายนิ้วมือ เพื่อตรวจคัดกรองภาวะพร่องเอนไซม์ G-6-PD ในนักศึกษา โดยสามารถคำนวณตัวอย่างที่ศึกษาได้ดังนี้

สูตรการคำนวณตัวอย่างคือ

$$n = \frac{z^2PQ}{d^2}$$

โดย  $n$  = จำนวนตัวอย่าง

$Z$  = ค่ามาตรฐานในระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $Z = 1.96$ )

$P$  = อัตราชุก ในที่นี้ = 0.1

$Q = 1 - P = 0.9$

$d$  = ความคลาดเคลื่อนร้อยละ 5 (0.05)

เมื่อแทนค่าในสูตรจะได้ขนาดตัวอย่างได้ 139 คน จากนั้นผู้วิจัยได้ประชาสัมพันธ์และให้ข้อมูลด้านประโยชน์ที่จะได้รับจากการตรวจหาภาวะพร่องเอนไซม์ G-6-PD ในครั้งนี้ เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจและตัดสินใจเพื่อตรวจหาภาวะพร่องเอนไซม์ชนิดนี้ โดยหากนักศึกษาต้องการตรวจหาภาวะพร่องเอนไซม์ G-6-PD จะให้นักศึกษาเซ็นยินยอมในใบยินยอมตรวจหาภาวะพร่องเอนไซม์และอนุญาตให้ทำการเจาะเลือดที่ปลายนิ้วมือ โดยการเจาะที่ปลายนิ้วมือ คณะผู้วิจัยได้เชิญนักเทคนิคการแพทย์มาทำการเจาะเลือดที่ปลายนิ้วมือ

### 3.2 วิธีการตรวจหาภาวะพร่องเอนไซม์ G-6-PD โดยวิธี fluorescent spot test

การทดสอบภาวะพร่องเอนไซม์ G-6-PD ด้วยวิธี fluorescent spot test โดยใช้ชุดตรวจสำเร็จรูป มีวิธีการดังนี้คือ

3.2.1 เจาะเลือดที่ปลายนิ้วมือ จากนั้นใช้หลอด capillary (ชนิดมีสารกันเลือดแข็งตัว) ดูดเลือดจากปลายนิ้วมือ



รูปที่ 3-1 แสดงการเก็บตัวอย่างเลือดจากปลายนิ้ว

3.2.2 เติมตัวอย่างเลือดจำนวน 5 ไมโครลิตร ลงในส่วนผสมของน้ำยาปริมาตร 100 ไมโครลิตร จากนั้นผสมให้เข้ากันและวางทิ้งไว้ให้น้ำยาทำปฏิกิริยากับเลือดที่เติมลงไป ที่อุณหภูมิห้องนาน 10 นาที

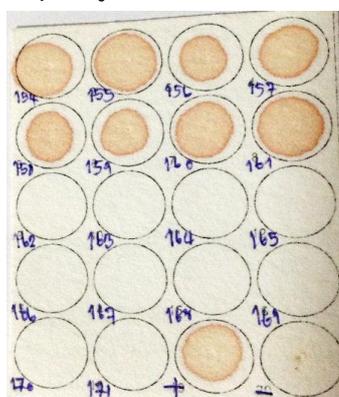


รูปที่ 3-2 ชุดน้ำยาตรวจหาภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD สำเร็จรูป



รูปที่ 3-3 การหยดเลือดลงในน้ำยาตรวจหาภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD

3.2.3 เมื่อครบเวลา ผสมส่วนผสมให้เข้ากันและดูดส่วนผสมปริมาตร 10 ไมโครลิตร หยดลงบนกระดาษกรอง และวางไว้ให้แห้งสนิทที่อุณหภูมิห้อง



รูปที่ 3-4 การหยดส่วนผสมลงบนกระดาษกรองและวางไว้ให้แห้งสนิท

### 3.2.4 นำแผ่นกระดาษกรองไปอ่านผลใต้หลอดไฟที่มีความยาวคลื่น 340-360 นาโนเมตร



รูปที่ 3-5 กล้องที่บแสงที่มีความยาวคลื่น 340-360 นาโนเมตร ใช้ในการอ่านผล

3.2.5 หากเลือดของคนปกติจะเห็นการเรืองแสงสีเขียว ส่วนเลือดของผู้มีภาวะพร่องเอนไซม์ G-6-PD จะไม่เห็นการเรืองแสง และเลือดของผู้ที่เป็นพาหะจะเห็นการเรืองแสงปานกลาง



รูปที่ 3-6 การอ่านผล ภายใต้กล้องที่บแสงที่มีความยาวคลื่น 340-360 นาโนเมตร

### 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ คณะผู้ศึกษาวิจัยได้ใช้เครื่องมือเพื่อตรวจหาภาวะพร่องเอนไซม์ G-6-PD โดยมีวัสดุและอุปกรณ์ดังนี้

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างและตรวจหาภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD

1. ถุงมือ
2. สำลี
3. 70% แอลกอฮอล์
4. หลอด capillary (ชนิดมีสารกันเลือดแข็งตัว)
5. เข็มเจาะเลือด
6. หลอดทดลอง
7. กระดาษกรอง
8. ชุดน้ำยาตรวจหาภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD
9. กล้องแสง UV

### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistic) โดยเก็บข้อมูลเข้าระบบฐานข้อมูล และวิเคราะห์ร้อยละความชุกของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD และทดสอบหาความสัมพันธ์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Window (Statistical Package for Social Sciences)

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

การศึกษ้อัตราชุกภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ในนักศึกษาหลักสูตรสาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ชั้นปีที่ 1-4 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ โดยใช้วิธี fluorescent spot test ชุดตรวจสำเร็จรูป พบว่ามีผู้สมัครใจที่จะตรวจหาภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD จำนวน 156 คน โดยมีผลการศึกษาวิจัยผู้มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD และผู้ที่เป็นพาหะของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD มีข้อมูลดังนี้

#### 4.1 ผลการศึกษ้อัตราชุกภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD

อัตราชุกภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD แบ่งกลุ่มตามเพศ ผู้วิจัยได้ทำการตรวจหาภาวะพร่องทั้งหมด 156 คน และพบว่ามีนักศึกษาที่มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD จำนวน 18 คน เมื่อคิดเป็นอัตราชุกของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD เท่ากับร้อยละ 11.5 จากผลการตรวจพบว่า มีนักศึกษารวมจำนวน 44 คนที่มีภาวะพร่องและเป็นพาหะของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD โดยได้แบ่งกลุ่มตามเพศ ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ผลการตรวจภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD โดยแบ่งกลุ่มตามเพศของนักศึกษา หลักสูตรสาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ (n = 156 คน)

เพศ	ผลการตรวจภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD (ร้อยละ)			รวม (ร้อยละ)
	ปกติ	มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD	เป็นพาหะของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD	
ชาย	12(7.7)	5(3.2)	0 (0)	17(10.9)
หญิง	100(64.1)	13(8.3)	26(16.7)	139(89.1)
รวม	112(71.8)	18(11.5)	26(16.7)	156(100)

$$\chi^2=8.466, P=0.015^*$$

จากตารางที่ 4-1 พบว่าเพศชายตรวจพบภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละได้เท่ากับ 3.2 ส่วนเพศหญิงพบจำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 8.3 นอกจากนี้ในกลุ่มผู้ที่ เป็นพาหะไม่พบในเพศชาย แต่พบในเพศหญิงจำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 16.7 ซึ่งเมื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างเพศและภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD พบว่าค่า  $\chi^2 = 8.466$  และค่า  $P = 0.015$  ซึ่งแสดงให้เห็นว่าภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD สัมพันธ์กับเพศของนักศึกษาและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

#### 4.2 ผลการศึกษาการตรวจหาผู้ที่มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD และผู้ที่เป็นพาหะโดยแบ่งกลุ่มตามชั้นปีของนักศึกษา

ผลจากการตรวจคัดกรองผู้ที่มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD และผู้ที่เป็นพาหะ จำนวน 44 คน โดยแบ่งกลุ่มตามชั้นปี โดยได้ทำการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาหลักสูตรสาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์มีจำนวนทั้งหมด 4 ชั้นปี จากผลการตรวจคัดกรองพบผู้ที่มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD และผู้ที่เป็นพาหะทั้ง 4 ชั้นปี ดังแสดงในตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ผลการตรวจภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD โดยแบ่งกลุ่มตามชั้นปีของนักศึกษาหลักสูตรสาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ (n = 156 คน)

ชั้นปี	ผลการตรวจภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD (ร้อยละ)			รวม
	ปกติ	มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD	เป็นพาหะของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD	
1	13(8.3)	1(0.6)	4(2.6)	18(11.5)
2	45(28.8)	8(5.1)	12(7.7)	65(41.7)
3	34(21.8)	3(1.9)	5(3.2)	42(26.9)
4	20(12.8)	6(3.8)	5(3.2)	31(19.9)
รวม	112(71.8)	18(11.5)	26(16.7)	156(100)

$\chi^2=4.752$ ,  $P=0.576$

จากตารางที่ 4.2 พบว่านักศึกษาชั้นที่ปี 1 มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 0.6 และพบว่าผู้ที่ เป็นพาหะของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 2.6 นักศึกษาชั้นที่ปี 2 มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 5.1 และพบว่าผู้ที่ เป็นพาหะของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 7.7 นักศึกษาชั้นที่ปี 3 มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 1.9 และพบผู้ที่ เป็นพาหะของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 3.2 นักศึกษาชั้นที่ปี 4 มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 3.8 และผู้ที่ เป็นพาหะของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 3.2 ซึ่งเมื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างชั้นปีและภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD พบว่าค่า  $\chi^2 = 4.752$  และค่า  $P = 0.576$  ซึ่งแสดงให้เห็นว่าภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ไม่สัมพันธ์กับชั้นปีของนักศึกษาและมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

#### 4.3 ผลการศึกษาการตรวจหาผู้ที่มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD และผู้ที่ เป็นพาหะโดยแบ่งกลุ่มตามอายุของนักศึกษา

เมื่อแบ่งกลุ่มตามอายุของนักศึกษาสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 คือนักศึกษาที่อายุต่ำกว่า 20 ปี กลุ่มที่ 2 ช่วงอายุ 21-23 ปี และกลุ่มที่ 3 ช่วงอายุ 24-26 ปี โดยผลการตรวจคัดกรองผู้ที่มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD และผู้ที่ เป็นพาหะ โดยแบ่งกลุ่มตามอายุ แสดงผลในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการตรวจภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD โดยแบ่งกลุ่มอายุของนักศึกษา หลักสูตร สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ (n = 156 คน)

อายุ	ผลการตรวจภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD (ร้อยละ)		รวม
	มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD	เป็นพาหะของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD	
ต่ำกว่า 20	11(7.1)	20(12.8)	31(19.9)
21-23	6(3.8)	6(3.8)	12(7.7)
24-26	1(0.6)	0(0)	1(0.6)
รวม	18(11.5)	26(16.7)	44(100)

$$\chi^2=2.232, P=0.328$$

จากตารางที่ 4.3 ในนักศึกษากลุ่มที่ 1 พบว่า ช่วงอายุต่ำกว่า 20 ปี มีผู้ที่เป็นภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 7.1 พบผู้เป็นพาหะของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 12.8 ช่วงอายุตั้งแต่ 21-23 มีผู้เป็นภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 3.8 พบผู้ที่เป็นพาหะของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 3.8 และช่วงอายุตั้งแต่ 24-26 มีผู้ที่มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 0.6 ดังนั้นผู้ที่มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD มีทั้งหมด 18 คน คิดเป็นร้อยละ 11.5 และผู้ที่เป็นพาหะของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD มีทั้งหมด 26 คน คิดเป็นร้อยละ 16.7 ซึ่งเมื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างอายุและภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD พบว่าค่า  $\chi^2 = 2.232$  และค่า  $P= 0.328$  ซึ่งแสดงให้เห็นว่าภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ไม่สัมพันธ์กับอายุของนักศึกษาและมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )

จะเห็นได้ว่าอัตราของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD นั้น มีอัตราใกล้เคียงกับการศึกษาในปี 2558 ที่ผ่านมาโดยพบว่าเพศชายมีอัตราของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ร้อยละ 3 - 22 และในประชากรเพศหญิงร้อยละ 6 - 10 (อรุณี เจตศรีสุภาพ, 2558) ซึ่งในผู้ที่เป็นพาหะและมีภาวะพร่อง

เอนไซม์ G6PD นั้นทางคณะผู้วิจัยได้ให้ความรู้และการปฏิบัติตนที่ถูกต้องเพื่อสร้างความเข้าใจและหลีกเลี่ยงปัจจัยที่จะก่อให้เกิดภาวะเครียดและนำไปสู่การแตกของเม็ดเลือดแดงได้

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษ้อัตราชุกของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ในนักศึกษาหลักสูตรสาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ ชั้นปีที่ 1-4 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ โดยหลังจากได้ผลการตรวจหาภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD แล้วผู้ที่มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD และผู้ที่เป็นพาหะของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD จะได้รับทราบสาเหตุของภาวะนี้ และได้รับความรู้เรื่องการปฏิบัติตนของผู้ที่เป็นพาหะและมีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ซึ่งงานวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษ้อัตราชุกของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ในนักศึกษา หลังจากนั้นคณะผู้วิจัยจะให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการปฏิบัติตนให้ถูกต้อง เพื่อป้องกันสิ่งที่จะกระตุ้นการแตกของเม็ดเลือดแดงอย่างเฉียบพลันเพื่อให้ผู้มีภาวะพร่องดังกล่าวหลีกเลี่ยงปัจจัยเสี่ยงซึ่งจะมีผลกระทบต่อสุขภาพดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 2

#### สรุปผลการวิจัย

##### 5.1 สรุปผลการศึกษ้อัตราชุกภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD และผู้ที่เป็นพาหะโดยแบ่งกลุ่มตามเพศของนักศึกษา

จากการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 156 ตัวอย่างจากนักศึกษาหลักสูตรสาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่ามีนักศึกษาที่มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD จำนวน 18 คน เมื่อคำนวณหาอัตราความชุกของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ได้ร้อยละ 11.5 โดยพบว่าเพศชายตรวจพบภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละได้เท่ากับ 3.2 ส่วนเพศหญิงพบจำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 8.3 นอกจากนี้ในกลุ่มผู้ที่เป็นพาหะไม่พบในเพศชาย แต่พบในเพศหญิงจำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 16.7 ซึ่งเมื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างเพศและภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD พบว่าค่า  $\chi^2 = 8.466$  และค่า  $P = 0.015$  ซึ่งแสดงให้เห็นว่าภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD สัมพันธ์กับเพศของนักศึกษาและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

## 5.2 สรุปผลการศึกษาอัตราชุกภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD และผู้ที่เป็นพาหะโดยแบ่งกลุ่มตามชั้นปีของนักศึกษา

ชั้นปีที่มีอัตราชุกภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD เรียงลำดับชั้นปีจากมากที่สุด คือ ชั้นปีที่ 2 ร้อยละ 5.1 รองลงมาได้แก่ ชั้นปีที่ 4 ร้อยละ 3.8 รองลงมาได้แก่ ชั้นปีที่ 3 ร้อยละ 1.9 และชั้นปีที่มีอัตราชุกชุกภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ต่ำสุดได้แก่นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ร้อยละ 0.6 ส่วนผู้ที่เป็นพาหะของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD มีจำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 16.6 ซึ่งชั้นปีที่มีเป็นพาหะของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD เรียงลำดับชั้นปีจากมากที่สุด คือ ชั้นปีที่ 2 ร้อยละ 7.7 รองลงมาได้แก่ชั้นปีที่ 3 และ 4 ร้อยละ 3.2 และชั้นปีที่พบพาหะน้อยที่สุดได้แก่ชั้นปีที่ 1 ร้อยละ 2.6 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างชั้นปีและภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD พบว่าค่า  $\chi^2 = 4.752$  และค่า  $P = 0.576$  ซึ่งแสดงให้เห็นว่าภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ไม่สัมพันธ์กับชั้นปีของนักศึกษาและมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

## 5.3 สรุปผลการศึกษาการตรวจหาผู้ที่มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD และผู้ที่เป็นพาหะโดยแบ่งกลุ่มตามอายุของนักศึกษา

จากการศึกษาพบว่าอัตราชุกภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD สูงสุดได้แก่กลุ่มอายุ น้อยกว่า 20 ปี ร้อยละ 7.1 รองลงมาได้แก่กลุ่มอายุ 21-23 ปี ร้อยละ 3.8 และอัตราความชุกน้อยที่สุดได้แก่ นักศึกษากลุ่มอายุ 24-26 ปี ร้อยละ 0.6 นอกจากนี้ผู้ที่เป็นพาหะมีอัตราชุกของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD สูงสุดในกลุ่มอายุ น้อยกว่า 20 ปี ร้อยละ 12.8 รองลงมาได้แก่กลุ่มอายุ 21-23 ปี ร้อยละ 3.8 และไม่พบที่เป็นพาหะในนักศึกษากลุ่มอายุ 24-26 ปี เมื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างอายุและภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD พบว่าค่า  $\chi^2 = 2.232$  และค่า  $P = 0.328$  ซึ่งแสดงให้เห็นว่าภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ไม่สัมพันธ์กับอายุของนักศึกษาและมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

## อภิปรายผลการศึกษา

การศึกษานี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 156 ตัวอย่างจากนักศึกษาหลักสูตรสาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่ามีนักศึกษาที่มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD จำนวน 18 คน เมื่อคำนวณหาอัตราความชุกของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ได้ร้อยละ 11.5 ซึ่งพบว่ามีอัตราชุกใกล้เคียงกับการศึกษาในปี ค.ศ. 2011 ซึ่งได้ทำการศึกษาภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ในตัวอย่าง

ของไทย พบว่ามีอัตราชุกร้อยละ 14.2 ส่วนเชื้อชาติพม่าพบว่ามีอัตราชุกร้อยละ 6.6 (Phompradit et al., 2011) นอกจากนี้การศึกษาในอำเภอพบพระ จังหวัดตาก ได้ทำการศึกษาในพื้นที่ระบาดของโรคมาลาเรีย และศึกษาอัตราชุกภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD พบว่ามีอัตราชุกร้อยละ 11.4 (Kotepui et al., 2016) ในปี ค.ศ. 2014 ได้มีการศึกษาอัตราชุกในพื้นที่ตะเข็บชายแดนไทย-พม่า โดยใช้การตรวจด้วยเทคนิค Fluorescent spot test พบว่าอัตราชุกเท่ากับร้อยละ 13.7 (Banccone et al., 2014) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอัตราชุกในปัจจุบันมีค่าใกล้เคียงกันจากการศึกษาวิจัยจากจังหวัดต่างๆของประเทศไทย นอกจากนี้พบว่าเพศชายตรวจพบภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละได้เท่ากับ 3.2 ส่วนเพศหญิงพบจำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 8.3 ซึ่งเป็นค่าร้อยละจากตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 156 คน แต่หากคิดแยกเป็น 2 กลุ่ม จะพบว่า เพศชายมีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD จำนวน 5 คนจาก 17 คน เมื่อคิดค่าร้อยละ จะได้ร้อยละ 29.4 ส่วนเพศหญิง มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD จำนวน 13 คนจาก 139 คน เมื่อคิดค่าร้อยละ จะได้ร้อยละ 9.4 เท่านั้นซึ่งภาวะพร่องเอนไซม์นี้ มีการถ่ายทอดจากโครโมโซม X ทำให้เพศชายมีโอกาสเกิดภาวะนี้มากกว่าเพศหญิง เนื่องจากเพศชาย มีโครโมโซม X เพียงแท่งเดียว หากมียีนที่ผิดปกติก็จะทำให้เกิดโรคได้ ส่วนเพศหญิง มีโครโมโซม X จำนวน 2 แท่ง หากมียีนที่ผิดปกติ 1 โครโมโซม ก็ยังมีอีก 1 โครโมโซมที่ทดแทนได้ ดังนั้นเพศหญิงจึงเป็นเพียงพาหะเท่านั้น และไม่แสดงอาการ เมื่อทดสอบทางสถิติแสดงให้เห็นว่าภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD สัมพันธ์กับเพศของนักศึกษาและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

การใช้วิธีการตรวจโดยเทคนิค Fluorescent spot test เป็นเทคนิคการตรวจแบบคัดกรองเบื้องต้น ซึ่งเป็นชุดน้ำยาสำเร็จรูป มีข้อดีคือใช้งานได้หลังจากเติมน้ำกลั่นลงในสารละลาย ซึ่งสะดวกและใช้เวลาอ่านผลไม่นาน ใช้เลือดปริมาณน้อย เพียง 10 ไมโครลิตร ซึ่งได้มีการใช้เทคนิคนี้ในการศึกษาวิจัยเช่น การศึกษาอัตราชุกของภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD พื้นที่ตะเข็บชายแดนไทย-พม่า (Banccone et al., 2014) หรือการศึกษาในพื้นที่อำเภอพบพระ จังหวัดตาก (Kotepui et al., 2016) แต่การใช้เทคนิคนี้มีข้อเสียเช่นกันคือ การอ่านผลต้องมีแหล่งกำเนิดแสงอัลตราไวโอเล็ต จึงจะสามารถอ่านผลได้ นอกจากนี้การเรียงแสงของตัวอย่างที่เป็นพาหะ มีอ่านค่าได้ค่อนข้างยาก ซึ่งได้มีการศึกษาเทคนิคการตรวจแบบใหม่ คือ Carestart G6PD Rapid Diagnostic Test พบว่าสามารถตรวจกรองเบื้องต้นให้ผลดีกว่า (Espino et al., 2016) นอกจากนี้หากผู้ที่มีภาวะนี้ต้องการตรวจเพื่อความละเอียด สามารถตรวจในระดับการทำงานของเอนไซม์เพิ่มเติม (Gumuslu et al., 2005) ซึ่งหากตรวจพบว่าระดับการทำงานของเอนไซม์สูง ก็จะแสดงให้เห็นว่ามีเม็ดเลือดแดงสามารถทนต่อสารอนุมูลอิสระได้มาก ดังนั้นผู้ที่มภาวะ

พร่องเอนไซม์ G6PD จะสามารถทนต่อสิ่งกระตุ้นได้มากเช่นกัน หรือสามารถตรวจยีนกลายพันธุ์ในระดับ DNA เพื่อหาฮีนที่มีความผิดปกติได้ (Glomglao et al., 2015; Nuchprayoon, Louicharoen, and Charoenvej, 2008; Laosombat et al., 2006; Nuchprayoon, Sanpavat, and Nuchprayoon, 2002; Iwai et al., 2001) หลังจากแจกผลการตรวจภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ให้กับนักศึกษาที่เข้าร่วมโครงการวิจัยจำนวน 156 คน จะนัดเพื่อให้ความรู้เฉพาะนักศึกษาที่เป็นพาหะหรือมีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD จำนวน 44 คน โดยให้ความรู้เกี่ยวกับเอนไซม์ G6PD มีหน้าที่ปกป้องเซลล์ไม่ให้ถูกทำลายจากสารอนุมูลอิสระในเซลล์ของร่างกายทุกเซลล์จำเป็นต้องใช้เอนไซม์ G6PD ภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD จะมีผลกระทบต่อเซลล์เม็ดเลือดแดงมากกว่าเซลล์อื่นๆ เนื่องจากเซลล์เม็ดเลือดแดง สามารถผลิตเอนไซม์ G6PD ได้เฉพาะในช่วงที่เป็นเม็ดเลือดแดงตัวอ่อน และยังมีนิวเคลียส เมื่อเป็นเม็ดเลือดแดงที่โตเต็มที่ซึ่งไม่มีนิวเคลียสแล้ว จะไม่สามารถสร้างเอนไซม์ได้ ในคนปกติเม็ดเลือดแดงจะมีอายุอยู่ในกระแสเลือดได้ประมาณ 120 วัน และแตกสลายไปตามอายุขัย เม็ดเลือดแดงใหม่จะถูกสร้างจากไขกระดูกมาทดแทน ภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ในเม็ดเลือดแดง ทำให้เม็ดเลือดแดงแตกสลายได้ง่าย เม็ดเลือดแดงโดยรวมจึงมีอายุสั้นกว่าปกติ ถูกทำลายเร็วขึ้น ซึ่งถ้าหากมีการสลายของเม็ดเลือดแดงจำนวนมาก ไขกระดูกสร้างขึ้นมาใหม่ทดแทนไม่ทัน ทำให้เกิดการซีดอย่างเฉียบพลัน ตัวเหลืองตาเหลือง เนื่องจากมีสารบิลิรูบิน (bilirubin) เพิ่มขึ้น จากการสลายของเม็ดเลือดแดง นอกจากนี้ เมื่อเม็ดเลือดแดงแตกจะมีฮีโมโกลบินที่อยู่เม็ดเลือดแดงรั่วออกมาหากออกมาปริมาณไม่มากนัก ร่างกายจะสามารถกำจัดได้ แต่หากฮีโมโกลบินออกมาปริมาณมาก จะถูกกรองผ่านไต ทำให้ปัสสาวะมีสีของฮีโมโกลบินปนเป็นสีน้ำตาลเข้มหรือดำเหมือนสีน้ำโคล้ก การดูแลสุขภาพ ช่วงวัยเด็ก วัยชรา และช่วงที่ร่างกายมีภูมิคุ้มกันต่ำ จะต้องดูแลสุขภาพร่างกายในมากเป็นพิเศษ ในปัจจุบันยังไม่มีการรักษาที่จำเพาะ สำหรับภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD การป้องกันที่ดีที่สุดได้แก่ การหลีกเลี่ยง ยา สารเคมี และ ปัจจัยอื่นๆ ที่อาจกระตุ้นให้เกิดการแตกของเม็ดเลือดแดง การได้รับวัคซีนป้องกันโรคที่พบบ่อยบางชนิด (เช่น วัณโรค อหิวาต์ และบี) อาจช่วยป้องกันเม็ดเลือดแดงแตกสลายที่เกิดจากการติดเชื้อนั้นๆ ปัญหาที่สำคัญของผู้ที่มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD คือภาวะโลหิตจางและภาวะตัวเหลืองในทารก

กลุ่มยาที่ควรหลีกเลี่ยงในผู้ที่มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ได้แก่

- กลุ่มยาแก้ปวด ลดไข้ (Analgesics/Antipyretics)
- กลุ่มยารักษาโรคมาลาเรีย (Antimalarial drugs)
- กลุ่มยารักษาโรคหัวใจ (Cardiovascular drugs)

- กลุ่มยา (Sulfonamides/Sulfones)
- กลุ่มยาปฏิชีวนะ (Cytotoxic/Antibacterial drugs)

นอกจากนี้ปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดอาการของโรค ได้แก่ ภาวะการติดเชื้อและความเครียดต่างๆ ซึ่งจะส่งผลให้เม็ดเลือดแดงแตก และมีอาการผิดปกติตามมา อาหารที่กระตุ้นการแตกของเม็ดเลือดแดงที่ควรหลีกเลี่ยง ได้แก่ ลูกชิ้นสีส้ม มะรุมและใบมะรุมไวน์แดง พืชตระกูลถั่ว บลูเบอร์รี่ โทนิค โซดาจิง โยเกิร์ตที่มีส่วนผสมของพืชตระกูลถั่วและบลูเบอร์รี่ สารเคมีที่กระตุ้นการแตกของเม็ดเลือดแดงที่ควรหลีกเลี่ยง ได้แก่ ลูกเหม็น สารหนู การบูร น้ำมันหอมระเหย Toluidine blue อาการแสดงเนื่องจากเม็ดเลือดแดงแตก ได้แก่ มีไข้ หนาวสั่น เหลืองซีดเหมือนเป็นโรคดีซ่าน อ่อนเพลียมาก ไม่มีแรง ปัสสาวะคล้ายสีน้ำปลาหรือสีโค้ก ถ้าเป็นรุนแรงอาจมีภาวะไตวายแทรกซ้อน และถ้าปล่อยไว้นานๆ จะทำให้ผู้ป่วยเป็นโรคโลหิตจาง ซึ่งความรู้ต่างๆที่ได้กล่าวมา มีประโยชน์สำหรับผู้ที่มีการพร่องเอนไซม์ G6PD เป็นอย่างยิ่ง หากผู้มีภาวะดังกล่าว ทราบว่าตนเองมีภาวะนี้และปฏิบัติตามได้ถูกต้อง ก็จะสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ เหมือนปกติและสามารถดูแลสุขภาพของตนเองและครอบครัวซึ่งมีผู้มีภาวะดังกล่าวได้ดีอีกด้วย

### ข้อเสนอแนะการวิจัยในครั้งนี้

- 1) การเก็บตัวอย่างจากนักศึกษา เก็บไม่ได้ทุกตัวอย่างเนื่องจากนักศึกษบางคน กลัวการเจาะเลือด ทำให้ไม่สามารถเก็บตัวอย่างทั้งหมดได้
- 2) ควรมีการเก็บตัวอย่างซ้ำ เพื่อให้ได้ผลการตรวจที่ถูกต้องและเป็นการยืนยันผลการตรวจ
- 3) ควรเพิ่มจำนวนตัวอย่าง โดยทำการสุ่มในแต่ละคณะเพื่อให้ได้การกระจายของข้อมูลที่ใกล้เคียงอัตราจริง

### ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

- 1) ควรมีการศึกษาในเขตพื้นที่ที่กว้างขึ้น เช่น ประชากรในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ หรือ ประชากรเขตอำเภอเมืองเพชรบูรณ์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนให้ความรู้ต่อไป
- 2) ควรมีการในเชิงลึก เช่น ตัวอย่างที่พบว่ามีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD และผู้เป็นพาหะ จำนวน 44 ราย ควรมีการตรวจหาระดับการทำงานของเอนไซม์ เพื่อดูว่าอยู่ในระดับใด

## บรรณานุกรม

- ชาลิสลา หลุยเจริญ ชีพสุนทร. ความชุกของภาวะพร่องเอนไซม์กลูโคส-6-ฟอสเฟตดีไฮโดรจีเนสและอนุพันธุศาสตร์การกลายพันธุ์ของยีน G-6-PD ในประชากรพวน จังหวัดลพบุรี ประเทศไทย. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2555.
- พิมพ์ลักษณ์ เจริญขวัญ. “ภาวะพร่องเอนไซม์จี-ซีก-พีดี.” จุลสารชมรมโรคโลหิตจางธาลัสซีเมียแห่งประเทศไทย. 23 (พฤษภาคม – สิงหาคม 2557) : 6-8
- วรวรรณ ต้นไพจิตร. ภาวะพร่องเอนไซม์จี-6-พีดี. [online]. ม.ป.ท. 2552. แหล่งที่เข้าถึง : <http://www.thailabonline.com/labG6PD.htm>. [9 สิงหาคม 2559]
- หนึ่งฤทัย นิลศรี. “ความชุกของภาวะพร่องเอนไซม์กลูโคส-6-ฟอสเฟตดีไฮโดรจีเนสของชนเผ่าที่อาศัยอยู่ในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย : การศึกษาเบื้องต้น.” วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่. 47(มกราคม 2557) : 18-22
- อรวรรณ อธิธิโสภณกุล และสุอร ชัยนันท์สมิตย์. “สารออเรนจ์-ทู : สาเหตุที่ทำให้เกิดเม็ดเลือดแดงแตกเฉียบพลันในผู้ป่วยภาวะพร่องเอนไซม์ กลูโคส-6-ฟอสเฟต-ดีไฮโดรจีเนส.” ขอนแก่นเวชสาร. 30(พฤษภาคม-สิงหาคม 2549) : 176-183
- อรุณี เจตศรีสุภาพ. ภาวะขาดเอนไซม์จีซีกพีดี (G-6-PD deficiency). [online]. วิชาการเวชศาสตร์ ขอนแก่น. 2558. แหล่งที่เข้าถึง: <http://haamor.com/th/ภาวะขาดเอนไซม์จีซีกพีดี/>. [9 สิงหาคม 2559]
- อาภากร กาญจนวิทยากุล และชาลิสลา หลุยเจริญ ชีพสุนทร. “ความชุกของภาวะพร่องเอนไซม์กลูโคส-6-ฟอสเฟต ดีไฮโดรจีเนส และความหลากหลายทางพันธุกรรมของยีนจีซีกพีดีในชาวกะเหรี่ยง.” การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานระดับชาติ. 4 (กุมภาพันธ์ 2555) : 159-164
- อิสรางค์ นุชประยูร. “ภาวะพร่องเอนไซม์G-6-PDในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้.” การประชุมวิชาการ พันธุศาสตร์แห่งชาติ. 18(กรกฎาคม 2556) : 23-27

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- Bancone, G., Chu, C. S., Somsakchaicharoen, R., Chowwiwat, N., Parker, D. M., Charunwatthana, P., White, N. J., and Nosten, F. H. (2014). Characterization of G6PD genotypes and phenotypes on the northwestern Thailand-Myanmar border. **PloS one**. 9(12), e116063.
- Beutler, E. (1957). The glutathione instability of drug-sensitive red cells; a new method for the in vitro detection of drug sensitivity. **The Journal of laboratory and clinical medicine**. 49(1), 84-95.
- Cappellini, M. D., and Fiorelli, G. (2008). Glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency. **Lancet**. 371(9606), 64-74.
- Espino, F. E., Bibit, J. A., Sornillo, J. B., Tan, A., von Seidlein, L., and Ley, B. (2016). Comparison of Three Screening Test Kits for G6PD Enzyme Deficiency: Implications for Its Use in the Radical Cure of Vivax Malaria in Remote and Resource-Poor Areas in the Philippines. **PloS one**. 11(2), e0148172.
- Fibach, E., and Rachmilewitz, E. (2008). The role of oxidative stress in hemolytic anemia. **Current molecular medicine**. 8(7), 609-19.
- Glomglao, W., Chansing, K., Treesucon, A., Siraprapapat, P., Thongnoppakhun, W., Sanpakit, K., and Tanphaichitr, V. S. (2015). Direct detection for G6PD Bangkok and G6PD Bangkok Noi mutations in the families with chronic nonspherocytic hemolytic anemia (CNSHA). **International journal of laboratory hematology**. 37(2), e21-4.
- Gumuslu, S., Yucel, G., Sarikcioglu, S. B., and Serteser, M. (2005). Application of a new chemiluminescence method for the determination of glucose-6-phosphate dehydrogenase activity in healthy and enzyme-deficient individuals. **Journal of pharmacological and toxicological methods**. 51(2), 169-74.

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- Howes, R. E., Piel, F. B., Patil, A. P., Nyangiri, O. A., Gething, P. W., Dewi, M., Hogg, M. M., Battle, K. E., Padilla, C. D., Baird, J. K., and Hay, S. I. (2012). G6PD deficiency prevalence and estimates of affected populations in malaria endemic countries: a geostatistical model-based map. **PLoS medicine**. 9(11), e1001339.
- Iwai, K., Hirono, A., Matsuoka, H., Kawamoto, F., Horie, T., Lin, K., Tantular, I. S., Dachlan, Y. P., Notopuro, H., Hidayah, N. I., Salim, A. M., Fujii, H., Miwa, S., and Ishii, A. (2001). Distribution of glucose-6-phosphate dehydrogenase mutations in Southeast Asia. **Human genetics**. 108(6), 445-9.
- Kotepui, M., Uthaisar, K., PhunPhuech, B., and Phiwklam, N. (2016). Prevalence and hematological indicators of G6PD deficiency in malaria-infected patients. **Infectious diseases of poverty**. 5, 36.
- Laosombat, V., Sattayasevana, B., Chotsampancharoen, T., and Wongchanchailert, M. (2006). Glucose-6-phosphate dehydrogenase variants associated with favism in Thai children. **International journal of hematology**. 83(2), 139-43.
- Luzzatto, L., Nannelli, C., and Notaro, R. (2016). Glucose-6-Phosphate Dehydrogenase Deficiency. **Hematology/oncology clinics of North America**. 30(2), 373-93.
- Mason, P. J., Bautista, J. M., and Gilsanz, F. (2007). G6PD deficiency: the genotype-phenotype association. **Blood reviews**. 21(5), 267-83.
- Ninokata, A., Kimura, R., Samakkarn, U., Settheetham-Ishida, W., and Ishida, T. (2006). Coexistence of five G6PD variants indicates ethnic complexity of Phuket islanders, Southern Thailand. **Journal of human genetics**. 51(5), 424-8.

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- Noori-Dalooi, M. R., Najafi, L., Mohammad Ganji, S., Hajebrahami, Z., and Sanati, M. H. (2004). Molecular identification of mutations in G6PD gene in patients with favism in Iran. **Journal of physiology and biochemistry**. 60(4), 273-7.
- Nuchprayoon, I., Sanpavat, S., and Nuchprayoon, S. (2002). Glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PD) mutations in Thailand: G6PD Viangchan (871G>A) is the most common deficiency variant in the Thai population. **Human mutation**. 19(2), 185.
- Nuchprayoon, I., Louicharoen, C., and Charoenvej, W. (2008). Glucose-6-phosphate dehydrogenase mutations in Mon and Burmese of southern Myanmar. **Journal of human genetics**. 53(1), 48-54.
- Phompradit, P., Kuesap, J., Chaijaroenkul, W., Rueangweerayut, R., Hongkaew, Y., Yamnuan, R., and Na-Bangchang, K. (2011). Prevalence and distribution of glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PD) variants in Thai and Burmese populations in malaria endemic areas of Thailand. **Malaria journal**. 10, 368.
- Prins, T. J., Trip-Hoving, M., Paw, M. K., Ka, M. L., Win, N. N., Htoo, G., Hser, M. K., Chotivanich, K., Nosten, F., and McGready, R. (2017). A Survey of Practice and Knowledge of Refugee and Migrant Pregnant Mothers Surrounding Neonatal Jaundice on the Thailand-Myanmar Border. **Journal of tropical pediatrics**. 63(1), 50-56.
- Ruwende, C., Khoo, S. C., Snow, R. W., Yates, S. N., Kwiatkowski, D., Gupta, S., Warn, P., Allsopp, C. E., Gilbert, S. C., Peschu, N., and et al. (1995). Natural selection of hemi- and heterozygotes for G6PD deficiency in Africa by resistance to severe malaria. **Nature**. 376(6537), 246-9.

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- Salvemini, F., Franze, A., Iervolino, A., Filosa, S., Salzano, S., and Ursini, M. V. (1999). Enhanced glutathione levels and oxidoresistance mediated by increased glucose-6-phosphate dehydrogenase expression. **The Journal of biological chemistry**. 274(5), 2750-7.
- Tanphaichitr, V. S. (1999). Glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency in Thailand; its significance in the newborn. **The Southeast Asian journal of tropical medicine and public health**. 30 Suppl 2, 75-8.
- Theodorou, A. A., Nikolaidis, M. G., Paschalis, V., Sakellariou, G. K., Fatouros, I. G., Koutedakis, Y., and Jamurtas, A. Z. (2010). Comparison between glucose-6-phosphate dehydrogenase-deficient and normal individuals after eccentric exercise. **Medicine and science in sports and exercise**. 42(6), 1113-21.
- Valaes, T. (1994). Severe neonatal jaundice associated with glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency: pathogenesis and global epidemiology. **Acta paediatrica**. 394, 58-76.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รูปภาพประกอบการเก็บตัวอย่าง

## รูปภาพประกอบการเก็บตัวอย่าง



เก็บตัวอย่าง โดยการเจาะเลือดปลายนิ้วมือ นักศึกษา ชั้นปีที่ 4



เก็บตัวอย่าง โดยการเจาะเลือดปลายนิ้วมือ นักศึกษา ชั้นปีที่ 3

## รูปภาพประกอบการเก็บตัวอย่าง (ต่อ)



เก็บตัวอย่าง โดยการเจาะเลือดปลายนิ้วมือ นักศึกษา ชั้นปีที่ 2



เก็บตัวอย่าง โดยการเจาะเลือดปลายนิ้วมือ นักศึกษา ชั้นปีที่ 2

## รูปภาพประกอบการเก็บตัวอย่าง (ต่อ)

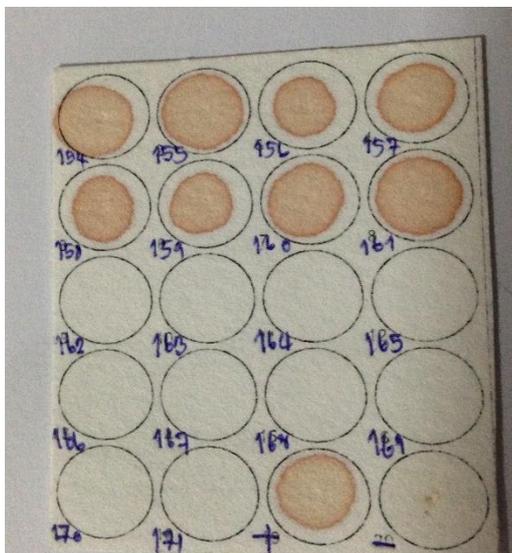


ชุดน้ำยาตรวจหาภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD สำเร็จรูป



กล่องทึบแสง ภายในมีหลอดไฟแสงอัลตราไวโอเล็ตเพื่ออ่านผล

## รูปภาพประกอบการเก็บตัวอย่าง (ต่อ)

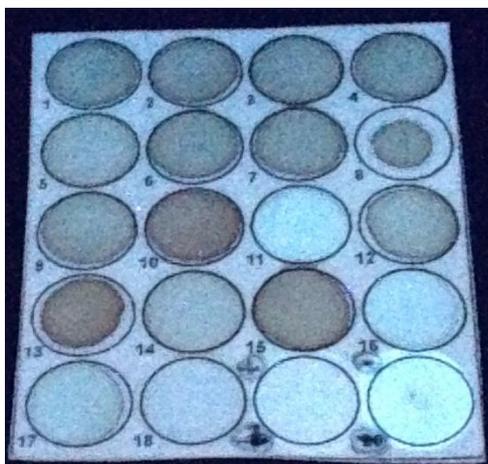


เลือดปริมาตร 10 ไมโครลิตร บนกระดาษกรอง



แบ่งน้ำยาที่ใช้ในการตรวจหาภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD

### รูปภาพประกอบการเก็บตัวอย่าง (ต่อ)



อ่านผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ตในกล่องทึบแสง



ให้ความรู้แก่ผู้มีภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างใบยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

## หนังสือให้ความยินยอมในการตรวจเลือดหาภาวะพร่องเอนไซม์ G-6-PD

ชื่อผู้รับการตรวจ (นาย/นาง/นางสาว) .....วันที่ .....

อายุ.....ปี โรคประจำตัว.....

ข้าพเจ้าได้รับทราบคำอธิบายเกี่ยวกับเหตุผลและความจำเป็นในการตรวจเลือดเพื่อหาภาวะพร่องเอนไซม์ G-6-PD โดย ข้าพเจ้า

ยินยอม ให้ดำเนินการเจาะเลือดของข้าพเจ้าที่ปลายนิ้วมือโดย นักเทคนิคการแพทย์ เพื่อทำการตรวจหาภาวะพร่องเอนไซม์ G-6-PD เพื่อทราบผลโดยความสมัครใจ

ไม่ยินยอมเนื่องจาก

.....

### ผลการตรวจเลือดเพื่อหาภาวะพร่องเอนไซม์ G-6\_PD

ผลบวก (พบระบุ).....

ผลลบ

ลงชื่อ .....เจ้าหน้าที่ผู้ตรวจ

(.....)

...../...../.....

ลงชื่อ ..... นักศึกษา

(.....)

...../...../.....

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างใบแจ้งผล

ชื่อ-สกุล ชั้นปี	ห้อง	รหัสนักศึกษา				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Test</th> <th>Result</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>G-6-PD Screening Test</td> <td>G-6-PD deficiency</td> </tr> </tbody> </table>			Test	Result	G-6-PD Screening Test	G-6-PD deficiency
Test	Result					
G-6-PD Screening Test	G-6-PD deficiency					
<p><u>แปลผล</u> มีภาวะพร่องเอนไซม์ G-6-PD</p>						
<p>Reported by ดร.ทนพล, กัญญารัตน์ เตือนหงาย ทนพล, อภิญา ตำรงกุล 7 พฤศจิกายน 2559</p>						

ชื่อ-สกุล ชั้นปี	นางสาว นันทมา ศรีสง่า 1 ห้อง 1	รหัสนักศึกษา	591102181103				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Test</th> <th>Result</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>G-6-PD Screening Test</td> <td>Normal</td> </tr> </tbody> </table>				Test	Result	G-6-PD Screening Test	Normal
Test	Result						
G-6-PD Screening Test	Normal						
<p><u>แปลผล</u> ปกติ</p>							
<p>Reported by ดร.ทนพล, กัญญารัตน์ เตือนหงาย ทนพล, อภิญา ตำรงกุล 7 พฤศจิกายน 2559</p>							

ภาคผนวก ง

หนังสือราชการ

## หนังสือราชการ



คำสั่งคณะกรรมการและเทคโนโลยี

ที่ ๕๖๔/๒๕๕๙

เรื่อง แต่งตั้งหัวหน้าเจ้าหน้าที่พัสดุ เจ้าหน้าที่พัสดุ กรรมการตรวจรับพัสดุ โครงการวิจัย

ตามที่ อาจารย์ ดร.กัญญารัตน์ เตือนหงาย อาจารย์ประจำหลักสูตรสาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้รับการจัดสรรทุนอุดหนุนงานวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชนและท้องถิ่น งบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๕๙ เรื่อง การศึกษาอัตราสุขภาพวะพร่องเอนไซม์กลูโคส ๖ ฟอสเฟต ดีไฮโดรจีเนส ในนักศึกษาหลักสูตรสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ งบประมาณ ๔๐,๐๐๐ บาท (สี่หมื่นบาทถ้วน) นั้น

เพื่อให้การดำเนินการเกี่ยวกับการบริหารงานวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อย และเกิดประโยชน์สูงสุด คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงแต่งตั้งหัวหน้าเจ้าหน้าที่พัสดุ เจ้าหน้าที่พัสดุ กรรมการตรวจรับพัสดุ ดังรายชื่อต่อไปนี้

๑. หัวหน้าเจ้าหน้าที่พัสดุ  
อาจารย์ ดร.กัญญารัตน์ เตือนหงาย
๒. เจ้าหน้าที่พัสดุ  
อาจารย์สุภาพร วิสูงเร
๓. กรรมการตรวจรับพัสดุ
  - ๓.๑ อาจารย์มงคล นราศรี
  - ๓.๒ อาจารย์พรทวี กองร้อย
  - ๓.๓ อาจารย์อิสระ ตั้งสุวรรณ
๔. ผู้รับผิดชอบงบประมาณ  
อาจารย์ ดร.กัญญารัตน์ เตือนหงาย

ให้คณะกรรมการ ที่ได้รับการแต่งตั้งปฏิบัติหน้าที่ด้วยความรับผิดชอบตามกฎหมายและระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการพัสดุ พ.ศ. ๒๕๓๕ และแก้ไขเพิ่มเติม โดยเคร่งครัด

สั่ง ณ วันที่ ๓ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๕๙

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ มุลศรี)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ปฏิบัติราชการแทน อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ภาคผนวก จ

หลักฐานการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์



### แบบฟอร์มรับรองการนำผลงานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ไปใช้ประโยชน์

๑. ชื่อโครงการวิจัย การศึกษาอัตราอุณหภูมิก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ 6 ฟอสเฟต ดีไฮโดร-จีนเนส  
ในนักศึกษาหลักสูตรสาขาวิชา สาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
๒. ชื่อนักวิจัย ดร.กัญญารัตน์ เตือนหงาย ดร.อัญชลี เตชะเสน, ลักษณ์คณา กิจจรัส
๓. คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์  
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
๔. ทุนอุดหนุนการวิจัยประเภท เพื่อพัฒนาชุมชนและท้องถิ่น งบประมาณ 2559
๕. ปีที่งานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ดำเนินการเสร็จ .2560
๖. ปีที่นำไปใช้ประโยชน์ 2560
๗. การนำไปใช้ประโยชน์
- ๗.๑ ชื่อหน่วยงาน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
- ๗.๒ ที่อยู่หน่วยงาน 83 หมู่ 11 ต.สะเดียง อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000

ขอรับรองว่าได้นำผลงานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ ดังนี้



๑. การนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงสาธารณะ (โปรดระบุรายละเอียด)

.....แนะนำให้มีความหวัง ๑๐๕ ไร่ G.S.P.D. ปุ๋ยชีวภาพ ๑๐ กิโลกรัม มีผลผลิตเพิ่มขึ้น ๑๐๕ ไร่



๒. การนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงนโยบาย (โปรดระบุรายละเอียด)



๓. การนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ (โปรดระบุรายละเอียด)

๒

๔. การนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆ (โปรดระบุรายละเอียด)

และนำไปสอน และ คู่ปกครองในกรณีของ บัณฑิต ซึ่งได้

ศศิญา มิ่ง  
(นางสาวศศิญา มิ่ง)  
ผู้นำไปใช้ประโยชน์

ตำแหน่ง ..... นักศึกษา

วันที่ให้ข้อมูล ..... 13. ธันวาคม 2560

#### หมายเหตุ

การใช้ประโยชน์ในเชิงสาธารณะ เช่น ผลงานวิจัยที่นำไปใช้ให้เกิดประโยชน์แก่สาธารณะในเรื่องต่างๆ ที่ทำให้คุณภาพชีวิตและเศรษฐกิจของประชาชนดีขึ้น ได้แก่ การใช้ประโยชน์ด้านสาธารณสุข ด้านการบริหารจัดการ สำหรับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SME) ด้านการส่งเสริมประชาธิปไตย ภาคประชาชน ด้านศิลปะและวัฒนธรรม ด้านวิถีตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง เป็นต้น

การใช้ประโยชน์เชิงนโยบาย เช่น ใช้ประโยชน์จากผลงานวิจัยเชิงนโยบายในการนำไปประกอบเป็นข้อมูลการประกาศใช้กฎหมาย หรือกำหนดมาตรการกฎเกณฑ์ต่างๆ โดยองค์กร หรือหน่วยงานภาครัฐและเอกชน เป็นต้น

การใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ เช่น งานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ที่นำไปสู่การพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ หรือผลิตภัณฑ์ซึ่งก่อให้เกิดรายได้ หรือนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เป็นต้น



### แบบฟอร์มรับรองการนำผลงานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ไปใช้ประโยชน์

๑. ชื่อโครงการวิจัย      การศึกษาอัตราชุกภาวะพร่องเอนไซม์กลูโคส 6 ฟอสเฟต ดีไฮโดร-จีนเนส  
ในนักศึกษาหลักสูตรสาขาวิชา สาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
๒. ชื่อนักวิจัย              ดร.กัญญารัตน์ เตือนหงาย ดร.อัญชลี เตชะเสน, ลักษณ์คณา กิจจรัส
๓. คณะ                      วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์  
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
๔. ทุนอุดหนุนการวิจัยประเภท เพื่อพัฒนาชุมชนและท้องถิ่น งบประมาณ 2559
๕. ปีที่งานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ดำเนินการเสร็จ .2560
๖. ปีที่นำไปใช้ประโยชน์ 2560
๗. การนำไปใช้ประโยชน์
  - ๗.๑ ชื่อหน่วยงาน      คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
  - ๗.๒ ที่อยู่หน่วยงาน      83 หมู่ 11 ต.สะเดียง อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000

ขอรับรองว่าได้นำผลงานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ ดังนี้

๑. การนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงสาธารณะ (โปรดระบุรายละเอียด)  
สามารถนำข้อมูลงานวิจัยไปใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ของนักศึกษา
๒. การนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงนโยบาย (โปรดระบุรายละเอียด)
๓. การนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ (โปรดระบุรายละเอียด)

๒

๔. การนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆ (โปรดระบุรายละเอียด)

แนวข้อสอบ : ผู้ปกครอง 9 รายการ และ 1 แล้ว ซึ่งรับ แล้วได้

อดมน ไร่ปอ  
(นางสาว อดมน ไร่ปอ)  
ผู้นำไปใช้ประโยชน์

ตำแหน่ง นักศึกษา

วันที่ให้ข้อมูล 13 มีนาคม 2560

#### หมายเหตุ

การใช้ประโยชน์ในเชิงสาธารณะ เช่น ผลงานวิจัยที่นำไปใช้ให้เกิดประโยชน์แก่สาธารณะในเรื่องต่างๆ ที่ทำให้คุณภาพชีวิตและเศรษฐกิจของประชาชนดีขึ้น ได้แก่ การใช้ประโยชน์ด้านสาธารณสุข ด้านการบริหารจัดการ สำหรับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SME) ด้านการส่งเสริมประชาธิปไตย ภาคประชาชน ด้านศิลปะและวัฒนธรรม ด้านวิถีตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง เป็นต้น

การใช้ประโยชน์เชิงนโยบาย เช่น ใช้ประโยชน์จากผลงานวิจัยเชิงนโยบายในการนำไปประกอบเป็นข้อมูลการประกาศใช้กฎหมาย หรือกำหนดมาตรการกฎเกณฑ์ต่างๆ โดยองค์กร หรือหน่วยงานภาครัฐและเอกชน เป็นต้น

การใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ เช่น งานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ที่นำไปสู่การพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ หรือผลิตภัณฑ์ซึ่งก่อให้เกิดรายได้ หรือนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เป็นต้น



### แบบฟอร์มรับรองการนำผลงานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ไปใช้ประโยชน์

๑. ชื่อโครงการวิจัย      การศึกษาอัตราชุกภาวะพร่องเอนไซม์กลูโคส 6 ฟอสเฟต ดีไฮโดร-จีนส  
 ในนักศึกษาหลักสูตรสาขาวิชา สาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
๒. ชื่อนักวิจัย              ดร.กัญญารัตน์ เดือนหงาย ดร.อัญชลี เตชะเสน, ลักษณะคณา กิจจรัส  
 ๓. คณะ                      วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์  
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

๔. ทุนอุดหนุนการวิจัยประเภท เพื่อพัฒนาชุมชนและท้องถิ่น งบประมาณ 2559

๕. ปีที่งานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ดำเนินการเสร็จ .2560

๖. ปีที่นำไปใช้ประโยชน์ 2560

๗. การนำไปใช้ประโยชน์

๗.๑ ชื่อหน่วยงาน      คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

๗.๒ ที่อยู่หน่วยงาน      83 หมู่ 11 ต.สะเตียง อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000

ขอรับรองว่าได้นำผลงานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ ดังนี้

๑. การนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงสาธารณะ (โปรดระบุรายละเอียด)

นำผลการวิจัยมาจัดทำรายงานวิจัย 6,600 ไร่

๒. การนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงนโยบาย (โปรดระบุรายละเอียด)

๓. การนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ (โปรดระบุรายละเอียด)

๒

๔. การนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆ (โปรดระบุรายละเอียด)

เช่น นำเมล็ดพันธุ์ไปแจกจ่ายให้เกษตรกรในพื้นที่ใกล้เคียง

อุทมาพร คุ้มคุ้ม  
(นางสาวอุทมาพร คุ้มคุ้ม)

ผู้นำไปใช้ประโยชน์

ตำแหน่ง ..... ศักดิ์สิทธิ์

วันที่ให้ข้อมูล ..... 19 มี.ค. 60

#### หมายเหตุ

การใช้ประโยชน์ในเชิงสาธารณะ เช่น ผลงานวิจัยที่นำไปใช้ให้เกิดประโยชน์แก่สาธารณะในเรื่องต่างๆ ที่ทำให้คุณภาพชีวิตและเศรษฐกิจของประชาชนดีขึ้น ได้แก่ การใช้ประโยชน์ด้านสาธารณสุข ด้านการบริหารจัดการ สำหรับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SME) ด้านการส่งเสริมประชาธิปไตย ภาคประชาชน ด้านศิลปะและวัฒนธรรม ด้านวิถีตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง เป็นต้น

การใช้ประโยชน์เชิงนโยบาย เช่น ใช้ประโยชน์จากผลงานวิจัยเชิงนโยบายในการนำไปประกอบเป็นข้อมูลการประกาศใช้กฎหมาย หรือกำหนดมาตรการกฎเกณฑ์ต่างๆ โดยองค์กร หรือหน่วยงานภาครัฐและเอกชน เป็นต้น

การใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ เช่น งานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ที่นำไปสู่การพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ หรือผลิตภัณฑ์ซึ่งก่อให้เกิดรายได้ หรือนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เป็นต้น

วจ. ๐๐๓



### แบบฟอร์มรับรองการนำผลงานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ไปใช้ประโยชน์

๑. ชื่อโครงการวิจัย      การศึกษาอัตราอุณหภูมิจำกัดของไอโซโทป-เจเนส  
 ในนักศึกษาหลักสูตรสาขาวิชา สาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
๒. ชื่อนักวิจัย              ดร.กัญญารัตน์ เดือนหงาย ดร.อัญชลี เตชะเสน, ลักษณ์คณา กิจจรัส
๓. คณะ                      วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์  
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
๔. ทุนอุดหนุนการวิจัยประเภท เพื่อพัฒนาชุมชนและท้องถิ่น งบประมาณ 2559
๕. ปีที่งานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ดำเนินการเสร็จ .2560
๖. ปีที่นำไปใช้ประโยชน์ 2560
๗. การนำไปใช้ประโยชน์
- ๗.๑ ชื่อหน่วยงาน          คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
- ๗.๒ ที่อยู่หน่วยงาน        83 หมู่ 11 ต.สะเดียง อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000

ขอรับรองว่าได้นำผลงานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ ดังนี้

๑. การนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงสาธารณะ (โปรดระบุรายละเอียด)

สามารถส่งข่าว ผ่านหนังสือ สภามหาวิทยาลัยให้วิเทศของมหาวิทยาลัย

๒. การนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงนโยบาย (โปรดระบุรายละเอียด)

๓. การนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ (โปรดระบุรายละเอียด)

.....  
.....  
.....

๔. การนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆ (โปรดระบุรายละเอียด)

.....  
.....  
.....

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

ตำแหน่ง .....  
.....

วันที่ให้ข้อมูล .....  
.....

**หมายเหตุ**

การใช้ประโยชน์ในเชิงสาธารณะ เช่น ผลงานวิจัยที่นำไปใช้ให้เกิดประโยชน์แก่สาธารณะในเรื่องต่างๆ ที่ทำให้คุณภาพชีวิตและเศรษฐกิจของประชาชนดีขึ้น ได้แก่ การใช้ประโยชน์ด้านสาธารณสุข ด้านการบริหารจัดการ สำหรับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SME) ด้านการส่งเสริมประชาธิปไตย ภาคประชาชน ด้านศิลปะและวัฒนธรรม ด้านวิถีตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง เป็นต้น

การใช้ประโยชน์เชิงนโยบาย เช่น ใช้ประโยชน์จากผลงานวิจัยเชิงนโยบายในการนำไปประกอบเป็นข้อมูลการประกาศใช้กฎหมาย หรือกำหนดมาตรการกฎเกณฑ์ต่างๆ โดยองค์กร หรือหน่วยงานภาครัฐและเอกชน เป็นต้น

การใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ เช่น งานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ที่นำไปสู่การพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ หรือผลิตภัณฑ์ซึ่งก่อให้เกิดรายได้ หรือนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เป็นต้น



### แบบฟอร์มรับรองการนำผลงานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ไปใช้ประโยชน์

๑. ชื่อโครงการวิจัย การศึกษาอัตราชุกภาวะพร่องเอนไซม์กลูโคส 6 ฟอสเฟต ดีไฮโดร-จีนส  
ในนักศึกษาหลักสูตรสาขาวิชา สาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
๒. ชื่อนักวิจัย ดร.กัญญารัตน์ เตือนหงาย ดร.อัญชลี เตชะเสน, ลักษณ์คณา กิจจรัส
๓. คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์  
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
๔. ทุนอุดหนุนการวิจัยประเภท เพื่อพัฒนาชุมชนและท้องถิ่น งบประมาณ 2559
๕. ปีที่งานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ดำเนินการเสร็จ .2560
๖. ปีที่นำไปใช้ประโยชน์ 2560
๗. การนำไปใช้ประโยชน์
- ๗.๑ ชื่อหน่วยงาน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
- ๗.๒ ที่อยู่หน่วยงาน 83 หมู่ 11 ต.สะเดียง อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000

ขอรับรองว่าได้นำผลงานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ ดังนี้

๑. การนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงสาธารณะ (โปรดระบุรายละเอียด)  
ให้ศกข.รู้ในฐานข้อมูลภาวะพร่องเอนไซม์ G6PD ได้  
สามารถเข้าถึงงานวิจัยเพื่อสังคมที่งานนี้ เมื่อเดือนกุมภาพันธ์
๒. การนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงนโยบาย (โปรดระบุรายละเอียด)
๓. การนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ (โปรดระบุรายละเอียด)

๒

๔. การนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆ (โปรดระบุรายละเอียด)

แนะนำเพื่อนและผู้จัดทรงในทางที่ดีเสียงยาวเสียงดังได้

สาบงรัง แก้วคำ  
(นางสาวสาบงรัง แก้วคำ)  
ผู้นำไปใช้ประโยชน์

ตำแหน่ง .....

วันที่ให้ข้อมูล 13/03/60

#### หมายเหตุ

การใช้ประโยชน์ในเชิงสาธารณะ เช่น ผลงานวิจัยที่นำไปใช้ให้เกิดประโยชน์แก่สาธารณะในเรื่องต่างๆ ที่ทำให้คุณภาพชีวิตและเศรษฐกิจของประชาชนดีขึ้น ได้แก่ การใช้ประโยชน์ด้านสาธารณสุข ด้านการบริหารจัดการ สำหรับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SME) ด้านการส่งเสริมประชาธิปไตย ภาคประชาชน ด้านศิลปะและวัฒนธรรม ด้านวิถิตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง เป็นต้น

การใช้ประโยชน์เชิงนโยบาย เช่น ใช้ประโยชน์จากผลงานวิจัยเชิงนโยบายในการนำไปประกอบเป็นข้อมูลการประกาศใช้กฎหมาย หรือกำหนดมาตรการกฎเกณฑ์ต่างๆ โดยองค์กร หรือหน่วยงานภาครัฐและเอกชน เป็นต้น

การใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ เช่น งานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ที่นำไปสู่การพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ หรือผลิตภัณฑ์ซึ่งก่อให้เกิดรายได้ หรือนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เป็นต้น



๔. การนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆ (โปรดระบุรายละเอียด)

ศึกษาต้นแบบสิ่งประดิษฐ์หรือสิ่งประดิษฐ์เพื่อใช้ในการผลิตและจำหน่าย

กัญญา นามชัยกุล  
(กัญญา นามชัยกุล...)  
ผู้นำไปใช้ประโยชน์

ตำแหน่ง ..... นักศึกษา

วันที่ให้ข้อมูล 13/9/60

#### หมายเหตุ

การใช้ประโยชน์ในเชิงสาธารณะ เช่น ผลงานวิจัยที่นำไปใช้ให้เกิดประโยชน์แก่สาธารณะในเรื่องต่างๆ ที่ทำให้คุณภาพชีวิตและเศรษฐกิจของประชาชนดีขึ้น ได้แก่ การใช้ประโยชน์ด้านสาธารณสุข ด้านการบริหารจัดการ สำหรับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SME) ด้านการส่งเสริมประชาธิปไตย ภาคประชาชน ด้านศิลปะและวัฒนธรรม ด้านวิถีตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง เป็นต้น

การใช้ประโยชน์เชิงนโยบาย เช่น ใช้ประโยชน์จากผลงานวิจัยเชิงนโยบายในการนำไปประกอบเป็นข้อมูลการประกาศใช้กฎหมาย หรือกำหนดมาตรการกฎเกณฑ์ต่างๆ โดยองค์กร หรือหน่วยงานภาครัฐและเอกชน เป็นต้น

การใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ เช่น งานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ที่นำไปสู่การพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ หรือผลิตภัณฑ์ซึ่งก่อให้เกิดรายได้ หรือนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เป็นต้น

## ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล นางสาวกัญญารัตน์ เดือนหงาย
2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 3-6704-00021-XX-X
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
4. ตำแหน่งทางวิชาการ -
5. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก  
หลักสูตรสาขาวิชาสาธารณสุขศาสตรบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000  
โทรศัพท์ 056-717122, 089-8427905 E-mail  
[kunyarat.d@gmail.com](mailto:kunyarat.d@gmail.com)
6. ประวัติการศึกษา  
วท.บ. (เทคนิคการแพทย์) คณะเทคนิคการแพทย์  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
วท.ม. (ปรสตีวิทยา) คณะแพทยศาสตร์  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
ปร.ค. (ชีวเวชศาสตร์) บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
7. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ  
วิทยาศาสตร์สุขภาพด้านการพัฒนาการตรวจวินิจฉัยทางด้านปรสิตวิทยา
8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย  
ทำงานวิจัยและได้รับการตีพิมพ์วารสารนานาชาติจำนวน 13 ฉบับ



