บทที่ 1

บทนำ วัตถุประสงค์ และทบทวนเอกสาร

บทนำ หลักการ ทฤษฎี

ดีเอ็นเอ (DNA) เป็นชื่อย่อของสารพันธุกรรม มีชื่อเต็มว่า กรดดีออกซีไรโบนิวคลีอิก (Deoxyribonucleic acid) ซึ่งเป็นกรดนิวคลีอิกชนิดหนึ่ง สามารถพบในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด ทั้ง คน, สัตว์, พืช, เชื้อรา, แบคทีเรีย รวมไปถึงอนุภาคเล็กๆอย่างไวรัสก็มีดีเอ็นเอเป็นองค์ประกอบ โดยผู้ค้นพบดีเอ็นเอ คือ ฟรีดริช มีเชอร์ ในปี พ.ศ. 2412 (ค.ศ. 1869) แต่ไม่มีการรายงานถึงโครงสร้างของ DNA จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2496 (ค.ศ. 1953) เจมส์ ดี. วัตสัน และฟรานซิส คริก เป็นผู้รวบรวมข้อมูล และสร้างแบบจำลองโครงสร้างของดีเอ็นเอ (DNA Structure Model) จนทำให้ได้รับรางวัลโนเบล และนั่นนับเป็นจุดเริ่มต้นของยุคเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

ดีเอ็นเอ (DNA) บรรจุข้อมูลทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้นไว้ ซึ่งมีลักษณะที่ผสมผสานมาจากสิ่งมีชีวิตรุ่นก่อน ซึ่งก็คือ พ่อและแม่ โดยสามารถถ่ายทอดไปยังสิ่งมีชีวิตรุ่นถัดไป ซึ่งก็คือ ลูกหลาน ลักษณะโครงสร้างของ DNA นั้นมีรูปร่างเป็นเกลียวคู่ (Double helix) คล้ายบันไดลิงที่บิดตัวทางขวา หรือบันไดเวียนขวา ขาหรือราวของบันไดแต่ละข้างก็คือการเรียงตัวของนิวคลีโอไทด์ (Nucleotide) นิวคลีโอไทด์เป็นโมเลกุลที่ประกอบด้วยน้ำตาล (Deoxyribose Sugar), ฟอสเฟต (Phosphate) (ซึ่งประกอบด้วยฟอสฟอรัส และออกซิเจน) และไนโตรจีนัสเบส (Nitrogenous Base) เบสในนิวคลีโอไทด์มีอยู่สี่ชนิด ได้แก่ อะดีนีน (Adenine, A) , ไทมีน (Thymine, T) , ไซโทซีน (Cytosine, C) และกัวนีน (Guanine, G) ส่วนขาหรือราวของบันไดสองข้างหรือนิวคลีโอไทด์ถูกเชื่อมด้วยเบส โดย A เชื่อมกับ T ด้วยพันธะไฮโดรเจน(Hydrogen bonds) แบบพันธะคู่ (Double bonds) และ C เชื่อมกับ G ด้วยพันธะไฮโดรเจนแบบพันธะสาม (Triple bonds) ซึ่งข้อมูลทางพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ เกิดขึ้นจากการเรียงลำดับของเบสใน DNA นั่นเอง (Thai Biotech, 2554)

ในปัจจุบันมีการนำเอาความรู้ทางชีวโมเลกุล (Molecular biology) มาประยุกต์ใช้ในทางนิติวิทยาศาสตร์ นิยมตรวจ DNA โดยเทคนิค PCR (Polymerase Chain Reaction) ซึ่งสามารถนำมาใช้ในงานทางนิติวิทยาศาสตร์ ได้อย่างน้อยสามกรณีคือ การตรวจพิสูจน์บุตร การตรวจพิสูจน์บุคคลโดยใช้หลักฐานทางชีวภาพ การตรวจเพื่อบอกลักษณะของเจ้าของทางชีวภาพเช่น การ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตรวจหาเพศ ซึ่งเป็นการตรวจที่ตำแหน่งอะเมโลเจนิน (Amelogenin Locus) (วิฑูรย์, 2549) ซึ่งเป็นยีนที่อยู่บนโครโมโซม X และโครโมโซม Y ที่ตำแหน่ง p22 (Sasaki *et al*., 1995)

แต่เนื่องจากเทคนิค PCR นั้นมีขั้นตอนที่ยุ่งยาก ในขบวนการตรวจต้องมีการลดเพิ่มอุณหภูมิ ถึงสามอุณหภูมิ และใช้เวลานาน Tsugunori Notomi ได้คิดเทคนิคที่มีความยุ่งยากน้อยกว่าคือ เทคนิค Loop-Mediated Isothermal Amplification (LAMP) โดยในการเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมนั้น สามารถสังเคราะห์ DNA ได้มากถึง 10^9 เท่าภายในเวลาไม่ถึงหนึ่งชั่วโมง และเป็นการเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมโดยใช้เพียงอุณหภูมิเดียว ร่วมกับเอนไซม์ดีเอ็นเอโพลิเมอร์เรส (DNA Polymerase) และ ไพรเมอร์(primer) จำนวนสี่ชนิด (Notomi *et al*., 2000)

การตรวจ DNA จากวัตถุพยานสามารถทำได้กับตัวอย่างหลายชนิดเช่น เลือด เส้นผม เส้นขน คราบอสุจิ และกระดูก แต่ในกรณีที่ต้องการใช้ตัวอย่างจากคดีเพลิงไหม้ หรือคดีฆาตกรรมที่มีการเผาทำลายศพนั้น เนื้อเยื่อต่างๆอาจถูกทำลายไปเป็นส่วนใหญ่เหลือเพียงกระดูก และฟัน ที่มีความเหมาะสมในการนำมาตรวจหาสารพันธุกรรม นอกจากนั้นฟันของมนุษย์ยังถูกปกป้องด้วยเนื้อเยื่อกระพุ้งแก้ม และกระดูกกราม (Williams *et al*., 2004) จึงน่าจะมีประโยชน์ในการใช้เป็นแหล่งของ DNA สำหรับการตรวจพิสูจน์ (สุทธิชัย และคณะ, 2549)

เซลล์ร่างกายเซลล์หนึ่ง ๆ จะประกอบด้วยโครโมโซมสองชนิด คือ โครโมโซมร่างกาย และโครโมโซมเพศ ในมนุษย์นั้น จะมีโครโมโซมร่างกาย 44 แท่ง หรือ 22 คู่ ส่วนโครโมโซมเพศจะมี 2 แท่ง หรือ 1 คู่ โดยจะใช้โครโมโซมเอ็กซ์ (X) และโครโมโซมวาย (Y) เป็นตัวกำหนดเพศ ผู้ชายใช้สัญลักษณ์ว่า XY ส่วนผู้หญิงใช้สัญลักษณ์ว่า XX โดยในการวิเคราะห์โครโมโซมเพศเพื่อระบุเพศนั้นมีมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1990 และสามารถสรุปได้ว่าโครโมโซมวาย (Y) นั้นเป็นโครโมโซมที่จำเพาะเจาะจงในเพศชาย คือ บุคคลที่เป็นเพศชายต้องมีโครโมโซมวายอยู่ในร่างกาย (Roewer, 2009)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากทฤษฎีที่ได้กล่าวถึงข้างต้นจึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ โดยมีความต้องการที่จะศึกษาเกี่ยวกับการการประยุกต์ใช้เทคนิค Loop-Mediated Isothermal Amplification (LAMP) ในการระบุเพศชาย โดยการเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมที่ตำแหน่ง Amelogenin Y จากฟันที่ถูกเผา

ด้วยเตาถ่านและ เตาแก๊ส ซึ่งเป็นการจำลองคดีเพลิงไหม้ หรือคดีฆาตกรรมที่มีการเผาทำลายศพ ซึ่งเป็นการตรวจคัดกรองผู้เสียชีวิตเบื้องต้น โดยใช้เทคนิคที่รวดเร็ว ไม่ยุ่งยาก และมีประสิทธิภาพ

กลไกการทำงานของเทคนิคแลมป์ (LAMP)

ปฏิกิริยาของเทคนิคแลมป์จะเกิดขึ้นได้ต้องมีส่วนประกอบที่สำคัญต่างๆ อันได้แก่ น้ำ (H_2O), 10X buffer, betaine, dNTPs, primer mix, *Bst* DNA polymerase และดีเอ็นเอแม่แบบ (template) ซึ่งในบรรดาส่วนประกอบเหล่านี้สารที่มีบทบาทสำคัญในการทำให้เกิดกลไกการทำปฏิกิริยาของเทคนิคแลมป์ก็คือ primer mix และ *Bst* DNA polymerase

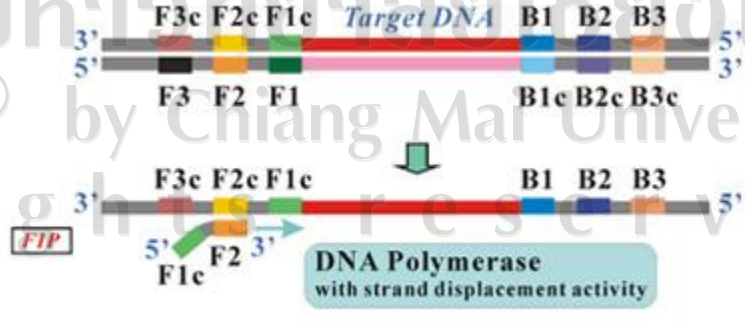
ส่วนของไพรเมอร์นั้น เทคนิคแลมป์มีไพรเมอร์อยู่หนึ่งชุดซึ่งประกอบไปด้วย ไพรเมอร์ทั้งหมดสี่ตัว อันได้แก่ FIP, F3, BIP และ B3

การเพิ่มจำนวน DNA โดยเทคนิคแลมป์ มี 2 ขั้นตอนที่สำคัญคือ

1.ขั้นตอน Non-cyclic step

เป็นขั้นตอนการสร้างสายดีเอ็นเอที่มีลักษณะคล้ายดัมเบล (Dumbbell structure) โดยเริ่มจาก *Bst* DNA polymerase เป็นดีเอ็นเอพอลิเมอเรสชนิดหนึ่งซึ่งหน้าที่การทำงานคล้ายกับ *Taq* DNA polymerase แต่ดีเอ็นเอพอลิเมอเรสทั้งสองชนิดนี้มีความแตกต่างกันที่คุณสมบัติจำเพาะตัว โดยมีคุณสมบัติที่เรียกว่า Stand displacement ซึ่งเป็นคุณสมบัติของการแยกดีเอ็นเอสายคู่ให้เป็นดีเอ็นเอสายเดี่ยวโดยไม่ต้องอาศัยขั้นตอนการเพิ่มอุณหภูมิเพื่อแยกสายดีเอ็นเอแม่แบบ (Denaturation) โดยจะเป็นตัวที่ขับเคลื่อนการสังเคราะห์ดีเอ็นเอสายใหม่ ซึ่งการสังเคราะห์เริ่มต้นที่ปลาย 3’end โดยส่วน F2 region ของ FIP Primer จะไปจับที่ส่วน F2c ของดีเอ็นเอเป้าหมาย แล้วเริ่มต้นการสังเคราะห์สายดีเอ็นเอ (ภาพที่ 1)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 1 กลไกปฏิกิริยาแลมป์ 1 (EIKEN, 2005)

แล้วจะได้ดีเอ็นเอพอลิเมอเรสสังเคราะห์สายใหม่ที่เกิดจากการตั้งต้นของ FIP Primer (ภาพที่ 2)

ภาพ 2 กลไกปฏิกิริยาแลมป์ 2 (EIKEN, 2005)

จากนั้น Outer primer F3 จะไปจับกับส่วน F3c ของดีเอ็นเอเป้าหมาย (ภาพที่ 3)

ภาพ 3 กลไกปฏิกิริยาแลมป์ 3 (EIKEN, 2005)

แล้วเริ่มต้นการสังเคราะห์สายดีเอ็นเอสายใหม่อีกเส้นหนึ่ง (ภาพที่ 4)

ภาพ 4 กลไกปฏิกิริยาแลมป์ 4 (EIKEN, 2005)

ซึ่งสายดีเอ็นเอที่ถูกเลาะออกมาจะถูกนำไปเป็นสายตั้งต้นจำลองโครงสร้างดัมเบลโดยจะมีโครงสร้างดังภาพที่ 5

ภาพ 5 กลไกปฏิกิริยาแลมป์ 5 (EIKEN, 2005)

สายที่ถูกเลาะออกมาจะมีตำแหน่งที่สามารถจับคู่กันได้ คือ F1c กับ F1 ทำให้เกิดการจับตัวกันระหว่างสองส่วนดังกล่าวได้ง่าย จนทำให้เกิดเป็นห่วง (Looped-out structure) ที่ปลาย 5’ end จากนั้น BIP และB3 จะเข้ามาทำหน้าที่ตั้งต้นสังเคราะห์สายคล้ายกับ FIP

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กับ F3 โดยเริ่มจาก BIP ใช้ B2 เข้ามาจับกับตำแหน่ง B2c แล้วทำการสังเคราะห์ดีเอ็นเอไปจนสุดสาย (ภาพที่ 6)

ภาพ 6 กลไกปฏิกิริยาแลมป์ 6 (EIKEN, 2005)

จากนั้น B3 เข้ามาจับที่ตำแหน่ง B3c ของดีเอ็นเอแม่แบบแล้วเริ่มสังเคราะห์สายดีเอ็นเอใหม่อีกเส้นหนึ่งไปจนสุดสาย (ภาพที่ 7)

ภาพ 7 กลไกปฏิกิริยาแลมป์ 7 (EIKEN, 2005)

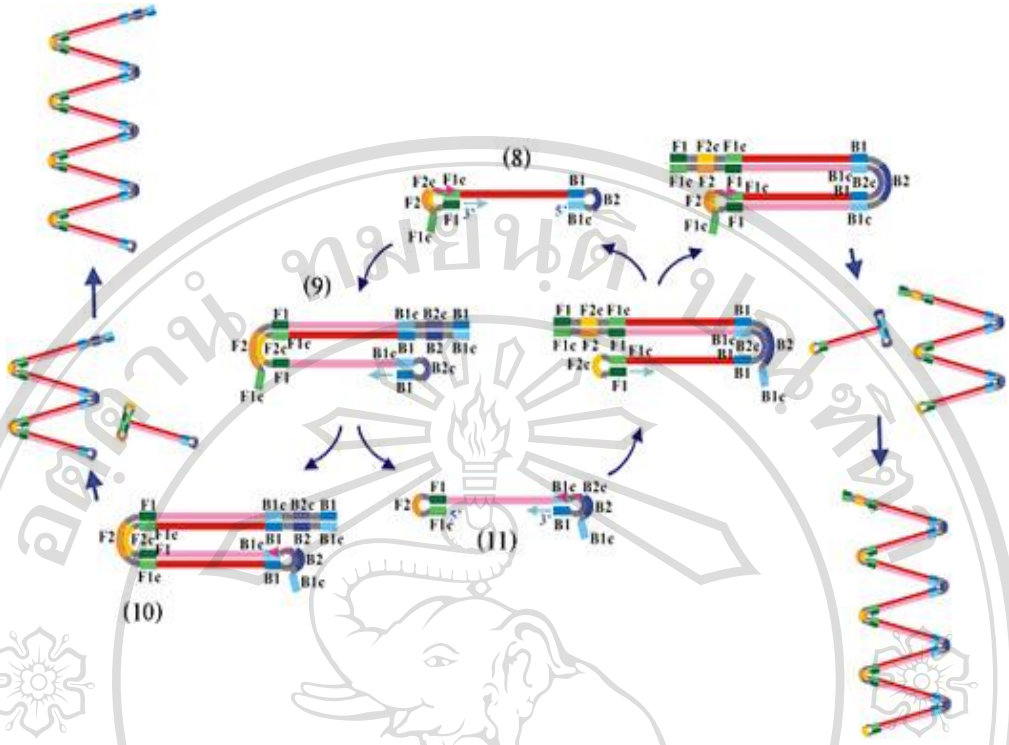
สายที่ BIP ตั้งต้นหลุดออกมา จำลองเป็นโครงสร้างที่เรียกว่า Dumbbell Shape Structure ดัมเบลจะใช้สายเป็นตั้งต้นในการจำลองสารพันธุกรรมให้เป็นโครงสร้าง Cauliflower like Structure ต่อไป (ภาพที่ 8)

ภาพ 8 กลไกปฏิกิริยาแลมป์ 8 (EIKEN, 2005)

2.ขั้นตอน cyclic step

เป็นขั้นตอนการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอ แบบหมุนเวียนต่อเนื่อง โดย Inner primer จะเข้าจับบริเวณ Loop จากนั้นจะสังเคราะห์สายดีเอ็นเอใหม่ไปเรื่อยๆ และจะหมุนเวียนต่อเนื่องจนเกิดเป็นโมเลกุลที่เชื่อมต่อกันยาวคล้ายลูกโซ่ ซึ่งมีหลากหลายขนาด โดยโครงสร้างจะมีลักษณะคล้ายดอกกะหล่ำ (Cauliflower like Structure) (รูปที่ 9)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 9 กลไกปฏิกิริยาแลมป์ 9 (EIKEN, 2005)

การตรวจสอบผลของเทคนิค LAMP สามารถทำได้ในหลายวิธีเช่น สามารถดูได้จากความขุ่นของตะกอน Magnesium pyrophosphate ซึ่งเป็นผลผลิตที่เกิดขึ้นในระหว่างการสร้างสายดีเอ็นเอ, ดูการเรืองแสง ในกรณีที่ใส่สารเรืองแสง เช่น SYBR GREEN I เมื่อมีสารพันธุกรรมสังเคราะห์ขึ้น สีของสารจะเปลี่ยนจากสีส้มเป็นสีเขียวภายใต้แสง UV, การใช้เจลอิเลคโตรโฟลิซิส โดยนำ LAMP product ไปวิ่งผ่านวุ้นใส โดยอาศัยการแยกโดยกระแสไฟฟ้า จะปรากฏแถบดีเอ็นเอหลายแถบคล้ายขั้นบันไดในกรณีที่ให้ผลบวกเนื่องจากว่าผลิตภัณฑ์ของเทคนิคแลมป์มีหลากหลายขนาดแตกต่างกัน (จิตรลัดดา และคณะ, 2554)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมที่ตำแหน่ง Amelogenin Y ในตัวอย่างฟันที่ถูกเผาโดยใช้เทคนิค Loop-Mediated Isothermal Amplification (LAMP)

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษาเชิงทฤษฎีและ/หรือเชิงประยุกต์

ได้นำเทคนิค Loop-Mediated Isothermal Amplification (LAMP) มาประยุกต์ใช้ในการเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมที่ตำแหน่ง Amelogenin Y เพื่อระบุเพศชายในตัวอย่างฟันที่เป็นวัตถุพยานในคดีเพลิงไหม้ หรือฆาตกรรมที่มีการเผาทำลายศพ เพื่อใช้ในการคัดกรองเพศของศพได้ เนื่องจากเทคนิค LAMP มีข้อดีคือมีความรวดเร็ว ราคาถูก มีความจำเพาะเจาะจงมากกว่าเทคนิค PCR ดังนั้นเทคนิค LAMP จึงเป็นวิธีการอีกหนึ่งทางเลือกที่อาจเป็นประโยชน์ในการตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์ ยกตัวอย่างเช่น ในกรณีที่มีการเผาทำลายศพ แล้วมีศพถูกนำไปอำพรางคดีโดยนำไปฝังหรือแอบซ่อน แล้วเมื่อพบศพพบเพียงเศษชิ้นของฟัน ซึ่งตัวศพนั่นไม่สามารถระบุเพศทางกายวิภาคได้ ในกรณีศึกษานี้การใช้ฟันระบุเพศของศพจะมีประโยชน์มาก

ทบทวนเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปี ค.ศ. 2000 Sivagami และVashney ได้ใช้ฟันในการสกัดสารดีเอ็นเอ เพื่อใช้ในการหาเพศในประชากรชาวอินเดีย โดยเทคนิคที่ใช้ในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอคือเทคนิค PCR ส่น primer ที่ใช้ในการทำ PCR คือ Amel ซึ่งจากการทดลองพบว่า เมื่อใช้เทคนิคการเพิ่มสารพันธุกรรมแบบ PCR โดยใช้ Amel primer นั้นสามารถระบุเพศของชาวอินเดียได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ และในปีเดียวกันนั้น Notomi *et al.* ได้ค้นพบเทคนิควิธีการในการเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมที่เรียกว่า Loop-Mediated Isothermal Amplification (LAMP) ซึ่งมีความจำเพาะเจาะจงสูง โดยเทคนิคนี้เมื่อทำการเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมในตัวอย่างจะใช้อุณหภูมิเพียงอุณหภูมิเดียว และใช้เวลาในการปฏิบัติการน้อยกว่าเทคนิค PCR โดยในเทคนิคนี้จะใช้เอนไซม์ DNA Polymerase และ primer สี่ชนิด ในการสังเคราะห์ DNA และสามารถสังเคราะห์ได้ถึง 10^9 เท่าภายในเวลาน้อยกว่าหนึ่งชั่วโมง

ต่อมาในปี ค.ศ.2004 Williams *et al.* ได้ทำการศึกษาโดยเลียนแบบผู้เสียชีวิตจากการถูกไฟไหม้ ซึ่งในการศึกษานี้ได้ทำการตรวจเพศจากฟันน้ำนมของคน 84 คน เป็นชาย 52 คน หญิง 32 คน ซึ่งฟันที่ใช้ในการตรวจเพศจะทราบเพศก่อนแล้ว เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบความถูกต้องในการตรวจเพศหลังจากที่ฟันถูกเผา โดยจะสกัดสารดีเอ็นเอจากฟันน้ำนมที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 100-500 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที จากนั้นนำสารสกัดดีเอ็นเอจากฟันน้ำนมมาเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยใช้เทคนิค PCR ซึ่งจะมีการใช้ primer ที่ต่างๆกันไป ซึ่งจากการทดลองพบว่าทั้งอุณหภูมิที่ใช้ในการเผา และ primer ที่ใช้ในการทดลอง มีผลต่อการตรวจหาเพศจากฟันน้ำนมที่ถูกเผา โดย Amel primer ไม่สามารถระบุเพศได้หากฟันถูกเผาที่อุณหภูมิมากกว่า 100 องศาเซลเซียส เมื่อใช้ SUL I กับ SULII primer จะสามารถระบุเพศของฟันที่ถูกเผาได้ถึงที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส และมีบางส่วนที่ไม่สามารถระบุเพศได้ และเมื่อใช้ FAM-6 primer ร่วมกับใช้แสงเลเซอร์ในการช่วยตรวจสอบ จะสามารถระบุเพศฟันที่ถูกเผาได้ถึงที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส และมีบางส่วนที่ไม่สามารถระบุเพศได้เช่นเดียวกัน

ในประเทศไทยก็ได้มีการศึกษาการสกัดดีเอ็นเอจากตัวอย่างฟันเช่นเดียวกัน โดยในปีพ.ศ. 2549 สุทธิชัย กฤษณะประกรกิจ และคณะ ได้ศึกษาทดสอบความเป็นไปได้ในการใช้ดีเอ็นเอซึ่งถูกสกัดจากรากฟันของฟันหนึ่งซี่ โดยตรวจดีเอ็นเอไมโครแซทเทลไลท์สามตำแหน่ง คือ HUMVWA, HUMD19s253 และ HUMPENTA E และบ่งบอกเพศโดยตรวจที่ยีนอะมีโลเจนิน และเปรียบเทียบกับดีเอ็นเอที่สกัดจากเลือด ตัวอย่างที่ใช้คือฟันกรามซี่ที่สาม และเลือดที่เก็บจากอาสาสมัครจำนวนทั้งสิ้น 15 ราย จากนั้นแบ่งตัวอย่างออกเป็นสามกลุ่ม โดยเก็บไว้ในสภาพแวดล้อมต่างกันคือ กลุ่ม 1 ทิ้งฟันไว้ที่อุณหภูมิห้อง 40 วัน จำนวน 5 ซี่ กลุ่ม 2 ฝังไว้ใต้ดินเป็นเวลา 40 วัน จำนวน 5 ซี่ และกลุ่ม 3 แช่ฟันในน้ำทะเลเป็นเวลา 40 วัน จำนวน 5 ซี่ หลังจากนั้นทำการตัดฟันให้เหลือแต่รากฟันแล้วนำไปสกัดสารดีเอ็นเอ จากนั้นเพิ่มปริมาณสารดีเอ็นเอด้วยเทคนิคPCR จากการทดลองพบว่า สามารถบ่งบอกเพศได้อย่างแม่นยำ และยังสามารถระบุตัวบุคคลได้อีกด้วย ซึ่งสามารถนำไปใช้ในงานทางด้านนิติวิทยาศาสตร์ และ นิติทันตวิทยา

ต่อมาในปี ค.ศ.2008 ได้มีการนำเทคนิคแลมป์มาประยุกต์ใช้กับตัวอย่างฟันด้วย โดย Nogami *et al.* ได้ใช้ DNA จากโพรงประสาทฟันของฟันแท้ ในการระบุเพศ ซึ่งวิเคราะห์จาก Amelogenin locus โดยใช้เทคนิค Loop-Mediated Isothermal Amplification (LAMP) โดย primer 4 ชนิดที่ใช้นั้นเป็น primer เฉพาะโดยใช้ข้อมูลที่เป็นข้อมูลจาก Gene bank และยังมีการใช้ Loop primer เพื่อใช้ย่นระยะเวลาในการวิเคราะห์ สำหรับตัวอย่างที่ใช้นั้นเป็นโพรงประสาทฟันจากฟันแท้ 32 ตัวอย่าง ที่ถูกนำมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ถึง 25 ปี ซึ่งในการทดลองพบว่า อัลลีล X จะถูกตรวจพบภายในเวลา 32 นาที โดยใช้เครื่อง Real-time turbidimeter ตรวจวัดความขุ่น ส่วนอัลลีล Y จะถูกตรวจพบภายในเวลา 34 นาที ซึ่งในส่วนของอัลลีล Y นั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่าโดยจะเกิดเป็นสีขาวขุ่น ซึ่งจากการทดลองพบว่า การระบุเพศโดยใช้วิธี LAMP นั้นเป็นวิธีที่ง่าย สะดวก มีความรวดเร็ว และมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการตรวจพิสูจน์ศพเมื่อมีผู้เสียชีวิตจำนวนมาก

จากงานวิจัยที่กล่าวถึงข้างต้นจึงมีความเป็นไปได้ในการนำเทคนิค Loop-Mediated Isothermal Amplification (LAMP) มาประยุกต์ใช้ในการระบุเพศจากฟันที่ถูกเผาจากคดีเพลิงไหม้ หรือ คดีฆาตกรรมที่มีการเผาทำลายศพ โดยเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมที่ตำแหน่ง Amelogenin Y เพื่อระบุเพศชาย ซึ่งเป็นการตรวจคัดกรองผู้เสียชีวิตเบื้องต้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และความรวดเร็วขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved